

PEGMATITAS EN MATERIALES METAMORFICOS DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE CORDOBA.  
MINERALOGIA Y POSIBILIDADES ECONOMICAS.

M.C. CONTRERAS(\*); A. GARROTE (\*) y R. SANCHEZ-CARRETERO(\*)

(\*) Departamento de Geología. Universidad del País Vasco. Ap. 644. Bilbao.

Resumen

En relación con rocas metamórficas de edad Precámbrica y metamorfismo de grado medio-alto se han estudiado más de 60 masas de pegmatitas cuarzo-feldespáticas compuestas por cuarzo, feldespato potásico, albita, moscovita, turmalina, granate, biotita, menas metálicas, minerales de uranio y otros. Las masas pegmatíticas son de formas irregulares o lenticulares subconcordantes con la esquistosidad regional más manifiesta. Sus dimensiones oscilan entre unos decímetros y decenas de metros, y su continuidad lateral supera en algunos casos los trescientos metros. Considerando sólo las masas de potencia métrica, por sus reservas, calidad química de sus principales especies minerales, tamaño de grano, texturas, etc. es planteable la obtención industrial de cuarzo, feldespato potásico, feldespato sódico y moscovita.

Abstract

More than 60 outcrops of quartz-feldspatic pagmatites have been studied related with Precambrian metamorphic rocks of medium-high grade. The pagmatites are composed of quartz, potash feldspar, albite, muscovite, turmaline, garnet, biotite, ores, uranium minerals and others. The pegmatite outcrops have irregular or lenticular forms, subparallel to the main regional schistosity. They vary in size between a few decimeters to some tens of meters, while su lateral continuity exceed in some cases 300 meters. By taking into account only the outcrop of metric size, their stocks, chemical quality of the main mineral species, grain size, texture, etc., it can be planned the industrial recovery of quartz, potash feldspar, sodic feldspar and muscovite.

INTRODUCCION

El presente trabajo describe la mineralogía, distribución regional, relaciones con las rocas encajantes y posibilidades económicas, de más de 60 masas pegmatíticas del N de la provincia de Córdoba. Se trata de pegmatitas cuarzofeldespáticas, aunque también se hace referencia a cuerpos pegmatoides, de menor entidad formados por silicatos de aluminio, ó anfíboles y

epidota. No se incluyen las pegmatitas ligadas al batolito de Los Pedroches.

Las pegmatitas estudiadas se concentran esencialmente en dos áreas: Sierra Albarrana y N-NE de Villaviciosa de Córdoba (Fig. 1). Dentro de la misma región existen otros asomos de menor importancia a los cuales se hará referencia con fines comparativos.

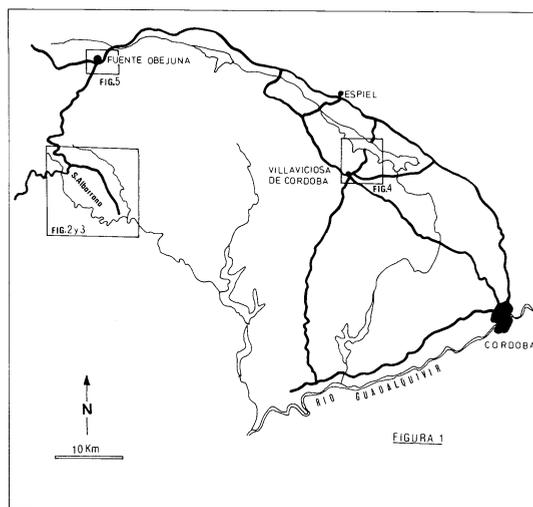


Fig. 1.- Situación de las áreas de Sierra Albarrana, N-NE de Villaviciosa de Córdoba y Fuenteobejuna (Fig. 2, 3, 4 y 5).

Tanto las pegmatitas de Sierra Albarrana como las del N-NE de Villaviciosa han sido explotadas en diversos momentos para extraer moscovita, minerales de uranio, berilo, feldespato potásico, feldespato sódico y cuarzo.

Se pueden encontrar algunos datos sobre afloramientos concretos o algunos de los minerales en varios trabajos previos (1 a 11). Recientemente (12) se ha propuesto un origen metamórfico para las pegmatitas del núcleo metamórfico de Sierra Albarrana y se ha iniciado el estudio químico y cristalográfico de algunas de las especies minerales más comunes (13, 14). Así mismo, se ha hecho un estudio mineralógico de diversos tipos de enclaves en pegmatitas de Sierra Albarrana (15).

#### AREA DE SIERRA ALBARRANA

En este área hay más de 50 masas de pegmatitas cuarzofeldespáticas que superan los 2 m de potencia, muchas de morfología tabular y otras sumamente

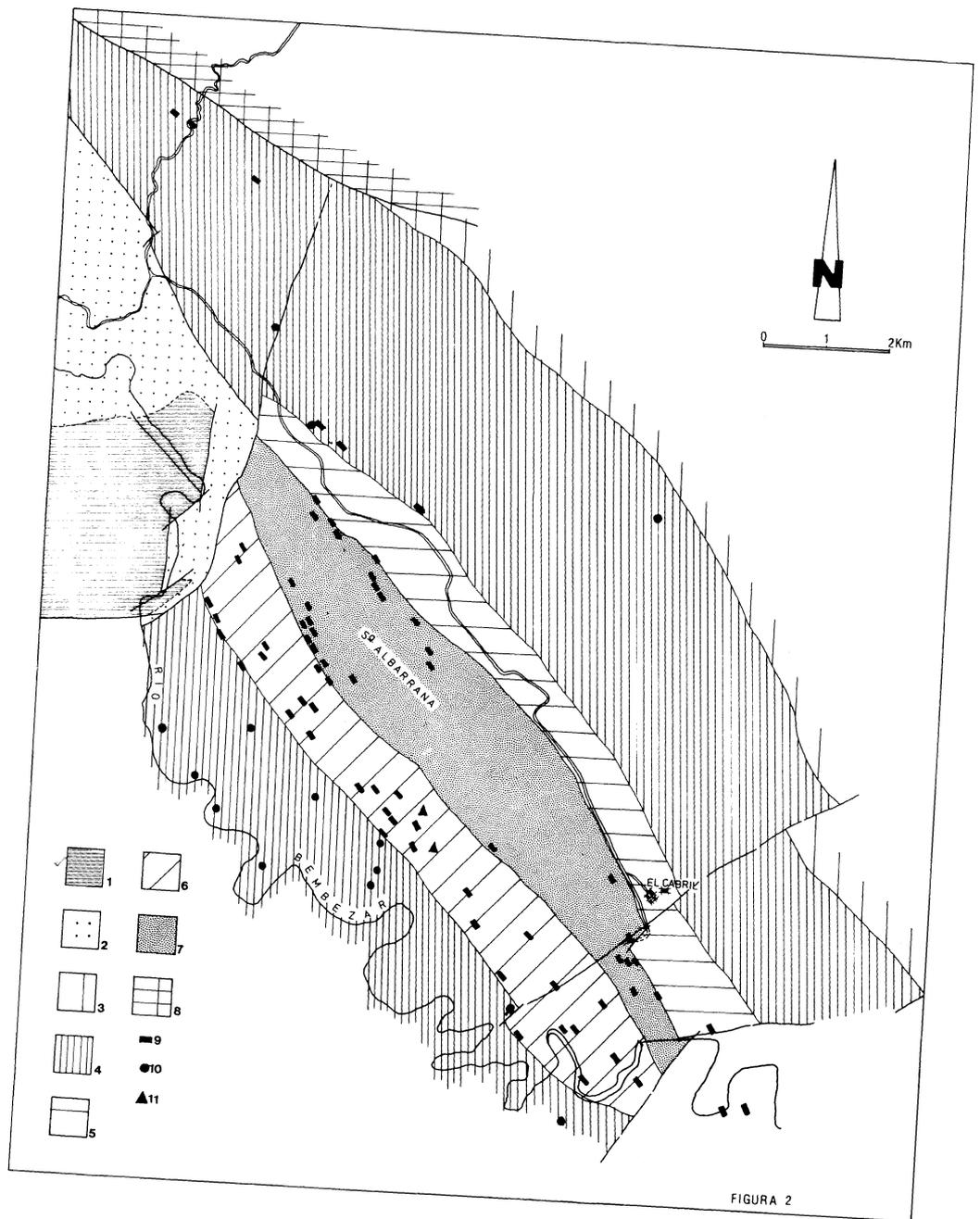
irregulares. El número de masas menores hasta llegar a los diferenciados leucosomáticos de las rocas migmatíticas es incalculable. También existen pegmatoides centimétricos-decimétricos de silicatos de aluminio y de anfíbol epidota.

La distribución de gran parte de las pegmatitas de este área, su mineralogía y su génesis han sido interpretadas en relación con el metamorfismo (12, 13, 14 y 15). Por otra parte existe una descripción de los diversos materiales metamórficos encajantes (16).

Las figuras 2 y 3 recogen la distribución de pegmatitas cuarzo-feldespáticas, aluminicas y de anfíbol-epidota para el área de Sierra Albarrana sobre la cartografía de las diversas formaciones y la zonación metamórfica establecida. Se recogen datos de trabajos previos (12, 14) ampliados con nuevos afloramientos.

De forma sucinta se puede decir que las pegmatitas cuarzo-feldespáticas presentan una mineralogía amplia con cuarzo, feldespato potásico perítico, albita, moscovita, turmalina, granate, biotita, menas metálicas, minerales de uranio, apatito, ilmeno-rutilo y otros. Encajan en materiales de grado alto de metamorfismo o de la zona de más alta temperatura del grado medio, zonas de sillimanita-feldespato potásico y sillimanita-moscovita respectivamente. Las rocas metamórficas encajantes son cuarcitas feldespáticas, gneises migmatíticos, gneises biotíticos, gneises anfibólicos, gneises cuarcíticos, esquistos, etc. Se considera a estas pegmatitas diferenciadas a partir de las zonas más profundas del núcleo metamórfico de Sierra Albarrana y emplazadas en la zona perianatéctica. En ningún caso se han encontrado pegmatitas cuarzo-feldespáticas en las zonas metamórficas de estaurolita-andalucita, granate, biotita o clorita.

Los diferenciados pegmatoides de silicatos de aluminio son en todos los casos de escasa potencia, el mayor reconocido tiene 1 m por 10 m de longitud. Su mineralogía la forman andalucita, sillimanita, moscovita, biotita, cuarzo, clorita y plagioclasa en diversas proporciones. Las rocas encajantes son siempre esquistos muy moscovíticos con silicatos aluminicos de las zonas de sillimanita-moscovita y andalucita-estaurolita. La ausencia de estos pegmatoides en la zona de sillimanita-feldespato potásico parece condicionada por la litología poco aluminica de las formaciones afectadas; tampoco se encuentran estos pegmatoides en zonas de granate, biotita o clorita. La génesis propuesta es un proceso de diferenciación-segregación meta-



mórfica a partir de rocas muy aluminicas que hayan alcanzado al menos condiciones de grado medio de metamorfismo.

Los pegmatoides máficos de anfíbol-epidota, con cuarzo, plagioclasa y excepcionalmente turmalina están ligados a anfibolitas y gneises anfibólicos con metamorfismo de grado alto. De la observación de su morfología e íntima relación con rocas anfibolíticas se puede suponer que constituyen diferenciados a partir de éstas. Su presencia en escaso número y reducidas dimensiones y aunque sin ningún interés económico completa un conjunto de pegmatoides de diferentes composiciones distribuidos en función de la litología original y grado de metamorfismo.

#### AREA AL N-NE DE VILLAVICIOSA DE CORDOBA

En este área y en una banda de materiales metamórficos -correlacionables con los de Sierra Albarrana- de dirección N-SE, entre la cuenca carbonífera del Guadiato y la alineación magmática de La Coronada-Villaviciosa de Córdoba, afloran diversas pegmatitas cuarzo-feldespáticas de dimensiones centimétricas a decamétricas. En dos de estas pegmatitas se realizaron trabajos para obtener moscovita y feldespato potásico.

Más al E, al S de la estación El Vacar se encuentran en un contexto semejante diversos afloramientos de pegmatitas cuarzo-feldespáticas (17).

En el área que abarca la figura 4 de NE a SW afloran:

- 1.- El Carbonífero inferior de la Cuenca del Guadiato.
- 2.- Una sucesión de esquistos y cuarcitas con contactos mecánicos con el Carbonífero y con otra formación de micasquistos y gneises.
- 3.- Sucesión de micasquistos muy moscovíticos e intercalaciones de gneises para y ortoderivados. Estas rocas son semejantes a una parte de las existentes en el núcleo de Sierra Albarrana.

Fig. 2.- Distribución de masas pegmatíticas en el área de Sierra Albarrana. 1. Carbonífero inferior (Cuenca de Valdeinfierno). DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA. 2. Filitas y metagrauvas (Fm. Azuaga). 3. Esquistos y cuarcitas (Zona de granate). 4. Micasquistos, cuarcitas y metabasitas (zonas de estaurolita-andalucita y sillimanita-moscovita). 5. Gneises pelíticos (zona de sillimanita-feldespato potásico). 6. Gneises migmatíticos, gneises anfibólicos, anfibolitas, etc. (Zona de sillimanita-feldespato potásico). 7. Cuarcitas feldespáticas con niveles metapelíticos (zona de sillimanita-feldespato potásico). DOMINIO DE VALENCIA DE LAS TORRES. 8. Gneises miloníticos. PEGMATITAS. 9. Pegmatitas cuarzo-feldespáticas. 10. Pegmatitas de silicatos de aluminio. 11. Pegmatoides de anfíbol y epidota.

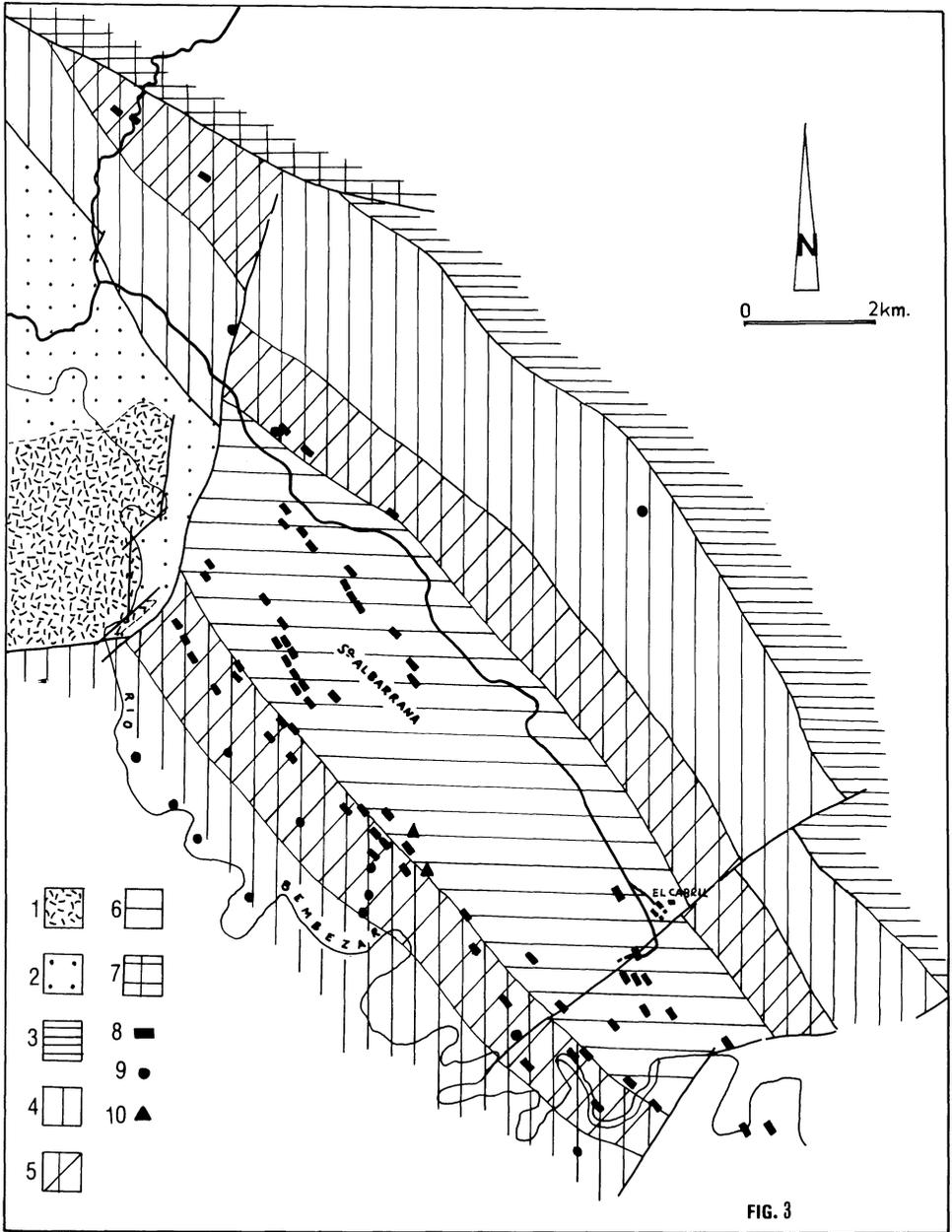


FIG. 3

4.- Alineación de gabros y dioritas intruidos por granitos y diques básicos. Estas rocas contactan con materiales carboníferos y con las rocas metamórficas anteriores que vuelven a encontrarse al sur de la intrusión básica.

5.- Al NE de Villaviciosa existe una formación vulcanosedimentaria correlacionable con la F. Malcocinado, sobre la que hay ciertos restos de sedimentos carboníferos.

6.- Por último hacia el SW hay una nueva alineación de gabros intruidos por granitos.

Las pegmatitas sólo afloran en relación con la sucesión de esquistos y gneises, donde es posible distinguir micasquistos muy moscovíticos, esquistos cuarcíticos, gneises de grano fino, gneises ocelares y anfibolitas. Se trata de un conjunto heterogéneo derivado posiblemente de una secuencia vulcanosedimentaria.

Los micasquistos se caracterizan por la presencia de abundantes placas de moscovita de varios milímetros. Su mineralogía la forman cuarzo, moscovita, biotita, granate, sillimanita y feldespatos. Los gneises ocelares son ortoderivados con augen feldespáticos en una mesostasis con cuarzo, feldespatos, moscovita y biotita. Las anfibolitas son muy escasas en este área, se intercalan entre los micasquistos y gneises, su composición mineralógica es plagioclasa, hornblenda, biotita, moscovita, granate y cuarzo.

El metamorfismo regional polifásico ha alcanzado condiciones de la zona de más alta temperatura del grado medio (Zona de sillimanita-moscovita). En ciertos lugares se detectan rocas miloníticas generadas en una fase tardía.

La mineralogía de las pegmatitas cuarzo-feldespáticas es análoga a la descrita para Sierra Albarrana con cuarzo, feldespato potásico, albita y moscovita como principales componentes y turmalina, granate, biotita y menas accesorios.

Fig. 3.- Distribución de las masas pegmatíticas en el área de Sierra Albarrana sobre la zonación metamórfica. 1. Carbonífero inferior post-metamórfico. DOMINIO DE SIERRA ALBARRANA. 2. Zonas de biotita y clorita. 3. Zona de granate. 4. Zona de estaurolita-andalucita. 5. Zona de sillimanita-moscovita. 6. Zona de sillimanita-feldespato potásico. 7. DOMINIO DE VALENCIA DE LAS TORRES. PEGMATITAS. 8. Pegmatitas cuarzo-feldespáticas. 9. Pegmatitas de silicatos de aluminio. 10. Pegmatoides de anfíbol y epidota.

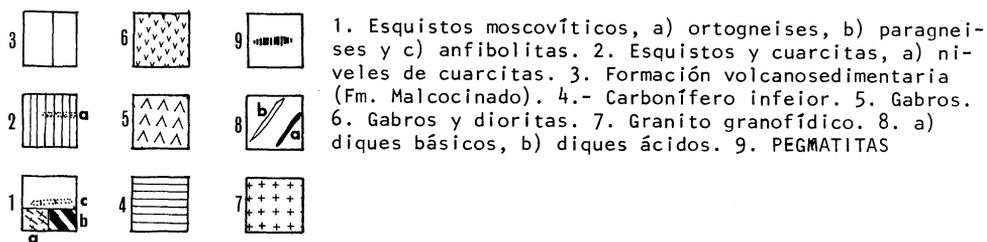
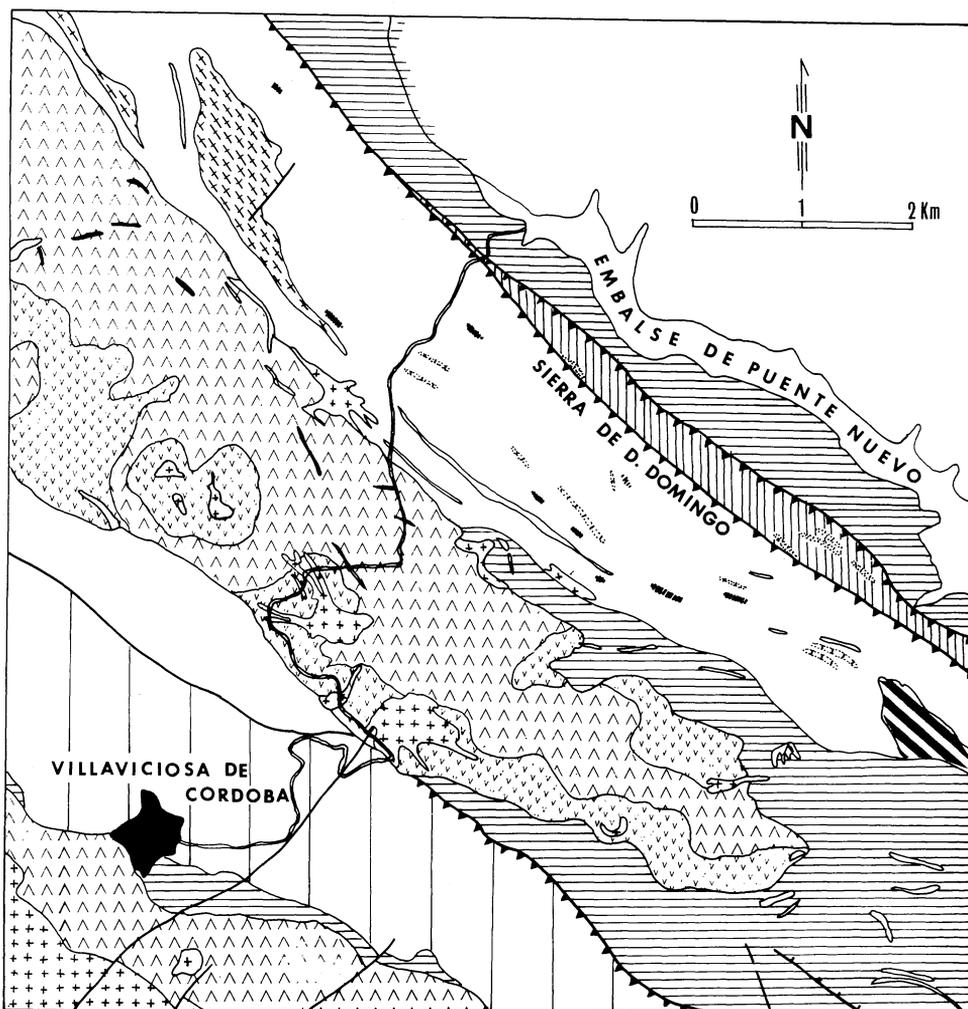


Fig. 4.- Contexto geológico de las pegmatitas del N-NE de Villaviciosa de Córdoba

En este área no se han reconocido pegmatoides aluminicos o anfibólico-epidóticos.

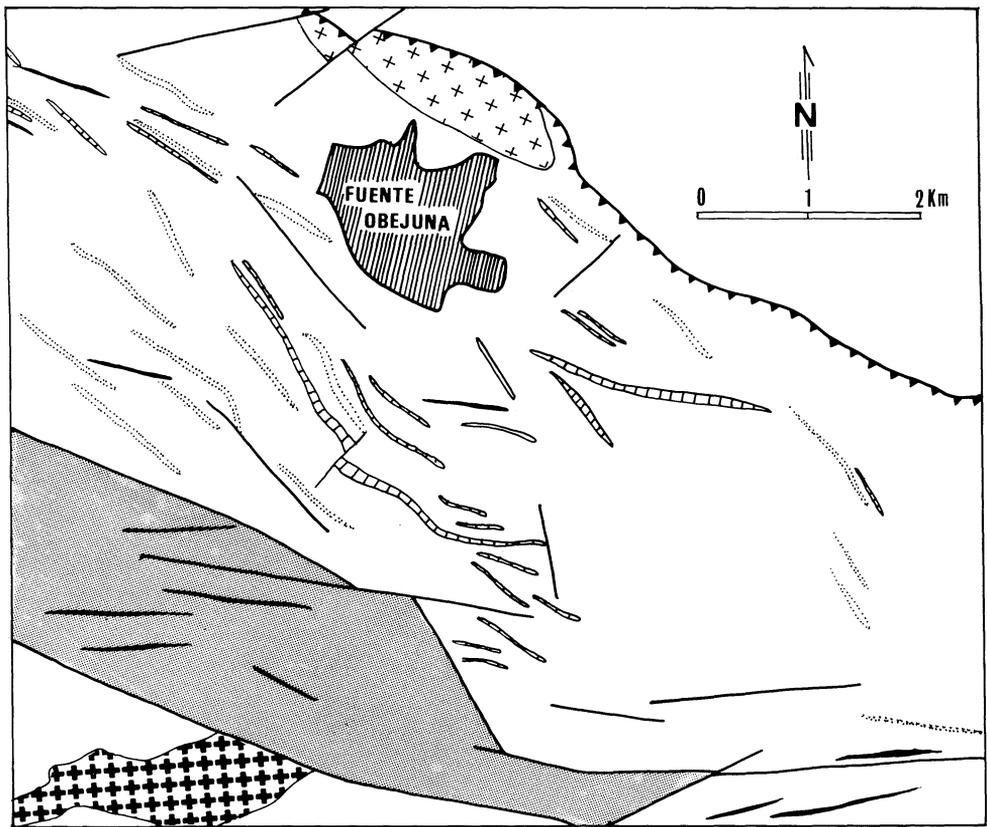
Por todo lo expuesto son aplicables a este área las consideraciones genéticas propuestas para el área de Sierra Albarrana. El tamaño en general más reducido y el menor número de cuerpos pegmatíticos hay que relacionarlo con el hecho de que no lleguen a aflorar en este caso materiales de la zona de sillimanita-feldespato potásico, con amplitud.

#### OTROS AFLORAMIENTOS

Dentro de la misma región se encuentran otras masas pegmatíticas cuarzo-feldespáticas, incluidas en rocas metamórficas, en los alrededores de Fuenteovejuna (18). En este caso las pegmatitas y también las aplitas asociadas forman cuerpos alargados de decimétricos a 2-3 m en una secuencia gneí-sica con escasos niveles de anfibolitas y cuarcitas negras (Fig. 5). El grado de metamorfismo de los materiales encajantes ha alcanzado las condiciones de migmatización y de nuevo las pegmatitas y aplitas pueden relacionarse genéticamente con el metamorfismo. En este caso al igual que las demás rocas metamórficas, las pegmatitas y aplitas han sufrido tardíamente un metamorfismo cataclástico que les confiere un marcado carácter gneísico con grandes augen felcspáticos, en el caso de las pegmatitas.

En relación con micasquistos moscovíticos en los alrededores de Villanueva del Rey se han citado pegmatoides aluminicos de dimensiones muy reducidas (19) interpretados como de origen metamórfico.

También se deben considerar como diferenciados metamórficos las "distenitas en nódulos" y "distenitas tardías" descritas en relación con cuarcitas con distena en Campo Alto (20) tal como ha sido propuesto recientemente (21), considerando también de origen metamórfico pequeños cuerpos de pegmatitas cuarzo-feldespáticas; no obstante se cuestiona este mismo origen para otras masas pegmatíticas por el simple hecho de que sus dimensiones sean muy superiores, como es el caso de algunos asomos de Sierra Albarrana. No parece sostenible que la génesis de las pegmatitas sea una cuestión de escala cuando el contexto regional, litológico, estructural, metamórfico, etc. es idéntico para los diferenciados milimétricos que para las masas métricas y excepcionalmente decamétricas.



1. Gneises migmatíticos. a) Ortoanfibolitas, b) Diferenciados aplíticos y/o petmatíticos. 2. Cuarzoesquistos moscovíticos. 3. Granito cataclástico. 4. Granito gneisificado. 5. Diques básicos.

Fig. 5.- Esquema geológico de los alrededores de Fuenteobajuna con la distribución de apatitas y pegmatitas según GARCIA-PORTERO (1980).

## POSIBILIDADES ECONOMICAS

En las pegmatitas del N-NE de Villaviciosa y en las situadas al S de la Estación de El Vacar se realizaron pequeños trabajos para la obtención de moscovita y feldespato.

En Sierra Albarrana el número de trabajos y reconocimientos supera los 30 en pegmatitas cuarzo-feldespáticas y hay dos en pegmatoides aluminicos. De las primeras se obtuvieron mica, minerales de uranio y berilo, y en los últimos años cuarzo, feldespato potásico y feldespato sódico.

Hasta el momento el sistema de explotación para las diversas sustancias ha consistido en todos los casos en la localización, dentro de las pegmatitas, de concentraciones de mica, minerales de uranio, feldespatos o cuarzo. Este método ha obligado a remover volúmenes muy importantes de rocas metamórficas y pegmatitas frente a los tonelajes obtenidos, con la consiguiente presencia de numerosas escombreras, algunas de cierta importancia.

La obtención de moscovita y minerales de uranio se abandonó hace unos años. Los últimos trabajos, centrados en el área de Sierra Albarrana, han extraído cuarzo, feldespato potásico y en menor cuantía feldespato sódico.

Estos minerales extraídos en pequeñas explotaciones a cielo abierto sólo han sido enriquecidos mediante una ligera selección manual. A pesar de la falta de otro tratamiento el cuarzo alcanza el 99,5-99,8% de  $\text{SiO}_2$  con muy escasa cantidad de Fe, el feldespato potásico el 16-20% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 8-12% de  $\text{K}_2\text{O}$  con menos del 0,15% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , y el feldespato sódico 18-21%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 6-9%  $\text{Na}_2\text{O}$  y 0,10-0,25% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

La proporción en que están presentes estos tres componentes es variable de unas pegmatitas a otras y dentro de una misma pegmatita por la presencia de zonaciones mineralógicas. Los valores que se pueden manejar son cuarzo 25-55%, feldespato potásico -siempre pertítico- 55-40%, albita -excluida la albita pertítica- 0-20%. A éstos hay que añadir como mineral con interés económico la moscovita que en algunas zonas de determinadas pegmatitas puede representar el 10-15%, con un valor medio del 3-5%.

Actualmente los mayores productores-exportadores de feldespato obtienen éste de las pegmatitas. Las existentes en el N de la provincia de Córdoba ofrecen todavía posibilidades siguiendo con los actuales métodos de explotación, sobre todo en masas donde ha sido posible establecer un esquema de zonación y delimitar las partes de tendencia monomineralica (12). No obstante el verdadero interés se centra en el posible aprovechamiento integral de

estas rocas mediante un método que permita separar los diversos minerales p.e. flotación diferencial. De esta forma se podrían obtener cuarzo, feldespato potásico, albita y moscovita que suman un 95% del volumen. Además se conseguiría una mejora en la calidad de los productos p.e. menos  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en el feldespato que en la actualidad está presente, en parte, por la presencia de granate, turmalina o biotita con el feldespato. Así mismo, en una planta de tratamiento se podría asegurar una calidad constante de los productos obtenidos.

Las reservas de pegmatitas cuarzo-feldespáticas entre las áreas de Sierra Albarrana y N-NE de Villaviciosa superan los  $12.10^6$  Tm. Para este cálculo sólo se han ubicado pegmatitas cuya potencia fuera de 2 m ó superior, despreciándose las de dimensiones menores, que son muy numerosas, y también aquellas en que la pegmatita está muy mezclada con las rocas metamórficas.

Las posibilidades de que estas reservas aumenten son grandes ya que en las pocas masas que han sido explotadas más intensamente, con la profundidad suele aumentar la potencia del cuerpo pegmatítico y se acuñan las intercalaciones de materiales metamórficos de las zonas superficiales (12). No obstante en otros casos las pegmatitas se acuñan en profundidad y por ello para la estimación de reservas se ha considerado tan sólo una profundidad media de 40 m cuando en algunos casos p.e. cantera del cerro de La Sal se ha reconocido su continuidad en más de 100 m.

De cara a un aprovechamiento integral de las pegmatitas del N de Córdoba se deben tener en cuenta, además de las reservas y calidad de los minerales otros hechos petrográfico-mineralógicos:

- El feldespato potásico es siempre perfitico con texturas de diversos tipos, llegando la albita a suponer un 10% del volumen.

- En las pegmatitas zonadas la composición cualitativa y/o cuantitativa varía de unos puntos a otros, en especial es destacable la localización hacia los bordes de zonas más ricas en albita, moscovita y minerales ferromagnesianos (granate, turmalina y biotita).

- Aunque el tamaño de los cristales es normalmente superior a los 5 mm, llegando a más de 1 m, es común la existencia de intercrecimientos gráficos muy finos de cuarzo y feldespato que han de imposibilitar la adecuada separación de estos minerales. Estos intercrecimientos más finos se suelen limitar a los bordes que por otra parte presentan las cantidades mayores de granate, turmalina y biotita. Por todo ello las facies de borde muy ricas en

ferromagnesianos e intercrecimientos gráficos muy finos se deberían des-  
char.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- CARBONELL, A. (1917): Pegmatitas de la provincia de Córdoba: Rev. Min., T. XXXV, p. 269-270.
- 2.- CARBONELL, A. (1917): Pegmatitas de la provincia de Córdoba: Rev. Min., T. XXXV, p. 247-248.
- 3.- CARBONELL, A. (1928): Los yacimientos de los metales poco frecuentes en la provincia de Córdoba y otros lugares comparables a ella geológicamente: XIV Congr. Int. 1926 Madrid, p. 1317-1337.
- 4.- CARBONELL, A. (1941): Nota sobre yacimientos de radio y berilo de Córdoba: Las Ciencias, VI.1, p. 51-59.
- 5.- CARBONELL, A. (1941): Age of the radioactive minerals of Hornachuelos (Fuenteovejuna): Rep. of the Com. on the Measurement of Geological time, p. 115-116.
- 6.- CASARES LOPEZ, N.; LOPEZ DE AZCONA, J.M. y LEAL LUNA, J. (1941): Aplicación del método del plomo a la determinación en años de la edad de minerales de Madrid y Córdoba. Rev.-Geol., p. 113-122.
- 7.- LOPEZ DE AZCONA, J.M. & ABBAD, C. (1945): A pseudomorph of pitchblenda after beryl from the Sierra de la Albarrana (Córdoba): Rep. of the Com. on the Measurement of Geological Time, p. 1133-1141.
- 8.- LOPEZ DE AZCONA, J.M. (1957): La edad de las uraninitas de Sierra Albarrana: Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España, 45, p. 1-12.
- 9.- MINGARRO, E. (1960): Edad absoluta de las pegmatitas de España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 120 p.
- 10.- ARRIBAS, A. (1963): Mineralogía y metalogenia de los yacimientos españoles de Uranio. Fuenteovejuna (Córdoba): Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 61, p. 63-65.
- 11.- ARRIBAS, A. (1967): Mineralogía y metalogenia de los yacimientos españoles de Uranio. Sierra Albarrana (Córdoba): Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 65, p. 157-170.

- 12.-GARROTE, A.; ORTEGA HUERTAS, M. y ROMERO, J. (1980): Los yacimientos de pegmatitas de Sierra Albarrana (Provincia de Córdoba) Sierra Morena: Temas Geol. y Min., 4, p. 145-168.
- 13.-ORTEGA HUERTAS, M.; FENOLL HACH-ALI, P.; RODRIGUEZ GORDILLO, J.; GARROTE A y ROMERO, J. (en prensa): Caracterización mineralógica de micas, granates y nódulos de clorita en los yacimientos de pegmatitas de Sierra Albarrana (Provincia de Córdoba): Rev. Lab. Xeol. Laxe.
- 14.-ORTEGA HUERTAS, M.; GARROTE, A.; RODRIGUEZ, J.; and FENOLL HACH-ALI, P. (1982): Pegmatitic assemblages in the metamorphic core of Sierra Albarrana (Córdoba, Spain): 13 th IMA General Meeting Varna (Bulgaria), 10 p.
- 15.-ORTEGA HUERTAS, M.; GARROTE, A.; RODRIGUEZ GORDILLO, J. y FENOLL, P. (1982): Rocas metamórficas en las pegmatitas de Sierra Albarrana (Provincia de Córdoba): Bol. Geol. y Min., 93, p. 436-445.
- 16.-GARROTE, A. (1976): Asociaciones minerales del núcleo metamórfico de Sierra Albarrana (Provincia de Córdoba), Sierra Morena Central: Mem. Not. Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra, 82, p. 17-39.
- 17.- ALMARZA, J. (1976): Unidades precámbricas en el área de Alamo-Campo Alto (Sierra Morena, Provincia de Córdoba): Cuad. Geol., 7, p. 141-159.
- 18.- GARCIA-PORTERO, J. (1980): El Precámbrico y las rocas ígneas de los alrededores de Fuente Obejuna (Córdoba): Tesis de Licenciatura. Univ. de Bilbao, 77 p.
- 19.-PEREZ-LORENTE, F. (1979): Geología de la zona de Ossa-Morena al Norte de Córdoba (Pozoblanco-Belmez-Villaviciosa de Córdoba): Tesis Doctorales de la Univ. de Granada, nº 281, 340 p.
- 20.-OROZCO, M. y PASCUAL, E. (1975): Presencia y significado de cuarcitas con distena en el Precámbrico de Sierra Morena (España): Cuad. Geol., 6, p. 5-13.
- 21.-PASCUAL, E. (1981): Investigaciones geológicas en el sector Córdoba-Villaviciosa de Córdoba (Sector central de Sierra Morena): Tesis Univ. de Granada, 521 p.