

GEOPRIN, S.A.

ALONSO CANO, 85 • TELEFONO 253 78 15 254 61 48 • MADRID 3

CARACTERIZACION PETROLOGIA Y GEOQUIMICA
DEL MACIZO DE CALDAS DE REYES.



25056

I N D I C E

1.- <u>DENOMINACIONES Y ANTECEDENTES.</u>	2
1.1.- NOMBRE ACTUAL Y LOCALIZACION.	2
1.2.- SINONIMOS.	2
1.3.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.	3
2.- <u>CARACTERIZACION MACROSCOPICA.</u>	5
2.1.- INTRODUCCION Y CARACTERISTICAS GENERALES.	5
2.2.- FORMA, TAMAÑO Y RASGOS GEOMORFOLOGICOS.	5
2.3.- GEOMETRIA INTERNA.	7
2.4.- CARACTERISTICAS LITOLOGICAS.	10
2.4.1.- <u>La facies externa.</u>	10
2.4.2.- <u>La facies porfídica.</u>	12
2.4.3.- <u>La facies central.</u>	16
2.4.4.- <u>El dique de tendencia "Anular" y los diques graníticos menores.</u>	20
2.4.5.- <u>El apéndice granítico de Cornazo de Abajo.</u>	22
2.4.6.- <u>Relaciones con sus encajantes relativos de las rocas graníticas asimilables a la facies central.</u>	22
2.4.7.- <u>La facies externa leucocrata.</u>	24
2.5.- LOS ENCLAVES.	26
2.5.1.- <u>Clasificación general.</u>	26
2.5.2.- <u>Los enclaves cogenéticos.</u>	26
2.5.3.- <u>Los enclaves en la facies porfídica.</u>	27
2.5.4.- <u>Los enclaves en la facies central y en el dique de tendencia "anular".</u>	29
2.5.5.- <u>Los enclaves en la facies externa.</u>	31
2.5.6.- <u>Los enclaves xenolíticos.</u>	32
2.6.- MANIFESTACIONES FILONIANAS.	33
2.6.1.- <u>Introducción.</u>	33
2.6.2.- <u>Localización de la actividad filoniana.</u>	34
2.6.3.- <u>Cortejo filoniano asociado a la facies central.</u>	34
2.6.4.- <u>Cortejo filoniano en la facies externa leucócrata.</u>	37
2.6.5.- <u>Relaciones espacio-temporales del cortejo filoniano.</u>	38
2.7.- FENOMENOS ASOCIADOS AL EMPLAZAMIENTO DEL P.G.C.R.	39
2.7.1.- <u>Naturaleza de los contactos con el encajante.</u>	39

2.7.2.- <u>Metamorfismo de contacto asociado.</u>	41
2.7.3.- <u>Nivel de emplazamiento.</u>	43
3.- <u>CARACTERIZACION MICROSCOPICA.</u>	45
3.1.- <u>FACIES EXTERNA.</u>	45
3.1.1.- <u>Composición mineralógica.</u>	45
3.1.2.- <u>Características texturales.</u>	45
3.1.3.- <u>Descripción petrográfica.</u>	46
3.2.- <u>FACIES PORFIDICA.</u>	52
3.2.1.- <u>Composición mineralógica.</u>	52
3.2.2.- <u>Características texturales.</u>	53
3.2.3.- <u>Descripción petrográfica.</u>	53
3.3.- <u>FACIES CENTRAL: A) MOSCOVITA-BIOTITA. B) BIOTITICA.</u>	62
3.3.1.A.- <u>Composición mineralógica.</u>	62
3.3.2.A.- <u>Características texturales.</u>	63
3.3.3.A.- <u>Descripción petrográfica.</u>	63
3.3.1.B.- <u>Composición mineralógica.</u>	72
3.3.2.B.- <u>Características texturales.</u>	72
3.3.3.B.- <u>Descripción petrográfica.</u>	73
3.3.4.- <u>Algunas precisiones sobre la petrografía de la facies central.</u>	75
3.4.- <u>FACIES EXTERNA LEUCOCRATA.</u>	77
3.4.1.- <u>Composición mineralógica.</u>	77
3.4.2.- <u>Características texturales.</u>	77
3.4.3.- <u>Descripción petrográfica.</u>	78
3.4.4.- <u>Conclusiones sobre la petrografía.</u>	85
3.5.- <u>LOS ENCLAVES MICROGRANUDOS.</u>	86
3.5.1.- <u>Enclaves de tipo "A".</u>	88
3.5.2.- <u>Enclaves de tipo "B".</u>	90
3.5.3.- <u>Enclaves de tipo "C".</u>	93
3.5.4.- <u>Enclaves de tipo "D".</u>	98
3.5.5.- <u>Conclusiones sobre la petrografía de los enclaves microgranudos.</u>	99
3.6.- <u>EL CORTEJO FILONIANO.</u>	100
3.6.1.- <u>Composición mineralógica.</u>	100
3.6.2.- <u>Características texturales.</u>	101
3.6.3.- <u>Descripción petrográfica.</u>	101

3.7.- ANALISIS MODALES Y CLASIFICACIONES PETROGRAFICAS.	104
3.7.1.- <u>Análisis modales.</u>	104
3.7.2.- <u>Clasificación modal.</u>	105
3.7.3.- <u>Indices petrográficos.</u>	106
4.- <u>ELENENTOS ESTRUCTURALES.</u>	108
4.1.- DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.	108
4.1.1.- <u>Los schlieren biotíticos.</u>	108
4.1.2.- <u>Acumulaciones feldespáticas.</u>	109
4.1.3.- <u>Los enclaves microgranudos.</u>	110
4.1.4.- <u>Lcs enclaves xenolíticos.</u>	110
4.1.5.- <u>La red de diques graníticos.</u>	110
4.1.6.- <u>Foliación interna en las diversas facies.</u>	111
4.1.7.- <u>La red de diaclasa.</u>	113
5.- <u>CARACTERISTICAS GEOQUIMICAS.</u>	114
5.1.- CARACTERISTICAS GENERALES.	114
6.- <u>BIBLIOGRAFIA.</u>	123

El presente estudio geológico ha sido realizado por GEOPRIN,S.A., para la División de Geología del I.G.M.E., habiendo intervenido en el mismo, los siguientes técnicos superiores:

- Cartografía y memoria: Andrés Cuesta (Universidad de Oviedo). Ldo. en C. Geológicas.
- Coordinación: José Luis Barrera Morate (GEOPRIN,S.A.). Ldo. en C. Geológicas.
- Dirección y Supervisión del I.G.M.E.: Luis Roberto Rodríguez. Ldo. en C. -- Geológicas.

Los análisis químicos fueron realizados por Fernando Bea en la Universidad de Salamanca.

1.- DENOMINACIONES Y ANTECEDENTES.

1.- DENOMINACIONES Y ANTECEDENTES.

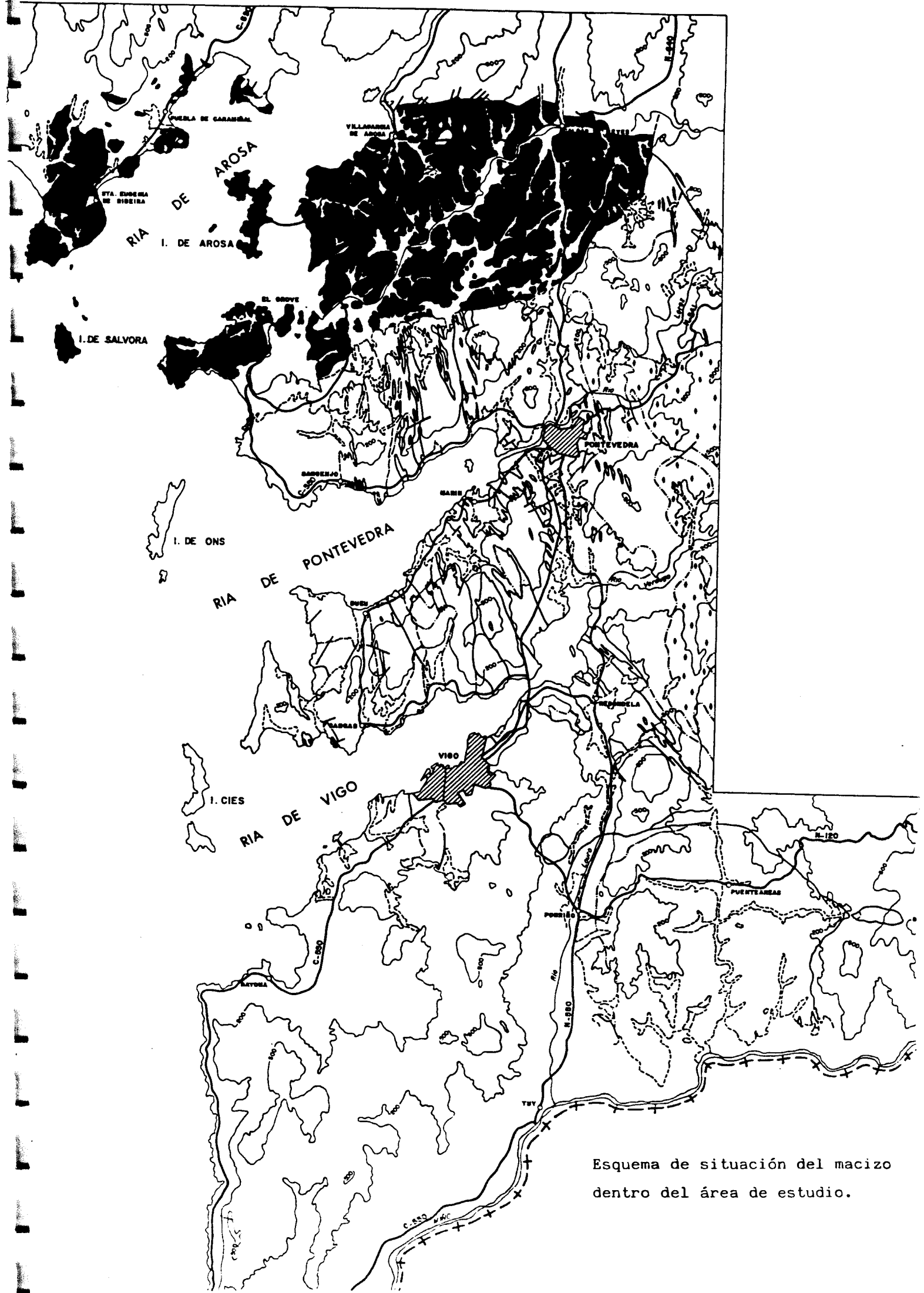
1.1.- NOMBRE ACTUAL Y LOCALIZACION.

Este macizo recibe su nombre de la Villa de Caldas de Reyes (Hoja de Villagarcía de Arosa: 152/4-9; coordenadas: 29v-17 h. Serie M781), situada a orillas del río Umia, sobre la carretera nacional 550 que une la capital provincial - Pontevedra - y la capital administrativa regional - Santiago de Compostela -.

Está situado sobre la ría de Arosa, en las provincias de La Coruña y Pontevedra ocupando parte de las Hojas Topográficas: Puebla de Caramiñal (151/4-9), Villagarcía de Arosa (152/4-9), El Grove (184/3-10) y Pontevedra (185/4-10).

1.2.- SINONIMOS.

- Granito herciniano. I.PARGA PONDAL, (1935).
- Granito porfídico y granito no diferenciado. CARLE, (1943)
- Granito de tipo Traba. PARGA PONDAL, (1954).
- Granito joven de biotita. PARGA PONDAL, SCHOON AND INSINGER. (1956).
- Granito post-cinemático de biotita. In FLOOR, (1966).
- Granito de biotita epi-herciniano. In DEN TEX, (1966).
- Granito calcoalcalina de biotita (joven). PARGA PONDAL, (1967).
- Granito de Caldas de Reyes. W.VOGEL, (1967).
- Granito calcoalcalinos. Granodioritas tardías en macizos circunscritos. CAPDEVILA, (1969).
- Granito calcoalcalino con biotita (moderno). IGME, (1970) E:1:400.000.
- Granito tardi-hercinico, In C.S.ARPS, (1970).
- Granodiorita calcoalcalina tardía. P.FLOOR, H.J.KISCH et OEN ING SOEN, (1970).
- Granodiorita tardía. R.CAPDEVILA, P.FLOOR, (1970).
- Complejo granítico de Cladas de Reyes. W.VISER. (1973).
- Granodioritas y adamellitas tardías. R.CAPDEVILA. L.G.CORRETGE.



Esquema de situación del macizo dentro del área de estudio.

2.- CARACTERIZACION MACROSCOPICA.

Y P.FLOOR. (1973).

- Granito de Caldas de Reyes. F.H.ARIESEN. (1974).
- Rocas graníticas calcoalcalinas. ESCUELA DE LEIDEN. (1977).
- Granito calcoalcalino con biotita. MAPA DEL NOROESTE. (1979). E:1:500.000.
- Granodiorita biotítica con megacristales. IGME. MAGNA (151). E:1:50.000. (1981).
- Granodiorita tardíabiotítico-anfibólica. Granodiorita de El Grove. IGME. - MAGNA (184). (1982).
- Granodiorita y granito biotítico-anfibólico de grano grueso. Granodiorita de Caldas de Reyes. IGME. MAGNA (185) (1981).
- Granodiorita de Caldas de Reyes. Plutón de Caldas de Reyes. IGME. MAGNA.(152) (1982).
- Granito y granodiorita biotítica de Caldas de Reyes. Granito biotítico-anfibólico de Caldas de Reyes. IGME. (1985). E:1:200.000.

1.3.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.

Aunque no existen trabajos publicados centrados en el estudio del Macizo de Caldas de Reyes (excepción hecha de tres tesinas de estudiantes holandeses realizadas entre 1967 y 1974: VOGEL W. (op. cit.), VISER.W (op. cit.) y ARIESEN (op. cit.)), existen abundantes referencias a dicho macizo.

Las primeras referencias más o menos claras se deben a CARLE (op. cit.); posteriormente el macizo es citado en varios trabajos de PARGA PONDAL, quien lo compara con los macizos de Pindo, Porriño y Traba, utilizando el nombre de éste último para definir el tipo granítico de todos ellos.

Es citado también por VON RAUMER (1962) en su trabajo sobre la geología de la península de Barbanza, por C.S.ARPS (op. cit.) en cuya tesis figuran algunas descripciones de una de las facies integradas en el plutón de Caldas de Reyes.

Existen también algunas referencias en los trabajos de clasificación y ordenación general de las rocas graníticas hercínicas de R.CAPDEVILA y P.FLOOR (1970) y R.CAPDEVILA, L.G.CORRETGE y P.FLOOR (1973).

Otros trabajos en los que el Macizo de Caldas de Reyes ha sido tratado directamente o en forma colateral, son los realizados en los mapas y memorias del Plan MAGNA y series resumen de las Hojas 16/26 (Pontevedra/La Guardia) Escala 1:200.000 de (1971) y (1985).

Para redondear este pequeño apunte bibliográfico se hará referencia a los trabajos de índole más bien sedimentológica, pero en los que tienen una gran importancia el plutón de Caldas, realizados por investigadores holandeses durante los años 1962 y 1963.

2.- CARACTERIZACION MACROSCOPICA.

2.1.- INTRODUCCION Y CARACTERISTICAS GENERALES.

Desde el punto de vista geográfico el macizo de Caldas de Reyes está situado entre las provincias de La Coruña y Pontevedra. Sobre él se abre la ría de Arosa, de la que constituye buena parte de su morfología costera.

Ocupa una superficie de unos 550 km² de los que aproximadamente algo menos de la mitad están sumergidos, existiendo unos 350 km² de granito aflorante. Se extiende desde la isla de Sálvora hasta las proximidades de Sta. Lucia - límites occidental y oriental respectivamente- y, desde el sur de El Grove (Ermita de Sta. M^a de la Lanzada) hasta el pueblo costero de Carril- límites meridional y septentrional respectivamente-.

La mayor parte del macizo está situado en la Hoja de Villagarcía de Arosa (152/4-9), y superficies menores aparecen en las Hojas de: Puebla de Caramiñal (151/3-9), El Grove (184/3-10) y Pontevedra (185/4-10). Globalmente está comprendido entre las siguientes coordenadas geográficas (Fig. 1):

Entre 42°25' y 42°38' de latitud N.

" 8°34' y 9°03' de longitud O.

2.2.- FORMA, TAMAÑO Y RASGOS GEOMORFOLOGICOS.

El Macizo de Caldas de Reyes está constituido en esencia por una masa plutónica (en adelante nos referiremos al Plutón Granítico de Caldas de Reyes (P.G.C.R.) integrado por varias unidades o facies individualizadas. El límite cartográfico es oblongo o elíptico con su eje mayor dispuesto según una dirección O. - E. o ligeramente OSO. a ENE. Corta por tanto a las estructuras hercínicas principales (Fig. 1). Las dimensiones de sus ejes son aproximadamente de 40 km. de largo (dirección E.-O.) por 20-25 km. de ancho (dirección N.-S.).

Como ya se ha dicho anteriormente, el suelo emergido ocupado por el (P.G.C.R.) es de unos 350 km². Toda la zona está atravesada por el tramo final del río Umia, factor que condiciona de forma determinante sus caracteres geomorfológicos.

En general, y al contrario de lo que sucede en los otros plutones tardíos próximos genéticamente a éste, el P.G.C.R. forma una cuenca deprimida con respecto a las litologías circundantes. La cota más alta se alcanza en el monte Lobeira (300 m.), que constituye un espléndido punto de observación de todo el plutón y ofrece una hermosa perspectiva de la ría de Arosa.

Esta rodeado de alturas que nunca superan los 600 m. de altitud dando lugar a una cubeta cuyos bordes más elevados, están constituidos por una de las facies cartografiadas.

El nivel de afloramiento es mediocre, dada su morfología esencialmente llana, condicionando de forma notable el desarrollo de los trabajos de campo. A pesar de lo anterior, el P.G.C.R. ha sido y es explotado profundamente: durante los trabajos de campo se han visitado no menos de 150 canteras con un nivel de explotación artesanal en la mayoría de los casos. La producción de estas canteras se dedica a la elaboración de pontones de unos 2 m. de altura utilizados como soporte de las viñas, y sillares para la construcción. Solamente en las canteras de tipo industrial (dos en todo el ámbito del plutón) se explota para áridos el granito.

En cualquier caso, allí donde el relieve es positivo (pequeñas colinas o altozanos), el paisaje es el típico de las áreas graníticas: bolos apilados de diferente tamaño - "penedos" en la terminología local.-

Por último, para finalizar este pequeño apunte geomorfológico, diremos que existe relación, como se verá más adelante, entre los relieves positivos que

se encuentran en el ámbito del P.G.C.R. y los contactos de algunas de las facies distinguidas en él.

2.3.- GEOMETRIA INTERNA.

Aunque tradicionalmente el P.G.C.R. ha sido considerado como un macizo homogéneo, representado por una roca "tipo" definida como de tamaño de grano grueso o muy grueso, algo porfídica y extraordinariamente rica en feldespato potásico, los trabajos que en él se llevan realizando en los últimos tiempos han aportado nuevos conocimientos en este sentido.

En la actualidad, han podido definirse en este macizo, a escala cartográfica, cinco facies principales con relaciones intrusivas entre ellas; algunas subfacies o cambios transicionales en dos de ellas y un moderado cortejo filoniano. Hay además una facies específica, que por sus características hemos individualizado, que se ha denominado como "granito orbicular". La distribución espacial de las facies principales queda ilustrada en la Fig. 1.

Facies externa.- Cartográficamente repartida en dos bandas con disposición más o menos simétrica de composición mineralógica y disposición textural muy parecidas. Podemos referirnos a ellas como dos cuerpos de morfología laminar dispuestos según una dirección E. - O. en su parte N., y SO. - NE. en la banda meridional. Ambas facies integran la mayor superficie granítica del P.G.C.R. y constituyen el encajante relativo de dos de las otras facies volumetricamente más importantes. Tradicionalmente esta ha sido la facies que se ha utilizado para definir el granito de Caldas de Reyes.

Facies porfídica.- Determina el contacto oriental del P.G.C.R. Cartográficamente aparece como un cuerpo redondeado con una prolongación peduncular hacia el O. que llega hasta el monte Lobeira, en las proximidades de Villagarcía de Arosa. Se han observado relaciones intrusivas de esta facies con la facies externa pero también se han constatado cambios transicionales entre ambas facies.

Facies central.- Recibe este nombre dado el lugar que ocupa -centrado- dentro del P.G.C.R. reproduciendo de forma grosera los bordes externos del mismo. Ocupa un área comprendida entre Villanueva de Arosa y Cambados por el N. y el S. respectivamente; por el E. termina aproximadamente en la zona de San Juan de Bayón, o bien, a lo largo de la carretera Pontevedra-Villagarcía; mientras que por el O. finaliza en la ría de Arosa, siendo la isla de Arosa y unos pequeños islotes-Jidoiro arenoso y Jidoiro pedregoso- los afloramientos más occidentales en donde se ha observado ésta facies. Aparece también en la parte más septentrional de El Grove y de la isla de La Toja.

Dentro de ésta facies o unidad se han diferenciado tres subfacies: una subfacies biotítica ligada a los bordes de la unidad; una subfacies porfídica de desarrollo irregular; y una subfacies de biotita-moscovita que ocupa un lugar centrado con respecto a la unidad principal (Fig. 1).

La facies central presenta relaciones claramente intrusivas con respecto a las demás facies con las que está en contacto.

Facies externa leucócrata.- Constituye el margen occidental del P.G.C.R. y ocupa la parte sur-oriental de la península de Barbanza, la isla de Sálvora y la mayor parte de la península de El Grove. Texturalmente es bastante parecido a la facies externa pero con notables diferencias mineralógicas. No se han podido observar las relaciones espacio-temporales entre ambas; aparentemente se trata de un término de variación algo más ácida que la facies externa.

Además de estas cuatro facies principales, dentro del Macizo de Caldas existen otras rocas graníticas de menor importancia a la hora de perfilar algunas conclusiones sobre el plutón en su conjunto.

Los diques graníticos de tendencia "anular".

Claramente diferentes del cortejo filoniano, que se tratará más adelante;

presentan composición granítica y su disposición y emplazamiento pueden ser de gran importancia desde el punto de vista interpretativo de la evolución y emplazamiento del P.G.C.R. Es, por ello, por lo que se ha decidido tratarlos de forma individualizada, separandolas claramente de la actividad filoniana s.s.

Se trata de un grupo de diques a filones de diversa entidad entre los que destacaremos:

- Un gran filón de unos 250 a 300 m. de potencia
- Varios diques menores más o menos paralelos al anterior y de potencias que oscilan entre los 2 y los 10 m.

Estos diques cortan siempre a las facies denominadas externa y facies porfídica; no han sido nunca observadas atravesando a la facies central.

Textural y petrográficamente presentan muchas similitudes con la referida facies central. Como características específicas citaremos la presencia, en los diques menores, de estructura de flujo representados por acumulaciones de biotitas o "schlieren" rectilíneos que se cortan mutuamente.

Las episienitas.- Están repartidas por igual en todas las facies principales del P.G.C.R. Su existencia está íntimamente relacionada con la red de diaclasas y fracturas que afectan al plutón, manifestándose como un fenómeno francamente tardío de carácter hidrotermal. A consecuencia de esta actividad hidrotermal, la roca adquiere el color rosado o rojo típico y en su seno la biotita y/o anfíboles aparecen transformados a clorita y epidota.

Granito de grano fino y dos micas.- Si bien su presencia es mínima en cuanto a la extensión geográfica que ocupa, resulta necesario citarlo por sus relaciones con la facies central y por los cambios que en ella pueden motivar.

El apéndice granítico de Cornazo de abajo.- Con este nombre nos referimos a un pequeño apuntamiento granítico situado en las inmediaciones de Villagarcía de Arosa y acompañado de otras pequeñas apófisis de menor tamaño que afloran en el pueblo de Villajuan (al S. de Villagarcía). Dadas sus características texturales y mineralógicas se ha decidido agruparlo, a efectos de clasificación, como una roca similar o próxima la facies central.

2.4.- CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS.

Tal y como se ha avanzado al tratar de la geometría interna del P.G.C.R. en él se han distinguido cinco facies principales con sus facies de tránsito correspondientes; una red de diques de diverso espesor y naturaleza granítica; un moderado cortejo filoniano convencional con facies aplíticas y aplo-pegmatíticas y, una roca muy peculiar que ha sido denominada "granito orbicular".

2.4.1.- La facies externa.

En conjunto aparece como una roca que presenta un aspecto bastante homogéneo y con pocas variaciones entre las dos unidades (septentrional y meridional) y también con pocas variaciones dentro de cada unidad. A escala cartográfica su característica más reseñable es la presencia de megaenclaves de rocas encajantes, más abundantes y de mayor tamaño en la unidad septentrional.

Facies común. En muestra de mano se trata de una roca de equigranular o fuertemente inequigranular, con un tamaño de grano muy grueso (más de 1 cm.), y casi siempre de color rosado característico, consecuencia de la abundancia de feldespatos potásicos (FK) con este color. Este mineral, que constituye una de las facies esenciales, aparece con formas subidiomorfos y en él se aprecian a simple vista la peritización y la macla de Carlsbad. Presenta un tamaño de grano siempre superior a 0,8 mm., pudiendo alcanzar en zonas de composición holofeldespáticas tamaños de 2,5 a 3 cm.; suele aparecer como cristales limpios y libres de inclusiones.

Las plagioclasas, aparecen como cristales de color blanco y de tendencia idiomorfa, de tamaños menores que los FK (aprox. 1 cm.); en corte fresco no es raro apreciar su zonado composicional concéntrico. Son más ricas en inclusiones que los FK.

El cuarzo aparece siempre como agregados de varios cristales con formas de tendencia globosa a intersticial; cuando aparece aislado su tamaño oscila entre 0,5 y 1 cm. pero los agregados pueden superar fácilmente los 2 cm. Destaca en la roca por su tamaño y transparencia sobre la base de tono rosado.

Los máficos -biotita y anfíbol- aparecen como agregados policristalinos cuyos tamaños oscilan entre 0,5-0,8 cm. y 1-1,5 cm. Estos agregados constituyen un elemento más de la roca y junto con el color rosado general que suele ofrecer la roca constituyen dos de las características más notorias de esta facies. Por otro lado, y de forma no muy frecuente, pueden observarse biotitas de menor tamaño (menos de 3 mm.) incluídas, sobre todo, en plagioclasas.

En las zonas centrales y próximas al contacto con otras facies, la roca parece volverse más equigranular y se aprecia una fuerte disminución en el tono rosado que pierde mucha intensidad y se restringe exclusivamente a los FK.

Variaciones de la facies común. A escala de afloramiento, la facies externa puede presentar zonas de acumulaciones feldespáticas-bolsadas feldespáticas de apariencia pegmatoide- en donde aumenta notablemente el tamaño de grano y disminuye drásticamente el contenido en félicos. Estas bolsadas suelen presentar formas groseramente alargadas con su eje mayor dispuesto según la foliación magmática de la facies común.

También aparecen, aunque con menos frecuencia, acumulaciones máficas de tipo "schlieren", que pueden ser rectilíneas o con formas curvadas. Con respecto a las rectilíneas, parece existir un cierto tipo de control espacial en algunos casos. Así, son bastante frecuentes en las proximidades (20 a 60 cm) de encla-

ves de naturaleza granítica, a cuyos contactos son paralelos.

En otros casos son relativamente abundantes zonas de morfología laminar y espesor variable (no más de 2 m.) que se adelgazan lateralmente. Suelen presentar un borde neto y otro difuso (con respecto a la facies común) y en casi todos los casos se ha observado un tránsito gradual del tamaño de grano, aumentando éste desde el borde neto (medio-fino) hacia el borde difuso (medio-grueso).

Considerando que el borde neto suele estar marcado por una ligera acumulación de máficos paralelos al contacto, estas variaciones podrían interpretarse como estructura de ajuste de magmas con algún contraste de viscosidad.

La facies de borde. Al contrario que en otros plutones graníticos genéticamente comparables al P.G.C.R., las llamadas "facies de borde" tienen en él muy escaso desarrollo o son prácticamente inexistentes. En los contactos con el encajante de las unidades, septentrional y meridional, se ha podido distinguir una estrecha (2 a 10 m) y discontinua franja en donde, en muestra de mano, se aprecia una ligera disminución en el tamaño de grano de todos los componentes minerales, acompañada de dispersión de los máficos y de un ligero aumento del tono rosado de la roca. En todo caso, las variaciones petrográficas en las "facies de borde" de Caldas de Reyes son mucho más evidentes bajo el microscopio que en muestra de mano.

2.4.2.- La facies porfídica.

Como pasaba con la facies externa, tampoco se detectan cambios apreciables en la caracterización de la facies a escala cartográfica.

Facies común. Aparece como una roca de grano grueso a muy grueso y siempre o casi siempre porfídica. Es de color gris claro en corte fresco y un poco amarillento o rosado-amarillento en superficie alterada (ha de hacerse notar que,

al contrario de lo que ocurre en la facies externa, casi nunca se ha visto el color rosado debido a los FK).

La matriz, bastante rica en cuarzo, es de tendencia equigranular (en la fracción cuarzo-feldespática), con un tamaño de grano de aproximadamente 0,5 a 0,8 cm. En ella destacan los máficos con tamaños que varían entre 1 y 5 mm.; su característica principal consiste en su disposición textural, dispersa en la matriz de la roca, al contrario de lo que ocurre en la facies externa. Además los máficos -biotita y anfíbol- suelen aparecer incluidos en las plagioclasas y feldespatos potásicos de la matriz.

La población de fenocristales está constituida por FK subidiomorfos o idiomorfos en los que pueden distinguirse a simple vista las pertitas y la macla de Carlsbad, y plagioclasas idiomorfas, en muchos casos con formas hexagonales, en las que se aprecian inclusiones de máficos con disposición tipo "Frasl" y un notorio zonado composicional concéntrico.

A escala de afloramiento, la facies porfídica puede contener pequeñas acumulaciones enriquecidas en máficos de grano medio a fino, que no suelen superar los 5-10 cm. Asimismo, pueden observarse, aunque de forma escasa, acumulaciones holofeldespáticas con formas de tendencia groseramente elípticas; su principal particularidad consiste en que suelen tener un núcleo máfico, casi siempre dotado de anisotropía (¿restos de xenolitos?).

Por otro lado, considerando de forma global la facies porfídica, un carácter diferenciador, sobre todo con respecto a la facies externa y a la facies leucocrática, es su relativamente alta proporción de enclaves microgranudos, ausentes o casi ausentes en las otras facies citadas; además la situación espacial de éstos parece relacionada con la proximidad del encajante -sea este de la naturaleza que sea-. Esta particularidad será descrita en el correspondiente capítulo de enclaves.

Variaciones sobre la facies común. En conjunto esta facies parece más homogénea que las demás del P.G.C.R. Solamente se ha detectado una ligera evolución hacia términos más claros -por pérdida de máficos- de los bordes hacia el centro de la unidad; asimismo, desde el punto de vista textural, existen ligeras variaciones en lo que respecta al tamaño de grano y el carácter porfídico, menos marcado en algunas localidades.

Facies de borde. Aún menos marcada que en la facies externa. En el contacto oriental (Zona de Triabá) en algunos bolos sueltos se observa que en una zona de no más de medio metro aparece un "borde de enfriamiento" con aumento progresivo del tamaño de grano hacia el interior de la unidad. Esta franja iría seguida de una segunda franja con aumento progresivo, igualmente, del carácter porfídico.

Conclusiones sobre la facies porfídica. Como resumen podría decirse que la facies porfídica se caracteriza por:

- Textura porfídica generalizada en toda la unidad.
- Ausencia de coloración rosada o disminución notable de la misma en relación con la facies externa.
- Disposición textural de los máficos "dispersos" en la matriz.
- Presencia relativamente abundante de enclaves microgranudos próximos o los contactos con su encajante relativo.

Relaciones con la facies externa. La facies externa parece haber sido el segundo episodio intrusivo en la secuencia temporal de acontecimientos englobados en la historia geológica del P.G.C.R.

A partir de las observaciones de campo parece poder deducirse que las relaciones entre ambas facies son de dos formas bien diferentes:

- Por un lado: parece existir un tránsito gradual entre la facies externa y la facies porfídica. Esto parece patente en un corte realizado de N. a S. partiendo del alto del Pousadoiro (en la carretera de Villagarcía a Caldas de Reyes). A lo largo de este corte puede observarse un tránsito gradual desde la facies externa rosada típica con agregados de biotita y anfíbol. al principio del corte, pasando por una facies no rosada de color gris claro y tamaño de grano muy grueso y homogéneo, hasta llegar a las proximidades de la vía del ferrocarril, en donde aparece la facies porfídica típica. Durante el tránsito, los máficos comienzan a disgregarse en la matriz, y aparecen los fenocristales de FK y plagioclasa que caracterizan la facies porfídica.

- Por otro lado: también es posible observar relaciones claramente intrusivas entre ambas facies. Así, en el contacto S. de la facies porfídica con la facies externa -entre Guimil y Sta. M^a de Curro (carretera general Villagarcía-Pontevedra)- puede observarse un dique de 3 m. de espesor que por sus características puede asignarse a la facies porfídica. Este dique presenta una estructura simétrica, con dos zonas de borde en contacto con la facies externa de aproximadamente 1 m. de espesor y compuesta por un granito biotítico de grano fino (aprox. 1 mm.) que aumenta progresivamente hacia a la zona central. La zona central está compuesta por una roca granítica biotítica-anfibolítica y de carácter claramente porfídico, asimilable por tanto a la facies porfídica.

Asimismo, y abundando la hipótesis de carácter intrusivo parcial de la facies porfídica en la facies externa, no debe olvidarse que, en las zonas de contacto que afloran (como es el caso del contacto S. entre ambas facies), éste, está jalonado por enclaves generalmente decamétricos a hectométricos pinzados entre las dos facies. Esto parece apoyar también la idea de masa intrusiva

en condiciones locales distensivas.

2.4.3.- La facies central.

A escala cartográfica resulta ser la facies más heterogénea de las que integran el P.G.C.R. En conjunto se caracteriza por:

- Presencia de un moderado cortejo filoniano, constituido por filones aplitícos y pegmatíticos, ausente o casi ausente en las demás facies consideradas.
- Abundancia de elementos susceptibles de interpretación estructural como: "schlieren" biotíticos; acumulaciones feldespáticas; población de enclaves microgranudos relativamente abundante ligada especialmente a los bordes de la unidad. De ellos, algunos están prácticamente ausentes en alguna de las demás facies -"schlieren biotíticos"-, y otros, como los enclaves, aparecen con relaciones muy parecidas en la facies porfídica y son muy escasos en las demás.
- Experiencia de zonación mineralógico-textural que no ha podido ser descrito como tal en las demás facies.
- Presencia de una foliación magmática bastante bien marcada, a diferencia de los que ocurre en las demás facies en las que la foliación casi siempre se observa con más dificultad.

Con respecto al penúltimo punto, y aunque se puede definir esta facies como integrada por un granito biotítico-moscovítico ocasionalmente porfídico, se han distinguido tres subfacies.

- Subfacies biotítica: Esencialmente biotítica y rica en enclaves microgranudos. Situado en la zona externa de la unidad.

- Subfacies porfídica: Observada en la parte más septentrional de la unidad pero poco importante o ausente en la zona meridional.
- Subfacies biotítico-moscovítico: que ocupa el centro de la unidad.

Subfacies biotítica.

Es de color gris bastante oscuro (es la facies más oscura de todas las del Macizo de Caldas), con un tamaño de grano medio entre 1 y 3 mm. Texturalmente suele ser una roca homogénea en muestra de mano, aunque en el afloramiento es bastante común la presencia de algún fenocristal de FK subidiomorfo y de talla no superior a 2,5 por 1 cm. Como ya se ha dicho, esta subfacies es la más próxima al contacto con su encajante relativo y muestra una foliación planar, muy evidente, marcada por biotitas y fenocristales de FK.

En cuanto a su mineralogía es de destacar la presencia accesoria de esfena de color rosado, claramente distinguible a simple vista, este mineral es aún más abundante en los enclaves microgranudos (característicos de esta subfacies) donde aparecen con una disposición textural muy peculiar que será descrita con detalle en el correspondiente capítulo de enclaves. Destacaremos entonces como caracteres diferenciadores de esta subfacies.

- Color más oscuro que las otras subfacies, debido a su riqueza en biotita.
- Orientación planar bastante evidente, marcada por biotitas y FK.
- Presencia de esfena como accesorio común, tanto en enclaves como en la roca huésped, con aumento progresivo de su proporción relativa de dentro hacia los bordes.

Subfacies porfídica.

Ha sido descrita a partir de las observaciones realizadas, sobre todo, en la isla de Arosa y en las proximidades de Villanueva de Arosa. Se caracteriza por una población bastante abundante de fenocristales idiomorfos de FK, de tamaños comprendidos entre 2 y 3 cm. por 0,5 a 1 cm., fuertemente orientados según una dirección E.-O. en estas dos localidades; en algunos casos presentan inclusiones de biotita orientadas de tipo "Frasl". Estos fenocristales están incluidos en una matriz con tamaños de grano medio a fino (≥ 2 mm.) esencialmente biotítica o con cantidades accesorias de moscovita, en proporción que aumenta progresivamente hacia el S., o lo que es lo mismo, hacia las partes centrales de la unidad. Así pues destacaríamos en esta unidad:

- Abundancia de fenocristales feldespáticos.
- Desaparición de la esfena como accesorio.
- Aparición de cantidades accesorias de moscovita.

Entre esta subfacies y la biotito-moscovítica existe una zona donde la proporción de fenocristales disminuye progresivamente; aumenta también de forma progresiva el tamaño de grano y la proporción de moscovita, aunque el granito sigue siendo en toda la unidad, de biotita dominante. El límite se ha establecido en un área de no más de 100 m. de anchura, cuya característica más destacada es la abundancia de "schlieren" biotíticos planares y rectilíneos de orientación generalizada E.-O. (siempre referido a la isla de Arosa y Villanueva de Arosa) o feldespáticos, también de tendencia planar y con la misma orientación.

A partir de esta zona de "schlieren", se ha establecido el inicio de la subfacies que ocupa la parte centrada de la unidad.

Subfacies biotítico-moscovítico.

Puede ser observada en buenas condiciones en la parte S. de la isla de Arosa y al N. de el Grove. También se distingue en la zona interior de la Hoja de Villagarcía pero con peores condiciones de afloramiento.

Se trata de una roca de color gris clara algo amarillenta, claramente leucócrata, con una composición cuarzo-feldespática cuyo tamaño de grano es siempre mayor de 0,5 cm. Sobre esta base cuarzo-feldespática destacan las biotitas con tamaños que no superan casi nunca los 2 mm. y una proporción aproximadamente igual o algo inferior de moscovita. Aunque la proporción de megacristales de FK ha disminuido notablemente, no es rara su presencia con formas idiomorfas, una orientación menos marcada y también con inclusiones biotíticas.

En resumen se trata de una roca:

- Leucócrata, o al menos mucho más clara que las otras dos subfacies.
- Con una proporción equivalente de biotita y moscovita.
- Con presencia menos abundante de fenocristales de FK.
- Con orientación magmática clara, pero bastante menos marcada que en las otras dos subfacies.

Para concluir este apartado es necesario precisar que la facies centrada parece representar una evolución progresiva de la misma masa plutónica en la que no se advierten discontinuidades o rupturas y que, por tanto, debe interpretarse como un granito con evolución mineralógico-textural propia, quizás por un proceso de fraccionación hacia términos sucesivamente más ácidos. No obstante no debe olvidarse el papel que haya podido jugar la pequeña apófisis de granito de carácter aplítico, intrusivo en esta facies centrada, y que solo puede ser observada en el extremo meridional de la isla de Arosa.

2.4.4.- El dique de tendencia "Anular" y los diques graníticos menores.

Forman un conjunto claramente relacionado espacialmente y con notables afinidades mineralógico-texturales. Desde un punto de vista cartográfico, afloran principalmente según una alineación aproximada E.-O., desde la costa hasta el río Umia pasando por Lobeira y la cadena de colinas (con cuya forma geomorfológica deben estar íntimamente relacionadas) que siguen hacia el E. Traspasando el río, giran hasta tomar una dirección aproximada N.-S. hasta desaparecer en Sta. M^a de Paradela. Aparecen de nuevo (los diques menores -no el gran filón-) en la costa, al S. del puerto de Cambados, frente a la torre de S. Saturnino.

Las mejores condiciones de afloramiento se dan en la cadena de colinas próximas a Lobeira, en donde ocupan una superficie de unos 2 km. de anchura.

El gran filón. Tiene una anchura media de unos 250 a 300 m. y su seguimiento cartográfico es relativamente sencillo ya que sobre él existen numerosas canteras, muchas de ellas sin actividad. De entre ellas destacaremos dos, situadas en el monte Lantañón, explotadas para áridos en la actualidad. En la mayoría de los afloramientos aparece casi siempre flanqueado en uno o ambos lados por grandes xenolitos de variada naturaleza (granodioritas precoces del Macizo Bayo-Vigo y rocas asociadas, materiales de la Unidad Malpica-Tuy, etc.) y en general presenta siempre un buzamiento muy verticalizado hacia las partes externas del plutón (al N. cuando lleva dirección E.-O., y al O. cuando la dirección es N.-S.).

Desde el punto de vista petrográfico y en muestra de mano, presenta características comparables -por no decir idénticas- a la subfacies biotítica de la facies central: contiene enclaves microgranudos con esfena, una foliación magmática clara, fenocristales de FK, etc. Por ello no nos extenderemos más en su descripción.

Diques menores. Aparecen con una traza cartográfica paralela al gran dique y espesores que oscilan entre 2 y 6 m. A diferencia del gran dique y de la sub-facies biotítica de la facies central, rara vez son porfídicas y parecen algo más equigranulares y homogéneas. Como características estructurales son de destacar los "schlieren" biotíticos, muy abundantes, proporcionandolos aspectos bandeado, con niveles claros de composición esencialmente cuarzo-feldespática y niveles ricos en biotita.

Para concluir este apartado es necesario citar a W. WISER, (1973) quien describe por primera vez estos diques como: "zona de diques asimilables al granito de Cambados". Este autor llama "granito de Cambados" a la facies central.

Por tanto, a modo de conclusión, la zona de diques se caracteriza por:

- Presencia de un dique de tendencia "anular", acompañado de diques graníticos menores.
- Presentar caracteres petrográficos similares a alguna de las subfacies integradas en la unidad central.
- Ser intrusivos en las facies externa y facies porfídica.
- No cortar nunca a la facies central.

Todo ello, junto con la abundante presencia de xenolitos flanqueado al gran dique, parece indicar un emplazamiento próximo en el tiempo al emplazamiento de la facies central y en un régimen distensivo.

2.4.5.- El apendice granítico de Cornazo de Abajo.

Con este nombre nos referimos a un cuerpo granítico menor, situado al SE. de Villagarcía de Arosa y a un Km. de su núcleo urbano. Su aspecto mineralógico-textural es muy semejante a la subfacies biotítica de la unidad central y, por tanto, al gran dique de tendencia "anular". Si acaso, es de destacar un carácter menos porfídico y un color algo más claro que las dos rocas precedentes; por lo demás, es claramente asimilable a ellas.

Junto con él, incluimos otros pequeños afloramientos situados al S. de Villagarcía, en la localidad de Villajuan. Estos afloramientos no han sido reflejados en la cartografía dado que la densidad de asentamientos urbanos impide su correcta ubicación e impide igualmente comprobar si se trata de una masa considerable o si se trata, por el contrario, de pequeños afloramientos discontinuos.

2.4.6.- Relaciones con sus encajantes relativos de las rocas graníticas asimilables a la facies central.

Como se ha avanzado en las páginas precedentes, existen suficientes analogías entre la facies central, el dique de tendencia "anular" acompañado de los diques menores y la apófisis granítica del Cornazo de Abajo, para que puedan considerarse como miembros del mismo episodio magmático intrusivo, lo que no quiere decir que todos se han emplazado al mismo tiempo, aunque probablemente si haya sido un mismo proceso continuado.

Tanto la facies central como las rocas afines a ella están emplazadas en las otras tres facies que componen el P.G.C.R. Por tanto, parece evidente que en la secuencia temporal de acontecimientos dentro del Macizo de Caldas de Reyes, la facies central y sus rocas afines constituyen el último episodio intrusivo de importancia.

De otro lado, todas las observaciones de campo, allí en donde afloran en contacto las rocas citadas, indican sin lugar a dudas que las relaciones entre este último conjunto de rocas y sus encajantes relativos son claramente intrusivas.

En cuanto a la secuencia temporal entre la facies central propiamente dicha y la red de diques de naturaleza granítica, es más delicada de establecer. Los datos de campo no son suficientes para poder determinar con claridad si se ha emplazado en primer lugar la unidad granítica central a la red de diques; ahora bien, existen algunos datos de campo, por un lado, y analogías con otros macizos comparables, por otro, que pueden permitir avanzar una hipótesis sobre este asunto.

En casi todos los casos en donde se observa el contacto entre la facies central y su encajante se ha constatado la presencia de masas de tamaño variable de rocas encajantes dispuestas a lo largo de la traza del contacto. Esto puede ser comprobado con claridad, tanto en el Grove, como en la isla de Arosa. Otro tanto ocurre en los contactos entre el gran dique y su encajante, como se observa en la costa en la punta Rial al S. de Villajuan. Esto apuntaría en favor de un emplazamiento de régimen distensivo con entrada de magma granítico favorecida por fracturas o fallas directas.

Este es el sistema invocado para plutones anorogénicos con cortejo de "Ring dykes", en donde los "diques anulares" preceden siempre a la masa granítica principal. Por ello y teniendo en cuenta que nunca se ha observado la facies central cortada por los diques graníticos, parece apropiado pensar que el gran dique de tendencia "anular" y su cortejo asociado ha debido ser ligeramente anterior al emplazamiento de la facies central.

2.4.7.- La facies externa leucocrata.

Como ya se ha dicho en otro lugar de esta memoria, esta facies ocupa la parte más occidental del plutón y aunque presenta ciertas analogías, sobre todo de tipo textural, con la facies externa se ha decidido individualizarla a partir de ciertas diferencias de tipo mineralógico.

De hecho en las primeras cartografías y descripciones de esta roca, ya era considerada como diferente del resto de rocas que integran el P.G.C.R. Así, en los trabajos de CARLE (op. cit.), el granito de Caldas en Ribeira es denominado "granito homogéneo" y en el Grove "granito no diferenciado". Posteriormente, PARGA PONDAL (1963), clasifica al granito de la zona de Ribeira bajo el epígrafe "granitos y sienitas de tipo Traba", mientras que al resto del plutón lo denomina de biotita". Esta diferenciación se pierde a partir de los mapas posteriores a 1965, denominándose todo el plutón como granito biotítico de Caldas de Reyes.

A escala cartográfica, la facies externa leucócrata está caracterizada por la gran abundancia de megaenclaves (en forma de "roof pendants") de los esquistos que constituyen la mayor parte de la península de Barbanza, entre los que también aparece la facies externa como apófisis y "stocks" graníticos. Además, otra de sus características es una evolución textural y mineralógica detectable de E. a O., de tal forma que se aprecia un aumento progresivo del tamaño de grano, a la vez que la roca se enriquece en moscovita, adquiriendo una tonalidad más clara, y la aparición de granate y turmalina, ausentes hacia el E.

Otra de las diferencias esenciales de esta facies con la facies externa consiste en que la primera va acompañada de un escaso cortejo filoniano (en realidad, vestigio de cortejo filoniano), representado por venas y diques de no más de 1 m. de espesor y naturaleza aplitica a granítica de grano fino. Señales de esta actividad filoniana pueden observarse alS. de Ribeira y en Couso. Estas venas y diques son siempre verticales y de trazado rectilíneo.

Facies común. Aunque en conjunto presenta una evolución de E. a O. desde términos más oscuros hacia términos más claros, se ha elegido el tipo de roca que aparece en Palmeira y Ribeira para su descripción como facies tipo.

Se trata de una roca de grano grueso a muy grueso, de color gris claro en corte fresco, esencialmente cuarzo-feldespática cuyo tamaño de grano (aunque puede variar de unas localidades a otras) es de aproximadamente 1 cm. o más. Sobre esta base cuarzo-feldespática destaca la biotita -su máfico principal- cuyo tamaño de grano suele ser sensiblemente inferior (aprox. 2 a 5 mm.), con un tamaño medio de 3 mm. Aparece como agregados de varios cristales y también como monocristales.

Una de las características que la diferencian claramente de la facies externa es su proporción variable (aumentando hacia el O.) de moscovita en láminas de hasta 0.5 cm. y granate, cuya presencia es ocasional y selectiva. Este mineral, que aparece con más frecuencia en los alrededores de Ribeira, parece sustituir a la biotita de forma que, cuando la roca presenta granate, disminuye considerablemente la proporción de biotita.

En relación con la presencia de granate, es necesario distinguir entre granate disperso en la roca y sustituyendo a la biotita y, la presencia de granates concentrados en bandas y asociados también a biotitas. Estas bandas aparecen casi siempre en zonas próximas al contacto con xenolitos de naturaleza granítica, muy frecuentes en el Grove y la punta Centoelleira-Ribeira-.

Al igual que ocurre con el granate, la turmalina es observada en la zona de Ribeira ocupando generalmente cavidades miarolíticas, en donde suele aparecer como concentrados de hasta 8 o 10 cm. y rodeada de una corona desprovista de máficos que suele ser groseramente elíptica, con su eje dispuesto según la foliación magmática.

Variaciones de la facies común. Se incluye aquí la facies dominante en el área comprendida entre el cabo Cruz y Palmeira. En esta zona el granito suele

presentar un tamaño de grano ligeramente menor al que tiene en Ribeira y se da una ausencia total de moscovita (que comienza a aparecer en Palmeira). Suele ser de tono más oscuro y contener anfíbol, ausente en la facies común.

De forma muy local se ha observado un granito rico en cuarzo, de textura equigranular y grano grueso (de 0,7 a 1 cm) que suele aparecer relacionado con grandes xenolitos de rocas encajantes a modo de filones de diverso espesor. Dada la disminución del tamaño de grano con respecto a la facies común y su localización siempre próxima a enclaves de esquistos o atravesándolos como filones, podría considerarse como una facies enfriada.

En las partes más occidentales de esta facies, a excepción de la isla de Sálvora, se ha observado que las biotitas aparecen oxidadas, generando una pequeña corona de color pardo que afecta a la fracción feldespática inmediata.

2.5.- LOS ENCLAVES.

2.5.1.- Clasificación general.

Ligada al P.G.C.R. aparece una cierta cantidad de enclaves muy desigualmente repartidos. Entre ellos se han distinguido en principio dos grupos generales de clasificación.

- Enclaves probablemente cogenéticos con el granito encajante.
- Enclaves de origen externo al granito encajante o xenolitos.

2.5.2.- Los enclaves cogenéticos.

Están presentes en tres de las facies graníticas del P.G.C.R.: facies externa, facies porfídica y facies central. También han sido observados dentro del dique de tendencia "anular". Suelen ser de tamaño reducido, no sobrepasando nunca tamaños superiores a 1 m.

Aunque su presencia no suele ser norma, la mayor abundancia de enclaves se da en la facies porfídica, y en orden sucesivamente menos abundante, en la facies central, facies externa y por último en el dique de tendencia "anular".

La aparición o presencia de enclaves parece seguir algunas pautas, bastante claras en los enclaves que aparecen en la facies central y algunos de los enclaves presentes en la facies porfídica y externa. El control observado más claro es de tipo espacial.

Se ha podido observar que la mayoría de los enclaves microgranudos están ubicados en zonas próximas a los contactos del granito huesped con sus respectivos encajantes relativos. Es decir, la mayor frecuencia de enclaves microgranudos en la facies porfídica se da en sus contactos con la facies externa y, en menor proporción, en las zonas de contacto con el encajante del plutón de Caldas por el E. Otro tanto ocurre con los enclaves incluidos en la facies central; son más abundantes en los contactos tanto con la facies externa como con la facies porfídica. En la facies externa no parece tan evidente como en las dos citadas; no obstante uno de los tipos de enclaves que se describen en ella ha sido observado únicamente en una de las zonas de contacto con la facies porfídica.

Otro rasgo extensible a todos los enclaves microgranudos, es la presencia de anfíbol en los enclaves incluidos en rocas con anfíbol y la ausencia del mismo allí en donde la roca huesped carece de él.

2.5.3.- Los enclaves en la facies porfídica.

Como se ha apuntado más arriba, constituyen la población más numerosa. Sus tamaños oscilan entre 15 y 50-60 cm.; en su mayoría de forma redondeada a levemente elíptica (los de mayor tamaño).

Aunque todos ellos ofrecen un cierto aspecto miroporfídico se han podido distinguir tres grupos:

- a.- Enclaves con matriz muy fina (< 1 mm.) y poos fenocristales.
- b.- Enclaves de matriz algo más grosera e hiperbiotítico-anfibólica.
- c.- Enclaves microporfídicos de matriz fina más clara que las dos anteriores. Este es el tipo más extendido.

Los tipos a y c son bastante próximos desde el punto de vista mineralógico-textural. Sobre la matriz (de naturaleza granodiorítica a diorítica) destacan, en proporción variable, los fenocristales entre los que a simple vista se distinguen: agregados oscuros, compuestos por minerales máficos (anfíbol y biotita) de tamaños que oscilan entre 1 y 5 mm.; fenocristales de feldespatos (caso siempre plagioclasas) de entre 1 y 10 mm. y fenocristales o más bien xenocristales de cuarzo de entre 2 y 7 mm. Estos últimos presentan, en todos los casos, una primera corona reaccional de minerales oscuros (anfíboles) que casi siempre va acompañada de una segunda corona compuesta de microclina.

Entre las diferencias que separan los dos tipos descritos en el párrafo anterior, es de destacar la variación textural y composicional que se aprecia en los enclaves de tipo a desde la zona de borde hacia el interior; existe un tránsito de tal forma que en el interior de los enclaves el color es más claro, y la proporción de fenocristales y xenocristales mayor, disminuyendo hacia el borde hasta su completa desaparición; esto lleva aparejado un cambio textural según el cual el núcleo del enclave presenta una textura porfídica y el borde una textura pseudodolerítica (por disminución del tamaño de grano y pérdida de fenocristales).

Los enclaves del segundo tipo, b, presentan un aspecto bastante homogéneo con una matriz en la que destacan los elementos máficos (biotita y anfíbol) cuyo tamaño de grano es de aproximadamente 2 mm. En esta matriz pueden identificarse algunos cristales idiomorfos de plagioclasa que ocasionalmente presentan inclusiones orientadas de tipo "Frasl". Estos enclaves son muy escasos y recuerdan más a acumulaciones máficas que a enclaves propiamente dichos. De otro lado, sus bordes no son tan netos como en los otros dos tipos y su tamaño puede no superar los 5 cm. siendo siempre inferiores a 10 cm.

2.5.4.- Los enclaves en la facies central y en el dique de tendencia "anular".

Aunque la proporción y el tamaño de los enclaves es mayor en la facies central que en el dique de tendencia "anular", se ha decidido agruparlos dado que presentan fuertes analogías texturales y mineralógicas (tal y como ocurriera en sus respectivas rocas huesped). No ocurre lo mismo en lo que se refiere a su distribución espacial dentro de su roca huesped, por ello, describiremos en primer lugar la distribución espacial de los enclaves en la facies central y a continuación se describirá la naturaleza de los enclaves incluidos en las dos unidades.

Distribución espacial de los enclaves. La población de enclaves microgranudos incluidos dentro de la facies central es sensiblemente inferior a la observada en la facies porfídica, pero sigue existiendo un cierto control espacial en cuanto a sus formas tamaños y densidad de enclaves. Así, de las observaciones realizadas a lo largo de varios cortes perpendiculares al contacto de la facies central (contacto N. en Arosa y la zona de Lobeira, contacto S. en el Grove y Pte. Arnelas y, contacto E. en Bayón), puede deducirse la siguiente secuencia.

- Una primera franja inmediata y paralela al contacto entre la facies central y su encajante relativo, de unos 100 m. de espesor, caracterizada por la presencia bastante abundante de enclaves. Su tamaño casi nunca supera los 20 a 30 cm. y suelen poseer formas elípticas con su eje mayor dispuesto concordantemente con la foliación del granito huesped; en general, si el enclave presenta foliación interna (casi nunca), ésta suele ser también concordante con la del granito que lo incluye. Solamente en un caso (Bayón) se ha comprobado que la foliación del granito rodeaba ligeramente al enclave, denotando un cierto contraste de viscosidad entre el enclave y su roca huesped.

- Una segunda zona más o menos concéntrica con respecto a la anterior en la que la proporción de enclaves disminuye de forma apreciable a la vez que aumenta ligeramente su tamaño (30 a 40 cm.); sus formas evolucionan hacia términos subredondeados a levemente elípticos. Esta zona no supera los 200 m.

En total, la banda caracterizada por la presencia de enclaves microgranudos alcanza un espesor total que nunca supera los 300 m. A partir de ese límite la proporción de enclaves disminuye drásticamente de tal forma, que puede diferenciarse una franja ligada al contacto con enclaves microgranudos tal y como han sido descritos, y una zona central prácticamente desprovista de ellas.

Naturaleza de los enclaves. Todos ellos presentan un aspecto microporfídico (menos marcado en los enclaves del dique de tendencia "anular") con una matriz siempre de grano fino, oscilando su tamaño entre menos de 1 mm. hasta 2 ó 3 mm. Suele apreciarse un cambio de color hacia términos más claros a medida que aumenta el tamaño de grano, debido probablemente a un aumento progresivo de la proporción de la fracción leucócrata. Sobre esta matriz destacan los fenocristales, generalmente de plagioclasa (entre 0,8 y 3 cm.), acumulados máficos (biotíticos y, muy ocasionalmente, biotítico-anfibólicos) de hasta 3-4 mm., y algún xenocristal de cuarzo (mucho menos abundante que en sus homólogos de la facies porfídica).

Por otro lado, una de las características más llamativas y específicas de los enclaves microgranudos de la facies central es la presencia de esfena, en una buena parte de la totalidad de los enclaves, con una particular disposición textural. Se trata de pequeños cristales de unos 2 ó 3 mm., a veces idiomorfos, y otras con hábito esquelético, ocupando siempre el núcleo de zonas de forma circular o elíptica de hasta 1 cm. desprovistas absolutamente de máficos. Este fenómeno puede ser bastante abundante confiriendo al enclave un aspecto moteado muy característico.

2.5.5.- Los enclaves en la facies externa.

Dentro del P.G.C.R. ésta es la facies más pobre en enclaves microgranudos (a parte de la facies externa leucócrata en donde no han sido observados). Se han podido distinguir dos grupos:

- 1 - Enclaves similares al tipo c de los descritos en la facies porfídica. Prácticamente no existen diferencias a simple vista. Al igual que en aquellas, parece existir un control espacial que delimita las zonas en donde estos aparecen, de tal forma que su mayor frecuencia parece relacionada con el contacto entre la facies porfídica y la facies externa. Esto es particularmente apreciable en la zona de contacto de Guimil.
- 2 - Enclaves de afinidad granítica. Han sido observados preferentemente en la unidad meridional de la facies externa, se trata de enclaves casi siempre de contorno redondeado y tamaños que oscilan entre 0.50 y 1 m.; son por tanto los de mayor talla de los observados en el P.G.C.R. Se trata de una roca granuda de grano grueso con anfíboles y biotitas que oscilan entre 2 mm. y 1 cm. siendo estas últimas las más abundantes, dando a la roca un cierto aspecto "ala de mosca". Por otro lado existen unos supuestos "granos" oscuros que, observados en detalle, consisten en un agregado de tamaño de grano extremadamente fino constituido por una fracción leucócrata asociada con finísimos y muy abundantes puntos negros que al microscopio se identifican como biotita. Estos nódulos tienen tamaños que oscilan entre 0,5 y 1 cm. y aparecen como un componente más de la roca.

Los enclaves de este segundo tipo suelen presentar una orientación de sus componentes bastante marcado (tanto biotitas y anfíboles como los pequeños agregados oscuros). Esta orientación interna es claramente transgresiva del enclave a la roca encajante, lo que hace suponer un estado viscoso próximo para la roca huésped y el enclave.

Aunque se han incluido estos enclaves como de tipo microgranudo, existen algunos aspectos poco claros y que generan dudas acerca de su verdadero origen, como se verá en el capítulo de petrografía.

2.5.6.- Los enclaves xenolíticos.

Este tipo de enclaves son volumetricamente mucho más importantes que los enclaves microgranudos. Pueden aparecer con tamaños que oscilan entre 15 - 30 cm. hasta verdaderos megacristales de tamaño cartografiable, cuya disposición (en el caso de los megaenclaves) es comparable a la de los "roof pendants" citados en la literatura granítica.

De entre este conjunto de rocas destacaremos:

- A).- Ortoneises Glandulares. En donde se agrupan rocas graníticas de evidente estructura glandular y otras de naturaleza migmatítica relacionada con las primeras. Aparecen en contacto con el P.G.C.R. Tanto al N. como al S. en una considerable extensión.
- B).- Metasedimentos y rocas asociadas incluidas en el "Complejo Antiguo" de PARGA PONDAL; posteriormente denominado "Fosa Blastomiloníticos" por los investigadores holandeses y más recientemente "Unidad Malpica-Tuy" por E. ORTEGA e I. GIL IBARGUCHI (1983).
- C).- Metasedimentos probablemente de edad paleozoica. Representados por el grupo "Monteferro-Rosal", denominado "Cabo d'Home-La Lanzada", en el entorno próximo al plutón en su límite S. En este grupo deben incluirse asimismo la unidad esquistosa de la península de Barbanza que constituye el encajante del granito de Caldas en su contacto nor-occidental.

D).- Grupo de "Granodioritas Precoces". Representantes del magmatismo inicial del ciclo hercínico, y englobados también en la "Serie de tendencia calcoalcalina". Probablemente sea a este grupo al que corresponda el mayor volumen de enclaves que aparecen dentro del P.G.C.R. Son de destacar el gran enclave que forma el monte Renza (al O. de Lobeira), y los tres enclaves encadenados de la zona de Castrelo. Por otro lado debe reseñarse que la granodiorita puede aparecer de dos formas bien diferentes: por un lado pueden observarse afloramientos constituidos por alguna de las facies típicas de la granodiorita precoz del Macizo Bayo-Vigo (frecuentemente una granodiorita porfídica con grandes fenocristales orientados de FK, a veces afectada por cizallas); por otro, es frecuente observar la granodiorita precoz en distintos grados de migmatización. Sin embargo no se han observado juntos ambos tipos de roca.

E).-Granitos de dos micas o de moscovita dominante. Bajo este nombre se agrupan una serie de rocas de naturaleza granítica con gran variación en cuanto a tamaño de grano composición mineralógica y estructura, denominadas del "Grupo de Lage" por "PARGA PONDAL" e incluidas en el grupo de granitoides de "tendencia alcalina" por R. CAPDEVILA y P. FLOOR (op. cit.) y R. CAPDEVILA et al. (op. cit.).

2.6.- MANIFESTACIONES FILONIANAS.

2.6.1.- Introducción.

Es conocido de antiguo el hecho, característico en los magmas calcoalcalinos, de ausencia de actividad filoniana o, existencia de la misma a escala muy reducida. Así, PARGA PONDAL, describe para el Macizo de Traba una actividad filoniana incipiente y representada por pequeñas venas aplíticas y venas de composición exclusiva de cuarzo. En ese mismo sentido opinan CAPDEVILA, CORRETGE y FLOOR (1973) quienes estiman como una de las características de estos magmas, la ausencia de cortejo filoniano.

El P.G.C.R. cumple esta condición mostrando un exiguo cortejo filoniano representado por pequeños filones y venas de continuidad lateral poco acusado y restringido a dos de las facies que lo integran.

2.6.2.- Localización de la actividad filoniana.

Dentro de lo escaso de este tipo de actividad en el P.G.C.R., se han distinguido dos órdenes de importancia en función de su volumen:

- Una actividad filoniana apreciable ligada a la facies central. De forma muy ocasional afecta a algunas de las rocas en contacto con ella en un espacio que no supera los 100 m. a partir del contacto.
- Vestigios de actividad filoniana asociada a la facies externa leucócrata.

2.6.3.- Cortejo filoniano asociada a la facies central.

Los fenómenos ligados a la actividad filoniana en esta facies permiten ser observados con buenas condiciones de afloramiento en la isla de Arosa y en el Grove principalmente, y con un carácter restringido en la costa entre Cambados y Villanueva de Arosa.

A partir de las observaciones de campo han podido distinguirse:

- A) - Filones o diques subverticales de espesores comprendidos entre 15-20 cm. a 0,70 - 1 m., con estructura interna variada, mayoritariamente pegmatítica.
- B) - Venas subverticales o subhorizontales de espesores siempre inferiores a 15 cm. generalmente de afinidad pegmatoide.

- C) - Filones o diques aplíticos subhorizontales y, en menor proporción, sub-verticales.

Grupo A, A pesar de la heterogeneidad estructural con que pueden presentarse, en casi todos ellos se encuentran zonas con aspecto pegmatoide, otras de afinidad granítica y otras de tipo aplítico. En muchos casos los filones suelen presentar una estructura simétrica que responde a un esquema como el descrito - a continuación.

- Una zona marginal de aspecto pegmatítico con desarrollos grandes de FK, Q y moscòvita. Con cierta frecuencia aparecen pequeños granates (1 mm.) incluidos en FK y formando una especie de alineación discontinua paralela al contacto.
- Una zona muy estrecha de acumulación de máficos que marca el límite con...
- Una zona interna -central- de aspecto aplítico y naturaleza cuarzo-feldes-pática.

Del otro lado del filón se repite la misma secuencia aque descrita.

En otros casos, generalmente en los diques de menor potencia, la zonación aún siendo simétrica es de disposición contraria a la descrita anteriormente.

- Dos partes marginales de aspecto pegmatoide (3 a 4 cm. de espesor). Estas dos zonas van acompañadas hacia el interior por :
- Dos zonas aplíticas (también simétricas) de unos 8 o 10 cm. de espesor en donde pueden crecer granates de 0,5 cm. a 1 cm.
- Una zona central (10 a 12 cm.) con aspecto pegmatítico y, en muchas ocasiones, estructura de "stocksneider". En esta zona también aparecen granates

de tamaños mayores que en las zonas aplíticas limitrófes.

Aunque estos dos modelos son los más extendidos pueden observarse todo tipo de combinaciones:

- Estructura asimétrica con un borde pegmatoide y otro aplítico.
- Dos márgenes pegmatoides y un núcleo central granítico.
- Estructura asimétrica que cambia lateralmente a una estructura simétrica, etc.

Las direcciones dominantes que afectan a este Grupo A son siempre N-S. con ligeras variaciones al E. y O.; los buzamientos son siempre subverticales.

Grupo B. Es el menos importante si se considera su volumen. Estas venas rara vez suelen aparecer aisladas; su forma habitual de afloramiento es en forma de grupos de venas pseudo-paralela y más o menos discontinuas. Aunque suelen tener estructura pegmatoide, pueden presentar tránsitos laterales hacia estructuras de afinidad aplítica. Al igual que los diques del Grupo A suelen presentar buzamientos subverticales. Ocasionalmente pueden distinguirse en su interior cristales de turmalina.

Grupo C. Es el grupo más homogéneo en lo que se refiere a estructura interna, composición, etc.. Aparece, con mucha menor frecuencia que los otros dos grupos, como diques de entre 0,60 y 1 m. de espesor con trazado generalmente rectilíneo. Su composición es aplítica, aunque ocasionalmente puede presentar estrechos bordes pegmatoides; también ocasionalmente pueden distinguirse pequeños granates como mineral accesorio. Una observación detallada pone de manifiesto la existencia de una orientación interna de las biotitas, dispuestas paralelamente a los bordes del dique.

Estos diques aplíticos aparecen según dos direcciones dominantes: N-S. a N20°E. con un buzamiento nunca superior a 30°, y E.-O. o N60°E. con buzamientos entre 40 y 60°.

Para finalizar destacaremos como caracteres generales para todos ellos.

- Presencia de granate, moscovita y turmalina como accesorios en casi la totalidad de la red filoniana. La turmalina crece con disposición perpendicular a los bordes del dique en aquellos con estructura "stocksneider".
- Ocupan casi siempre diaclasas de contracción: térmica, por lo que su dirección suele coincidir con una o dos direcciones dominantes de diaclasado: N.-S. a N20°E. que es la más frecuente; y también, aunque de forma mucho menos frecuente: N.-S. a N10°O. y E.-O.
- Salvo en el caso de los diques adscritos al Grupo C, todos ellos presentan buzamientos muy verticalizados.
- Estructura compuesta -zonas pegmatoides coexistiendo con zonas aplitoides- que pueden adoptar a no disposición simétrica.
- A juzgar por las observaciones de campo, el cortejo filoniano no atraviesa nunca el ámbito de la facies a la que va ligado, en este caso la facies central. Este carácter se cumple asimismo en el cortejo filoniano relacionado con la facies externa leucócrata.

2.6.4.- Cortejo filoniano en la facies externa leucócrata.

Es mucho más escaso que el relacionado con la facies central; puede ser ob-

servado en el Grove y en el borde costero entre Ribeira y Couso.

Atendiendo a la clasificación utilizada para el apartado anterior, las manifestaciones filonianas ligadas a esta facies corresponden a los grupos B y C. Es decir:

- Venas de espesor inferior a 15 cm. con buzamientos subverticales, y con menor abundancia inferiores a 50°. Suelen presentar estructura asimétrica -pegmatítica- y continuidad lateral observada entre 50 y 100 m.
- Filones de composición aplítica o de granito biotítico de grano fino; con espesores comprendidos entre 50 y 80 cm. y buzamientos entre 40 y 70°. Pueden contener agregados de turmalina, escasa o inexistente en los diques de naturaleza granítica. Presentan foliación interna coincidente con sus bordes.

Las direcciones dominantes oscilan alrededor N45°O., que es una de las de diaclasado. Otra dirección, mucho menos frecuente es E.-O., también coincidente con una dirección de diaclasado.

2.6.5.- Relaciones espacio-temporales del cortejo filoniano.

Acerca del momento de emplazamiento de este aparato filoniano, existen algunos datos de campo que permiten indicar su edad relativa en relación con sus rocas encajantes y sus relaciones de edad relativa entre los distintos grupos de filones.

En la isla de Arosa ha podido apreciarse que una de las direcciones de emplazamiento de filones aplíticos (Grupo C) es E.-O., coincidiendo la foliación interna del filón con sus bordes y también con la foliación del granito encajante. Este filón es atravesado por diques aplo-pegmatoides correspondien-

tes al Grupo A cuya dirección de emplazamiento N.-S. a N15°E. y buzamiento sub-vertical coincide con una dirección de diaclasado y fracturas. Estos filones N.-S. contienen, en ocasiones, en su interior porciones de granito encajante o bien, en otros casos, el filón se bifurca en dos ramas atrapando en el interior de las dos ramas porciones de diferentes tamaño de granito encajante (en este caso de la facies central). Este mismo fenómeno ha sido observado en la zona de Ribeira afectando a la facies externa leucócrata; asimismo estos filones cortan enclaves microgranudos contenidos en el granito encajante.

Por otro lado, en la cadena de colinas E.-O. que comienza en Lobeira, se han observado pequeños diques de naturaleza aplítica que cortan a diques asimilables a la facies central, emplazados en la facies porfídica.

De todo ello puede deducirse que:

- 1º - Parece haberse emplazado en primer lugar el sistema aplítico (grupo C) de dirección E.-O. en un momento quizás muy próximo al emplazamiento de su roca encajante.
- 2º - En segundo lugar se emplazaría el otro sistema de filones, en un momento en el que las masas plutónicas encajantes estarían consolidadas y ya se habrían formado o estarían formándose los sistemas de diaclasas, tanto de contratación térmica, como los ligados a los últimos movimientos de la tectónica regional hercínica.

2.7.- FENOMENOS ASOCIADOS AL EMPLAZAMIENTO DEL P.G.C.R.

2.7.1.- Naturaleza de los contactos con el encajante.

La propia definición de este plutón y sus congéneres como "macizos circuncritos", ya indica una aproximación bastante clara acerca de la naturaleza de sus contactos. De la cartografía del plutón puede deducirse en primer lugar,

que es un contacto de trazo neto y con pocas alteraciones a no ser algunas modificaciones a consecuencia de fallas posteriores al emplazamiento, modificando ligeramente el trazo original del contacto.

En el P.G.C.R., en pocas ocasiones se tiene la posibilidad de observar el contacto, sin embargo, su seguimiento resulta relativamente sencillo debido al contraste de relieve que generan las rocas graníticas del macizo y sus respectivas rocas encajantes. En las escasas localidades que permiten una observación del contacto entre la facies externa y su encajante se ha comprobado que el P.G.C.R. apenas sufre transformaciones apreciables como consecuencia del emplazamiento. Como ya se ha dicho en otro lugar de esta memoria apenas se ha podido diferenciar una "facies de borde", que consiste principalmente en una disminución del tamaño de grano con respecto a la facies común de la facies externa.

Efectos estructurales sobre el encajante. Como se verá más adelante al tratar del metamorfismo de contacto, el Macizo de Caldas ejerce una acción poco agresiva sobre su encajante, sobre todo, en lo que a modificaciones estructurales se refiere.

Se han realizado varios cortes perpendiculares a los contactos entre las rocas graníticas del macizo y su encajante, y a lo largo de los mismos se ha podido comprobar que, del contacto hacia afuera, las rocas apenas sufren modificaciones estructurales que merezcan ser reseñadas. Solamente en el contacto de la unidad meridional de la facies externa y su contacto se ha observado que la estructura planar de las rocas encajantes (metasedimentos y granitos de dos micas) se ve ligeramente modificada -cambio de la dirección en la anisotropía planar- en un espacio no superior a los 100 m.

Llegados a este punto, conviene reseñar un comportamiento ligeramente diferente entre las unidades septentrional y meridional de la facies externa:

1º) - En la unidad septentrional la proporción y tamaño de enclaves del encajante es bastante mayor que la unidad meridional. En aquella, se presentan como "roof pendants" apoyados sobre la masa granítica. Considerando los de forma global, parece existir una ligera tendencia a disponer su eje largo según la dirección de foliación de la facies externa. No obstante esta tendencia no es muy marcada.

2º) - En la unidad meridional la proporción de megaenclaves de rocas encajantes es bastante reducida pero, al contrario de lo que ocurre en la unidad septentrional, aparecen "pinzados" dentro de la facies externa y en casi todos los casos presentan morfologías alargadas y bastante bien orientadas de forma coherente con la foliación interna de la facies externa.

2.7.2.- Metamorfismo de contacto asociado.

Tal y como se ha descrito en otros apartados, el P.G.C.R. corta a casi todas las rocas presentes en la Zona Centro-Ibérica; de entre ellas distinguiremos, en función del volúmen que ocupan, las siguientes:

- Metasedimentos (Monteferro-Rosal, etc.).
- Granitos de dos micas.
- Ortoneis glandular.
- Granodiorita precoz de Bayo-Vigo.

El efecto térmico que sobre ellos genera el plutón de Caldas es diferente según sea su naturaleza de tal forma que se manifiesta con claridad en las rocas metamórficas; también se aprecia, aunque con menor nitidez, en los granitos de dos micas y es francamente difícil de observar en la granodiorita precoz y en el ortoneis, tanto por la falta de buenos afloramientos como por dificultades intrínsecas dada su tipología rocosa:

- Em las rocas metamórficas inmediatas al contacto y hasta una distancia de unos 200 m. (contacto S. en la apófisis granítica de la Lanzada), se ha observado la formación de andalucita de origen térmico bastante impura pero muy abundante; es de destacar la zona de contacto en sentido estricto, en donde pueden formarse bandas de hasta 15 cm. de espesor, seudoparalelas al contacto con el intrusivo y constituidas por un aglomerado de andalucita idiomorfas de 2 a 3 cm. por 0,8 cm. Estas andalucitas son claramente posteriores a otras andalucitas, generadas durante el climax del plutonometamorfismo, estiradas y abudinadas según la foliación de los esquistos que las contienen.

- En los granitos de dos micas se ha comprobado un efecto término que se traduce, a escala de afloramiento, en una modificación de la disposición textural de las biotitas según la descripción realizada por BARRERA et al. (1985), consistente en un recocimiento y recristalización de las biotitas de los granitos encajantes. En las proximidades de los contactos se ha observado igualmente la formación de sillimanita de hábito fibroso.

En general el P.G.C.R. desarrolla una aureola de contacto relativamente reducida dadas sus dimensiones. Si se compara la aureola de contacto del Macizo de Caldas con las de algunos plutones, también tardios y de dimensiones mucho más reducidas, como el de Boal (Asturias. Zona Asturoccidental-Leonesa) se comprueba que hay una enorme desproporción entre el tamaño de las masas intrusivas y su correspondiente aureola de contacto. Bien es cierto que los ambientes en que se emplazan son bastante diferentes, ya que el nivel metamórfico de los respectivos encajantes es muy distinto pero aún así, esto no justifica diferencias tan marcadas.

Las razones habría que buscarlas, quizás, en la velocidad de ascenso de la masa intrusiva (a mayor velocidad menor aureola) por un lado, y en la pobreza

de volátiles de los magmas calcoalcalinos por otro, ya que es indudable que magmas ricos en volátiles generan mayores efectos en sus rocas encajantes.

2.7.3.- Nivel de emplazamiento.

Los datos de edad relativa o absoluta de las rocas encajantes del Macizo de Caldas no arrojan ninguna luz sobre este asunto dado que las rocas graníticas más jóvenes -granitos de dos micas- tienen edades cifradas en 320-340 ma. y la edad que se les supone a las rocas metamórficas es, como límite superior, silúrica.

Solamente a través de criterios indirectos, sobre todo de tipo estructural, puede deducirse el nivel cortical en el que se ha emplazado el P.G.C.R. Parece evidente sin embargo, que el comportamiento de las rocas encajantes en el momento de la intrusión ha debido ser frágil; así se desprende de varios fenómenos que se describen a continuación:

- Megaenclaves situados en los contactos de las diferentes unidades graníticas que integran el P.G.C.R.
- Algunos enclaves de rocas metamórficas aparecen atravesados por venas graníticas que siguen el trazo de diaclasas tardías o fracturas frágiles de poca entidad y no de la esquistosidad generalizada (S_2).
- En algún caso se han observado venas graníticas atravesando a las rocas metamórficas según planos paralelos a los definidos por la esquistosidad local generada por la F_3 que, entre otros fenómenos, lleva aparejados diaclasados y fracturas de poca importancia. Algunas veces estos diaclasados parecen afectar igualmente al granito de Caldas.

De todo lo anterior parece deducirse que el Macizo de Caldas se emplaza con una ligera posterioridad a la tercera fase de deformación regional y en un nivel en donde el comportamiento de las rocas es esencialmente frágil, lo que indicaría un nivel de emplazamiento bastante alto.

3.- CARACTERIZACION MICROSCOPICA.

3.- CARACTERIZACION MICROSCOPICA.

3.1.- FACIES EXTERNA.

3.1.1.- Composición mineralógica.

Esenciales: Feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo, biotita y anfíbol.

Accesorios: Allanita, apatito, circón, xenotima, minerales opacos.

Secundarios: Clorita, sericita, epidota, feldespato potásico, esfena y KFII.

3.1.2.- Características texturales.

Aunque en conjunto esta facies presenta algunas variaciones, o más exactamente una leve evolución textural desde sus partes externas hacia las zonas más internas y próximas a los contactos con las otras unidades del P.G.C.R., en general su textura puede definirse como alotriomorfa, heterogranular de grano grueso a muy grueso y, de forma excepcional, algo porfídica.

Se han medido al microscopio un número representativo de granos en numerosas láminas delgadas, determinándose un tamaño de grano medio mínimo de 5 mm., si bien la moda se sitúa alrededor del cm.; los mayores tamaños se han obtenido siempre en los cristales de feldespato potásico que alcanzan dimensiones notables dada su tendencia a aparecer en agregados de varios granos (son precisamente estas zonas las de textura de tendencia porfídica). Por otro lado, desde el punto de vista textural, debe destacarse la disposición generalizada de los agregados biotítico-anfibólicos en los bordes de las demás fases minerales y la presencia, no del todo extraña, de plagioclasa con sus maclas dobladas y en algunos casos rotas. Acerca de este último punto debe precisarse que este fenómeno parece más abundante en las zonas de contacto tanto con el encajante como con las otras facies con quien está en contacto.

3.1.3.- Descripción petrográfica.

El feldespato potásico.- Se distinguen dos tipos claramente diferentes: el feldespato potásico normal de la roca y un feldespato potásico muy escaso y de origen secundario que se denominará FKII. El primero es siempre microclina mostrando su enrejado típico; puede presentar o no la macla de Carlsbad.

Aparece en forma de cristales de hábito sub a alotriomorfo casi siempre en agregados de varios elementos. Es fuertemente pertítico, coexistiendo varios tipos morfológicos de pertitas entre las que las más abundantes son: "compound", "braid" y en menor medida "interpenetrant" y "patch", según la clasificación de Rilling (1938) in Spry (1969).

El feldespato potásico de la facies externa es, en general, bastante pobre en inclusiones de fases minerales primarias y éstas nunca aparecen con orientaciones específicas dentro del feldespato potásico huesped. De entre estas minerales incluidos destacan:

- Plagioclasa de pequeño tamaño. En algunos casos se trata de plagioclasas generadas por desarrollo de pertitas de tipo "patch"; su composición es siempre albítica. En otros casos se trata de probables plagioclasas primarias anteriores al feldespato potásico; siempre van acompañadas de una corona de reacción albítica.
- Biotitas. Siempre de tamaño inferior a las demás biotitas no incluidas. En muchas ocasiones suelen ir asociadas a cuarzo.
- Anfíbol. Igualmente asociado a cuarzo y a minerales opacos.
- Cuarzo. De tipos diversos; puede aparecer solo o asociado con otras fases minerales incluidas.

También puede incluir otros feldespatos potásicos de menor tamaño casi siempre con orientaciones ópticas diferentes a la del feldespato potásico huésped; en estos casos, casi como en los contactos entre dos feldespatos potásicos cualesquiera suele formarse una corona de cuarzo.

De entre los minerales accesorios se han observado como inclusiones:

- Allanita.
- Xenotima.
- Apatitos (aciculares y prismáticos).
- Circón.

Se ha reservado el nombre de FKII para referirse a cantidades muy reducidas del mismo, que se encuentra en algunas biotitas situado en los planos 010 y con forma de huso. Este feldespato potásico está íntimamente relacionado con procesos de cloritización de biotitas y aparece en algunas otras facies del plutón.

La plagioclasa.- Aparece con un rango de tamaños muy variable que puede alcanzar máximos de entre 0,6 y 1,2 cm.; de la observación detallada de un buen número de láminas se ha deducido una cierta variación en el contenido en anortita de las plagioclasas. Así, las plagioclasas más cálcicas se han encontrado en las muestras correspondientes a las zonas más próximas al contacto con el encajante del Plutón, en donde se alcanzan valores máximos de 25-26% An en los núcleos más cálcicos; en cambio, en las zonas internas próximas al contacto con la facies central los valores más altos no superan el 20-23% An.

En cuanto a sus caracteres petrográficos, en función de sus formas, tamaños, situación textural, etc. se han distinguido varios tipos:

- Pgl: Plagioclasas de hábito idiomorfo a subidiomorfo. Suelen presentar zonado composicional concéntrico normal y de modo más escaso "patchy zoning"; aparecen con un grado variable de alteración selectiva según la distribución de contenido en anortita. Sus partes más cálcicas pueden alcanzar composiciones de An 25-26%. Las coronas y zonas menos cálcicas presentan valores que oscilan entre 15 y 20% An. Aunque no es muy frecuente pueden observarse

a veces, asociaciones de varios individuos en syneusis. Estas plagioclasas son bastante ricas en inclusiones de minerales esenciales y accesorios primarios; de entre ellos destacan: anfíboles aislados o grupos de pequeños granos de anfíbol próximos entre sí asociados a minerales opacos y siempre de borde redondeado, biotitas, cuarzo y, ocasionalmente, pequeñas manchas de feldespato potásico. Entre los minerales accesorios incluidos es de destacar por su abundancia el apatito con formas casi siempre aciculares.

- Pgl1: De formas algo más alotriomórficas que las Pgl. Suele presentar un fino maclado polisintético (en ocasiones coexisten las maclas de albita y periclina); también pueden presentar un zonado composicional concéntrico debidamente marcado.

En algunos casos no resulta fácil distinguir entre Pgl y Pgl1, no obstante, el criterio diferenciador más fiable suele ser su contenido en inclusiones, bastante menor en Pgl1, aunque la naturaleza de las mismas es similar en ambos tipos.

- Pgl11:0 plagioclasa de pequeño tamaño, localizadas siempre en los contactos entre dos feldespatos potásicos o entre feldespato potásico y plagioclasa. Son relativamente abundantes y aparecen como agregados policristalinos compuestos por cristales de muy pequeño tamaño; tienden a rodear o seguir el contorno de los minerales afectados y son perfectamente asimilables a las albitas intergranulares policristalinas descritas por L.G. Corretgé y F.J. Martínez (1975). Dentro de este grupo se incluyen también las plagioclasas incluidas en feldespato potásico generadas por desarrollo de pertitas tipo "patch", siempre de composición albitica y la albita mirmequítica blástica bastante bien representada en esta facies y en la que se pueden distinguir dos tipos: albita formada en los contactos feldespato potásico-feldespato potásico y la formada entre feldespato potásico y plagioclasa.

El cuarzo.- En la facies externa no ha podido observarse en ningún caso el llamado cuarzo de alta temperatura. En general se han distinguido:

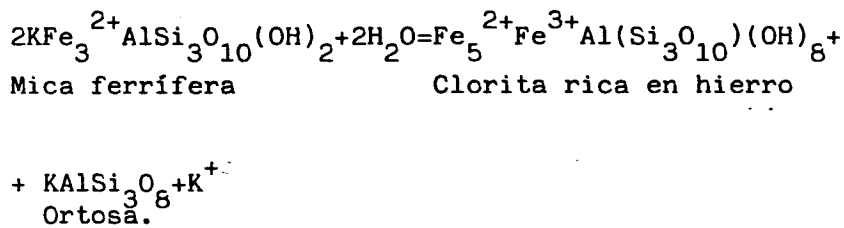
- Q I: O cuarzo goticular; observado exclusivamente como inclusiones en los anfíboles. Algunos autores relacionan el origen de este cuarzo con procesos de sustitución de piroxeno por anfíbol. No obstante en esta facies no ha sido observada piroxeno en ningún caso.
- QII: Como inclusiones en plagioclasa y feldespato potásico; muchas veces suele estar asociado a biotita y anfíbol. Corresponde sin duda al QII de Schermerhorn (1956).
- QIII: O cuarzo normal de la roca. Casi siempre con extinción ondulante; forma agregados siempre con extinción ondulante; forma agregados de varios elementos con bordes netos entre los distintos elementos. Su disposición textural sugiere la existencia de fenómenos de recristalización, deducidas de la presencia de elementos con extinción normal acompañados de otros con extinción ondulante. Presentan gran número de inclusiones de las demás fases minerales que integran la roca. No obstante la mayor parte de las inclusiones parecen heredadas de otros minerales previamente corroídos o sustituidos por el cuarzo. Como muestra de ello baste citar la sustitución de biotita y anfíbol, en muchos casos total, heredando el cuarzo sus respectivas inclusiones.

La biotita.- Generalmente aparece con formas idiomorfas a subidiomorfas; se han diferenciado dos tipos atendiendo a criterios de tamaños por un lado y, si aparecen incluídas en otros minerales o formando agregados biotíticos de varios elementos.

Por un lado, existe una población de biotitas de pequeño tamaño incluídas en otros minerales (sobre todo plagioclasa); suelen poseer hábitos alotriomór-

ficos y bordes redondeados causados por procesos de corrosión inducidos por el mineral huesped. Por otro, la biotita representativa de esta facies, aparece casi siempre formando agregados biotíticos o biotítico-anfibólicos en los que casi nunca están ausentes allanita y minerales opacos de formas bulbosas o, al menos, de bordes redondeados. Estos agregados suelen situarse de forma más o menos grosera en los bordes de los demás minerales, aunque también pueden aparecer parcialmente incluidos en agregados de cuarzo y, con menos frecuencia, en feldespatos potásicos.

Las biotitas son bastante ricas en inclusiones de accesorios primarios, que se revelan con mayor abundancia en las caras (010), en donde, en ocasiones, parecen presentarse con cierta disposición concéntrica. Su forma de alteración común es la cloritización que parece ir acompañada de la formación de esfenaleucoxeno de formas alotriomorfas; no obstante, Schermerhorn (op. cit.) estima que la formación de esta esfena es independiente de los procesos de alteración de la biotita. También de forma ocasional se ha observado la formación de feldespatos potásicos de formas ahusadas en los planos (010) de la biotita; este feldespato potásico podría ser ortosa según Chayes (1955), quien propone la siguiente reacción:



Tal y como ocurre en alguna otra de las facies del P.G.C.R. en ésta ha podido observarse un cierto cambio en el pleocroismo de las biotitas (¿relacionado con cambios en el quimismo de las mismas?) de tal forma que en las zonas próximas a su contacto externo su esquema pleocroico es:

- Ng-Nm - marrón oscuro casi negro.
- Np - amarillo a beige muy claro.

Mientras que en las zonas próximas al contacto con la facies central se observa un leve tono rojizo según Ng-Nm, ausente en las zonas externas.

El anfíbol.- Junto con la biotita resulta ser el máfico más abundante, siendo esta facies la más rica en anfíbol, con valores modales máximos de 4,75% y un contenido medio de 1,22%. Aparece con dos tipos texturales diferentes: como agregados de varios elementos e íntimamente relacionado con biotita, y como cristales individuales de tamaño variable frecuentemente incluidos en plagioclasa.

Presenta secciones basales o prismáticas de hábito largo a veces macladas. Su pleocroísmo oscila entre un marrón más o menos claro a un verde oscuro; no obstante, en secciones perpendiculares a uno de los ejes ópticos se ha podido observar un débil zonado composicional evidenciado por la variación con luz natural de tal forma que, en los bordes, su color varía hacia un verde azulado.

A partir de una medida estadística en aquellas secciones que lo permitían se ha calculado un 2V que oscila alrededor de los 20-26°. Considerados todos los datos obtenidos: ángulo de extinción, 2V calculado, pleocroísmo, etc. se ha estimado que en anfíbol puede corresponder a alguno del grupo de la hornblenda, rico en Fe, pobre en Si y de 2V pequeño. Una clasificación no muy desviada podría ser Ferrohastingsita.

Es un anfíbol bastante rico en inclusiones de accesorios primarios entre los que han sido identificados: circón, xenotima, apatito, minerales opacos y allanita. A su vez el anfíbol puede estar incluido en plagioclasa y en biotita. Si bien, en algunos casos, han sido observados algunas biotitas incluidas en anfíbol.

Allanita.- Es un accesorio común en casi todas las muestras estudiadas. Aparece siempre con formas idiomorfas a veces con grandes desarrollos. De forma

muy ocasional aparecen frescos, si bien en casi todos los casos aparecen alterados con su aspecto típico de alteración metamórfica o transformado en otras formas secundarias de epidota. Generalmente aparece asociada a biotita y anfíbol que la incluyen parcial o totalmente. A su vez incluye circón, apatitos aciculares y xenotima.

Apatito.- Aparece casi exclusivamente con formas aciculares y relaciones longitud/anchura que pueden ser superiores a 20/1. Aparece incluido en casi todas las demás fases minerales.

Circón y xenotima.- Bastante abundantes e incluidos primordialmente en allanita, anfíbol, biotita y plagioclasa.

Esfena.- Asociada siempre a los agregados de anfíbol y biotita. Presenta formas alotriomorfas y puede estar parcialmente alteradas a leucoxeno.

Minerales opacos.- Al igual que ocurre con la esfena, están íntimamente relacionados con anfíbol y biotita; sus formas son globulosas o al menos de borde siempre redondeado.

Epidota.- Zoisita y clinozoisita asociadas a la alteración de plagioclasa. En ocasiones aparecen con cierta disposición zonada controlada por las zonas más cálcicas de la plagioclasa huésped.

Clorita.- Ligada a la alteración de biotita y anfíbol. Casi siempre incluye opacos y esfena. En algunos casos contiene agujas de rutilo con disposición sa-genética. Ocasionalmente se ha observado clorita vermicular.

3.2.- FACIES PORFIDICA.

3.2.1.- Composición mineralógica.

Esenciales: Plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, biotita y anfíbol.

Accesorios: Allanita, apatito, circón, xenolita, minerales opacos.

Secundarios: Clorita, carbonatos, fluorita, moscovita, prehnita, sericita-sausurita, epidota, esfena.

3.2.2.- Características texturales.

Probablemente esta facies sea la de mayor homogeneidad textural considerada en conjunto. Al microscopio su textura puede definirse como alotriomórfica heterogranular de grano muy grueso y casi siempre microporfídica.

Destaca el papel del feldespato potásico y la plagioclasa que son los responsables del carácter microporfídico de la roca, y también la presencia de inclusiones orientadas en los microfenocristales de feldespato potásico, a veces de tipo "frasl" y en otros casos en forma de mosaico. Otro carácter significativo es la escasez, en comparación con las demás facies del plutón, de biotitas incluídas, lo que probablemente implica diferentes condiciones de cristalización.

3.2.3.- Descripción petrográfica.

El feldespato potásico.- Se trata en todos los casos de microclina con su enrejado típico y a veces con macla de Carlsbad. El hábito con el que aparecen depende de su disposición textural como se verá más adelante; aunque pueden aparecer algunos cristales desprovistos de pertitas en general el fenómeno pertítico es bastante común pudiendo coexistir varios tipos simultáneamente:

- "string"

- "interpenetrant"

- "band or ribbon"

- "braid"

- "patch"

Según Ailling in Spry (op. cit.)

De ellas las más abundantes son los dos últimos tipos comunmente interpretados como pertitas de sustitución o albitización; las primeras en cambio suelen ser interpretadas como pertitas de exolución.

Según los tamaños, formas, y disposición textural del feldespatos potásico se han distinguido varios tipos:

- A): Microfenocristales de feldespatos potásico, en general de tendencia subidiomorfa cuando aparecen aislados y alotriomorfos cuando aparecen agregados de varios elementos. Junto con los microfenocristales de plagioclasa son los responsables de la textura microporfídica de la roca. Bastantes ejemplares pueden presentar zonación concéntrica, marcada en ocasiones por inclusiones de otras fases minerales entre las que son de destacar:
 - Plagioclasa; de pequeño tamaño y probablemente de origen primario; generan siempre coronas de reacción albitica y en muchos casos están orientadas, unas veces a modo de inclusiones "frasl", en cuyo caso suelen ir acompañadas de otros minerales incluidos, y en otros casos formando una especie de mosaico orientado dentro del feldespatos potásico huesped. Esta disposición es común, como se verá, a la de otros microfenocristales de la facies central.
 - Otras inclusiones más o menos frecuentes son las de biotita, anfíbol, esfena y apatito, estas dos últimas de forma bastante ocasional. A ellas hay que añadir inclusiones de Q, generalmente posteriores al feldespatos potásico huesped.

Entre las inclusiones que pueden presentar los microfenocristales es necesario citar el caso de algunos feldespatos potásicos alotriomorfos incluidos en ellos; su orientación óptica suele ser diferente que la del mineral

huesped. Por otro lado, suelen ser peritéticos y también pueden presentar inclusiones.

- B): Forma parte de la matriz y aparece siempre con formas alotriomorfas. Es cuantitativamente más escaso que el feldespato potásico A y su tamaño de grano también es notablemente más reducido. Posee inclusiones pero en menor proporción que en los microfenocristales.

La plagioclasa.- La facies porfídica es, de todos los que integran el P.G.C.R., la más rica en plagioclasa y así queda reflejado en las clasificaciones modales en donde esta facies es la única que se proyecta en el campo de las granodioritas. Asimismo es la plagioclasa de la facies porfídica la que proporciona los valores más altos en anortita, alcanzando máximos de 40% An (oligoclasa) en los núcleos o zonas más cálcicas.

Tal y como ya se ha descrito para la facies externa, en ésta existe una zonación groseramente concéntrica definida por la evolución del contenido en anortita de las plagioclasas. Se ha observado que en las zonas marginales se alcanzan los mayores valores (hasta 40% An), evolucionando hacia las zonas internas en donde las plagioclasas son más sódicas con máximos de 30% An.

Dentro de la facies porfídica se han distinguido varios tipos de plagioclasa en función de su tamaño, disposición textural, formas, etc.:

- Pgl): Microfenocristales; siempre con formas subidiomorfas o idiomorfas. Alcanzan los mayores tamaños y presentan un fuerte zonado composicional concéntrico normal o, a veces, de tipo "patchy zoning". Los núcleos o zonas más cálcicas alcanzan valores que oscilan entre 35 y 40% An. En los ejemplares con zonado concéntrico aparecen coronas con valores progresivamente descendentes (salvo excepciones con coronas intermedias más cálcicas que los núcleos) con valores entre 25 y 35% An y 20 a 25% An y coronas externas de 12 a 18% An. Cuando las plagioclasas están en contacto con feldespato potá-

sico se produce siempre una corona de reacción albítica.

Son bastante ricas en inclusiones de otras fases minerales de cristalización anterior entre las que destacan: anfíbol, biotita, algún circón, apatito, esfena y cuarzo, este último casi siempre posterior a la plagioclasa huesped.

Los microfenocristales de plagioclasa están sometidos a un fuerte proceso de alteración dando lugar a cantidades variables de carbonatos (calcita), sericita-sausurita, fluorita y epidota. En general, la formación de estos minerales secundarios suele estar controlada por la disposición de las zonas con mayor contenido en An.

- PgII): Plagioclasa de pequeño tamaño y claro origen primario; En este grupo se incluyen las plagioclasas incluídas en feldespato potásico y aquellas de tamaño intermedio entre los microfenocristales y las incluídas en feldespato potásico. Forman parte de la matriz, su hábito es idiomorfo a subidiomorfo y sus características en cuanto a zonado, inclusiones, etc. son las mismas que las de los microfenocristales.
- PgIII): Plagioclasas incluídas en plagioclasas; Se presentan como cristales alotriomorfos de bordes siempre lobulados y diferente orientación óptica que la plagioclasa huesped. Aparentemente parecen sufrir un proceso de reabsorción por parte de la plagioclasa huesped. Se localizan con preferencia en los microfenocristales.
- PgIV): Plagioclasas de débil zonado; suelen ser alotriomorfas y de pequeño tamaño. Pueden presentar un débil zonado concéntrico aunque la norma es ausencia del mismo; en todo caso una de sus características más notables consiste en las relaciones de sustitución mutua con el feldespato potásico diferentes a las existentes en las otras facies. Estas plagioclasas están maccladas según albita y albita-carlsbad; son bastante pobres en inclusiones de minerales primarios (al contrario de lo que ocurre con los otros dos ti-

pos de plagioclasa descritos).

Generalmente suelen estar parcial o casi totalmente ocupados por microclina y nunca se generan albitas blásticas mirmequíticas ni ningún otro tipo de albitización de los comunes en las demás facies del plutón. Estas asociaciones de feldespato potásico-plagioclasa son morfológicamente semejantes a las descritas por Schermerhorn (op. cit.) en el macizo de Castro-Daire (Portugal), quien las interpreta como plagioclasas parcialmente sustituidas por procesos tardíos de potasificación, sin embargo, G. Galán (1984) describe fenómenos morfológicamente idénticos en alguna de las facies del granito de Vivero (España) y su interpretación es opuesta a la anterior. Para ella se trataría de fenómenos de albitización por desarrollo de pertitas "patch".

- PgV): Plagioclasa ligada a procesos de albitización; se incluyen en este grupo las plagioclasas de tipo albitico formadas por desarrollo de pertitas de tipo "patch" y las de tipo globular mirmequítico generadas en los contactos entre feldespato potásico y plagioclasa. Es preciso advertir en este punto que el volumen de albita mirmequítica en esta facies es sensiblemente inferior al observado en las demás facies.

Se hace necesario, retomar aquí la cuestión del origen de la llamada PgIV ya que podría tratarse de una plagioclasa similar a la PgV. Como se ha comentado más arriba existen interpretaciones contrapuestas acerca del origen de plagioclasas asociadas a feldespato potásico con morfologías idénticas a las presentes en esta facies. Teniendo en cuenta la escasez de fenómenos de albitización (presencia mermada de albita mirmequítica) en esta facies, no parece descabellado interpretar esta textura como la forma de albitización característica de esta facies.

El cuarzo.- Nunca o casi nunca aparece como microfenocristal; forma parte de la mesostásis en donde se presenta como cristales individuales o como agregados de varios elementos con extinción algo ondulante. Se han distinguido varios tipos:

- QI): O cuarzos goticulares intimamente ligados a los agregados de anfíbol a quienes proporcionan su característica textura en "agujero".
- QII): Comparable al QII de Schermerhorn (op. cit.). Aparece como inclusiones en feldespato potásico y plagioclasa generalmente ligado a cristales incluidos de biotita.
- QIII): O cuarzo normal de la roca; forma cristales individuales o agregados de varios elementos. Posee un gran poder corrosivo sobre las demás fases minerales.
- QIV): Muy escaso en esta facies; se presenta como manchas incluidas generalmente en feldespato potásico y, en muchos casos, en continuidad óptica con el QIII que limita con el cristal huésped.
- QV): Aparece como inclusiones preferentemente en los microfenocristales de plagioclasa; es posterior a la misma y sus bordes suelen ser rectos siguiendo planos de exfoliación del mineral huésped.

La biotita.- Es el máfico más abundante (10,3% modal). Su esquema pleocroico es similar al descrito para la facies externa; sin embargo, no se ha observado una evolución ordenada o sujeta a algún control como ocurriera en la facies externa para el caso del cambio progresivo del pleocroismo de las biotitas.

Puede aparecer aislada con formas idiomorfas y tamaños pequeños como inclusiones dentro de plagioclasa y en menor proporción en feldespato potásico; en todo caso esta facies es posiblemente la que presenta menor proporción de biotitas incluidas. La forma de presentación más habitual de este mineral, es como individuos aislados de tendencia idiomórfica o, como agregados de varios elementos intimamente asociados con anfíbol al que tienden a rodear y con allanita, apatito y esfena. En ambos casos su peculiaridad textural más notable es una

tendencia muy clara a rodear a los cristales de plagioclasa y feldespato potásico.

Las biotitas suelen ser bastante ricas en inclusiones de minerales primarios de muy pequeño tamaño, principalmente xenotima, circón, anatasa y algún apatito acicular; también son relativamente frecuentes las inclusiones de minerales opacos siempre de contornos redondeados.

La forma habitual de alteración es su transformación a clorita. Asociada a esta transformación aparece de forma excepcional un mineral de alteración que se desarrolla en los planos de exfoliación (010) y con formas ahusadas. Por sus características ópticas podría corresponder a un mineral del grupo de las falsas zeolitas probablemente prehnita o pumpellita. Al contrario de lo que ocurre en otras facies, en ésta no ha sido observado nunca feldespato potásico ligado a procesos de alteración de biotita.

El anfíbol.- Aunque modalmente aparece con una proporción algo menor que en la facies externa (0,63% como valor medio y 4% máximo), su presencia es sistemática en toda la unidad. Sus características ópticas lo hacen idéntico al anfíbol presente en la facies externa, sin embargo, en esta facies, existen algunas diferencias texturales con respecto al anfíbol de la facies externa.

Dentro de la facies porfídica el anfíbol puede aparecer como cristales individuales en secciones basales o prismáticas, a veces macladas, tal y como ocurre en la facies externa; también pueden aparecer incluidos en otras fases minerales, preferentemente en plagioclasa, corroidas y con formas redondeadas. Sin embargo su modo más habitual de presentación, es en forma de agregados policristalinos con elementos individuales de pequeño tamaño; estos agregados anfibólicos están íntimamente relacionados con biotita que tiende a rodear a los "núcleos" anfibólicos y es en ellos en donde con mayor frecuencia se dan las texturas en "agujero"..

Por otro lado, los anfíboles suelen ir asociados a diversos accesorios primarios, generalmente incluidos, o secundarios generados por procesos de alteración; entre los primeros los más abundantes son: circón y apatito, y entre los secundarios: esfena-leucoxeno y carbonatos que desarrollan texturas poiquilíticas.

El apatito.- Es un accesorio bastante común y aparece bajo sus tres formas más extendidas.

- Como apatitos aciculares con grandes relaciones longitud/anchura; son muy frecuentes como inclusiones en plagioclasa, biotita, anfíbol y en menor proporción en feldespatos potásicos.
- Como apatitos de hábito prismático largo; incluidos en biotita, anfíbol y plagioclasa. Puede contener inclusiones fluídas bifásicas.
- Como secciones basales de formas redondeadas y de regular tamaño. Puede incluir circones y otros accesorios de muy pequeño tamaño e inidentificables al microscopio.

La allanita.- Posiblemente sea la facies porfídica la de mayor abundancia en allanita; aparece siempre con formas idiomórficas, relacionada siempre con anfíbol y biotita. Puede aparecer con secciones basales a veces macladas y de forma mucho más escasa como secciones prismáticas; en general están poco alteradas. Las secciones basales ofrecen casi siempre un aspecto zonado y suelen incluir algunos accesorios primarios como circón y apatitos aciculares.

La esfena.- Se han distinguido tres tipos de esfena en función de su asociación mineral:

- a): Relacionada con anfíbol y biotita, sus formas y relaciones texturales indican que se forma a partir de los minerales con los que está asociado; adquiere formas de subidiomorfos a alotriomorfos, siendo más abundantes las segundas.

- b): Esfena incluida en plagioclasa y feldespato potásico. Siempre con formas alotriomorfas; presentan gran variedad de tamaños y con frecuencia adquieren formas esqueléticas rellenando grietas intracristalinas. En otros casos parece tener tendencia poiquilítica englobando porciones de plagioclasa o feldespato potásico.
- c): Esfena coronítica rodeando minerales opacos (¿titano-magnetita?) incluidos en biotita.

La ubicación correcta de este mineral en el orden de cristalización es, sin duda, tardía pero existen algunos problemas acerca de su correcta clasificación como mineral accesorio primario o secundario. Schermerhorn (op. cit.) describe estos mismos tipos de esfena y considera los dos primeros tipos como accesorios primarios, y al llamado tipo "c" como secundario. No obstante, la presencia de la esfena de tipo "a" relacionada siempre con anfíbol y biotita y con minerales opacos de formas alotriomorfas, puede ser interpretada como un producto secundario a partir de anfíboles y biotitas y/o minerales opacos muy ricos en titanio.

Circón y monacita.- Aparecen con caracteres similares a los descritos en la facies externa. Solamente debe reseñarse que los circones aparecen con relativa frecuencia con zonación concéntrica.

Los minerales secundarios.- Son bastante abundantes dado que en conjunto esta facies aparece bastante alterada. De entre ellos los más abundantes son:

- Sericita-sausurita. Ocupando los núcleos cálcicos de las plagioclasas primarias.
- Calcita. En plagioclasa y sustituyendo a anfíbol.
- Epidota. (zoisita-clinozoisita), muy escasa y siempre relacionada con la alteración de la plagioclasa.

- Clorita. De alteración de biotita y anfíbol; puede contener minerales opacos y agujas de rutilo con disposición sagenítica.
- Minerales opacos. Relacionados casi siempre con biotitas y anfíboles.
- Fluorita. Como producto de alteración de plagioclasa.
- Prehnita o pumpellita. Muy escasa; aparece como producto de alteración de biotita.

3.3.- FACIES CENTRAL: A) MOSCOVITICA-BIOTITICA. B) BIOTITICA.

Tal y como se avanzaba en el capítulo dedicado a la descripción macroscópica, las diferencias dentro de la facies central son más bien graduales y no suponen grandes cambios entre las tres subfacies distinguidas. Observadas las rocas al microscopio se constata con claridad lo anteriormente expresado. Otro tanto ocurre entre la subfacies biotítica, sobre todo en lo que respecta a la franja más próxima al contacto con las otras facies del plutón de Caldas, y las características mineralógico-texturales del gran dique de tendencia anular. Por ello, a continuación se describirá en detalle la subfacies moscovítico-biotítica y, más adelante, se expresarán las afinidades y diferencias con respecto a la subfacies biotítica asumiendo que, tanto el gran dique de tendencia anular, como el apéndice granítico de Cornazo de Abajo, son rocas similares a la subfacies biotítica de la facies central.

3.3.1.A.- Composición mineralógica.

Esenciales: Feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo, biotita y moscovita.

Accesorios: Apatito, circón, allanita, xenotima y minerales opacos.

Secundarios: Clorita, rutilo, sericita, epidota, esfena (leucoxeno) y fluorita.

3.3.2.A.- Características texturales.

En la mayoría de los casos posee una textura que puede definirse como heterogranular, alotriomórfica y casi siempre con carácter microporfídico.

La "matriz" presenta un tamaño de grano en sus distintos componentes mineralógicos de entre 1 y 3 mm. apreciándose una disminución levemente progresiva desde las zonas centrales hacia las proximidades con la subfacies biotítico-moscovítica.

El carácter microporfídico viene dado por la presencia de microfenocristales de feldespato potásico y plagioclasa (estos últimos en menor proporción y de menor tamaño). El tamaño más extendido es de 5-6x3,5-4 mm. para el feldespato potásico y 3-4x2-3 mm. para las plagioclasas.

3.3.3.A.- Descripción petrográfica.

El feldespato potásico.- Se distinguen dos tipos claramente diferentes: el feldespato potásico normal de la roca y un feldespato potásico muy escaso y de origen secundario que se denominará FKII. El primero es siempre microclina mostrando su enrejado típico; puede presentar o no la macla de Carlsbad.

Dentro del primer grupo y en función de su posición textural, formas, tamaños, etc. se han distinguido al menos tres tipos:

- (A): Como microfenocristales. Suele presentar hábitos subidiomorfos por destrucción de un probable hábito original de tendencia idiomórfica; en ocasiones ofrecen un zonado patente groseramente concéntrico. Es bastante rico en inclusiones de otros minerales esenciales como cuarzo de dos tipos diferentes, plagioclasa y biotitas; estos dos últimos pueden aparecer como in-

clusiones orientadas con disposición epitaxítica o, en otras ocasiones, en forma de mosaico según planos cristalográficos del feldespato potásico huesped. También son abundantes las inclusiones de accesorios primarios como apatitos aciculares, circón, etc.

- B): Como componente de la mesostásis. Su hábito es siempre alotriomorfo y su tamaño bastante menguado en relación con el feldespato FKA. Sus bordes denotan siempre un cierto grado de corrosión o sustitución a cargo de alguno de los minerales en contacto, sobre todo por parte de plagioclasa y cuarzo. Al igual que los anteriores presenta inclusiones de otras fases minerales. Si bien la naturaleza de las inclusiones es común con el FKA, no ocurre lo mismo en cuanto a su proporción, mucho menor en el feldespato potásico de la matriz.

- C): Como inclusiones. El caso más frecuente es el de pequeñas manchas de feldespato potásico incluidos en plagioclasa todas ellas con extinción simultánea. Estas manchas de feldespato potásico probablemente se generen durante procesos de sustitución mutua entre feldespato potásico y plagioclasa. También pueden aparecer incluidos (en FKA) otros feldespatos potásicos de menor tamaño, alotriomorfos y casi siempre con orientaciones ópticas diferentes a la del feldespato potásico huesped; en estos casos, así como en los contactos entre dos feldespatos potásicos cualesquiera, puede formarse una corona de cuarzo.

Como caracteres generales para los tipos de feldespato potásico descritos hasta aquí destacan:

- Todo el feldespato potásico es microclina.

- La presencia relativa de pertitas de tipo: "stringlet" y "string thread" como las formas más abundantes, y pertitas "parch" con menos frecuencia. La distribución de pertitas no es homogénea de tal forma que existen zonas de un cristal desprovistos de pertitas o con un tipo de pertitas determinado y otra zona del mismo cristal fuertemente pertitizada.
- La presencia generalizada de inclusiones de otras fases minerales, más abundantes en los microfenocristales. Destacan cuarzo, plagioclasa y biotita entre los esenciales y apatitos de hábito acicular (escasos en el feldespato potásico de la matriz) y circón entre los accesorios.
- Desarrollan procesos reaccionales con las plagioclasas incluídas o en contacto.

Por último, se ha reservado el nombre de KFII para referirse a cantidades muy reducidas del mismo, que se encuentra en algunas biotitas situado en los planos (010) y con forma de huso. Este feldespato potásico está íntimamente relacionado con procesos de cloritización de biotitas y ya ha sido descrita en otras facies del plutón.

La plagioclasa.- Es sin duda el mineral más abundante (37% modal) y ofrece información muy interesante en cuanto a la evolución mineralógico-textural de la facies central en su conjunto.

En cuanto a sus caracteres petrográficos, en función de sus formas, tamaños, situación textural, etc. se han distinguido varios tipos:

- Pgl: Plagioclasa como componente normal de la mesostásis. Su tamaño no supera nunca los 3 mm. y presenta hábito de alotriomorfo a subidiomorfo; poseen inclusiones de: cuarzo, apatitos mayoritariamente aciculares, biotita, etc.

Su aspecto varía según la sección cortada; así, en algunas secciones presenta un aspecto con zonado concéntrico, casi nunca macladas y con núcleos fuertemente alterados. En otros casos, las secciones aparecen macladas (según albita y albita+carlsbad), y en ellas el reparto de los productos de alteración es más homogéneo y de menor intensidad.

Su zonado composicional suele ser normal (núcleos más cálcicos y coronas progresivamente menos cálcicas que el núcleo; los valores medidos oscilan entre 20-22% An para las zonas más cálcicas, 12-15% An para las zonas intermedias y 0-7% An para las coronas externas.

- PgII: Plagioclasas como inclusiones. El caso más representativo y abundante es el de plagioclasa incluida en fenocristales de feldespato potásico; su tamaño es siempre bastante menor que el de las plagioclasas de la matriz y casi siempre presentan formas subidiomorfas. En muchos casos estas inclusiones aparecen orientadas según planos cristalográficos del mineral huésped. Su composición en anortita no supera el 7% y siempre presentan corona de reacción albitica.
- PgIII: Albitas de intercrecimientos. De varios tipos: albita mirmequítica blástica y albita generada en los contactos feldespato potásico-feldespato potásico.

En general, todas las plagioclasas aparecen bastante alteradas de entre los productos de alteración los más abundantes son:

- Sericita; en láminas dispuestas muchas veces según planos de exfoliación de la plagioclasa.
- Moscovita histerógena alotriomorfa.
- Fluorita; con formas alotriomorfas con cierta tendencia a crecer con formas alargadas paralelas a (010).

- Clinozoisita; como agregados dispersos en los núcleos de las plagioclasas.

El cuarzo..- Aparece con cierta variedad en lo que se refiere a tamaños, disposición textural, etc. Según el esquema descriptivo utilizado hasta ahora se han distinguido varios tipos:

- Q I: O cuarzo precoz de alta temperatura; prácticamente ausente. Se caracteriza por su pequeño tamaño y formas idiomorfas. Aparece incluido en fases minerales de cristalización inicial.
- Q II: Como inclusiones en plagioclasa y feldespato potásico; suele estar asociado a biotita en cuyo caso ofrece formas concavo-convexas, bordes de trazo neto y extinción normal. Corresponde sin duda al Q II de Schermerhorn (op. cit.).
- Q III: O cuarzo normal de la roca. Casi siempre con extinción ondulante; aparece como cristales aislados o en forma de agregados de hasta 3 mm. formados por varios elementos con bordes netos entre los distintos elementos. Son muy ricos en inclusiones de las demás fases minerales que integran la roca, evidenciando un lugar tardío en el orden de cristalización. No obstante la mayor parte de las inclusiones parecen heredadas de otros minerales previamente corroídos o sustituidos por el cuarzo. Como muestra de ello baste citar la sustitución de biotita, en muchos casos total, heredando el cuarzo sus inclusiones que aparecen como pequeños agregados o "nidos" de inclusiones concentrados en zonas del cristal huésped.
- Q IV: O cuarzo "drop like" (Schermerhorn op. cit.). Según este autor constituye la continuación, en el trend de cristalización, del cuarzo III. Su disposición textural es muy peculiar; se presenta como inclusiones en feldespato potásico (sobre todo), en forma de grupos de inclusiones de tamaño similar, bordes redondeados y extinción simultánea normal. En ocasiones estos cuarzos pueden ocupar la mayor parte del mineral huésped. Su distribución espacial no es homogénea, de tal forma que, es más abundante en las partes

centrales de la subfacies moscovítico-biotítica y desaparece por completo en el tránsito hacia la subfacies biotítica. Su significado no está claro y acerca de ellos Schermerchorn (Op. cit.) precisa que suelen encontrarse en el seno de granitos próximos a contactos con granitos más jóvenes.

- Q V: Cuarzo de intercrecimientos. En un cuarzo típico de procesos reaccionales postmagmáticos. Dentro de este grupo pueden distinguirse: Cuarzo mirmequítico producido por procesos de decalcificación en las plagioclasas y, cuarzo mirmequítico generado por procesos de reacción entre feldespato potásico en contacto con plagioclasa con formación de albita blástica mirmequítica.

La biotita.- Aparece en una proporción modal de aproximadamente 5%, con formas idiomorfas a subidiomorfas; se han diferenciado dos tipos atendiendo a criterios de tamaño por un lado, y si aparecen incluidas o no en otros minerales o formando agregados biotíticos de varios elementos por otro.

Por un lado, existe una población de biotitas de pequeño tamaño incluidas en otros minerales (sobre todo plagioclasa); suelen poseer hábitos alotriomorfos y bordes redondeados causados por procesos de corrosión inducidos por el mineral huésped. Por otro, la biotita aparece formando agregados biotíticos de dos o tres elementos cuyo tamaño oscila entre 1,5 y 3 mm. Su esquema pleocroico es del siguiente tipo:

Ng - Nm : pardo rojizo muy oscuro.

Np : beige amarillento casi incoloro.

Las biotitas son bastante ricas en inclusiones de accesorios primarios, que se revelan con mayor abundancia en las caras (010): apatitos aciculares y en secciones redondeadas, minerales opacos ricos en titanio, circón, xenotima y una multitud de inclusiones inidentificables con halo pleocroico.

Su forma de alteración común es la cloritización que parece ir acompañada de la formación de esfena-leucoxeno de formas alotriomorfas; no obstante, Schermerhorn (op. cit) estima que la formación de esta esfena es independiente de los procesos de alteración de la biotita. También de forma ocasional se ha observado la formación de feldespato potásico de formas ahusadas (FKII) en los planos (010) de la biotita; este feldespato potásico podría ser apartado de este capítulo. Por otro lado, la biotita parece ser sustituida parcial o totalmente por moscovita que, en ocasiones, hereda las inclusiones de la biotita previa y acumula pequeñas cantidades de minerales opacos sobre los planos de exfoliación (010).

Desde un punto de vista textural, en cuanto a la biotita conviene destacar:

- Existencia de dos poblaciones de tamaños: una de menor tamaño que coincide con las biotitas incluidas en otras fases minerales y otra, de mayor tamaño, que aparece aislada o en agregados pero siempre bordeando a las demás fases minerales esenciales.
- Existencia de una orientación más o menos clara de las biotitas de tipo bimodal.
- Ligera variación en el pleocroismo a medida que se aproxima el tránsito hacia la subfacies biotítica.

De todo lo anterior puede deducirse entonces, que la biotita parece comenzar a cristalizar con ligera anterioridad sobre la plagioclasa normal de la roca, y su período de crecimiento debe solaparse durante un tiempo con el de las plagioclasas.

La moscovita.- El contenido en moscovita y la variación del mismo es uno de los caracteres que se utilizan para marcar el tránsito entre esta subfacies y la biotítica. Aparece con una proporción modal media de 2,65% con un valor máximo de 10,20%. Su tamaño de grano es netamente menor que el de las demás fases ya descritas (0,7 mm. máximo). Por orden de abundancia las moscovitas aparecen ligadas a: plagioclasa, biotita y feldespato potásico.

El caso más frecuente es el de moscovita ligada a plagioclasa sobre la que crecen con diferentes estilos. Como monocristales alotriomorfos de carácter blástico; como agregados de cristales de muy pequeño tamaño, separados entre sí y dispuestos en la plagioclasa huesped según planos cristalográficos y, en otros casos, al azar.

Cuando está relacionada con la biotita, la moscovita suele situarse en contacto con ellas. En unos casos la moscovita crece paralelamente a los planos (010) de la biotita y, en otros, en continuidad cristalográfica con ellas.

En general, la moscovita parece siempre un mineral tardío postmagmático y siempre de origen secundario. Solamente en un caso se ha observado una moscovita zonada incluida en plagioclasa y cuya ubicación en la secuencia de cristalización es más delicada así como su clasificación como moscovita primaria o secundaria.

Apatito.- Aparece siempre incluido en otras fases minerales, principalmente plagioclasa, biotita y en menor proporción cuarzo y feldespato potásico. Se presenta bajo dos hábitos claramente diferentes:

- Como cristales aciculares con altas relaciones longitud/anchura, evidencia de cristalización rápida; generalmente incluidos en plagioclasa.

- Como secciones basales o prismáticas bien desarrolladas y con tamaños variables que pueden alcanzar los 0,7 mm. Suelen aparecer asociados (incluidos o no) a biotitas y en menor proporción incluídas en feldespato potásico, plagioclasa o cuarzo.

Circón.- Aparece como inclusiones, principalmente en biotita y en menor proporción en plagioclasa y cuarzo. Su presencia en cuarzo puede ser debida a procesos de sustitución del cuarzo sobre el mineral que originalmente incluída a circón. Los cristales de mayor tamaño (hasta 80 micras) pueden presentar cierta zonación en la que se distinguen claramente un núcleo de formas más o menos irregulares y posteriores coronas más o menos concéntricas que desarrollan hábitos idiomorfos.

Xenotima.- Es muy poco abundante; casi siempre ligada a biotitas y con hábito idiomorfo.

Allanita.- Extraordinariamente escasa; no está presente en todas las muestras estudiadas. Aparece siempre con formas idiomorfas y en casi todos los casos aparece alterada con su aspecto típico de alteración metamórfica o transformada en otras formas secundarias de epidota. Generalmente aparece asociada a biotita y excepcionalmente a plagioclasa que la incluyen parcial o totalmente.

Esfena.- Bastante escasa y asociada siempre a biotita y clorita. Presenta formas alotriomorfas y puede estar parcialmente alterada a leucoxeno.

Clorita.- Ligada a la alteración de biotita. Durante el proceso de cloritización se destruye, en muchos casos, el hábito original de la biotita probablemente debido al mayor volumen estructural de las cloritas. El proceso de cloritización incluye la formación de opacos titanados y esfena. En algunos casos contiene agujas de rutilo con disposición saignée. Ocasionalmente se ha observado clorita vermicular que no parece ligada a procesos de alteración de biotita.

Fluorita.- Su presencia está restringida exclusivamente a las muestras situadas en la parte central de la subfacies moscovítica. Aparece siempre ligada a plagioclasas alteradas; suele poseer carácter blástico y formas alotriomorfas. Su crecimiento parece estar controlado por los condicionamientos estructurales de la plagioclasa huesped, adoptando formas alargadas según el plano (010).

Epidota.- Zoisita y clinozoisita. Su ámbito de aparición es más amplio que el de la fluorita y está íntimamente ligada a la alteración de plagioclasa. En ocasiones aparecen con cierta disposición zonada controlada por las zonas más cálcicas de la plagioclasa huesped. Aparece como cristales dispersos en la plagioclasa huesped, de tamaño muy pequeño y hábito xenoblástico.

3.3.1.B.- Composición mineralógica.

Esenciales: Feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo, biotita.

Accesorios: Moscovita, apatito, circón, allanita, xenotimas y minerales opacos.

Secundarios: Clorita, rutilo, sericita, epidota, esfena (leucoxeno).

3.3.2.B.- Características texturales.

Tal y como ocurre en la subfacies biotítico-moscovítica en este caso sigue apreciándose una disposición textural microporfídica debido a la presencia de microfenocristales de feldespato potásico. De otro lado, su textura puede definirse como alotriomórfica heterogranular de grano fino. Parece existir una ligera disminución en el tamaño medio de la matriz con respecto a la subfacies descrita anteriormente.

Una de las características a destacar como rasgo diferenciador entre ambas subfacies es la presencia, en la subfacies biotítica, de cierto número de plagioclasas con sus maclas ligeramente dobladas y en algún caso rotas. En principio parece que esta peculiaridad debe relacionarse con una orientación macroscópica mucho mejor definida tanto en muestra de mano como a escala de afloramiento.

3.3.3.B.- Descripción petrográfica.

Existen muy pocas diferencias en cuanto a la mineralogía y caracteres específicos de las fases minerales presentes en las subfacies biotíticas y biotítico-moscovítica.

Prácticamente el feldespato potásico responde a la descripción realizada para la subfacies biotítico-moscovítica con algunas excepciones como son, la presencia de feldespato potásico incluido en plagioclasa o modo de isleos de feldespato potásico en el seno de la plagioclasa huésped y, por otro lado, la ausencia de los característicos feldespatos potásicos con inclusiones de cuarzo IV o cuarzo "drop like".

La plagioclasa.- Las diferencias radican sobre todo en lo que se refiere a:

- % en anortita. En este caso se alcanzan valores máximos de hasta 30% An.
- Zonado. Además del zonado composicional concéntrico aparece con cierta frecuencia un zonado "patchy-zoning" con manchas de 27-30% An y otras de 22-25% An.
- Aparece en esta subfacies un nuevo tipo de plagioclasa no descrito en la subfacies anterior; se trata de plagioclasas asociadas en syneusis de hasta

tres elementos con un zonado concéntrico muy acusado y nítido y muy poco sericitizadas. Estas plagioclasas son ricas en inclusiones de apatitos aciculares y biotitas de muy pequeño tamaño.

El cuarzo.- En esta subfacies aparece con mayor frecuencia el QI de Schermerhorn (op. cit.) o Q de alta temperatura. Por otro lado se ha observado un fenómeno de importancia textural y quizás relacionado con lo ya descrito en el apartado textural acerca de maclas dobladas y rotas de las plagioclasas: con cierta frecuencia se han observado cuarzos de diverso tamaño y con extinción ondulante que incluyen otros cuarzos con formas alotriomorfas y bordes caprichosos con extinción normal. Esta característica textural podría deberse a fenómenos de recristalización muy tardía a partir del cuarzo normal de la roca.

Por último también conviene destacar la presencia ocasional de finísimas y numerosas inclusiones de rutilos aciculares no observados en la subfacies biotítico-moscovítica.

La biotita.- No se detectan cambios apreciables en la disposición textural de las biotitas. Las diferencias estriban en una ligera variación en la proporción modal, que aumenta progresivamente hacia los bordes de la unidad, y también una ligera variación del pleocroismo: se ha observado que, hacia los bordes de la subfacies biotítica, las biotitas presentan el siguiente esquema pleocroico:

Ng - Nm : pardo muy oscuro a casi negro.

Np : amarillo pálido a beigeo, marrón muy claro.

La diferencia radica en la pérdida de cierto tono rojizo claramente apreciable en las muestras más centradas de la subfacies biotítico-moscovítica que se pierde completamente en el tránsito hacia la subfacies biotítica.

Apatito.- Aparece con más frecuencia en forma de apatitos aciculares incluidos en otras fases minerales.

Circón.- No se han detectado diferencias con respecto a la subfacies ya descrita. Solamente debe reseñarse la presencia de un circón idiomorfo bipiramidado con una evidente zonación. ¿Señal de reciclado palingenético?

Allanita.- La única diferencia apreciable es su presencia como accesorio habitual en esta subfacies, ausente casi por completo en la subfacies biotítico-moscovítica.

Minerales secundarios.- Unicamente merece mención la desaparición de la fluorita como mineral secundario relacionado con la plagioclasa y la mayor abundancia de esfena que aparece con dos hábitos diferentes:

- A) - Asociada a biotita, tal y como ocurre en la subfacies biotítico-moscovítica.
- B) - Sin ninguna relación espacial aparente con la biotita. Aparece como cristales de hábito esquelético o poiquilítico a veces de tendencia subidiomorfa incluyendo plagioclasa e incluso cuarzo.

Este segundo tipo de esfena está completamente ausente en la subfacies biotítico-moscovítica y solo aparece con abundancia y tamaños que lo hacen ser observado a simple vista en una zona relativamente estrecha (200 a 350 m.) a partir del contacto con su encajante relativo.

3.3.4.- Algunas precisiones sobre la petrografía de la facies central.

Considerando como un conjunto la unidad central, puede apreciarse una clara evolución mineralógico-textural desde los bordes de la unidad hacia el centro.

Así, tanto en El Grove como en la isla a Arosa y en el interior de la Hoja de Villagarcía, se han apreciado los mismos caracteres que han llevado a la división en tres subfacies de la unidad central, especialmente en lo que se refiere a las subfacies biotítica y biotítico-moscovítica y en menor medida la subfacies porfídica. En lo que se refiere a la petrografía ha de añadirse también a este grupo, el llamado apéndice granítico de Cornazo, el dique de tendencia "anular" y la red de diques menores relacionados con el dique mayor.

Como rasgos sujetos o evolución espacial destacaremos:

- Variación en el contenido en An de las plagioclasas:
27-30% en la subfacies biotítica y 20-22% en la subfacies biotítico-moscovítica.
- Disminución progresiva en la proporción de esfena (tipo B) relativamente abundante en las zonas de borde de la subfacies biotítica (y en el dique de tendencia "anular"). y completamente ausente en la subfacies biotítico-moscovítica.

- Ligera variación en el pleocroismo de las biotitas:

Subf. biot-mosc:pardo rojizo muy oscuro.

Ng-Nm

Subf. biot: marrón (pardo) muy oscuro a casi negro.

Subf. biot-mosc:beige amarillento o casi incoloro.

Np

Subf. biot:amarillo pálido a beige claro.

- Ausencia de fluorita como mineral secundario en la subfacies biotítica, presente en la biotítico-moscovítica.
- Presencia escasa de cuarzo de alta tensión en la subfacies biotítica, prácticamente ausente en la subfacies biotítico-moscovítica.
- Ligera disminución en el tamaño de la matriz desde la subfacies biotítico-moscovítica hacia la subfacies biotítica.

3.4.- FACIES EXTERNA LEUCOCRATA .

3.4.1.- Composición mineralógica.

Esenciales: Feldespato potásico, cuarzo, plagioclasa, biotita y moscovita.

Accesorios: Apatito, circón, xenotima, minerales opacos, Allanita, turmalina y granate.

Secundarios: Clorita, sericita, esfena, minerales opacos y fluorita.

3.4.2.- Características texturales.

En esencia esta facies es texturalmente próxima a la facies externa; de hecho parece existir un tránsito gradual entre ambos. Su textura puede definirse como alotriomórfica hetero a equigranular (presenta un tamaño de grano más homogéneo que ninguna de las demás facies) de grano grueso a muy grueso: 0,6 a 1 cm. mínimo.

La roca está constituida por un armazón de feldespato potásico y cuarzo, más plagioclasa (como en la facies externa, en ésta, se observan algunas plagioclasas deformadas), en el que se incrustan los agregados máficos. Por otro lado

algunas de sus peculiaridades texturales se derivan de la presencia como accesorios de granate y turmalina que sustituyen a componentes primarios de la roca modificando en alguna medida su aspecto.

Por último es necesario hacer referencia a las zonas próximas al contacto con la facies central, en donde la roca presenta una orientación anormalmente marcada. Bajo el microscopio se manifiesta por una orientación sistemática de los agregados biotíticos con formas lenticulares en los que sus ejes mayores presentan una orientación común.

3.4.3.- Descripción petrográfica.

El feldespato potásico.- Se trata siempre de microclina; se seguirá aquí el mismo esquema descriptivo utilizado en otras facies distinguiendo tipos en función del tamaño de los granos, peculiaridades texturales, etc. En general y para todos los tipos, el feldespato potásico es pertítico, aunque no en la misma proporción que en la facies externa, y parece existir, como para otras características petrográficas, una evolución desde términos más pertíticos a otros casi desprovistos de pertitas. Esta evolución parece ser simultánea al cambio generalizado desde facies muy próximas en sus características a la facies externa, hasta la facies externa leucócrata tal y como se ha definido en el área de Riveira-Palmeira. Los tipos de pertitas más extendidos (que además pueden coexistir) son:

- "Braid a Patch perthite"
- "String" Según Alling in Spry (op. cit.)
- "Thread"

Básicamente se han descrito dos tipos de feldespato potásico:

- A): Aparece como granos individuales o, más frecuentemente, como agregados

de dos o tres elementos asociados y con formas generalmente subidiomorfas a alotriomorfas. Presentan una proporción variable de inclusiones: plagioclasas, de las que algunas son primarias, aunque la mayoría se han formado por desarrollo progresivo de pertitas "patch". Biotitas casi siempre asociadas a QII de Schermerhorn (op. cit.); en algunos casos en los que la biotita parece tener relación con la formación de turmalina, se producen formas específicas en biotitas, que además suelen estar incluidas en feldespatos potásicos.

- B): Es el feldespato que podría denominarse intersticial. Sólo se distingue del anterior por su menor tamaño y formas más alotriomorfas; presenta los mismos tipos de pertitas y las mismas inclusiones, si acaso en menor proporción que en los agregados.

La plagioclasa.- Tal y como ya ha sido descrito para la facies externa, en la facies externa leucócrata se ha observado una evolución en la composición en anortita de las plagioclasas; sin embargo, no se ha encontrado un control espacial claro como ocurre en la facies externa y también en la facies central. Se han medido composiciones máximas de 25% An aunque el contenido en anortita más extendido es de 20-22% An.

Según sus formas, tamaños, disposición textural, etc. se han distinguido los siguientes tipos:

- PgI): Como cristales de hábito subidiomorfo generalmente maclados según la macla de albita o albita-carlsbad; nunca o casi nunca se observan elementos asociados en syneusis. Suelen presentar zonado composicional concéntrico normal casi siempre con tres zonas cuya composición se reparte de la siguiente manera: un núcleo de 20-22% An, una primera corona de 18-20% An y otra corona externa de 12-14% An; generalmente las plagioclasas van acompañadas de una estrecha franja externa de composición albitica. Como inclusiones suelen contener: pequeñas biotitas casi siempre asociadas a cuarzo,

otras plagioclasas de pequeño tamaño y bordes lobulados, minerales opacos, apatitos (casi nunca aciculares) y granate en aquellas muestras que lo poseen.

- PgII): Plagioclasas como inclusiones de otros minerales. Existe una pequeña proporción de plagioclasas de muy pequeño tamaño, incluidas en feldespato potásico, y de probable origen primario que desarrollan siempre coronas albiticas en el contacto con el feldespato potásico huésped. Por el contrario las plagioclasas incluidas en otras plagioclasas suelen presentar zonado composicional concéntrico y poseen a su vez pequeñas inclusiones de accesorios.
- PgIII): O plagioclasas de naturaleza albitica ligada a procesos de albitización. Generalmente incluidas en feldespato potásico; se trata de plagioclasas formadas por desarrollo de perfitas de tipo "patch". Deben incluirse también en este grupo las albitas intergranulares formadas en el contacto entre feldespato potásico y la albita blástica mirmequítica, formada generalmente en los contactos entre feldespato potásico y plagioclasa.

El cuarzo.- De acuerdo con el esquema descriptivo utilizado para otras facies en ésta se han distinguido tres tipos, apreciándose la ausencia de algunos de los observados en otras facies.

- A): Cuarzo de inclusiones, generalmente ligados a biotitas e incluidos en plagioclasa y feldespato potásico principalmente; probablemente correspondan a los llamados QII por Schermerhorn (op. cit.) cuyo origen es posterior al mineral huésped.
- B): Cuarzo normal de la roca o QIII de Schermerhorn (op. cit.); aparece como cristales individuales y, con más frecuencia, como grandes agregados policristalinos con extinción algo abundante y bastante ricos en inclusiones

ya sea de minerales esenciales o de accesorios primarios; en este último caso las inclusiones suelen ser heredadas de fases minerales esenciales previamente corroídas por el cuarzo.

- C): Cuarzo de intercrecimientos en mirmequitas o en reacciones entre feldespato potásico-feldespato potásico.

La biotita.- Desde el punto de vista petrográfico, la biotita no presenta variaciones notables con su homóloga de la facies externa; aparece como una fase individualizada, casi siempre incluida en feldespato potásico y plagioclasa y de forma más generalizada, como agregados de varios elementos de formas redondeadas a lenticulares. Es bajo esta segunda forma donde presenta las mayores diferencias con la facies externa, si bien estos agregados claramente lenticulares, están ceñidos a áreas claramente delimitadas correspondientes a las zonas próximas al contacto con la facies central. En estas zonas los agregados biotíticos presentan contornos claramente lenticulares o de tendencia elíptica con una orientación común de sus ejes mayores. Por otro lado estos agregados se encuentran siempre en los límites de los demás componentes minerales esenciales de la roca.

Su pleocroismo oscila entre marrón rojizo a casi negro según Ng-Nm, y amarillo muy claro casi incoloro según Np; se dá por tanto la misma variación descrita para la facies externa pero, a diferencia de ella, no se ha podido establecer un control espacial en la variación del pleocroismo. Es una biotita bastante rica en inclusiones de: circón, xenotima, minerales opacos de forma redondeada y apatito también con formas redondeadas y tamaños bastante mayores que en las facies externa y porfídica; también puede estar asociada a allanita, aunque ésta es muy escasa y está siempre alterada. En esta facies las biotitas suelen estar alteradas a clorita y/o sustituidas por moscovita pero existe una radical disminución de la cantidad de esfena ligada a la misma y prácticamente ausente. Tanto

las biotitas aisladas como los agregados biotíticos, pueden estar fuertemente corroídos y sustituidos por cuarzo.

Por otro lado en la facies externa se dá un fenómeno mineralógico-textural ausente en todas las demás facies del plutón de Caldas y restringido en ésta a zonas muy bien delimitadas tanto en la costa occidental de El Groupe como en Palmeira-Riveira y en las proximidades de Dena. Se trata de la presencia de turmalina como mineral accesorio tardío e íntimamente relacionado con la biotita. Algunas biotitas incluidas en plagioclasa y con más frecuencia en feldespato potásico, presentan unas terminaciones dactilíticas que sugieren procesos reaccionales mediante los cuales tiene lugar la formación de turmalina, dado que en la mayoría de los casos estas terminaciones dactilíticas concluyen con la presencia de turmalina incipiente en unos casos y bien desarrollada en otros. Aparentemente la turmalina se formaría a expensas de la biotita, pues en las zonas ricas en turmalina existe una relación inversa entre la cantidad de uno y otro mineral.

La moscovita.- Su proporción es variable de unas zonas a otras, si bien, se puede constatar un aumento progresivo de la misma en las zonas más occidentales de la facies externa leucocrática.

Toda la moscovita presente en esta facies aparece bajo dos formas diferentes:

- Como componente secundario por sustitución más o menos isomorfa de biotita.
- Como moscovita histerógena alotriomorfa de hábito poiquilítico más o menos bien desarrollado creciendo sobre plagioclasa y feldespato potásico.

La turmalina.- Su aparición está restringida a ciertas zonas sin que haya podido establecerse algún criterio o razón específica que regule su presencia. A escala macroscópica ya ha sido descrito su modo de aparición. El momento en

que aparece debe ser francamente tardío (hábito poiquilítico muy acusado), en relación con las zonas más diferenciadas de esta facies y parece que con cierta afinidad, al menos espacial, con el granate.

Bajo el microscopio la turmalina está asociada íntimamente con la biotita, a partir de la que se forma; sus relaciones texturales ya se han descrito en el apartado correspondiente a la biotita; solamente queda por citar que la presencia de turmalina parece tener lugar de forma progresiva desde zonas desprovistas de ella hacia localidades en donde es bastante abundante; el tránsito se detecta por la presencia de biotitas de borde desflecado o con bordes dactilíticos en contacto con los feldespatos.

El granate.- Como en el caso de la turmalina, el granate aparece confinado espacialmente y, aparentemente incluido exclusivamente en algunas zonas de la facies externa leucócrata (excepción hecha del cortejo filoniano). No obstante, dada su localización, parece que deben establecerse dos grupos de granate en función de sus relaciones mineralógico-texturales en las rocas en donde aparece:

- granate I: Como accesorio normal de la roca en áreas muy restringidas en donde parece sustituir a la biotita con la que está íntimamente relacionado; allí donde aparece granate existe una tendencia de este último a sustituir casi por completo a la biotita. Un buen ejemplo de ello puede observarse en una cantera próxima a la localidad de Aguiño (Riveira), en donde también aparece turmalina.
- granate II: Relacionado, al menos espacialmente, con la proximidad de enclaves de rocas graníticas de difícil clasificación. En el campo constituyen verdaderos "schlieren" granatíferos con cristales que pueden alcanzar los 2 cm. Ejemplos representativos pueden encontrarse en Área de Reboredo (El Grove) y en las islas Centoelleiras (Riveira). En este caso parece que su origen también está relacionado con la existencia de biotitas previas.

Texturalmente ambos tipos presentan un hábito alotriomorfo, a veces esquelético, a subidiomorfo; casi siempre ofrecen aspecto poiquilítico. Pueden aparecer englobando biotitas, cuarzo y plagioclasa, pero también pueden aparecer incluidas en plagioclasa y cuarzo. Por su disposición textural parece un mineral muy tardío relacionado quizás con procesos neumatolíticos o hidrotermales. No obstante, en el caso del granate I, es delicada la decisión de adjudicarle un origen; su situación (formando acumulaciones lineares incluidas en la roca huésped de enclaves graníticos que por su aspecto recuerdan a la facies externa), parece indicar que se hayan formado durante procesos de autoasimilación, por parte de la facies externa leucócrata, de fragmentos correspondientes a la facies externa.

Apatito.- Probablemente el accesorio más abundante de esta facies. Casi nunca aparece con hábito acicular o con hábito prismático corto (ni siquiera cuando aparece como inclusiones dentro de la plagioclasa). Suele presentarse como secciones basales de forma redondeada. Con preferencia está asociado a biotitas, de tal forma que es más abundante en aquellas muestras con biotita abundante.

Circón y xenotima.- Son los otros accesorios comunes cuyas características son bastante próximas a las de sus homólogos en las demás facies.

Allanita.- Muy escasa, lo que constituye un rasgo diferenciador con respecto a las facies externa, porfidica y a la subfacies biotítica de la unidad central. Está íntimamente ligada a la biotita y siempre fuertemente alterada.

Los minerales secundarios.- Además de moscovita, granate y turmalina, ya descritos, aparecen como minerales secundarios:

- Clorita. De alteración de biotita; suele ir acompañada de minerales opacos y ocasionalmente de feldespato potásico de formas ahusadas ocupando los planos (010) de la biotita. Se trata del mismo tipo que recibía el nombre de

FKII en la facies externa y para la que se invoca un origen por alteración, explicada en su momento según la interpretación de Chayes (op. cit.).

- Minerales y opacos. Generalmente incluidos en biotita, clorita y ocasionalmente en plagioclasa. Siempre con formas alotriomorfas y redondeadas.
- Fluorita. Muy escasa y ligada siempre a procesos de alteración de plagioclasa.
- Esfena. Prácticamente ausente; relacionada siempre con biotita y clorita.

3.4.4.- Conclusiones sobre la petrografía.- La facies externa leucócrata, aunque aparentemente posee ciertas similitudes con la facies externa, presenta diferencias notables que la diferenciación claramente de esta última.

En cuanto a los minerales esenciales, destaca en primer lugar un porcentaje modal en cuarzo (valor medio de 31,61% y máximo de 50%) notablemente superior, no solo al de la facies externa (valor medio de 24%), sino de todas las facies integradas en el P.G.C.R. Su contenido en plagioclasa es menor y menor también el contenido en anortita de las mismas. La disposición textural del feldespato potásico es algo diferente y también la abundancia de pertitas, mayor en la facies externa.

En lo que se refiere a los accesorios se ha comprobado la:

- Presencia por zonas de granate y turmalina, ausentes en la facies externa y en todas las demás.
- Mayor abundancia relativa de apatitos con formas redondeadas y tamaños relativamente grandes y, ausencia casi completa de apatitos aciculares o de hábito prismático corto.

- Disminución drástica de la proporción de allanita, casi ausente en esta facies y siempre fuertemente alterada. En este punto esta facies es muy semejante a la subfacies moscovítica de la unidad central.
- Ausencia casi total de esfena, tanto ligada a biotita como de cualquier otro tipo.
- Presencia ocasional de fluorita, ausente en la facies externa. Este carácter es común, también, con la subfacies biotítico-moscovítica de la unidad central.
- Ausencia de anfíbol y presencia de moscovita.

Por tanto, parece claro que la facies externa leucócrata, aunque aparentemente parece un cambio gradual a partir de la facies externa, presenta unas características petrográficas (y también geoquímicas, como se verá) radicalmente diferentes a las de la facies externa asemejándose, en primer lugar a la subfacies biotítico-moscovítica de la unidad central, y en alguna medida a los granitoides de la llamada serie de tendencia alcalina.

3.5.- LOS ENCLAVES MICROGRANUDOS.

En el apartado dedicado a la descripción macroscópica de los enclaves "microgranudos", se exponía el ámbito de aparición de los mismos y se avanzaba un intento de clasificación o agrupación selectiva de los enclaves.

Con algunas variaciones, este esquema se respeta en lo esencial en este capítulo de características petrográficas; en general se han distinguido cuatro

grupos de enclaves microgranudos que se distribuyen en tres de las facies principales: facies central, facies porfídica, facies externa y en el dique de tendencia "anular". De ellas la facies central y porfídica engloban más del 90% de los enclaves presentes en el plutón de Caldas de Reyes.

Para llevar a cabo esta clasificación se han tenido en cuenta las características comunes y diferencias mineralógicas y texturales considerando todos los enclaves como un conjunto. Como resultado se han obtenido:

- Enclaves de tipo A. Presentes en la facies central y en el dique de tendencia "anular", en donde es el único tipo de enclave microgranudo presente. También aparece de forma esporádica en la facies porfídica.
- Enclaves de tipo B. Aparecen exclusivamente en la facies porfídica. Su importancia volumétrica es escasa pero contienen información petrogenética de gran interés.
- Enclaves de tipo C. Se localizan preferentemente en la facies porfídica en donde constituyen el tipo de enclave más extendido. De forma excepcional pueden aparecer dentro de la facies externa, pero siempre en áreas muy próximas al contacto con la facies porfídica.
- Enclaves de tipo D. Su ámbito de aparición está restringido exclusivamente a algunas zonas de la facies externa. Dentro de ella han sido observadas únicamente en la unidad meridional y su presencia es francamente escasa.

Los grupos establecidos son bastante homogéneos y las diferencias dentro de cada grupo son de escasa relevancia a excepción del tipo A, dentro del cual se

han integrado unos enclaves en los que aparece una esfena con una peculiar disposición textural. Por ello este grupo de enclaves ha sido denominado "grupo de enclaves con esfena estictolítica".

3.5.1.- Enclaves de tipo "A".

1.A. Composición mineralógica.

Esenciales: Plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico y biotita.

Accesorios: Allanita, apatito, circón (zonado), xenotima, minerales opacos y anfíbol.

Secundarios: Clorita, carbonatos, fluorita, moscovita, sericita-sausurita, epidota y esfena.

2.A. Caracteres petrográficos generales.

La textura de los enclaves de tipo A es, para el caso común, microgranuda, equigranular y alotriomorfa de grano fino (casi siempre inferior a 1 mm.). Existe muy poca variación de unas muestras a otras, que radican principalmente en la proporción de biotita y grado de orientación de las mismas y, en la proporción (bastante variable) de feldespato potásico, siempre con disposición textural intersticial y tardía.

Como rasgo excepcional es de destacar la presencia muy ocasional de algún anfíbol aislado de muy pequeño tamaño y caracteres parecidos a los descritos en otro lugar de este capítulo.

Los enclaves con esfena estictolítica. Como se refería en la introducción de este apartado dedicado a los enclaves, existe una variedad dentro del tipo

A caracterizable por la presencia de esfena con una particular disposición textu-
ral y por estar, su presencia, controlada espacialmente.

La presencia de estos enclaves está restringida al dique de tendencia "anu-
lar" y a zonas de la subfacies biotítica de la unidad central muy próximas a su
encajante relativo. Es en estas zonas de la facies central en donde el fenómeno
alcanza su mejor desarrollo. Dentro de los enclaves se aprecian unas manchas
claras y de formas redondeadas cuyo centro está ocupado por cristales de esfena
que pueden alcanzar 2 ó 3 mm. de tamaño. La esfena aparece siempre con hábito
poiquilítico muy acusado, formas casi siempre alotriomorfas y en ocasiones es-
queléticas. Alrededor de esta esfena aparece en todos los casos un mosaico de
pequeñas plagioclasas casi siempre subidiomorfas y de muy pequeño tamaño, algu-
nas de las cuales pueden aparecer incluídas en la esfena cuando ésta adopta há-
bito poiquilítico. Esta zona periférica rica en plagioclasa se caracteriza
también por la ausencia de máficos.

El origen de este fenómeno es incierto y solamente permite establecer algu-
nas hipótesis con ciertas dosis especulativas. Existen en la literatura casos si-
milares con formación de esfena a partir de biotita o de cualquier otro máfico
(anfíbol). Dentro del plutón de Caldas se ha descrito un tipo de esfena bastan-
te extendido (esfena de tipo "a") acompañando siempre a biotita y anfíbol y,
aparentemente, desarrollada a sus expensas.

No obstante, es su aspecto textural el que lo diferencia y, en ese sentido,
solamente se han encontrado muestras con el mismo fenómeno en rocas ligadas
siempre a granodioritas precoces. En cualquier caso los datos de que se disponen
en este momento solo permiten realizar comparaciones con fenómenos morfológica-
mente similares sin poder establecer un origen claro para este fenómeno.

3.5.2.- Enclaves de tipo "B".

1.B.- Composición mineralógica.

Esenciales: Plagioclasa, cuarzo, anfíbol y biotita.

Accesorios: Allanita, feldespato potásico, clinopiroxeno, apatito, circón, xenotima.

Secundarios: Clorita, fluorita, epidota, esfena, sericita-sausurita y minerales opacos.

2.B.- Características texturales.

Su aspecto textural varía entre una textura equigranular con algún microfenocrystal que le proporciona cierto aspecto microporfídico, hasta una textura intergranular de tipo pseudo-dolerítico, que aparece en algunas zonas con un armazón de plagioclasas con máficos (biotita y anfíbol) ocupando los "huecos" dejados por las plagioclasas.

3.B.- Descripción petrográfica.

La plagioclasa.- Este tipo de enclaves es el más rico en plagioclasa, y así queda reflejado en las clasificaciones modales en donde se proyectan en el campo de las tonalitas. Asimismo es la plagioclasa que proporciona los valores más altos e anortita, alcanzando máximos de 40-42% An (oligoclasa) en los núcleos o zonas más cálcicas.

En los enclaves de tipo B se han distinguido varios tipos de plagioclasa en función de su tamaño, disposición textural, formas, etc.:

- PgI): Microfenocristales; siempre con formas subidiomorfas a idiomorfas. Alcanzan los mayores tamaños y presentan un fuerte zonado composicional concéntrico normal o a veces de tipo "patchy zoning".

Son bastante ricas en inclusiones de otras fases minerales de cristalización anterior entre las que destacan: anfíbol, clinopiroxeno, biotita, algún circon, apatito, esfena, otras plagioclasas y cuarzo de alta temperatura.

- PgII): Plagioclasa de tamaño medio e integradas en la matriz; su hábito es idiomorfo a subidiomorfo y sus características en cuanto a zonado, inclusiones, etc. son las mismas que las de los microfenocristales. En los ejemplares con zonado concéntrico aparecen núcleos con valores de hasta 40-42% An y coronas con valores progresivamente descendentes (salvo excepciones con coronas intermedias más cálcicas que los núcleos) con valores entre 25 y 35% An y coronas de 21% An.
- PgIII): Plagioclasas incluidas en plagioclasas; se presentan como cristales alotriomorfos de bordes siempre lebulados y diferente orientación óptica que la plagioclasa huésped. Aparentemente parecen sufrir un proceso de reabsorción por parte de la plagioclasa huésped. Se localizan con preferencia en los microfenocristales.

El cuarzo.- Presente en una proporción modal de alrededor de 20-25%, aparece según varios tipos de los ya establecidos: cuarzo, de alta temperatura, cuarzo II de Schermerhorn (op. cit.) incluido en plagioclasa y normalmente acompañando a biotita; cuarzo normal de la roca, con disposición marcadamente intersticial y, muy ocasionalmente, como fenocristales con tendencia a estar rodeados por feldespatos potásicos; siempre con extinción algo ondulante. También está presente el cuarzo goticular incluido en los anfíboles.

La biotita.- Es el máfico más abundante. Mantiene las mismas características

ópticas descritas en la facies porfídica pero aquí nunca aparece como agregados. Puede aparecer ligada a anfíbol y esfena. Generalmente está parcialmente alterada a clorita.

El anfíbol..- Aparece con una proporción modal de un 7% aproximadamente. Es por tanto la roca más rica en anfíbol de todas las genéticamente relacionadas con el plutón de Caldas. Desde un punto de vista mineralógico, el anfíbol presente en los enclaves de tipo B, no se diferencia en sus características petrográficas: color, pleocroismo, inclusiones, etc. del descrito en las facies porfídica y externa, ni tampoco es diferente del anfíbol presente en los enclaves de tipo C. Sin embargo, si presenta algunas diferencias en cuanto a su disposición textural. Dentro de estos enclaves, el anfíbol aparece como cristales individuales o como agregados de 2 ó 3 elementos claramente individualizados y nunca con aspecto de pseudomorfo o en formas de lupas anfibólicas o biotítico-anfibólicas. Con cierta frecuencia incluyen relictos de clinopiroxeno.

El clinopiroxeno..- Es un accesorio común en todos los enclaves de tipo B. Aparece siempre como relictos en el seno de los monocristales de anfíbol. Generalmente ocupa el centro de los minerales que lo incluyen y su presencia va acompañada siempre de cuarzos goticulares que se disponen, por lo general, en el límite clinopiroxeno-anfíbol huesped. Se trata de un piroxeno incoloro, con abundantes inclusiones de tipo "schiller" de color pardo y finísimo tamaño (¿biotitas?) dispuestas a lo largo de su exfoliación según el eje "c". El clinopiroxeno también puede aparecer incluido en plagioclasa como pequeños cristales redondeados y aparentemente inalterados.

En lo que se refiere a los minerales accesorios, solamente merece mención el feldespato potásico, presente como accesorio y parece que ligado al cuarzo en forma de fenocristales. En cuanto a los demás accesorios y secundarios, son los mismos que parecen en la roca huesped con algunos cambios irrelevantes en

la proporción con la que aparecen; este es el caso de la allanita, presente siempre en todas las muestras pero en proporción más reducida.

3.5.3.- Enclaves de tipo "C".

1.C.- Composición mineralógica.

Esenciales: Plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, anfíbol y biotita.

Accesorios: Allanita, feldespato potásico, clinopiroxeno, apatito, circón xenotima.

Secundarios: Clorita, espineña, corindón, fluorita, epidota (leucóxeno), esfena, sericita-sausurita y minerales opacos.

2.C.- Características texturales.

Ofrecen una textura muy constante en casi todas las muestras observadas que se podría definir como microporfídica. En esencia los enclaves de tipo C están constituidos por:

- Una fracción de microfenocristales, representados por agregados anfibólicos (los más abundantes) o biotítico-anfibólicos y biotíticos (los más escasos) y microfenocristales de plagioclasa, a veces asociados en syneusis. Estos pueden ir acompañados además de algún xenocristal de cuarzo. Su tamaño varía entre 2 y 4 mm.
- Una matriz, constituida por las biotitas y la fracción leucócrata de la roca: plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo. Tamaño: 1 mm. aproximadamente.

- Una fracción de muy pequeño tamaño (0-1 a 0,5 mm.) integrada casi exclusivamente por plagioclasa (más exactamente porciones de plagioclasa) y algunas biotitas. Generalmente están englobadas en el cuarzo normal de la roca que se presenta con un hábito marcadamente poiquilítico.

Por otro lado es necesario destacar la presencia, no del todo rara, de "microenclaves" xenolíticos de rocas de origen metamórfico muy transformadas que suelen generar una corona de desarrollo desigual formada por plagioclasa con disposición radial a partir del "microxenolito". En estos microenclaves se han identificado cristales de espinela y corindón formando "nidos" integrados por elementos de muy pequeño tamaño. La presencia de estos minerales apunta hacia un origen pelítico, al menos rico en aluminio.

3.C.- Descripción petrográfica.

La plagioclasa.- Responde punto por punto a la descripción realizada para el caso de los enclaves de tipo B. Solamente existen diferencias en cuanto a su proporción modal (allí de 50-70% y aquí de 30-50%).

El cuarzo.- Casi nunca aparece como microfenocristal pero si lo hace como xenocristal de modo bastante frecuente; generalmente suele ir acompañado de una primera corona de anfíbol y, en muchos casos, rodeado de una segunda corona de feldespato potásico; forma parte de la mesostásis en donde se presenta como cristales individuales o como agregados de varios elementos con extinción algo ondulante. Se han distinguido varios tipos:

- QI): Comparable al QI de Schermerhorn (op. cit.). Aparece como inclusiones en plagioclasa. Se interpreta como cuarzo precoz de alta temperatura.
- QII): Comparable al cuarzo II de Schermerhorn (op. cit.) incluido en plagioclasas.

- QIII): O cuarzo normal de la roca; intersticial y de hábito fuertemente poiquilítico. Incluye a la fracción de menor tamaño de la roca (integrada por pequeñas plagioclasas, o trazos de plagioclasa, y biotitas). También puede rellenar fracturas en forma de cuarzo de recristalización, en cuyo caso suele ir acompañado de epidota. En todos los casos presenta extinción algo ondulante.
- QIV): Aparece como inclusiones preferentemente en el feldespato potásico.
- QV): O cuarzos goticulares intimamente ligados a los agregados de anfíbol a quienes proporcionan su característica textura en "agujero".

El feldespato potásico.- Aparece con una proporción modal que puede variar entre el 9 y 35%. Se presenta siempre con hábito intersticial evidenciando un lugar tardío en el orden de cristalización. Contiene inclusiones de biotita, minerales opacos, apatitos aciculares y, ocasionalmente, esfena esquelética. Se trata siempre de microclina y casi nunca presenta perfitas.

En relación con la presencia de feldespato potásico es necesario precisar que, tanto en los enclaves de tipo B como en estos de tipo C, es extraordinariamente escasa la proporción de mirmequitas, en muchas muestras inexistentes.

La biotita, Es el máfico más abundante (17% modal). Su esquema pleocroico es similar al descrito para la facies porfídica.

Puede aparecer aislada con formas idiomorfas y tamaños pequeños como inclusiones dentro de plagioclasa y en menor proporción en feldespato potásico; en todo caso este tipo de enclaves es posiblemente el que presenta menor proporción de biotitas incluídas. La forma de presentación más habitual de este mineral, es como individuos aislados de tendencia idiomórfica o, como agregados de varios elementos intimamente asociados con anfíbol al que tienden a rodear y con allanita, apatito y esfena.

Las biotitas suelen ser bastante ricas en inclusiones de minerales primarios de muy pequeño tamaño, principalmente xenotima, circón, anatasa? y algún apatito acicular; también son relativamente frecuentes las inclusiones de minerales opacos siempre de contornos redondeados.

La forma habitual de alteración es su transformación a clorita. Asociada a esta transformación aparece de forma excepcional feldespato potásico del que se ha denominado FKII en otras facies descritas, que se desarrolla en los planos de exfoliación (010) y con formas ahusadas.

El anfíbol.- Aunque modalmente aparece con una proporción algo menor que en los enclaves de tipo B (siempre menos del 5%), su presencia es sistemática en todas las muestras. Sus características ópticas lo hacen idéntica al anfíbol presente en la facies porfídica. La disposición textural del anfíbol es una de las características que diferencian claramente este tipo de enclaves, tanto de la facies porfídica como de los enclaves de tipo B. En general el anfíbol puede aparecer como:

- Cristales individualizados de tamaño variable. Siempre subidiomorfos; pueden aparecer incluidos en plagioclasa (fenocristales) y feldespato potásico y asociado con biotita, esfena y opacos. Por otro lado también aparece con hábito poiquilítico englobando plagioclasa. De forma muy ocasional presenta en su interior restos de clinopiroxeno parcialmente sustituidos; en este caso pueden aparecer pequeños cuarzos de formas caprichosas y bastante abundantes. La presencia de estos cuarzos es muy común en casi todos los cristales aislados de anfíbol o en los agregados formados por dos o tres elementos, en cambio son algo más escasos (a veces inexistentes) en los agregados policristalinos de anfíbol.
- Agregados policristalinos a veces de formas externas subidiomorfas; forman parte de la fracción de microfenocristales. Con luz natural presentan un cierto zonado concéntrico evidenciado por el cambio de color de los anfíbo-

les; verde oscuro en las zonas marginales y verde pálido a verde azulado en el centro. El aspecto de estos agregados sugiere, en muchos casos, la existencia de un fenómeno de pseudomorfosis por parte del anfíbol sobre algún mineral o agregado de minerales anteriores.

Estos agregados suelen/pueden estar asociados con cantidades variables de biotita con una grosera tendencia a disponerse en los bordes, a modo de corona imperfecta.

El apatito..- Es un accesorio bastante común y aparece bajo sus dos formas más extendidas:

- Como apatitos aciculares con grandes relaciones longitud/anchura; son muy frecuentes como inclusiones en plagioclasa, biotita, anfíbol y en menor proporción en feldespato potásico.
- Como apatitos de hábito prismático largo; incluidos en biotita, anfíbol y plagioclasa. Puede contener inclusiones fluidas bifásicas.

La esfena..- Al igual que en la facies porfídica se han distinguido tres tipos de esfena en función de su asociación mineral:

- a): Relacionada con anfíbol y biotita; sus formas y relaciones texturales indican que se forma a partir de los minerales con los que está asociado; adquiere formas de subidiomorfos a alotriomorfos, siendo más abundantes las segundas.
- b): Esfena incluida en plagioclasa y feldespato potásico. Siempre con formas alotriomorfos; presentan gran variedad de tamaños y con frecuencia adquieren formas esqueléticas rellenas de grietas intracrystalinas. En otros casos parece tener tendencia poiquilítica englobando porciones de plagioclasa o feldespato potásico.

- c): Esfena coronítica rodeando minerales opacos (¿titano-magnetita?) incluidos en biotita.

3.5.4.- Enclaves de tipo "D".

1.D.- Composición mineralógica.

Esenciales: Feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y biotita.

Accesorios: Allanita, feldespato potásico, anfíbol, apatito, circón, xenotima.

Secundarios: Clorita, fluorita, epidota, FKII, esfena (leucoxeno), anfíbol, sericita, minerales opacos.

2.D. Características texturales.

Se trata de una roca granuda equigranular de tamaño de grano grueso y extremadamente rica en feldespato potásico. Texturalmente apenas se diferencia de su roca huésped a no ser por la presencia de unos nódulos o agregados cuyo tamaño equivale al de los demás componentes de la roca.

Estos nódulos están constituidos por un fino agregado de minerales claros (cuarzo y plagioclasa) junto con una abundante población de biotitas de muy pequeño tamaño (siempre inferior a 70 μ .) y fuertemente orientadas. Los nódulos se completan con cantidades en proporción variable de moscovita-sericita, epidota alotriomorfa de formas globulosas y aparentemente asociada a biotita, esfena y circón a veces con zonado concéntrico.

Por otro lado, los nódulos aparecen rodeados (¿incluidos?) en el seno de una masa cuyo tamaño de grano es notablemente inferior al tamaño normal de los demás

componentes de la roca y composición exclusivamente plagioclásica. En general la plagioclasa presente en la muestra está restringida a las zonas periféricas de los nódulos. Se ha intentado establecer una comparación entre estos nódulos con su "aureola" plagioclásica, y la disposición de las plagioclasas alrededor de los núcleos pelíticos incluidos en los enclaves de tipo C; sin embargo la morfología de ambos fenómenos no es similar y el único punto en común entre ambos es la composición plagioclásica de las coronas. En todo caso, ambos fenómenos podrían indicar la presencia de procesos de contaminación e hibridación magmática, y como tales, constituyen elementos de análisis con significado parecido. En lo que respecta a las demás características, estos enclaves son muy parecidos a su roca huésped.

3.5.5.- Conclusiones sobre la petrografía de los enclaves microgranudos.

A partir del estudio petrográfico de los diferentes tipos de enclaves considerados en principio como microgranudos e incluidos en las distintas facies del plutón de Caldas, se desprenden algunas conclusiones de particular interés:

- 1) Solamente los enclaves denominados de tipo B responden al modelo clásico de enclaves microgranudos descritos en la literatura como cogenéticos con su roca huésped. Solo para ellos debe reservarse el calificativo de "precursores", utilizado al referirse a rocas más o menos parecidas incluidas en masas graníticas calcoalcalinas del macizo hespérico.
- 2) Los enclaves de tipo C, reúnen un cierto número de características a la vista de las cuales parece poco adecuado incluirlos en el grupo de enclaves cogenéticos:

- Están íntimamente relacionadas (especialmente) con el contacto entre las facies porfídica y externa; contacto jalonado sistemáticamente por porciones de tamaño variable correspondientes al encajante del plutón de Caldas.

- Como se ha dicho en el apartado correspondiente, no es rara la presencia de microenclaves de origen pelítico (en algunos casos) incluidos en enclaves de tipo C. Conviene señalar aquí la altísima improbabilidad de que un enclave microgranudo "capte" una porción xenolítica durante su ascenso dentro de su granito encajante.

- Presentan una proporción anormalmente alta de feldespatos potásicos intersticial que convierte a los enclaves en verdaderas granodioritas o incluso granitos según su cómputo modal.

Por todo ello parece adecuado interpretar estos enclaves como hipoxenolitos o xenolitos de origen profundo según la terminología alemana o, en todo caso, debería invocarse un origen muy ligado a procesos de contaminación e hibridación entre un magma diorítico y tonalítico (representado por los enclaves de tipo B o las partes más "básicas" de la propia facies porfídica) y porciones de mayor o menor tamaño del encajante, atrapadas en etapas tempranas del emplazamiento de la masa plutónica o, al menos, que han permanecido durante un lapso de tiempo considerable dentro de la masa magmática.

- 3) Otro tanto podría decirse acerca de los enclaves de tipo D incluidos en la facies externa aunque en este caso la naturaleza de los xenolitos que se han hibridado o mezclado con el magma granítico no parecen de tipo pelítico.
- 4) Los enclaves con esferas estictolíticas representan otro aspecto de este mismo problema. Ahora bien, si el origen de los microxenolitos incluidos en los enclaves de tipo C parece claramente pelítico, no parece adecuado para este caso proponer que estos enclaves representan porciones de granodiorita precoz más o menos asimiladas o más o menos hibridadas con magnas que hayan dado lugar a la facies central del plutón de Caldas. En principio ésta podría ser una buena y no despreciable hipótesis de partida, pero no existen datos objetivos que la avalen suficientemente.

3.6.- EL CORTEJO FILONIANO.

3.6.1.- Composición mineralógica.

Esenciales: Feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo, moscovita y biotita.

Accesorios: Circón, apatito, xenotima y granate.

Secundarios: Minerales opacos, sericita, epidota, clorita.

3.6.2.- Características texturales.

Considerando el cortejo filoniano, su textura es bastante variada, desde texturas sacaroides o equigranulares de grano fino a medio, típicas de rocas aplíticas, a texturas microporfídicas pasando por texturas alotriomórficas heterogranulares; en general presentan texturas de tendencia más equigranular que las de cualquiera de las facies principales del plutón de Caldas.

Con tamaños de grano que oscilan entre 2,5 mm. para los cristales de feldespato potásico y 1,2 a 1,5 mm. para los de Pg aunque puedan aparecer microfeno-cristales de 4 a 5 mm.

En general son rocas de tamaño de grano fino a medio, salvo en el caso de las pegmatitas cuyo tamaño de grano es netamente superior.

3.6.3.- Descripción petrográfica.

El feldespato potásico.- Siempre microclina mostrando su enrejado típico, pudiendo presentar o no la macla de Carlsbad. Puede aparecer como microfeno-cristales (en el caso de las pegmatitas) con hábitos subidiomorfos a alotriomorfos; presentan inclusiones de apatitos aciculares, cuarzo, moscovita y plagioclasas; estas últimas nunca presentan corona de reacción albítica. Suelen ser poco per-títicos y cuando poseen perfitas, estas corresponden a los tipos: "string", "stringlet" y "string thread" (Alling in Spry op. cit.).

En las rocas aplíticas el feldespato potásico se sitúa siempre de forma in-tersticial evidenciando un lugar tardío en el orden de cristalización (siempre posterior a las plagioclasas).

La plagioclasa.- Modalmente es sin duda el mineral más abundante; su propor-ción en anortita es siempre inferior al 10%. Aparece maclado según albita y al-

bita + carlsbard. Nunca están zonadas y pueden presentar inclusiones de: cuarzo, moscovita, apatito y granate (cuando lo hay). En ocasiones pueden observarse distintos tipos de plagioclasa:

- Pg idiomorfa de tendencia rectangular y poco alterada.
- Pg idiomorfa de tendencia cuadrada; con mayor grado de alteración sericitica, a veces en forma de coronas marcando algún estadio previo de zonación concéntrica.

El cuarzo.- Aparece con cierta variedad en lo que se refiere a tamaños, disposición textural, etc. Según el esquema descriptivo utilizado hasta ahora se han distinguido varios tipos:

- Cuarzo normal de la roca. Su entrada es tardía y con fuerte poder corrosivo sobre las fases cristalizadas antes que él. Aparece generalmente en forma de agregados de varios elementos con bordes netos entre ellos. Incluye a todos los minerales que cristalizan antes que él. Su extinción es normal a algo ondulante.
- Cuarzo de la etapa postmagmática, o cuarzo IV de Schermerhorn (op. cit.). Su aparición marca el tránsito entre la etapa magmática. Suele aparecer como inclusiones de borde difuso y contorno redondeado en feldespatos potásicos y en menor proporción en plagioclasa.

La moscovita.- Es la mica dominante. Aparece con formas diferentes y probablemente no toda la moscovita presente responde al mismo origen:

- Moscovita asociada a biotita. Suele rodear a las biotitas. Aparentemente sustituye a éstas y hereda sus inclusiones. Probablemente se trate de una sustitución isomorfa.

- Moscovita histerógena tardía: alotriomorfa y de carácter poquilítico suele crecer sobre los feldespatos potásicos y en ocasiones presenta bordes simplectíticos con cuarzo.
- Mosocovita idiomorfa de muy pequeño tamaño; generalmente crecen sobre plagioclasa y casi siempre siguiendo planos cristaligráficos del mineral huésped.

La biotita.- En general bastante escasa, salvo en los casos de rocas de composición granítica. Generalmente aparece como cristales de pequeño tamaño idiomorfos, asociados casi siempre a moscovita. Puede aparecer incluida en plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo; en este último caso suele estar intensamente corroída, algunas veces hasta su completa desaparición, heredando el cuarzo huésped sus inclusiones.

El granate.- Es un mineral bastante común en todas las rocas filonianas. Puede aparecer incluido en plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo y/o asociado a biotita, clorita y moscovita. Generalmente sus formas son idiomorfos o de tendencia idiomórfica, aunque está sujeto a procesos de corrosión por parte del cuarzo y parcialmente sustituido en otros casos por biotita y/o clorita.

Suele ser incoloro con un cierto tono rosado en nicoles paralelos y completamente isótropo en nicoles cruzados; en ocasiones presenta hábito poiquilítico con inclusiones de cuarzo. El granate puede aparecer parcial o totalmente sustituido a biotita; en general esta sustitución suele ser a través de una pseudomorfosis del granate por biotita que incluye casi siempre minerales opacos.

De entre los demás minerales accesorios, los más comunes suelen ser; cirón xenotima y apatito. Este último puede aparecer en proporciones variables de unas muestras a otras. Se presenta con hábito acicular incluido en plagioclasa (sobre todo) y FK. En todo caso, la forma más común es como secciones basales de contorno redondeado, a veces como agregados de varios individuos.

Los minerales secundarios.- Representados por clorita, que sustituye a biotita y granate, sericita y moscovita que sustituyen en algunos casos a plagioclasa, y epidota, también sustituyendo a plagioclasa.

3.7.- ANALISIS MODALES Y CLASIFICACIONES PETROGRAFICAS.

3.7.1.- Análisis modales.

Se han realizado los análisis modales de unas 300 muestras representativas de las distintas facies del P.G.C.R., utilizando para ello el método de Chayes (1956). Se han obtenido así los porcentajes modales mineralógicos, los parámetros para la clasificación de Strekeisen, así como los índices: I.C., e I.F. (índices de color, saturación y feldespático) de Jung y Brousse (1959). Todos estos valores se expresan en las tablas expuestas a continuación:

	CUARZO	PLAGIOCLASA	F. ALC.
F. EXTERNA	26	36	38
F. EXTERNA LEUCOCRATA	34	31	35
F. PORFIDICA	30	45	25
F. CENTRAL (Bi)	31	41	28
F. CENTRAL (mosc.)	32	36	32
DIQUE MAYOR	32	38	30
DIQUES MENORES	33	35	32
APENDICE DE CORNAZO	32	40	28
ENCLAVES F. PORFIDICA	29	55	16
" F. CENTRAL + DIQUE	30	69	1

TABLA I: Valor medio de los parámetros de strekeisen.

	I.S	I.F	I.C
F. EXTERNA	26	50	9
F. EXTERNA LEUCOCRATA	34	54	7
F. PORFIDICA	29	25	12
F. CENTRAL (Bi)	30	41	11
F. CENTRAL (mosc.)	32	46	7
DIQUE MAYOR	32	44	8
DIQUES MENORES	33	47	3
ENCLAVES	29	16	23

TABLA II: Valor medio de los índices petrográficos de las principales facies del plutón de Caldas.

3.7.2.- Clasificación modal.

Se han representado los valores medios obtenidos a partir de los contajes en el contador de puntos sobre un triángulo Q-PG-F.ALC. (Fig.). En él se observa que todas las rocas del P.G.C.R. a excepción de la facies porfídica, las rocas filonianas y los enclaves microgranudos, se proyectan claramente en el campo de los granitos monzoníticos o ademellitas. Las rocas filonianas son granitos alcalinos y los enclaves oscilan entre granodioritas s.s. y tonalitas.

En el caso de las facies claramente graníticas se aprecia una ligera evolución claramente ordenada.

Subfacies central - apéndice granítico de Cornazo - subfacies central biotítico-moscovítica- dique de tendencia "anular" -facies externa leucócrata.

Un poco desplazada con respecto a las anteriores se sitúa la facies externa en razón a su menor contenido en cuarzo.

Por lo que se refiere a los enclaves, se ha representado la media de todos

ellos: ha de tenerse en cuenta sin embargo que su situación en el campo de las granodioritas se debe al efecto causado por los enclaves de tipo C incluidos en la facies porfídica; el contenido anormalmente alto en feldespato potásico en estos enclaves "tira" de los demás enclaves aunque tanto los enclaves de tipo A como los de tipo B son verdaderas tonalitas.

Por tanto, la secuencia de las rocas que integran el plutón de Caldas se ajustan bastante bien a los granitos de tendencia calcoalcalina según Lameyre y Bowden (1982).

3.7.3.- Indices petrográficos.

Como se puede observar en la tabla II, el resumen de los valores medios obtenidos a partir de los distintos campos de frecuencia indica que:

- Con respecto al índice de saturación (I.S.): todas las rocas oscilan entre mediana a fuertemente cuarcíticas, destacando ligeramente la facies externa leucócrata en función de su relativamente alto contenido en cuarzo.
- Con respecto al índice feldespático (I.F.): todas las rocas varían entre - subplagioclásicas y monzoníticas.
- Con respecto al índice de color (I.C.): las rocas varían entre hololeucócratas y leucócratas.

	Q	PG	FK	Bi	Ms	Anf	Ser	Acc.
F. EXTERNA	24	27	34	7	-	1	6	0,6
F. EXTERNA LEUCOCRATA	31,61	24,35	33,43	6,05	1	-	2,99	0,57
F. PORFIDICA	26,20	33,56	21,84	10,53	-	0,63	5,98	1,26
F. CENTRAL (Bi)	27,43	37,02	26,36	9,30	0,24	-	1,96	-
F. CENTRAL (mosc.)	29,46	31,39	28,87	5,02	2,69	-	1,60	0,97
DIQUE MAYOR	29,25	32,18	27,37	6,81	0,75	-	1,91	1,73
DIQUES MENORES	31	32,75	30	1,05	2,07	-	0,8	3,33
APENDICE DE CORNAZO	29,87	34,17	25,81	5,06	0,95	-	3,39	0,75
ENCLAVES F. PORFIDICA	22,34	42,02	12,75	17,67	-	3,06	1,70	1,46
ENCLAVES F. CENTRAL + DIQUE	21,58	50,95	0,95	25,69	-	-	0,55	0,28

TABLA III: Media de composiciones modales en las distintas rocas de Caldas de Reyes.

4.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

4.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Para la interpretación del P.G.C.R. resultan de interés ciertos elementos estructurales que aportan datos de gran importancia cualitativa. A continuación se describen someramente los citados elementos. Finalmente, se comentará brevemente su significado, avanzando alguna hipótesis sobre el emplazamiento del plutón de Caldas. Se tratará solamente de una hipótesis ligeramente discutida dado que el problema de emplazamiento constituye un tema muy amplio aún sujeto a discusión y que supera el ámbito de esta memoria.

4.1.- DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Son numerosos y de rango y significado muy variado. A destacar:

4.1.1.- Los schlieren biotíticos.

Son abundantes en la facies central y muy escasos o inexistentes en las demás facies. Presentan morfologías que pueden concretarse en dos grupos principales: "schlieren" de tendencia rectilínea; suelen presentar buzamientos verticalizados y su dirección parece coincidir con la traza cartográfica de la unidad que los contiene. A escala local su dirección coincide con la foliación interna granítica. "Schlieren" de tendencia circular; sobre el plano subhorizontal son de morfología circular a elíptica, a veces aparecen como círculos concéntricos o netamente excéntricos; cuando las condiciones del afloramiento permiten observar el plano subvertical su aspecto coincide con lo que algunos autores franceses denominan "cilindros magmáticos", Cottard (1979). "Flow layering" o "Litages" magmáticos; en general menos abundantes que los anteriores. Han sido observados en tres afloramientos: al S. de la isla de Arosa, en El Grove (en uno de los pocos en que se observan estas estructuras fuera de la facies central), y dentro de uno de los diques graníticos asimilables al dique mayor de tendencia "anular". En los dos primeros casos se trata de "litages" magmáticos paralelos y en el último se trata de acumulaciones biotíticas intersectadas.

En general la interpretación más extendida de este tipo de estructuras es de tipo dinámico. Así, Cottard (op. cit.) acepta esta interpretación para estructuras similares en el Macizo de Lovios (S. de Orense). También son interpretados así por Couturie (1977), si bien este autor cita a otros, Lameyre (1975) cuya opinión no es tan firme, dando opción a otro tipo de interpretación, en donde estas estructuras, podrían significar niveles de decantación gravitacional tal y como ocurre en las rocas básicas y ultrabásicas. En todo caso y a partir de los trabajos de Pitchery Berger (1972), la idea de un significado de flujo magmático ha cobrado ímpetu relegando a segundo término otros tipos de interpretación.

4.1.2.- Acumulaciones feldespáticas.

Son bastante frecuentes en la facies externa y en la facies porfídica y poco abundantes en cambio en la facies central.

Suelen poseer morfologías groseramente alargadas con su eje largo dispuesto según la foliación del granito huésped. Con bastante frecuencia se ha observado en su interior un núcleo máfico de variada naturaleza (en unos casos de naturaleza ígnea y en otros de claro origen metamórfico). Si bien estas acumulaciones feldespáticas no coinciden de forma precisa con otras descritas en la literatura granítica, presentan algunas similitudes que las hacen comparables.

Como ocurre para el caso de los "schlieren" o "layering" biotíticos, existen numerosas opiniones que apoyan una interpretación basada en mecanismos de flujo magmático, sobre todo en la escuela granítica francesa. No obstante, en éste caso, parece más adecuado pensar en procesos de nucleación-cristalización (en donde deben jugar un papel importante los núcleos xenolíticos) a partir de líquidos (o más exactamente fluidos) con una composición muy determinada. Esta es precisamente la opinión de Oen Ing Soen (1970) para estas estructuras en granitos portugueses genéticamente próximos al P.G.C.R.

4.1.3.- Los enclaves microgranudos.

En este caso los enclaves microgranudos son tratados en función de su valor interpretativo estructural, que les viene dado sobre todo, en razón de su distribución espacial. Como se ha descrito en el correspondiente capítulo parece existir una distribución de enclaves controlada por las relaciones espaciales entre las diferentes unidades integradas en el P.G.C.R. Solamente reseñaremos aquí dos cuestiones de importancia:

- Situación generalmente próxima a los contactos.
- Evolución morfológica desde formas elípticas cerca del correspondiente contacto hacia formas subredondeadas en zonas más alejadas.

4.1.4.- Los enclaves xenolíticos.

Para ellos existen las mismas razones apuntadas en el apartado anterior:

- Situación espacial. Marcan los contactos entre las unidades principales del plutón.
- Formas alargadas según el contacto o según la foliación interna de la roca huésped.

4.1.5.- La red de diques graníticos.

Muy bien confinados desde una óptica cartográfica, constituyen uno de los principales criterios para emitir unas hipótesis acerca de los mecanismos de emplazamiento del plutón de Caldas. Si bien el gran dique de tendencia "anular" no presenta un trazo cartográfico completo, no parece ocurrir lo mismo con los diques menores, que han podido ser observados tanto en el N. en su contacto con la facies central, como en el S. (Cambados y localidades dispersas en la margen S. de dicha facies central.

En la práctica totalidad de los casos, presentan buzamientos que oscilan entre subverticales y unos 45 a 60° siempre hacia las partes externas del plutón. Por ello parece que deben compararse con los llamados "ring dykes" en la literatura al uso, y no con la de "cone sheets" cuyo buzamiento es hacia las partes internas y su significado bien diferente.

La presencia de estos diques parece sugerir un emplazamiento -al menos para algunas de las facies- en régimen local distensivo o, dicho de otra forma, según un modelo de subsidencia de caldera -"cauldrom subsidence"-.

Un rápido repaso bibliográfico permite comparar el plutón de Caldas con otros bien conocidos por los geólogos de rocas graníticas. Un mecanismo parecido es el propuesto por Pitcher y Berger (op. cit.) para los plutones de Roses y Barnesmore (Donegal Complex. Irlanda) con los que el plutón de Caldas guarda algunas analogías, especialmente con el segundo. Para los citados autores, en el plutón de Barnesmore la red de diques se emplarían a favor de fracturas distensivas producidas por el ascenso de la masa granítica principal, que a su vez genera un "vacío" en zonas profundas que favorece la aparición de estas fracturas.

4.1.6.- Foliación interna en las diversas facies.

En el campo del análisis estructural de masas graníticas, el estudio sistemático de las orientaciones de los minerales de hábito tabular (feldespato potásico y biotitas principalmente) constituye una de las mejores herramientas para la obtención de datos cuyo último fin consiste en establecer la estructura interna de la o las diferentes unidades que integran, en este caso, el plutón de Caldas.

Durante los trabajos de campo se ha tomado un número representativo de datos estructurales a partir de biotitas y feldespatos potásicos que han permitido establecer un modelo estructural de cada una de las facies dentro del P.G.C.R.

En general la orientación de feldespato potásico y biotita indican una disposición paralela a los bordes de cada respectiva unidad, de tal forma que, a partir de estos datos puede establecerse la forma externa de cada facies; esto ha permitido p.e. , establecer que la facies porfídica probablemente se prolonga algo más hacia el E. bajo sus rocas encajantes dado que la orientación de las biotitas choca o corta claramente el contacto. Otro tanto ocurre en el caso de la unidad externa leucócrata en la zona de Ribeira, si bien en este caso la disconformidad entre las orientaciones minerales y el contacto con el encajante es algo menor.

Por otro lado, se han observado dos fenómenos que merecen especial atención por sus posibles implicaciones:

A) Coexistencia de dos orientaciones diferentes en un mismo afloramiento.

En numerosos afloramientos se ha podido constatar la presencia de dos orientaciones diferentes: una bien marcada o principal y otra críptica y de difícil observación. La explicación de este fenómeno solo ha podido lograrse el representar sobre el mapa dichas orientaciones.

La coexistencia de estas orientaciones parece indicar la proximidad de un cambio en la orientación del flujo magmático, es decir: en un área se observa una determinada dirección, cuando aparece una segunda orientación, en la mayoría de los casos esta última anuncia la proximidad de un cambio en la dirección de la orientación magmática. A partir de este punto la orientación 1ª comienza a perderse y se hace dominante la 2ª.

B) En una banda de aproximadamente un km. de anchura y de dirección N-S o N-10-E. situada hacia el medio del plutón, se observa una orientación sistemática N-S a N-10°-15°-E., que se superpone a la orientación de flujo magmático y que además parece tener una correspondencia con la forma externa del plutón, al menos en su contacto S.

Para este fenómeno no se encuentran justificaciones adecuadas dentro del plutón de Caldas. No obstante han de considerarse algunos criterios externos al plutón y que pueden arrojar alguna luz para clarificar este problema.

La zona afectada por esta orientación "anómala" coincide con el contacto S. entre el P.G.C.R. y el Macizo precoz de Bayo-Vigo. En algunos cortes realizados sobre esta unidad se ha observado la presencia de cizallas dúctiles, bastante extendidas, de sentido dextrógiro y levógiro y plano vertical. Estas cizallas ya han sido citadas por Iglesias Ponce de León y Choukrune (1980), quienes consideran que estas cizallas forman parte de los eventos tectónicos ligados a tercera fase de deformación.

Considerando que en la zona de la Lanzada se han observado algunas diaclasas en el granito con la misma orientación que los planos de esquistosidad S_3 de las rocas metamórficas encajantes, no parece muy descabellado ni excesivamente especulativo, pensar que esta orientación N-S en el granito de Caldas pueda tener relación con los restos de los movimientos de cizalla de F_3 . Esto, por otro lado, fijaría bastante bien (a falta de edades cronológicas fiables), la edad relativa del plutón de Caldas de Reyes como tardi-fase 3.

4.1.7.- La red de diaclasas.

Su valor como índice estructural es menor que el de los elementos citados anteriormente; sin embargo es preciso reseñar que, aunque la mayoría de las diaclasas tienen su origen en la contracción térmica ligada al enfriamiento de la masa plutónica, su disposición varía en las distintas unidades o facies siendo el cambio especialmente notorio en el caso del cambio direccional de las diaclasas en la facies externa leucócrata en relación a las demás facies. Por otro lado, algunas de las direcciones dominantes de diaclasado son directamente responsables de la episienitización de las rocas del plutón de Caldas. En cualquier caso este es un fenómeno francamente tardío que afecta a todas las facies del P.G.C.R. aunque la facies porfídica parece mucho menos afectada por este fenómeno.

5.- CARACTERISTICAS GEOQUIMICAS.

5.- CARACTERISTICAS GEOQUIMICAS.

Para la elaboración de este capítulo se han utilizado varios análisis químicos incluidos en las diferencias Hojas MAGNA que cubren el P.G.C.R. a los que se han añadido otros nuevos recogidos recientemente. En total se han manejado 26 análisis químicos, elegidos de tal forma que el número de análisis refleje la extensión y variedad de cada facies (Tabla IV):

- 7 análisis correspondientes a la facies externa.
- 3 análisis correspondientes a la facies porfídica.
- 6 análisis correspondientes a la facies externa leucócrata.
- 4 análisis correspondientes a la subfacies biotítica de la facies central.
- 4 análisis correspondientes a la subfacies biotítico-moscovítica de la facies central.
- 2 análisis correspondientes al dique de tendencia "anular".

Los resultados obtenidos reflejan la idoneidad de la distinción en facies que se ha llevado a cabo y confirman aspectos ya apuntados o vislumbrados en el estudio petrográfico.

5.1.- CARACTERISTICAS GENERALES.

A primera vista, de una revisión superficial de los propios análisis se desprende que:

- 1º La proporción de potasio en todas las facies es siempre superior al 4%, contenido que puede considerarse más alto de lo normal en otros orógenos (Corretgé, Bea y Suarez, 1985). Es de destacar la proporción de potasio en las facies externa y externa leucocrática, siempre superior a 4,5 y en muchas ocasiones a 5, reflejado sin duda en el alto contenido en feldespato

potásico.

- 2º Concentraciones en Rb y Li muy elevadas, si se las compara con los valores admitidos por Turenkian y Wedepohl (1961) para rocas corticales tanto pobres como ricas en calcio.

Por lo que respecta a los elementos mayores, no existen diferencias muy marcadas con otros cuerpos de "granitoides tardios", si bien, debe puntualizarse, que el plutón granítico de Caldas de Reyes debería denominarse granito y no granodiorita.

Por otro lado en el diagrama de Harker, aunque no tiene una cualidad discriminadora comparable a la de los diagramas de Larsen, ya denota una evolución gradual entre unas facies y otras. Así, parece existir un orden gradual o secuencia continua en cuanto al contenido en sílice:

Subfacies central biotítica - facies externa - facies porfídica - subfacies central biotítico-moscovítica - dique de tendencia "anular" - facies externa leucócrata.

También en lo que se refiere a elementos como Ca, Mg, y en menor proporción Na se aprecian diferencias coherentes con lo ya observado en la petrografía; así las proporciones de Ca y Mg son superiores en la subfacies biotítica y facies porfídica y externa mientras que disminuyen en las demás facies, lo que corresponde con los valores modales de biotita en las facies citadas.

En lo que se refiere a los elementos mayores y a partir de la información proporcionada por el diagrama de Harker, parece que todas las facies de Caldas podrían haberse formado mediante procesos de cristalización fraccionada, si bien existen algunos datos de campo que podrían contradecir esta hipótesis pues la facies externa leucócrata y la subfacies biotítico-moscovítica de la

facies central presentan notables similitudes geoquímicas y, sin embargo, la secuencia temporal de emplazamiento de las diferentes facies pone de manifiesto una separación temporal entre ambas unidades graníticas. A la luz de los datos geoquímicos manejados no se puede, sin embargo, confirmar una secuencia continua.

Por último y a modo de conclusiones generales parece, a partir de los datos de que se disponen, que el plutón de Caldas constituye un ejemplo de plutón plurifacial a compuesto en el que existen indicios que confirman un proceso de cristalización fraccionada para tres de las facies principales facies externa, facies porfídica y facies externa leucócrata. La facies central parece poseer una dinámica propia pero que, según los datos de campo, debe estar separada (¿con funcionamiento autónomo?), al menos en el tiempo, de las anteriores facies.

Desde el punto de vista geoquímico ofrece características que lo asignan a la serie calcoalcalina (Capdevila, op. cit.) (Capdevila, Corretgé y Floor, op. cit.) con la puntualización de que se trata, casi en todos los casos de un granito s.s. y no de granodioritas.

TABLA IV

FACIES A

Hoja	152	152	152
Muestra	AC-377*	AC-430*	AC-416*
SiO ₂	70.12	70.26	71.14
Al ₂ O ₃	14.44	14.85	14.63
Fe ₂ O ₃	.44	.58	.73
FeO	2.27	2.28	2.24
MgO	.60	.72	.74
CaO	2.06	2.08	1.85
Na ₂ O	3.51	3.36	3.41
K ₂ O	4.64	4.65	3.99
MnO	.04	.04	.04
TiO ₂	.34	.43	.42
P ₂ O ₅	.10	.12	.12
H ₂ O	1.34	.76	.76

Norma C.I.P.W.

Q	24.91	25.67	29.17
Or	27.42	27.48	23.58
Ab	29.70	28.43	28.86
An	9.57	9.54	8.39
Hy	5.89	6.30	6.53
Il	.65	.82	.80
Ap	.23	.28	.28
C	.14	.79	1.63

IA	.99	1.04	1.10
ID	82.04	81.59	81.60

Li	80	71	92
Rb	327	294	283
Sr	136	181	176
Ba	654	573	908

K/Rb	118	131	117
------	-----	-----	-----

* Muestras propias del Proyecto. Resto, proceden del Plan Magna.

FACIES B

Hoja	152	185	152	152	152	152	152
Muestra	FS-124	AC-405*	FS-250	AC-472*	AC-359*	AC-361*	FS-126
SiO ₂	66.00	68.63	69.10	69.23	69.23	69.31	70.03
Al ₂ O ₃	16.31	14.71	15.03	14.84	15.06	14.85	13.61
Fe ₂ O ₃	1.57	1.08	1.43	.99	.54	.50	1.23
FeO	2.11	3.04	2.08	1.98	2.71	2.48	1.39
MgO	.83	.28	.26	.45	.39	.35	.65
CaO	2.30	1.76	1.20	1.98	1.91	1.78	1.52
Na ₂ O	3.75	3.33	2.94	3.56	3.61	3.86	2.99
K ₂ O	4.84	5.39	5.32	5.44	4.92	5.05	4.90
MnO	.05	.05	.05	.05	.04	.04	.05
TiO ₂	.53	.39	.21	.43	.39	.34	.44
P ₂ O ₅	.14	.11	.12	.13	.13	.11	.09
H ₂ O	1.19	.86	1.06	.99	.77	1.29	2.79

Norma C.I.P.W.

Q	17.30	21.65	26.32	21.15	22.68	21.27	28.12
Or	28.60	31.85	31.44	32.15	29.08	29.84	28.96
Ab	31.73	28.18	24.88	30.13	30.55	32.66	25.30
An	10.50	8.01	5.17	8.45	8.63	8.11	6.95
Di				.46			
Hy	7.75	7.51	6.56	5.54	6.26	5.76	5.56
Il	1.01	.74	.40	.82	.74	.65	.84
Ap	.32	.25	.28	.30	.30	.25	.21
C	1.06	.46	2.54		.63	.06	.84
IA	1.05	1.01	1.18	.97	1.02	.99	1.05
ID	77.64	81.68	82.64	83.42	82.31	83.78	82.38
Li	1	110	75	142	92	118	93
Rb	370	239	254	272	256	261	308
Sr	161	131	83	191	151	146	108
Ba	679	1324	582	941	941	956	517
K Rb	109	187	173	166	159	160	132

* Muestras propias del Proyecto. Resto, proceden del Plan Magna.

FACIES C

Hoja	184	184	151	151	151	184
Muestra	AC-267*	AH-24	AC-537*	AC-528*	AC-541*	AH-11
SiO ₂	69.31	72.13	74.29	74.49	76.82	79.05
Al ₂ O ₃	15.84	13.88	13.51	13.91	12.81	13.36
Fe ₂ O ₃	.54	2.15 ⁺	.19	.59	.25	1.70 ⁺
FeO	2.77		1.74	1.59	.88	
MgO	.43	.12	.17	.14	.10	.11
CaO	1.39	.81	.94	.88	.54	.83
Na ₂ O	3.17	3.07	3.09	3.08	2.95	3.26
K ₂ O	5.35	5.77	4.63	4.57	4.53	5.27
MnO	.04	.04	.04	.04	.04	.02
TiO ₂	.38	.25	.16	.21	.11	.03
P ₂ O ₅	.14	.13	.07	.04	.03	.06
H ₂ O	.65	1.46	.86	.44	.98	1.07
<u>Norma C.I.P.W</u>						
Q	24.70	29.18	35.01	35.45	40.23	36.87
Or	31.62	34.10	27.36	27.01	26.77	31.14
Ab	26.82	25.98	26.15	26.06	24.96	27.59
An	5.98	3.17	4.21	4.10	2.48	3.73
Hy	6.49	3.50	3.74	3.97	2.16	3.07
Il	.72	.47	.30	.40	.21	.06
Ap	.31	.30	.16	.09	.07	.14
C	2.64	1.42	1.87	2.39	2.14	.93
IA	1.17	1.09	1.14	1.20	1.19	1.06
ID	83.14	89.26	88.52	88.52	91.96	95.60
Li	129		141	105	133	
Rb	340		335	286	372	
Sr	126		67	72	32	
Ba	846		415	750	33	
K Rb	131		115	133	101	

+ Fe como hierro total

* Muestras propias del Proyecto. Resto, proceden del Plan Magna.

FACIES D

Hoja	184	152	184	151
Muestra	AC-191*	AC-306*	AH-19	AC-193*
SiO ₂	68.32	68.45	66.48	68.57
Al ₂ O ₃	14.85	15.88	15.53	14.91
Fe ₂ O ₃	.56	.68	4.18 ⁺	.54
FeO	2.87	2.19		2.88
MgO	1.29	1.00	1.57	1.19
CaO	2.67	2.18	2.78	2.38
Na ₂ O	3.07	3.17	3.12	3.18
K ₂ O	4.26	4.36	4.08	4.37
MnO	.05	.05	.04	.06
TiO ₂	.71	.57	.97	.62
P ₂ O ₅	.18	.17	.18	.14
H ₂ O	.99	1.09	1.00	.70
	<u>Norma C.I.P.W.</u>			
Q	24.69	25.68	22.48	24.47
Or	25.18	25.77	24.11	25.83
Ab	25.98	26.82	26.40	26.91
An	12.07	9.71	12.62	10.89
Hy	8.32	6.78	9.29	8.22
Il	1.35	1.08	1.84	1.18
Ap	.42	.39	.42	.32
C	.76	2.39	1.36	.96
IA	1.02	1.14	1.06	1.04
ID	75.85	78.28	72.99	77.21
Li	127	124		88
Rb	305	294		327
Sr	250	215		130
Ba	803	750		654
K Rb	116	123		111

+ Fe como hierro total.

* Muestras propias del Proyecto. Resto, proceden del Plan Magna.

TABLA IV (Cont.)

FACIES E

Hoja	152	151	184	152
Muestra	AC-290*	AC-123*	AC-197*	FS-256
SiO ₂	72.17	72.36	73.65	73.85
Al ₂ O ₃	14.43	15.06	13.93	14.56
Fe ₂ O ₃	.45	.35	.44	.64
FeO	1.55	1.32	1.00	.78
MgO	.63	.48	.42	.15
CaO	1.44	1.41	1.09	.88
Na ₂ O	3.30	3.22	3.09	2.99
K ₂ O	4.85	4.72	4.78	4.93
MnO	.04	.04	.05	.03
TiO ₂	.32	.23	.21	.23
P ₂ O ₅	.10	.09	.09	.03
H ₂ O	.40	.70	1.00	1.29
<u>Norma C.I.P.W.</u>				
Q	29.24	30.86	33.63	34.58
Or	28.66	27.89	28.25	29.14
Ab	27.92	27.25	26.15	25.30
An	6.49	6.41	4.82	4.17
Hy	4.70	3.88	3.34	2.53
Il	.61	.44	.40	.44
Ap	.23	.21	.21	.07
C	1.37	2.31	1.91	2.78
IA	1.09	1.16	1.14	1.23
ID	85.83	86.00	88.02	89.02
Li	98	98	107	108
Rb	351	299	356	310
Sr	141	126	136	37
Ba	702	631	559	355
K/Rb	115	131	112	132

*Muestras propias del Proyecto. Resto, proceden del Plan Magna

DIQUE ANULAR

Hoja	152	152
Muestra	AC-493*	AC-391*
SiO ₂	71.19	73.47
Al ₂ O ₃	14.83	14.29
Fe ₂ O ₃	1.19	.64
FeO	.99	1.13
MgO	.64	.37
CaO	1.58	1.02
Na ₂ O	3.26	3.67
K ₂ O	4.55	4.29
MnO	.04	.04
TiO ₂	.38	.21
P ₂ O ₅	.14	.09
H ₂ O	1.09	.67

Norma C. I. P. W.

Q	29.40	31.92
Qr	26.89	25.35
Ab	27.59	31.06
An	6.92	4.47
Hy	4.82	3.77
Il	.72	.40
Ap	.32	.21
C	2.00	1.97

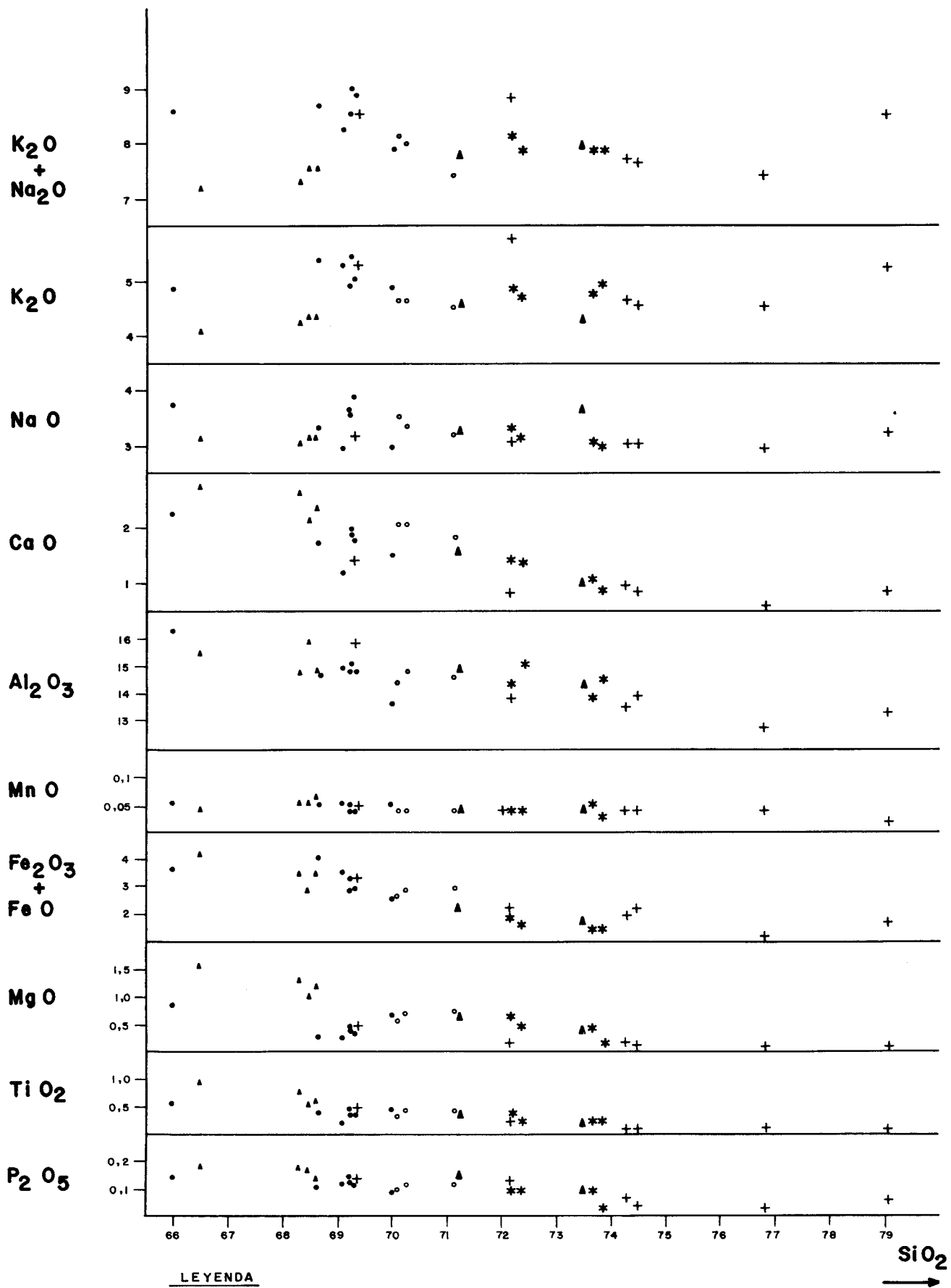
IA	1.13	1.14
ID	83.87	88.33

Li	180	69
Rb	321	324
Sr	161	96
Ba	511	463

K/Rb	118	110
------	-----	-----

* Muestras propias del Proyecto.

M. DE CALDAS DE REYES

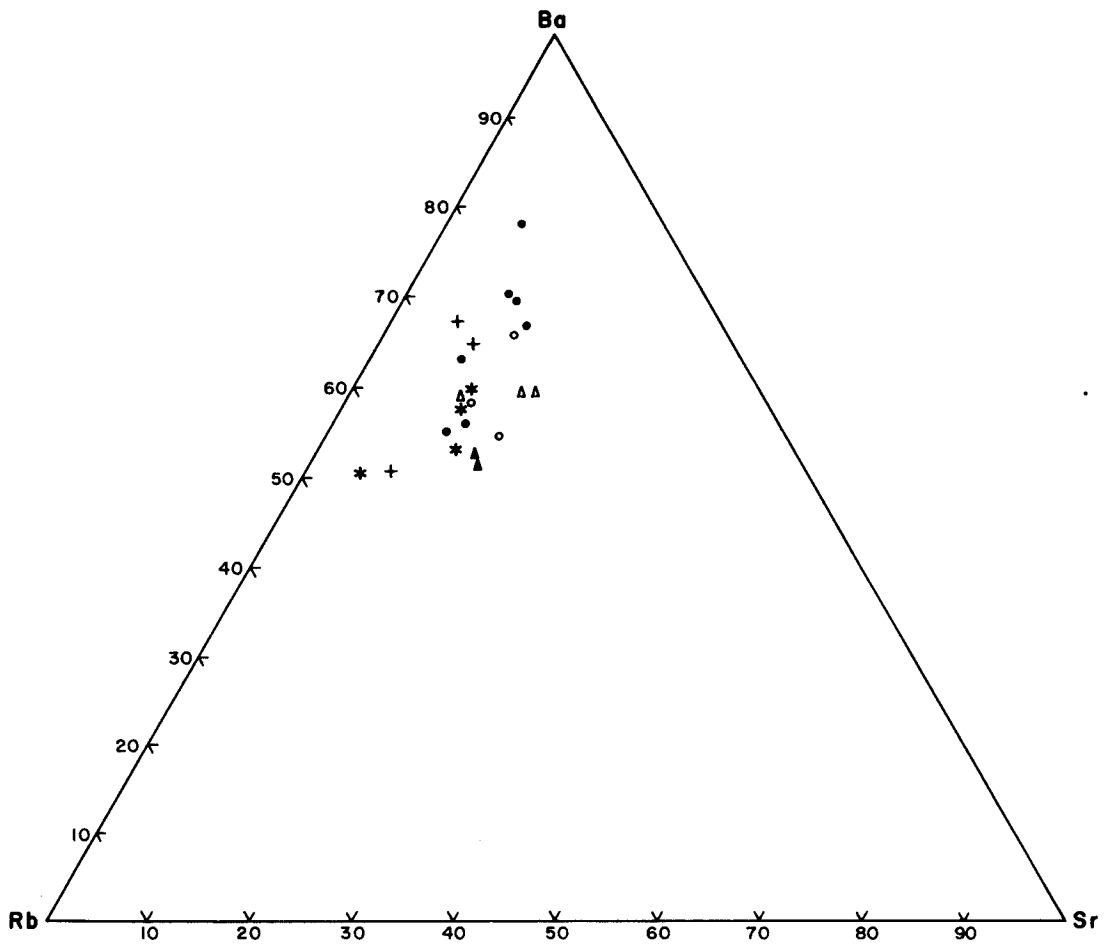


LEYENDA

- FACIES A
- FACIES B
- + FACIES C
- ▲ FACIES D
- * FACIES E
- ▲ DIQUE ANULAR

SiO₂ →

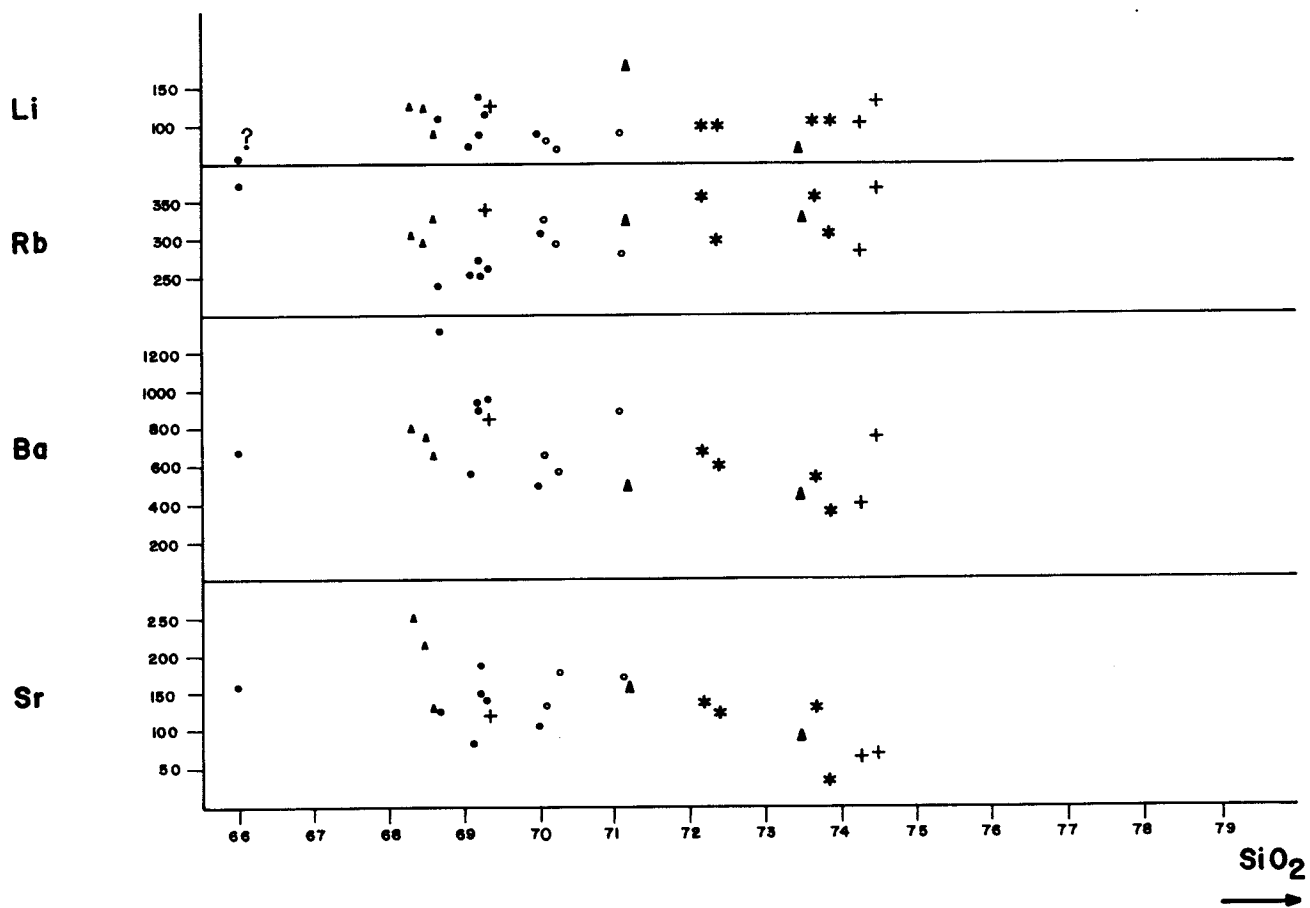
M. CALDAS DE REYES



SIMBOLOS

- FACIES A
- FACIES B
- + FACIES C
- Δ FACIES D
- * FACIES E
- ▲ DIQUE ANULAR

M. DE CALDAS DE REYES



LEYENDA

- FACIES A
- FACIES B
- + FACIES C
- ▲ FACIES D
- * FACIES E
- ▲ DIQUE ANULAR

6.- BIBLIOGRAFIA.

6.- BIBLIOGRAFIA.

- ARIESEN, F.H. 1974. Een Onderzoek naar de petrologische en structurele kenmerken van een deel van het Barbanza Schiereiland. Tesis de licenciatura 82 p.
- ARPS, C.E.S., 1970. Petrology of a part of the western galician between the Rio Jallas and The Ria de Arosa (NW. Spain). With emphasis on zircon investigations. Leid. Geol. Meded. 43:57-145.
- BARRERA, J.L., BELLIDO, F. y KLEIN, E., 1985. Contact metamorphism in synkinematic two-mica granites produced by younger granitic intrusions, Galicia, N.W. Spain. Geologie en Mijnbouw: 64, 413-422.
- CAPDEVILA, R. 1969. Le metamorphisme Regional progressif et les granites dans le segment Hercynian de Galicie Nord Orientale (NW. de La - Espagne) 430 p. These.
- CAPDEVILA, R., FLOOR, P. 1970. Les diferentes types de granites hercyniens et leur distribution dans le NW. de Espagne. Bol. Geol. y Min. T; LXXXI-II-III. pp. 215-225.
- CAPDEVILA, R., CORRETGE, L.G. y FLOOR, P. 1973. Les granitoides varisques de la Meseta Iberique B.S.D.F. (7) XV n° 3-4 pp. -- 209-228.
- CARLE, W. 1943. Resultado de investigaciones geológicas en las formaciones antiguas de galicia C.S.I.C. Inst. Lucas Mallada. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España V. pp. 61-90.

- CHAYES, F. 1955. Potash feldspar as a by-product of the biotite chlorite --- transformation J. Geol. U.S.A. 63 pp. 75-82.
- CHAYES, F. 1956. Petrographic Modal Analysis. John Wiley & Son, New York. 113 p.
- CORRETGE, L.G. y MARTINEZ F.J. 1975. Albitización y sodificación en granitos hercínicos españoles. Studia Geologica 9, pp. 115-141.
- CORRETGE, L.G. y MARTINEZ F.J., BEA, F. y SUAREZ, O., 1985. Las características geoquímicas del batólito de Cabeza de Araya, (Cáceres, - España); implicaciones petrogénicas. Trabajos de geología Univ. de Oviedo, 15, 219, 238.
- COTTARD, F., 1979. Petrologie Structurale et Metallogenie du complexe granitique de Lovios-Geres. Le modele de mise en place de la mine - de Las Sombras (Sn-W-Mo-Bi) (Sud Galice - Espagne). Tesis - Doctoral 226 p.
- COUTURIE, J.P. 1977. Le massif granitique de La Margueride. (Massif Central -- Français). Tesis Doctoral. An Sc N° 62 Geologie Mineralogie 29° facicule. Univ. Clermont 319 p.
- FLOOR P., 1966. Petrology of an Aegirine-Fiebeckite gneis-bearing part of the - Hercynian Massif: The Galiñero and Surrounding Areas Vigo -- Spain. Leid Geol. Meded. Vol. XXXVI pp. 1-204.
- FLOOR P., KISCH, H.J., OEN ING SOEN, 1970. Essai de correlation de quelques granites hercyniens de la Galice et du Nord du Portugal. Bol. Geol. Min. T: LXXXI-II-III. pp. 242-244.
- GALAN, G. 1984. Las rocas graníticas del sector norte del Macizo de Vivero --- (Lugo. NO. de España). Tesis Doctoral. Univ. de Oviedo 351 - p.

- IGLESIAS, M & CHOUKROUNE, P., 1980. Shear zones in the Iberian Arc. J. Struct. Geol. 2 pp. 63-68.
- I.G.M.E. 1970. Mapa Geológico de España y Portugal E. 1:400.000.
- I.G.M.E. 1971. Mapa Geológico Nacional E. 1:200.000.
- I.G.M.E. 1981. Mapa Geológico Nacional E. 1:50.000 Hoja nº 151.
- I.G.M.E. 1982. Mapa Geológico Nacional E. 1:50.000 Hoja nº 152.
- I.G.M.E. 1981. Mapa Geológico Nacional E. 1:50.000 Hoja nº 184.
- I.G.M.E. 1981. Mapa Geológico Nacional E. 1:50.000 Hoja nº 185.
- I.G.M.E. 1985. Mapa Geológico de España E. 1:200.000 Hoja nº 16-26.
- JUNG J. & BROUSSE R., 1959. Clasificación modal de las rocas eruptivas. Masson. Paris. 122 p:
- LAMEYRE, J., 1975. Roches et Mineraux. Vol. 2: Les formations. Doin Ed. París.
- LAMEYRE, J. & BOWDEN, P. 1982. Plutonic rock series. Discrimination of various granitoid series and related rocks. J. of Vol. and Geoth. Res. 14 pp: 169-186.
- OEN, I.S., 1970. Granite intrusions, folding and metamorphism in Central Portugal. Bol. Geol. Min. 81 (2-3). pp: 271-298.
- ORTEGA, E. & GIL IBARGUCHI, I., 1983. La Unidad Malpica-Tuy ("Complejo Anti---guo" - Fosa Blastomilonítica"). Libro Jubilar J.M. Rios. -- Publ. I.G.M.E. pp. 430-440.
- PARGA PONDAL, I., 1935. Ensayo de clasificación cronológica de los granitos gallegos. Soc. Esp. de Hist. Nat. (Reseñas Científicas). Extracto de conferencia leída en Porto. pp. 27-34.

- PARGA PONDAL, I., 1956. Nota explicativa del Mapa Geológico de la parte NO. de la provincia de La Coruña. Leid. Geol. Med., 21, pp: 468-484
- PARGA PONDAL, I., SCHOON & INSIGER, 1956. In Ref. Anterior.
- PARGA PONDAL, I., 1963. Mapa Petrológico Estructural de Galicia. I.G.M.E.
- PARGA PONDAL, I., 1967. Carte géologique du nor-ouest de la Péninsule Iberique E: 1:500.000. Publie par les Services Géologiques de Portugal.
- PARGA PEINADOR, J.R., VEGAS, R., & MARCOS, A., 1982. Mapa Geológico del Macizo Hespérico E. 1:500.000. Publicacions da area de Xeoloxia e Minería do Seminario de Estudos Galegos. Sada (A Coruña). pp. 1-19. 2 mapas.
- PITCHER, W.S. & BERGER, A.R., 1972. The Geology of Donegal. A Study of granite emplacement and unroofing. Wiley Interscience. New York.
- SPRY, A. 1969. Metamorphic textures. Pergamon Press. 350 p.
- SCTRECKEISEN, A.L. 1967. Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. N. Sb. Miner. Abh. 107, 2 und. 3, pp., 144-240.
- TEX, E. DEN. 1966. Aperçu pétrologique et structural de la Galice cristalline.- Leid. Geol. Meded. Vol. XXXVI., pp. 1-204.
- TURENKIAN, K.K. & WEDEPOHL, K.H., 1961. Distribution of the elements in some - Major units of the earth's. Geol. Soc. of Amer. Bull. 72 pp. 175-192.

ANEXO: Relación de las muestras situadas en el mapa.

RELACION DE LAS MUESTRAS SITUADAS EN EL MAPA

I. Facies granítica porfídica

- Hoja 152: 67, 68, 69, 70, 71, 72, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, -
85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 124, 140, 141.
AC - 377, AC - 416, AC - 430.

II. Facies granítica externa

- Hoja 152: 1, 5, 13, 25, 26, 27, 38, 52, 53, 54, 66, 73, 74, 96, 97, 98,
99, 100, 107, 117, 126, 128, 244, 245, 246.
AC - 359, AC - 361, AC - 472.
- Hoja 184: 1, 3, 4, 5.
- Hoja 185: AC - 405.

III. Facies granítica externa leucocráta

- Hoja 151: 1, 2, 25, 27, 30, 31, 1012, 1015, 1017, 1019, 1030, 1079, -
AC - 528, AC - 537, AC - 541.
- Hoja 184: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 24, 25, 26, 28.
AC - 267.

IV. Facies granítica central biotítica

- Hoja 151: AC - 133.
- Hoja 152: 129, 259.
- Hoja 184: 19, 20.
AC - 191.

V. Facies granítica central biotítico-moscovítica

- Hoja 151: AC - 123.
- Hoja 152: 253, 254, 255, 257.
AC - 290.
- Hoja 184: AC - 197.

VI. Dique granítico "anular"

- Hoja 152: AC - 391, AC - 493.

VII. Enclaves diversos

- Hoja 151: 32, 1011.
- Hoja 152. 2, 3, 4, 6, 51, 65, 113, 114, 115, 249, 281, 283, 284, 285.

VIII. Rocas encajantes diversas

- Hoja 151: 1070, 1080, 1084.

- Hoja 152: 140, 193, 243.

- Hoja 184: 22, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39.

IX. Muestras que faltan

- Hoja 151: 24, 26, 1010, 1013, 1014, 1016, 1018, 1072, 1076, 1077, 1078,
1098, 1099, 1100, 1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1106, 1107, -
1108, 1109, 1110.

- Hoja 152: 116, 250, 256, 280, 282.

MACIZO DE CALDAS DE REYES

Proyecto: "ESTUDIO Y CARACTERIZACION PETROLOGICA Y GEOQUIMICA DE LAS ROCAS GRANITICAS DE LA ZONA SUROCCIDENTAL DE GALICIA (1ª FASE)"

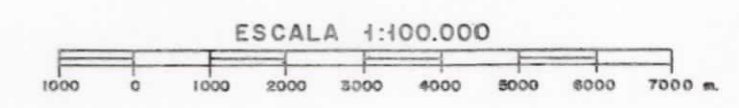


LEYENDA

- Facies porfidica: Granito inequigranular con biotita y fenoocristales de FK
- Facies externa: Granito equigranular grano grueso con anfibol y biotita
- Facies externa leucoeratico: Granito con biotita y moscovita
- Facies central: Granito grano medio con biotita y fenoocristales de FK dispersos
- Facies central: Granito grano medio con biotita y moscovita

SIMBOLOS

- | | |
|--|--|
| Contacto intrusivo | Muestras propias del Proyecto |
| Contacto gradual | Muestras procedentes del Plan Magna |
| Contacto intrusivo supuesto | Situación de las muestras analizadas geoquímicamente |
| Contacto discordante. Límite de recubrimientos terciarios y cuaternarios | Carreteras |
| Fallas | Rios |
| Fallas supuestas | Poblaciones |
| Dique granítico anular | Curvas de nivel |



Operadora: GEOPRIN, S.A.
 Autor: CUESTA, A (Univ. de Oviedo)
 Dibujado: AGUILAR, J.
 Dirección y Supervisión del I.G.M.E.: RODRIGUEZ FERNANDEZ L.R.
 Año: 1986

