

PEGMATITAS ESPAÑOLAS CON BERILO Y OTRAS SIMILARES DE MINAS GERAIS (BRASIL) ⁽¹⁾

O. J. MARENSI DE MOURA (*).

J. GARCIA GUINEA ()**.

(*) Metasis de Minas Gerais S/A y CNP — Belo Horizonte (Brasil).

(**) Instituto de Geología, C.S.I.C. Madrid.

RESUMEN

Las pegmatitas con berilo de España están relacionadas con las unidades estructurales Centro Ibérica y Ossa-Morena. Con el estudio de la geología regional, las relaciones pegmatitas-encajantes y la clasificación de los cuerpos, se plantea la separación de estos en «distritos» pegmatíticos: Pontevedra (el encajante es el granito de dos micas); Goian-Bayona (encajados en esquistos estaurolíticos-andalucíticos); Sierra de Jurés, Orense (encajados en granodioritas); Sierra de Guadarrama, Madrid (encajados en gneises); Sierra Albarrama, Córdoba (encajados en granodioritas y esquistos).

Los berilos en las pegmatitas españolas están asociados a las zonas intermedias, con microclina-pertita, cuarzo y moscovita, o a fases metasomáticas, como las de Pereña-Peña.

Las paragénesis presentadas por las pegmatitas españolas son similares a las productoras de berilo de Minas Gerais, pero éstas están más evolucionadas y son más ricas en metales raros.

Pegmatites espagnoles avec du béril et autres pegmatites semblables des Mines Gerais (Brésil)

En Espagne, les pegmatites avec béril sont en rapport avec les unités structurales Centro Ibérica et Ossa-Morena.

D'après l'étude réalisée sur la géologie régionale, sur les relations pegmatites-encastants et la classification des corps, on expose la séparation de ceux-ci en «quartiers» pegmatitiques: Pontevedra (l'encastant c'est le granit de deux micas); Goian-Bayona (encastés en schistes staurolitiques-andalousitiques); Sierra de Jurés, Orense (encastés en granodiorites); Sierra de Guadarrama, Madrid (encastés en gneiss); Sierra Albarrama, Córdoba (encastés en quartz hyalin et en schistes) et, finalement, Pereña-Peña, Salamanca (encastés en granodiorites et schistes).

Dans le cas des pegmatites espagnoles, les bérils sont associés, bien aux zones intermédiaires, avec microclina-pertite, quartz et moscovite, bien aux phases métasomatiques, comme celles de Pereña-Peña.

Les paragenèses présentées par les pegmatites espagnoles sont semblables à celles qui produisent le béril des Mines Gerais, mais celles-ci se trouvent plus évoluées et sont plus riches en métaux bizarres.

Spanish pegmatites containing beryl and similar ones from Minas Gerais (Brasil)

The Spanish beryl-bearing pegmatites are related to Centro Iberica and Ossa-Morena structural units. By mean of the study of regional geology, relationships pegmatites-host rocks and classification of the bodies, it was done an attempt of separation in «pegmatitic districts» as follows:

Pontevedra: pegmatites emplaced in a two mica granit; Goian-Bayona: pegmatites emplaced in staurolite-andalousite schists; Sierra de Jures, Orense: in granodiorites; Sierra de Guadarrama, Madrid: in gneisses; Sierra Albarrama, Córdoba: in quartzites and schists; Pereña-Peña, Salamanca: in granodiorites and schists.

The beryls of the Spanish pegmatites occur in the intermediate zones, associated with microcline-pertite, quartz and muscovite, or in metasomatitic phases, as those of the Pereña-Peña district.

The pegmatitic parageneses of the Spanish pegmatites are similar to those of the beryl-bearing pegmatites from Minas Gerais (Brazil). However, the last ones have zones with evidences of higher degree of evolution of the pegmatitic processes and are richer in rare-metals than the Spanish pegmatites.

Spanische Berilpegmatiten und ähnliche aus Minas Gerais (Brasilien).

Die spanischen Berilpegmatiten sind mit den Struktureinheiten von Centro Iberica und Ossa-Morena verbunden. Mit dem Studium von der regionalen Geologie, die Pegmatiteneinschlüsse und die Einteilung von Körpern, werden verschiedene pegmatitische Bezirke unterschieden, wie folgt: Pontevedra, Pegmatiten in Granit mit zwei Glimmereingeschlossen; Goian-Bayona, Pegmatiten in staurolitsche-andalousitischen Schisten eingeschlossen; Sierra de Jurés, Orense, in Granodioriten; Sierra Guadarrama, Madrid, in Gneisses; Sierra Albarrama, Córdoba, in Quarziten und Schisten, und Pereña-Peña, Salamanca in Granodioriten und Schisten.

Die Berilen der Spanischen Pegmatiten sind in mettlernen Zonen mit mikrokliner Pertit, Quarz und Moskovit, oder metasomatischen Phasen, wie die von Pereña-Peña verbunden.

Die vorgestellte Paragenese für die spanischen Pegmatiten ist ähnlich wie die für die Berilen von Minas Gerais, aber diese sind besser entwickelt und sind reicher in seltenen Metallen.

(¹) Original recibido el 19 de enero de 1984.

1. INTRODUCCION

La existencia de pegmatitas con berilos en España es conocida desde hace mucho tiempo, por ejemplo, Calderón (1), en 1910; Sobrino Buhigas (2), en 1916; Fernández Navarro (3), en 1920; Carbonell (4), en 1941, etc.

Recientemente han sido objeto de trabajos específicos, por ejemplo, las pegmatitas de Cabo de Creus por Carreras et al. (5); las pegmatitas del Cabril por Garrote et al. (6), en 1980; las pegmatitas del Cerro de San Pedro por González del Tánago y Bellido (7), en 1983; etc., y se han descrito sus berilos, García Guinea (8 y 9), en 1980-81.

También son interesantes algunos trabajos de petrología de otros materiales donde se describen pegmatitas de forma accesoria, San Miguel de la Cámara (10) y García de Figuerola y Franco (11).

La comparación de pegmatitas españolas con berilo con otras similares de Minas Gerais resulta especialmente interesante teniendo en cuenta que las pegmatitas brasileñas son las mayores productoras de berilo del mundo y muestran gran abundancia de tipos genéticos perfectamente desarrollados.

Los trabajos de Fanton et al. (12), Arioli et al (13) e Issa et al. (14) exponen los resultados del catastro y des-

cripción de las principales pegmatitas productoras de Minas Gerais y facilitan estas comparaciones.

Estos autores han establecido una sistemática de estudio a partir de los trabajos de Ginsburg (en Jahns, 15), Fersman (16), Cameron (17), Jahns (15), Solodov (18) y Ginsburg (19).

Esta metodología de estudio, considera los siguientes aspectos:

- Geología regional de las rocas encajantes en las pegmatitas.
- Relación encajantes-pegmatitas.
- pegmatitas:
 - Forma y tamaño.
 - Estructura interna (zonalidad, textura, mineralogía, bolsadas de sustitución y fracturación).
 - Clasificación.
 - Interés económico.

A partir de los trabajos de García Guinea (8 y 9) sobre berilos españoles y de la aplicación de esta metodología de estudio se puede decir que las áreas españolas con mejores perspectivas para pegmatitas con berilo son las siguientes (figura 1).



Figura 1.

1. Alrededoras de Pontevedra capital (venas decimétricas y métricas de pegmatitas en granito de dos micas).
2. Goián (Pontevedra) (inyecciones sincinemáticas en esquistos estaurolítico-andalucíticos).
3. Sierra de Jurés (Orense) (venas de segregación centimétricas en granito de dos micas).
4. Peña-Pereña (Salamanca) (pegmatitas de tamaño medio discordantes en granodiorita).
5. Sierra de Guadarrama (Madrid) (pegmatitas métricas hidrotermalizadas en geneses).
6. Sierra Albarrana (Córdoba) (pegmatitas hectométricas tectonizadas y discordantes en esquistos y cuarcitas).

2. AREAS PEGMATITICAS

Para la definición de estas áreas se ha considerado que se trata de diferentes tipos de pegmatitas con distintos materiales, aunque en los tres primeros casos se trate de áreas próximas.

Considerando que en estas áreas el número de cuerpos pegmatíticos es bastante alto, se hace una descripción general y representativa, mencionándose las posibles anomalías que pudieran presentarse.

2.1. Alrededores de Pontevedra Capital

El encuadre geológico regional es de rocas graníticas con predominio de los granitos de dos micas, con textura granuda en grano grueso y sin orientación. Presenta zonas de gneises con foliación NS.

Las pegmatitas están encajadas, fundamentalmente, en el granito de dos micas, rellenando fracturas o como venas de diferenciación.

Se trata de pegmatitas tabulares con espesores inferiores a 1 m. y bolsadas con 2-3 m.

Son cuerpos diferenciados pobremente zonados. En general, apenas presentan la parte central con textura de grano más grueso. La mineralogía suele ser sencilla, tienen feldespato (microclina pertita y ortoclasa), cuarzo y mica. En la mayoría de los puntos observados, la mica predominante es la biotita. Como accesorios, algunas pegmatitas presenta berilo, chorlo y granate.

Un ejemplo de estos tipos se puede ver en la cantera de granito situada en la carretera Pontevedra a Grove, en el cruce de San Vicente do Grove. Se trata de una bolsa pegmatítica de 2,5 m de dimensión mayor, de forma ovalada (figura 2).

Muestra un contacto gradacional y presenta una zoneografía pegmatítica típica. La zona de pared tiene textura fina a media y está formada por plagioclasa, cuarzo y biotita, la zona intermedia tiene textura media a grosera (hasta 20 cm.) y está formada por feldespatos grácicos con cuarzo y biotita.

En el núcleo existen grandes cristales de microclina pertitzada y cuarzo lechoso. En esta zona existen pequeñas venas de alteración hidrotermal y vesículas rellenas de pirita. No se observa berilo en esta bolsada. Sin embargo, en muchos otros casos, sí que presentan berilo, se ha citado en las localidades de Marín, Arcade, Salcedo, Viascón, etc.

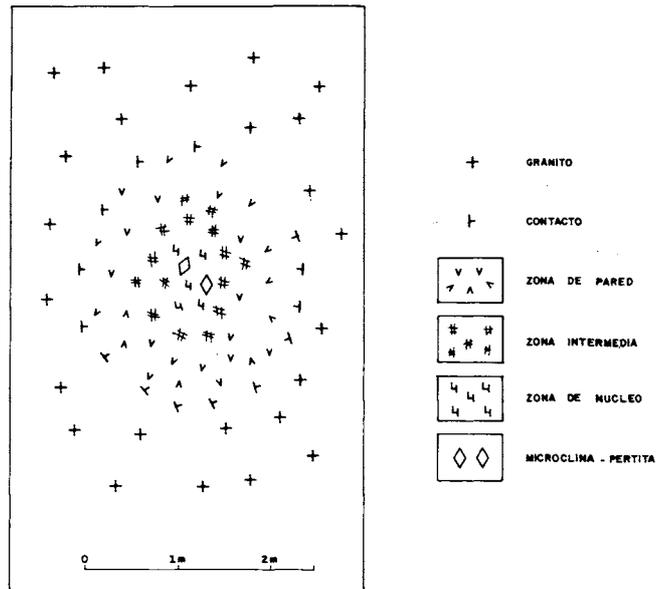


Figura 2.

Estas pegmatitas son del tipo «cerámico» de Solodov (18) y pueden presentar pequeñas cantidades de berilos con tamaños, en general, inferiores a los 10 cm. Como caso típico de esta familia de pegmatitas se puede citar la pegmatita con ejemplares de berilo de 7 cm. de la cantera de áridos de granito de paredes, Villaboa.

2.2. Goián, Pontevedra

La banda del complejo metamórfico Monteferro-El Rosal está formada por gneises y esquistos cuyas estructuras principales siguen directrices NS y separa los granitos de dos micas con textura orientada de los granitos adamellíticos. Abril Hurtado (20). Las rocas afectadas por un metamorfismo de grado medio (con asociaciones mineralógicas que incluyen) frecuentemente cuarzo, biotita, estaurolita, andalucita y granate).

Las pegmatitas son concordantes con la esquistosidad principal y están dispuestas de forma paralela, también NS y mostrando siempre una intensa deformación.

Se trata de cuerpos tabulares con espesores de 1 a 3 metros. Son pegmatitas diferenciadas y no zonadas. La mineralogía es simple, está constituida por microclina, cuarzo y moscovita. Como accesorio, presenta turmalina chorlo, granate y algunos cristales de berilo. El berilo tiene color blanco, es alotriomorfo y no pasa de los 3 cm.

Estas pegmatitas muestran corrosiones hidrotermales. Los feldespatos sufrieron ataques pero no presentan texturas de sustitución.

La milonitización y fuerte fracturación de estas pegmatitas muestra que han sido sometidas a un intenso grado de tectonización.

En la sierra de Argallo, existen cuerpos pegmatíticos paralelos continuos de más de 300 m., afloran formando crestas más competentes que sobresalen en la topografía.

Son del tipo «cerámico» y no presentan interés para la producción de berilio ni otros minerales. Lo que puede presentar interés es la andalucita asociada a las venas de segregación adyacentes a estas pegmatitas (figura 3).

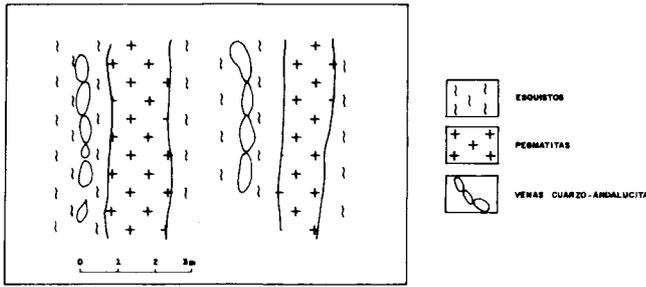


Figura 3.

2.3. Sierra de Jures (Lovios, Orense)

La Sierra de Jurés está formada por el complejo granítico de Lovios Gerés (21) donde se pueden distinguir varios tipos de granitos sensu lato: el granito porfiroide de Gerés, el granito biotítico de Lovios, el granito de dos micas de Ilha y el grano fino de Carris (figura 4).

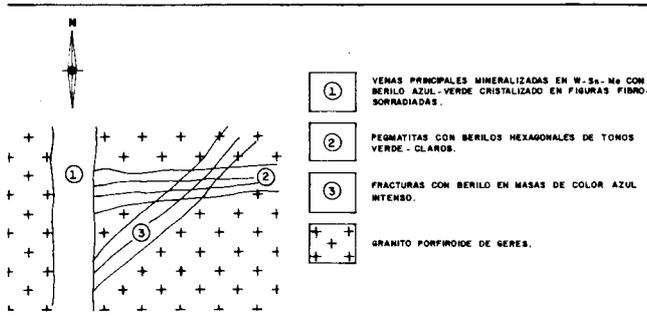


Figura 4.

Las pegmatitas consideradas se localizan en el granito porfiroide de Gerés. La aparición de berilo está ligada a tres episodios tectónicos diferenciados. El primero, citado por Cottard (21) está asociado con las principales venas mineralizadas de dirección NS. Esta aparición de berilio no pudo ser confirmada en este trabajo. El segundo tipo de aparición está asociado a la fracturación EW, presenta potencias variables siendo más frecuentes las de unos 10 cm., son pegmatitas diferenciadas no zonadas. Los berilos son hexagonales de color verde, zonados y llegando a tener los 5 cm. Aparecen incluidos en microclina, cuarzo ahumado y moscovita. Ocasionalmente tienen topacio y casiterita.

El tercer tipo de yacimiento está relacionado con la fracturación N70B subvertical no continua. En algunos puntos, asociado a esta fracturación aparece berilo en masas de color azul o azul verdoso directamente en contacto con el granito.

Estos berilos presentan la interesante cualidad de tener un acentuado color azul con zonaciones verdosas. De acuerdo con García Guinea (8) presentan un 0,2% de V₂O₅, lo que junto con el hierro pudieran ser los causantes de estas vistosas coloraciones azules.

Posiblemente, el tercer tipo es removilización de otro anterior, ya que no presenta prismas y se observa que se aprovecha una zona de alivio para depositarse una solución silicatada tardía.

2.4. Peña-Pereña (Salamanca)

La roca regional encajante es una granodiorita con términos tonalíticos. Presenta escasa orientación deformativa y tiene una textura fanerítica granuda. Es fuertemente biotítica y presenta abundantes circones y apatitos a nivel de accesorios.

La pegmatita considerada (mina PuenteMocha) es una bolsa de diferenciación dentro de la granodiorita, ya que presenta contactos gradacionales en todas las direcciones. La parte superior se muestra verticalizada mientras que en zonas más profundas está horizontal. Los trabajos de extracción de minerales están paralizados y el corte no permite observar la parte inferior del cuerpo pegmatítico (Fig. 5).

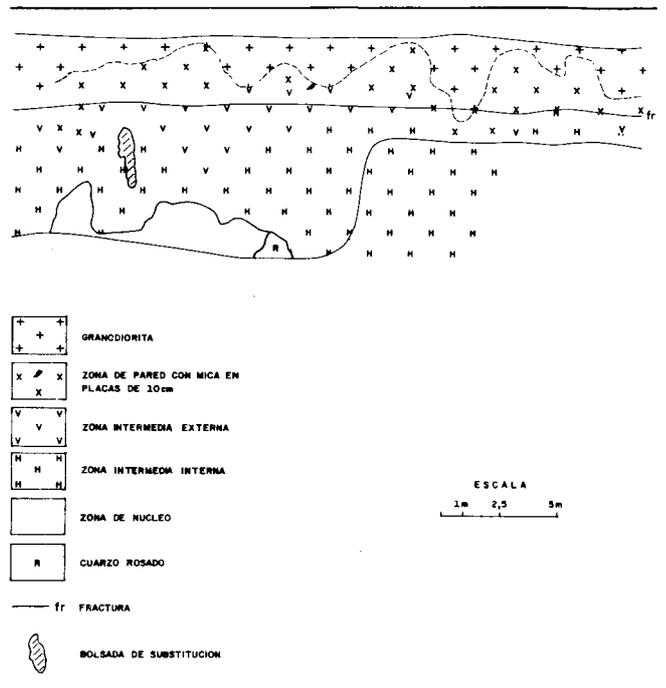


Figura 5.

Se trata de una pegmatita de tamaño medio de forma irregular, diferenciada y zonada. Las zonas son algo difusas pudiéndose individualizar las siguientes: pared, intermedia externa, intermedia interna y núcleo.

El contacto es irregular y gradacional no conformando una zona típica. La granodiorita con textura granuda con feldespato, cuarzo y biotita pasa a una textura más grosera con disminución de biotita y predominio de moscovita. Los feldespatos pasan a ser más claros y de mayor tamaño.

La zona de pared que está en contacto con la granodiorita es bastante irregular y extensa, variando de 1 a 2,5 m. La composición es feldespato, cuarzo moscovita, granate y turmalina chorlo. En esta zona aparecen enclaves de las rocas encajantes de las granodioritas, se trata de masas de clorita probablemente procedentes de metapelitas. Estos xenolitos no están orientados y tienen tamaños entre 0,5 y 1,5 metros, presentan formas angulosas y parecen fosilizar estructuras plegadas, lo que sugeriría un posible origen a partir de las metapelitas regionales.

La zona intermedia externa está envuelta por la zona de pared y envuelve a la zona intermedia interna, tiene textura grosera y está caracterizada por la presencia de texturas gráficas.

En esta zona, aparecen dendritas de pirolusita en las fisuras de los feldespatos.

La zona intermedia interna está definida por una textura muy grosera y tiene 3 m. de potencia aproximadamente y por el predominio de la microclino-perita. Esta zona presenta bolsadas de sustitución de microclina por moscovita, cuarzo y algo de albita y envuelve a la zona de núcleo que está formada por cuarzo lechoso y rosa en cristales de gran tamaño (más de 50 cm.).

Las zonas de interés económico son las intermedias y de núcleo. Las primeras para producción de feldespato y berilo y la última para cuarzo.

Los berilos de estas zonas intermedias no muestran orientaciones ni distribuciones preferenciales. Aparecen en cristales prismáticos hexagonales desde pocos centímetros hasta los 50 cm. Sus tamaños aumentan con la proximidad al núcleo. Siempre está asociado a microclino-perita, cuarzo ceniciento y algunas láminas de moscovita.

En la zona intermedia interna aparecen pequeñas bolsas de fosfatos y sulfuros normalmente asociadas a enclaves cloríticos de carácter xenolítico, procedentes de los esquistos próximos. Las fracturas están horizontalizadas y no son continuas, están rellenas por moscovitas imbricadas, feldespatos alterados a kanditas y cuarzo.

En la parte superior existe una fractura, también horizontalizada y que afecta a las zonas de pared e intermedias, que evidencia perfectamente las fases pneumatólicas e hidrotermales que posteriormente afectaron al cuerpo pegmático. Esta fractura, como las anteriores, aparece rellena de mica, cuarzo y feldespatos caolinizados. Está asociada a una bolsa de sustitución típica, donde además de los minerales típicos de la fractura, aparecen cuarzos prismáticos, moscovita con hábitos pseudo-hexagonal, feldespatos de caras idiomorfas y berilo. Como minerales de alteración, Guinea (8 y 9) indica que aparecen metahalloysita, paragonita y bertrandita.

Los berilos que aparecen en estas bolsas de sustitución son transparentes, de color verde pálido, de hasta 15 cm. y con corrosiones debidas a ataques de fluidos hidrotermales como puede deducirse por el tipo de corrosión y por los minerales de alteración asociados. Por no tener fracturas son perfectamente aptos para usos gemológicos.

Estas pegmatitas son del tipo microlina de acuerdo con Solodov (18).

El interés económico de las pegmatitas de esta área, está ligado a la producción de feldespato para cerámica y como subproductos, cuarzo, berilio y moscovita. Por el desmonte de aproximadamente 7.000 metros cúbicos de pegmatita se recuperaron cinco toneladas de berilo, lo que puede equivaler 0,028% de berilo respecto del total.

2.5. Sierra de Guadarrama (Madrid)

Las rocas encajantes de las pegmatitas de la Sierra de Guadarrama son esquistos, ortogneises; y en menor proporción granitos. Los esquistos son las principales rocas

encajantes, ya que en estas rocas, en general, las pegmatitas aparecen bien desarrolladas llegando incluso a mostrar fases finales bien representadas. En los ortogneises y granitos parecen venas de segregación más que pegmatitas «sensu stricto».

Debido a su relativa abundancia y a su mineralogía centramos nuestra atención en las pegmatitas del área del Cerro de San Pedro, las pegmatitas abundan especialmente en la falda norte del Cerro de San Pedro (Colmenar Viejo). Gracias a diversas calicatas antiguas en pegmatitas se pueden visualizar bastante bien los cuerpos pegmatíticos, observándose que están individualizados. De forma general, se puede decir que estas pegmatitas son bastante similares entre sí.

En la cantera más próxima a la urbanización de los Rancajales, la minería fue más intensa y ha descubierto una pegmatita que podemos considerar como más representativa de la zona, ya que es donde se exponen con más claridad los componentes de las pegmatitas y es donde se hace mejores observaciones.

En general, se trata de pegmatitas tabulares o lenticulares de tamaño variable, pudiéndose encontrar vénulas de pocos centímetros de espesor hasta cuerpos pegmáticos de 15 m.

Estas pegmatitas se pueden clasificar como diferenciadas zonadas. Algunas pegmatitas, sobre todo las de menor potencia, muestran una zonación mal definida y parecen más pegmatitas diferenciadas no zonadas.

Los contactos son unas veces netos y otras graduales, presentando feldespaticación y desarrollo de biotita en el encajante.

La zona de pared es irregular con uno o dos metros de espesor, con textura media con cristales de cuarzo y feldespato en texturas gráficas. La mineralogía es sencilla: plagioclasa-cuarzo-biotita-granate-turmalina. Las biotitas y turmalina están fuertemente cloritizadas.

La zona intermedia está en contacto neto con la de pared y tiene con características principales: cristales mayores que en la zona de pared predominio del feldespato potásico sobre la plagioclasa e intensa fracturación (según N50E; 55NW; N60E; 35 NW; N70E; 80 NW) siendo N50E y N60E las que presentan sustituciones metasomáticas con feldespatos no emplazados por moscovitas y cuarzo. Estas moscovitas aparecen en láminas de hasta 10 cm. de diámetro, de color claro y dispuestas perpendicularmente al contacto. Estos procesos póstumos, muy probablemente de carácter hidrotermal, han formado acumulados de moscovitas en forma de rosetas. En ocasiones estas fisuras acaban en típicas bolsadas de sustitución metasomáticas. En estas fracturas y bolsadas de sustitución, aparecen berilos de hasta 15 cm. de longitud, opacos, fracturados y teñidos de tonos pardo amarillentos por óxidos de hierro, en ocasiones aparecen algo lechosos. En esta zona intermedia aparecen también minerales raros como topacio, triplita, niobita-tantalita, fosfatos de uranio, otros fosfatos como fue puesto de manifiesto por González del Tánago y Bellido (7).

Como novedad particularmente interesante destacamos la presencia de berilos transparentes, incoloros, sin fracturas, y corroídos hidrotermalmente. Se trata de verdaderos ejemplares de calidad-gema, parecidísimos a los de Pereña (8), es decir, berilos de segunda generación relacionados con los procesos hidrotermales que han producido las bolsadas de sustitución.

Las muestras —analizadas por DRX— fueron recogidas independientemente por componentes de una excursión de la Sociedad Española de Mineralogía y por el prestigioso mineralogista de Colmenar Viejo, Martín Fernández.

La zona de núcleo es discontinua y está formada por cuarzo lechoso.

Estas pegmatitas deben clasificarse como del tipo «microclina» con procesos metasomáticos.

2.6. Sierra Albarrana (Córdoba)

De acuerdo con Garrote et. al (6), las rocas regionales son una serie metamórfica con esquistos, gneises, anfibolitas y cuarcitas.

Las pegmatitas de esta área encajan fundamentalmente en cuarcitas esquistos. Las pegmatitas que encajan en cuarcitas son las principales por sus tamaños y por su mineralogía. En general, las pegmatitas son semejantes pero existen pequeñas diferencias como ausencia o presencia de determinados minerales.

La pegmatita «Diéresis», una de las mayores del área del Cabril, quizás la pegmatita más grande de España, no presenta moscovita en la zona de pared mientras que las otras de esta área, sí que la presentan. En esta pegmatita aparecen masas de rutilo y microentrecrecimientos de hematites-ilmenita descritos por Fenoll et al. (22) sin embargo, en la pegmatita «Beta» «aparecen cristales de rutilo de hasta dos centímetros (González del Tánago, en comunicación oral in situ).

Las pegmatitas son de tamaño grande, de 15 a 40 m. de espesor y tienen formas lenticulares. En general, se trata de pegmatitas concordantes, pero los contactos no son regulares y muchas veces por el intenso tectonismo que les afecta parecen discordantes.

Las pegmatitas son todas ellas diferenciadas y en su mayoría están zonadas, como por ejemplo los cuerpos de la «Umbría» y «Diéresis». La pegmatita «Beta» no presenta zonación aparente pudiendo ser clasificada como diferenciada no zonada.

Las pegmatitas zonadas presentan una zona de pared compuesta por minerales de grano medio, siendo plagioclasa, microclina, cuarzo, biotita y turmalina los mayoritarios y apareciendo la oscovita de forma accesoria. La zona intermedia es muy distinta de la anterior, siendo los feldspatos de forma predominante microclina-ortosa, algunos con intercrecimientos gráficos de cuarzo. En esta zona aparecen masas de rutilo asociadas a la microclina.

También en esta zona intermedia aparecen grandes masas de biotita plegadas, con venas de cuarzo asociadas a feldspatos. En esta zona son muy raros los cristales de berilo.

La presencia esporádica de fluorita y sulfuros en la zona intermedia de estas pegmatitas indica que podrían haberse dado etapas más evolucionadas llegando incluso hasta fases hidrotermales.

La zona de núcleo es de cuarzo lechoso y cuarzo ceniza, muy fracturado debido al intenso tectonicismo.

Todas las pegmatitas presentan intensa fracturación que enmascara incluso la zonación.

La pegmatita «Peña Grajera» es típica de las encajadas en esquistos, mostrando metasomatismo en los encajantes, principalmente con efectos de turmalinización.

Esta pegmatita muestra una zona intermedia bastante desarrollada, con una mineralogía más diversificada, presentando gran cantidad de berilos. Los cristales de berilo son hexagonales, pardoamarillentos y generalmente asociados a microclino-pertita y moscovita. Otro mineral encontrado es el granate alterado con tamaños aproximados al centímetro.

Las observaciones de campo y los datos históricos de producción muestran claramente que las pegmatitas con berilo de posible interés económico son las que están emplazadas en los esquistos, ejemplo típico es «Peña Grajera».

Todas estas pegmatitas están asociadas genéticamente y son del tipo «microclina» de acuerdo con la clasificación de Solodov (18).

2.7. Valle de la Serena (Badajoz)

Los berilos que se encuentran en la cantera de la Osa en el Valle de la Serena, están asociados a venas de segregación pegmatoides en rocas graníticas fuertemente greisenizadas. Estas venas presentan berilos de dos pulsaciones diferentes dentro de la fase pegmática. Los primeros en el tiempo, los prismas hexagonales están pseudomorizados a microclina-pertita y contienen topacios, lo que indica el posterior origen de los topacios, concomitantes a los segundos berilos. Estos son azules y verdes transparentes que no exceden al centímetro presentando calidad gema en ocasiones.

La posterior greisenización está acompañada de venas mineralizadas en wolframita, bixmita, sillerita, bismutina, fluorita, etc.

3. COMPARACION CON LAS PEGMATITAS BRASILEÑAS

Las pegmatitas brasileñas productoras de berilo son diferenciadas zonadas y están encajadas en esquistos, como se puede observar en los yacimientos de «Ipe» (Governador Valadares, Minas Gerais), «Sapucais» y «Urucum» (Galiléia, Minas Gerais), entre otros (figura 6).

La pegmatita de «Ipe» está situada a 40 kilómetros al oeste de la ciudad de Governador Valadares. Se trata de un cuerpo de tamaño grande subhorizontal, encajado en esquistos. En este yacimiento se observan estructuras internas bien desarrolladas, con zona de pared, zonas intermedias externas, medias e internas y núcleo de cuarzo. De forma general, los berilos se encuentran en las zonas intermedias. Los cristales de mayor tamaño (1,5 m. de longitud) están en la zona intermedia, media e interna, próximos a la zona de cuarzo. Esta pegmatita presenta fases tardías de cristalización, incluso fases metasomáticas e hidrotermales.

La pegmatita de Sapucaia, próxima a la ciudad de Galiléia, tiene forma lenticular y tamaño medio. Se trata de una pegmatita diferenciada y zonada, con intenso desarrollo de las fases finales (sódico-líticas). Los berilos se presentan asociados a microclina y moscovita en las zonas intermedias, media e interna.

Las pegmatitas de la Sierra «Urucum» son cuerpos intercalados con esquistos de tamaños mucho más grandes. Son pegmatitas diferenciadas con bolsas zonadas.

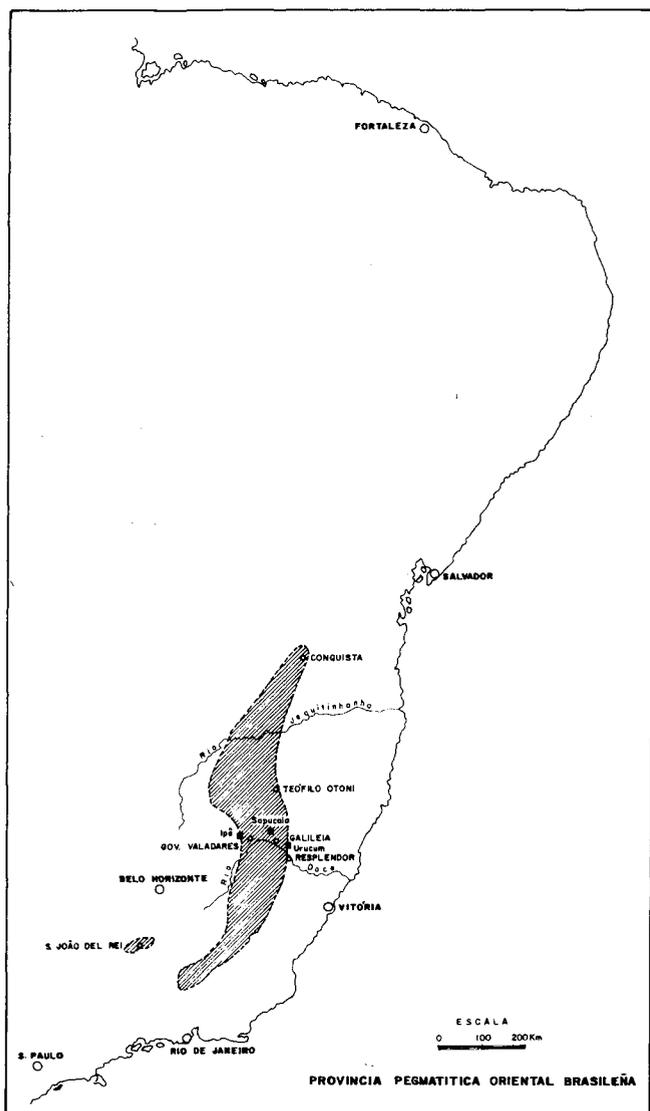


Figura 6.

Estas bolsadas llegan a alcanzar los dos centenares de metros. En estas partes, se desarrolla la zonalidad, con procesos finales, metasomáticos e hidrotermales.

Los berilos están asociados a microclina-pertita, moscovita y cuarzo tanto en las zonas intermedias, donde están los mayores cristales, como en ciertas porciones diferenciadas distribuidas desordenadamente por todo el cuerpo.

De forma general, se puede decir que en estas pegmatitas, el berilo está asociado a la zona intermedia con micropertita, cuarzo ceniza y moscovita. Estas pegmatitas son compatibles con las de Sierra de Guadarrama y Sierra de Albarrana, encajadas en series metamórficas.

Estos tipos de pegmatitas son los que presentan mayor potencialidad de producción y en realidad, son los que han producido los mejores ejemplares de berilo tanto en España como en Brasil.

Como las pegmatitas españolas encajadas en rocas graníticas, las brasileñas homólogas, llevan cristales pequeños de berilo distribuidos desordenadamente en los cuerpos diferenciados no zonados o pobremente zonados. En estas pegmatitas, solamente hay una zona inter-

media bien desarrollada y el núcleo no es continuo. Se pueden considerar de este tipo las pegmatitas de Peña-Pereña (Salamanca) y alrededores de Pontevedra, que son comparables a las pegmatitas próximas a Resplendor Mendes Pimentel, en Minas Gerais. Son pegmatitas que apenas presentan interés económico para la producción de feldespato presentando otros minerales no solamente a nivel de curiosidades mineralógicas.

4. CONCLUSIONES

En España, las áreas interesantes para yacimientos de pegmatitas (con berilo) son las unidades estructurales Centro Ibérica, con las pegmatitas de Pontevedra, Sierra del Jurés (Lovios, Orense), Peña-Pereña (Salamanca) y Sierra de Guadarrama, y Ossa-Morena con las pegmatitas de Sierra Albarrana (Córdoba).

En estas regiones, las pegmatitas más evolucionadas genéticamente con buena zonalidad, son las encajadas en esquistos y gneises, por ejemplo las de Sierra de Guadarrama y Albarrana, que son las de mayor potencialidad de producción de minerales accesorios: berilo, niobita tantalita, minerales de tierras raras, uranio, etc.

Las pegmatitas encajadas en materiales graníticos pueden presentar interés económico para producción de feldespato, ya que son pobres en minerales metálicos y micas.

Las pegmatitas españolas se pueden clasificar dentro de dos tipos:

- a. Minerales cerámicos (feldespato y cuarzo) y
- b. Microclina según la clasificación de Solodov (18).

Las pegmatitas tipo microclina son las de Sierra Albarrana (las encajadas en esquistos) y producen pequeñas cantidades de berilo accesorio como Peña Grajera, por ejemplo.

En general, las pegmatitas españolas son sencillas y no presentan desarrollo notable en su mineralogía, no despertando por ello mayor interés para gemología. Esto es debido a que están escasamente zonadas y no presentan fases finales típicas, por ejemplo la albita (en su variedad cleavelandita) es prácticamente inexistente, son pobres en fosfatos y los cuerpos de sustitución están muy poco desarrollados, a excepción de uno en la pegmatita «Rancajales» del Cerro San Pedro (Madrid) y otro en la pegmatita «Puentemocha» en Pereña (Salamanca), que mostró algunos berilos de calidad gema (8 y 9).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a González del Tánago, del Departamento de Petrología de la Universidad Complutense, que nos acompañó al Cabril y muy amablemente nos mostró las pegmatitas objeto de su tesis doctoral y nos suministró informaciones sobre pegmatitas españolas en general, leyendo posteriormente el manuscrito.

El Dr. Bellido Mulas y el geólogo José Jacob Fanton nos hicieron oportunas correcciones.

También hay que hacer constar la beca de la empresa Metais de Minas Gerais S/A y Conselho Nacional de Desenvolvimento Técnico e Científico - CNPq - Brasil, a Odílio Marensi de Moura, que permitió realizar ese trabajo en España.

BIBLIOGRAFIA

1. CALDERÓN Y ARANA, S.: *Los minerales de España*, editado por la Junta para la Ampliación de Estudios e investigaciones Mineras, Madrid (1910).
2. SOBRINO BUHIGAS, R.: *Contribución a la geo de Galicia nuevo yacimiento de berilo*. Bol. de la Real Sociedad Española de Historia. Nat. 32 (1916), 541-543.
3. FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Berilos de Pontevedra*. Bol. de la Real Sociedad Española de Historia. Nat. 20 (1920), 63-67.
4. CARBONELL TRILLO; FIGUEROA, A.: *Nota sobre yacimientos de radio y berilio de Córdoba*. Anales de la Asociación Española para el progreso de las Ciencias. Año VI, sección 4.^a, Naturales (1941), 52-60.
5. CARRERAS, J., J. M. ORTA, A. San Miguel: *El área pegmatítica del litoral norte de la península del Cap de Creus y su contexto metamórfico y estructural*. Just. de Invest. Geologis. Univ. de Barcelona, 30 (1975), 11-34.
6. GARROTE, A., M. ORTEGA HUERTAS y J. ROMERO: *Los yacimientos de pegmatitas de Sierra Albarrana (provincia de Córdoba)*. (Manuscrito). (1980).
7. GONZÁLEZ DEL TANAGO, J.M., F. BELLIDO: *Los granitoides de dos micas de los Remedios y las pegmatitas asociadas, macizo de San Pedro (Madrid)*. Trabajos de la VII Reunión del W peninsular Madrid (en prensa). (1983).
8. GARCÍA GUINEA, J.: *Les beryls espagnols d'un interet gemmologique*. Revue du Association Francaise de Gemmologie 66 (1980), 1.
9. GARCÍA GUINEA, J.: *Yacimientos españoles de minerales de interés gemológico*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza (1981), 400 pp.
10. SAN MIGUEL DE LA CAMARA: *Las rocas eruptivas y metamórficas del núcleo anticlinal paleozoico-mesozoico Fuentenebro-Honrubia*. Estudios Geol. 4 (1946).
11. GARCÍA DE FIGUEROLA, L.C. y P. FRANCO: *Las formaciones infraordovicias y el borde de las granodioritas al este de Guijuelo (Salamanca)*. Estudios Geol. 31 (5 y 6) (1975), 487-500.
12. FANTON, J.J.; ARIOLI, E.E.; MOURA, O.J.M.: *Pegmatitos de Regiao de Galiléia-Mendes Pimentel, MG*. In Anais XXX Cong. Brasil. de Geologia, Redife, V4 (1978), 1770-1781.
13. ARIOLI, E.E.; FANTON, J.J.; MOURA, O.J.M.: *Projeto pegmatitos; Base para a pesquisa dos Pegmatitos Graníticos; parte I - Informacoes Geológicas e Critérios; Parte 2 - Micas industriais; Parte 3 - Bibliografia. Belo Horizonte BR, METAMIG (Ref. int.) (1978)*.
14. ISSA FILHO, A., MOURA, O.J.M., FANTON, J.J.: *Reconhecimento de Pegmatitos da Provincia Oriental Brasileira entre Aimores e Itambacuri-MG, SBC*. XXXI Cong. Bras. Geolog. Santa Catarina, V. 3 (1980), 1.552-1.563.
15. JAHNS, R.H.: *The study of pegmatites*. California Institute of Technology (1955), pp. 1.025-1.130 (contrib., 754).
16. FERSMAN, A.E.: *Sur la classification géochimique génétique des pegmatites granitiques*. Min. Petr. Mitteilungen (1931), 41.
17. CAMERON, E.N.; JAHNS, R.H.; MAC MAIR, A.H. & PAGE, L.R.: *Internal structure of granitic pegmatites*. Econ. Geology, Monograph, 2 (1949), 115 pp.
18. SOLODOV, N.A.: *Certain Regularities of distribution of rare elements in sharply zoned granitic pegmatites*. Geochemistry, Ann, Arbor (4) (1959), 388-405.
19. GINZBURG, A.J.: *Feicoes Geoquímicas físicas do processo pegmatítico*. 3 ed. Porto Alegre, Escola de Geologia. Univ. Fed. do R. S., 1971, 30 p. (traducao) (Publ. DAEG) (1960):
20. ABRIL HURTADO, J.: *Mapa Geológico de España 1:50.000 Magna. TOMIÑO*. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, 299 (1981), 4-13.
21. COTTARD, F.: *Pétrologie structurale et métallogénie, du complexe granitique de Lovios-Géres. Le modèle de mise en place de la mine de La Sombras (Sn-W-Mo-Bi) (Sud-Galice, Espagne)*. THESE 3eme cycle U. Nancy France (1979).
22. FENOLL HACH-ALI, P., et alii: *Intercrecimientos de óxidos de hierro y titanio en pegmatitas de Sierra Albarrana (Córdoba)*. Resúmenes de la IV Reunión Científica de la Sociedad Española de Mineralogía. Granada (1983), pp. 16.