

RELACIONES ENTRE PROCESOS
EVOLUTIVOS ENDOGENOS
Y PARAGENESIS MINERALOGICAS
EN YACIMIENTOS DE Sn Y W ASOCIADOS
A GRANITOIDES CENTRO-IBERICOS

POR
J. SAAVEDRA *

RESUMEN

Se consideran los aspectos químicos y fisicoquímicos de la mineralogénesis plutónica, en su entorno geológico, discutiéndose la posible aplicación de los rasgos genéticos de los magmas a las mineralizaciones presuntamente derivadas y descartándose algunos mecanismos propuestos de formación de fundidos graníticos y de los depósitos con ellos implicados. La clasificación en granitos I y S, con mineralizaciones estanníferas vinculadas a estos últimos, es inaplicable en la región.

Por otra parte, se expone la teoría de la migración de los coloides (que darán lugar a los constituyentes de las menas) desde su formación a partir de los complejos químicos solubles hasta su deposición.

ABSTRACT

Several proposed mechanisms of granite genesis and relations between some types of those with Sn-deposits are considered. The classification in two contrasting granitoid types, I and S, and the connection of these with the S-type have been accepted as ineffective in Central Iberia.

By the other hand, the colloidal migration theory, for mineral particles, is exposed. Their mechanism begins with the solid genesis from chemical dissociations of dissolved complexes.

* CSIC. Apartado 257, Salamanca.

INTRODUCCION

Un intento de registro de resultados globales de los estudios de mineralizaciones en diversos lugares del mundo, desde distintos puntos de vista, con aplicación a depósitos ibéricos, ha sido realizado recientemente por el autor (SAAVEDRA, 1981a, 1981b), por lo que no se detallan aquí. En este trabajo se pretende resaltar los rasgos indicativos de las asociaciones minerales como índices de los fenómenos genéticos, considerando la conexión magma-depósito en algunos casos, con la proposición de explicaciones alternativas y/o complementarias a ciertas cuestiones difíciles de encajar en las teorías expuestas con prioridad.

CARACTERES DE LOS GRANITOS CON MINERALIZACIONES ASOCIADAS DEL TIPO Sn Y W

En las publicaciones antes reseñadas se pone de relieve la yuxtaposición de un cierto número de condiciones para que un granito dé lugar a una mineralización.

La composición química de la roca, en elementos mayoritarios, es un rasgo muy invocado, pero no tiene validez general. Mayor interés tienen estos datos químicos combinados de forma que reflejen en lo posible la mineralogía del granitoide encajante de la mineralización; la mayoría de las áreas graníticas ibéricas fértiles de las que se dispone de análisis en número suficiente se caracterizan en diagramas apropiados (SAAVEDRA, 1981c), pero esto no ocurre siempre. El diagrama propuesto en la figura 1 permite definir con claridad las tendencias que suelen vincularse a depósitos a partir de las medias de numerosos análisis dados por LE MAITRE (1976): la relación molar (equivalentes) Na/K con el parámetro q (ANFILOGOV *et al.*, 1978), que es una medida de la polimerización que supone de pasar de tetraedros aislados Si-O a agrupaciones en una, dos y tres dimensiones, dado por la relación molar (equivalentes)

$$\frac{2(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2) + 3\text{Al}_2\text{O}_3}{2(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2) + 3\text{Al}_2\text{O}_3 + \Sigma\text{M}_x\text{O}_y}$$

(en donde M_xO_y son los restantes óxidos, incluida el agua), se puede aplicar con mucha frecuencia, aunque hay casos en los que no es indicativo (VILADEVALL *et al.*, 1980).

El emplazamiento del plutón es un factor eliminatorio. Los granitos emplazados a más de 4-6 Km son siempre estériles en Sn y W,

ya que la dispersión de dichos elementos en los minerales graníticos, que cristalizan en una secuencia normal, es regulada por las leyes cristaloquímicas. Todo fenómeno que impida la entrada en la red cristalina es favorable: tal es el caso de batolitos epizonales, que hacen intervenir procesos más superficiales que contrarrestan o anulan la dispersión aludida.

Ha sido frecuente considerar que los granitos de origen cortical son los que llevan las mineralizaciones, por estar Sn y W acumulados en esa zona. Sin embargo, no todos los granitos con alto contenido en

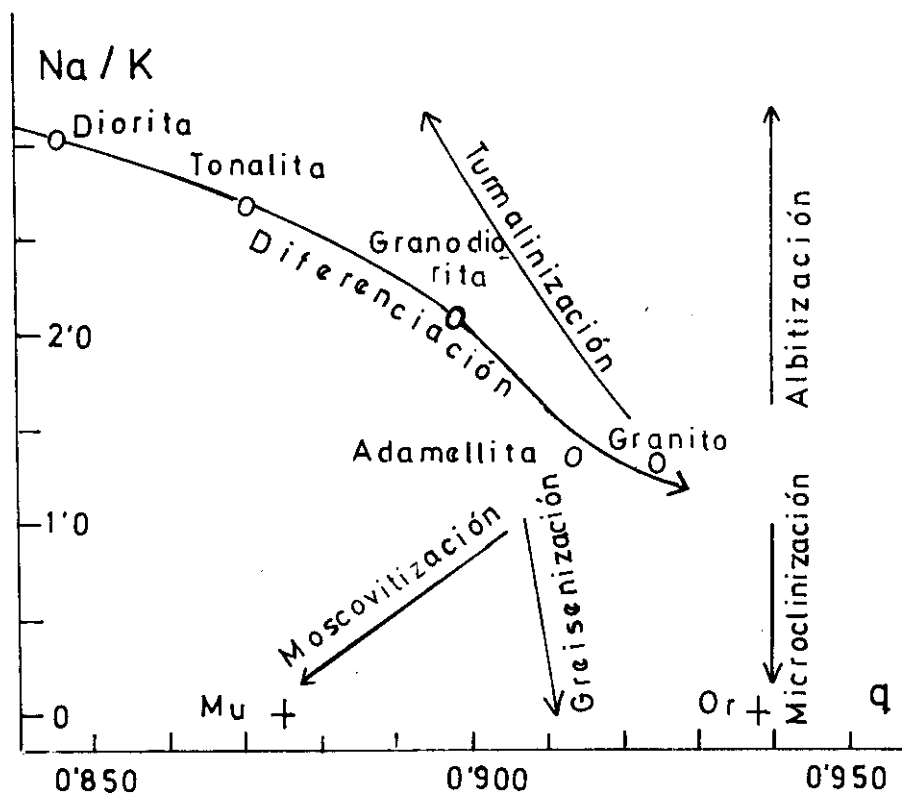


FIG. 1.—Caracterización de los principales procesos postmagmáticos o tardimagmáticos típicamente asociados con mineralizaciones graníticas. Los círculos representan valores medios de las rocas indicadas. Las cruces señalan la posición de los minerales (Or, feldespato potásico; Mu, moscovita). Las flechas señalan la dirección del proceso. En este diagrama no puede darse la posición de la clorita, por no contener teóricamente elementos alcalinos en su composición, pero, en la práctica, la cloritización se sitúa hacia el cuadrante inferior izquierdo. Dada la no coincidencia direccional de los procesos, a partir de cualquiera de los tipos de granitoides, la aplicación es sencilla.

ambos (que, se presume, derivan de tales materiales) presentan depósitos. Los recientes datos de algunas rocas de origen profundo (incluso mantélicas) con elevadas cantidades de los mismas contrastan con dicha idea.

Todas las mineralizaciones de Sn y W presentan evidencias de que ha jugado una fase fluida, de índole variable, algunas de cuyas características locales se recogen en otra parte (SAAVEDRA, 1981a). Las distintas paragénesis en los depósitos formados a diferentes profundidades, con fluidos de composición variada y en diversas condiciones, están también ahí aludidas.

Incluso los rasgos morfológicos del cuarzo apuntan a que las disoluciones hidrotermales contienen haluros alcalinos. Este mineral precipita en medio alcalino, próximo a la neutralidad, según los datos clásicos. Pero también puede hacerlo en agua pura y en disoluciones en NaCl y KCl (mostrando un máximo de concentraciones salinas del orden del 10 %), con una rapidez comparable a la de la génesis a $\text{pH} > 7$ para $T \geq 400^\circ \text{C}$ (HOSAKA y TAKI, 1981a, 1981b y 1981c); en este caso, los cristales muestran las seis caras romboédricas en las que termina el prisma de cuarzo (en vez de las tres, típicas de los medios alcalinos) y estriaciones, tal y como ocurre naturalmente. La presencia de dichas sales (ya denunciada por las inclusiones fluidas) parece, pues, fuera de toda duda razonable.

ORIGEN DEL MAGMA GRANITICO Y SU RELACION CON LAS MINERALIZACIONES. EL PROBLEMA DE LA PROCEDENCIA

Como se indicó, la idea de que los granitos anómalos (en contenido de elementos) son los que dan lugar a depósitos minerales es común, antigua y, desde luego, no se cumple en ocasiones. WHITE *et al.* (1978), en realidad, la adoptan cuando señalan que los granitos hercínicos del W de Europa (de Inglaterra, Francia y Península Ibérica) de tipo S son los que tienen asociadas mineralizaciones estanníferas, ya que proceden de sedimentos, que son más ricos en Sn que los materiales de origen ígneo. La discrepancia del autor de esta publicación respecto a tales informaciones es doble y no admite ni la generalidad de la clasificación básica, tipos I y S de WHITE y CHAPPELL (1974), ni, como consecuencia parcial, el vínculo aludido; dado que parece que dicha clasificación ha sido bastante aceptada, es conveniente una crítica de la misma.

WHITE y CHAPPELL (*op. cit.*) indican que los granitos tipo I, los estériles, derivan de una fuente ígnea, caracterizándose por altos contenidos en Na/K y Ca, baja relación $\text{Al}/(\text{Na} + \text{K} + \text{Ca}/2)$, plagioclasas

más cálcicas, presencia de hornblenda y restitas (más abundantes en términos básicos que en ácidos) de magmas más básicos, sin xenocristales ni plagioclasas de zonación y maclado complejos (WHITE y CHAPPELL, 1977). Los granitos de tipo S, fértiles, tienen relaciones contrarias a las aludidas y mayores valores en Fe, Mg, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ba, Rb, Th, La, Ce, Y, para valores análogos de SiO₂, en relación a los de tipo I (HINE *et al.*, 1978), así como cristales (xenocristales) de cordierita, andalucita, granate, moscovita, sillimanita, restitas metasedimentarias y composición más irregular y variable que los anteriores.

El contraste entre los datos geoquímicos de los batolitos tardíos mineralizados, ambos en Cáceres, del Jálama (SAAVEDRA *et al.*, 1977) y de Albalá (SAAVEDRA y GARCIA SANCHEZ, 1976), por ejemplo, es significativo. El primero es un granito que contiene numerosas facies leucocráticas y enclaves máficos no orientados de diversos tamaños, algunos de los cuales son extensos y exhiben relaciones magma básico (a su vez con numerosos enclaves máficos)/magma granítico en la que éste es contemporáneo o algo más joven (foto 1), con tránsito gradual a veces; el segundo, semejante, es rico en silicatos alumínicos (cordierita, etc.), aunque los xenolitos son más escasos. La diferencia química entre ambos es contradictoria respecto a las bases de la clasificación aludida, en los tipos I y S.

No obstante, se argumenta también que los silicatos alumínicos, en especial la cordierita, son evidencias, en esta región, de restos no asimilados de material cortical encajante de plutones que contienen estos minerales en cantidades apreciables (UGIDOS, 1973, 1976), procedentes de un magma contaminado (UGIDOS y BEA, 1976); como argumento, en último extremo, se señala que, experimentalmente, la cordierita no puede cristalizar de fundidos potásicos y que rasgos como el idiomorfismo se explican por adquisición posterior, sin detallar el proceso. SAAVEDRA (1977, 1979a) alude a que no se aclaran los puntos: relaciones presencia de dichos minerales/composición magmática (que siempre tiene unas características), contenidos en cordierita y/o andalucita independientes de la distancia al borde del plutón (en muchos casos), contraste morfológico entre los silicatos alumínicos graníticos y los del encajante, presencia de cordierita de gran tamaño en pegmatitas, carácter ferrífero de dichos silicatos alumínicos, paragénesis, rasgos peculiares (en contenido en Al, por ejemplo) de las micas de las facies graníticas que los contienen, trabajos experimentales que no excluyen la cristalización magmática de la cordierita (SAAVEDRA, 1977), papel positivo del grado de saturación en agua respecto a la génesis de andalucita, etc.

La información actual, de laboratorio, no hace sino apoyar el origen ortomagnético posible de cordierita granítica. La presencia de B con-

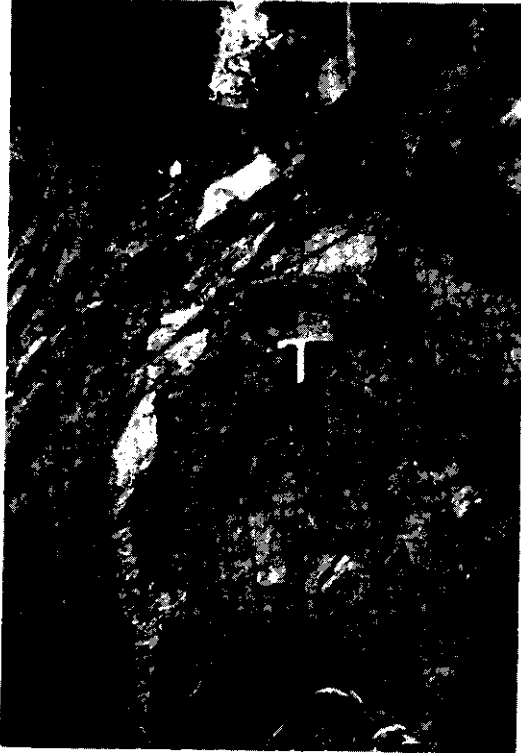


Foto 1.—Presencia del granito regional en un gran enclave (decenas de metros) de roca básica, con tránsitos, que, a su vez, contiene enclaves pequeños, también básicos y con textura ígnea bien evidente. Zona central del botolito del Jálama. En el momento de ocurrir el fenómeno, los dos magmas no debían de estar definitivamente consolidados, pues las evidencias de movimiento son claras.

duce a que aparezca un fundido más potásico e hiperalumínico (PICHAVANT, 1981), hecho interesante a la hora de considerar los granitos cordieríticos y turmaliníferos de Extremadura; la adquisición del grado hiperalumínico, considerando el efecto del Mn, a partir de magmas graníticos, ha sido presentada por ABBOTT (1981). Incluso magmas procedentes de la fusión parcial de materiales sedimentarios, en principio, pueden conducir a la cristalización de los aludidos silicatos aluminicos, incluso a bajas presiones si existen cantidades suficientes de agua (CLEMENS y WALL, 1981), perfectamente compatibles con las deducidas a partir del emplazamiento y las paragénesis graníticas de la zona.

Los granitos cordieríticos salmantinos del área Linares de Riófrío-Puente Congosto presentan, cerca de esta última localidad, en la mar-

gen izquierda del río Tormes, rocas plutónicas básicas con todas las gradaciones entre términos gabroicos y la granodiorita regional, citadas por SAAVEDRA (1980a), pudiendo verse que la mayoría de los enclaves regionales de dicho granitoide corresponden a diversas etapas del aludido tránsito (foto 2); el pequeño plutón básico próximo, parcialmente cubierto por sedimentos recientes y las aguas del pantano de Santa Teresa (SAAVEDRA, 1979b), encajado en esquistos, es del mismo tipo. Las consideraciones teóricas sobre los equilibrios térmico y químico enclave-englobante, con la migración hacia el autolito de los elementos deficitarios del magma básico (potasio, rubidio, etc.) que se traduce por las coronas de feldespatos alcalinos en torno a ellos, tanto en el Sistema Central como en Extremadura (SAAVEDRA, 1979a), se aplican aquí de la misma manera (foto 3). El empleo de los datos químicos enclaves ígneos-granodiorita encajante de APARICIO *et al.* (1975), obtenidos de una zona al E del lugar aquí considerado por

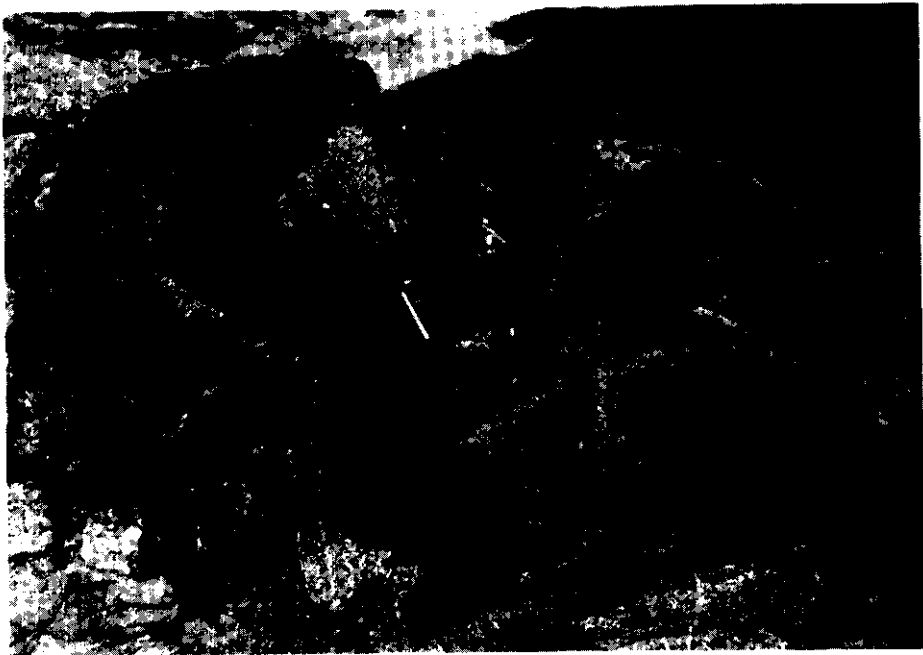


FOTO 2.—Aspecto de la zona de contacto entre la granodiorita-adamellita regional en las inmediaciones de Puente Congosto con rocas plutónicas básicas. El carácter aproximadamente contemporáneo se observa bien, así como los tránsitos entre los diversos términos. A la derecha del martillo se aprecia bien un enclave de los esquistos (metamorfizados regionalmente con un grado medio) encajantes, con contacto muy neto tanto con las rocas básicas como con las más ácidas.

SAAVEDRA (1980b), también señala, geoquímicamente, la idéntica evolución de ambos y la mayor tendencia a la alcalinización del magma deficitarios en ello, el básico; los enclaves metasedimentarios se separan con nitidez.



FOTO 3.—Corona feldespática en torno a un enclave ígneo máfico en la misma localidad que en el caso anterior. Se puede apreciar una hibridación mucho más acentuada que en el centro del enclave de la derecha (en donde también se observa el desarrollo de fenocristales de feldespatos, por difusión a partir del magma más ácido). Esta disposición zonal es muy frecuente y general.

Todo lleva a generalizar en la zona de las contradicciones de la clasificación de WHITE y CHAPPELL (1974), a rechazar que la cordierita implique hibridaciones con materiales metasedimentarios por fuerza (y a las teorías que se basen en dicha información supuesta), a insistir en el origen profundo de estos granitos y su evolución variable (SAAVEDRA, 1979a) y a negar la vinculación granitos estanníferos-granitos tipo S. La crítica de DIDIER (1980) a la ineficacia general de la aludida clasificación y su propósito de ponderar la presencia de enclaves parece adecuada y correcta.

Puesto que parece claro que más que el contenido medio absoluto de elemento (de mena) en el magma granítico juega el comportamiento y tipo de los volátiles a la hora de la deposición, cabe la posibilidad de que el magma, con independencia de su composición, actúe sólo como un foco térmico que da lugar a movimientos de fluidos en el encajante (éstos, incluso, pueden proceder del medio ambiente, y no del cortejo magmático), que lixivien y acumulen los constituyentes de la mineralización (mecanismos propuestos en la bibliografía y discutidos por SAAVEDRA, 1981a), tal y como se ha aplicado a la génesis de scheelita de Monleón, Salamanca (VILLADEVALL *et al.*, *op. cit.*). En este caso, la composición del encajante puede controlar las paragénesis metalíferas. Así, las conclusiones de VOYEDOVIN (1981) sobre la composición de numerosas wolframitas adquieren sentido: la huebnerita o la ferberita uniformes indican bajas temperaturas y condiciones relativamente superficiales, ya que así es más difícil la mezcla con fluidos de quimismo variable, procedentes del encajante (regulador de su composición), que a más profundidad y temperatura (mayor grado de mezcla de ambos minerales); si las wolframitas presentan amplios rangos de composición, puede pensarse en varias fases de hidrotermalismo y procesos superpuestos.

La aplicación de datos isotópicos demuestra que la mezcla de aguas magmáticas con meteóricas es más general de lo que se pensaba, lo que apoya lo antes expuesto. JACKSON *et al.* (1981) ponen de relieve que ya antes de la mineralización hay entrada de agua meteórica (granitos hercínicos del sur de Inglaterra). Esta intervención de agua no magmática se ha demostrado también en depósitos ibéricos (KELLY y RYE, 1979).

Finalmente, como fue indicado (SAAVEDRA, 1981a), hay cada vez más pruebas de que no sólo pueden intervenir como agentes de transporte los halógenos (combinados), Si, P, As, etc. (en especial, para el W), sino que el CO₂ juega un papel importante, pero aún poco conocido, para el W y también para el Sn (NORMAN y TRANGCOTCHASAN, 1981, que señalan las diferencias de concentración entre las paragénesis con casiterita y con cuarzo; RAMBOZ, que apunta la variación de CO₂ en cuarzos de diversas paragénesis, disminuyendo al depositar W, etc.). KELLY y RYE (*op. cit.*) afirman, para los depósitos de Sn-W de Panasqueira, que el CO₂ de las paragénesis carbonatadas proviene de medios externos al magma granítico, probablemente de equilibrios del grafito de los esquistos de la región.

Por tanto, el papel de los fluidos (posibles movilizadores de elementos en los granitos o fuera de ellos) procedentes del encajante es indudable. Hay que considerar, pues, no sólo el plutón, sino su entorno, que contribuirá a condicionar más o menos las paragénesis.

TEORIA DE LA MIGRACION COLOIDAL

La idea de que, a partir de fluidos hidrotermales, precipitan, en un momento dado, los minerales de las paragénesis y allí se forma el depósito por sedimentación gravitacional es incompleta y simplista. Cuando se inicia la precipitación (fin del fenómeno químico), está aún actuando un flujo hidrotermal que puede desplazar a los recién formados coloides, en un medio en el que suelen seguir actuando fracturaciones y otros fenómenos geológicos, comenzando una etapa puramente física, que no se ha estudiado demasiado. Como indica ZHI-QUING (1980), hay yacimientos de W, algunos de gran importancia económica, en los que se puede proponer una explicación que no sólo considere el transporte como complejos disueltos.

Puede intentarse una evaluación del régimen bajo el que circulan los fluidos. Es laminar cuando el número de REYNOLD, $Re = d \cdot V \cdot \rho / \nu$ (d = diámetro equivalente de la grieta, V = velocidad del fluido, ρ = su densidad y ν = coeficiente de viscosidad), es inferior a 2,300. El valor de d es reducido, V no debe de ser alta (cuando hay arcilla, no es arrastrada y suele quedar en capas en las paredes, por lo que la velocidad debe ser escasa), las inclusiones fluidas pocas veces muestran una densidad superior a 1,5-1,0 gr/cm³ y la viscosidad es alta, ya que los fluidos suelen llevar materiales en disolución. Es razonable suponer un flujo laminar, lo que implica que la disolución en el centro de la fractura tiene una velocidad algo mayor que en el borde, surgiendo un gradiente ΔV . Como en el inicio de la deposición el radio a del mineral, ahora coloide, en una partícula (existiendo n partículas por unidad de volumen) es muy pequeño (de 10 a 1.000 Å), el número de choques de estas partículas por unidad de tiempo (que hacen aumentar sus dimensiones) en un volumen dado, debido al movimiento browniano, en el medio hidrotermal de coeficiente de difusión browniano D , es $N = 8\pi \cdot D \cdot a \cdot n^2$ (es más importante el número de partículas que su tamaño). Cuando el mineral forma ya agregados de cierto tamaño, se tiene $N = (32/3) \cdot n^2 \cdot \Delta V \cdot a^3$, y el aumento de este tamaño depende ya fuertemente del radio de la partícula mineral.

La ecuación de movimiento de tal suspensión es:

$$V = (2V'\rho a^2)/(9\nu K) \cdot (d^2R/dt^2) + dR/dt$$

(V' = velocidad del fluido lejos de donde hay un cambio de dirección de la fractura y K es un valor que depende de su anchura), siendo el valor casi constante $(2V'\rho a^2)/(9\nu K)$ la constante de Stokes, S . Cuando a tiende a cero (inicio de la precipitación), $V = (dR/dt)$; las partículas, a velocidad uniforme, fluyen sin depositarse (tienen que tener un

tamaño mínimo para ello) hasta que K sea, comparativamente, también muy pequeño, esto es, vena muy estrecha (relleno de fisuras y venas capilares por los minerales específicos que determinan v y ρ ; se tiene una asociación muy sencilla, de uno o dos minerales). Por este motivo, sólo físico, puede aparecer a veces wolframita (formada en otra parte) con cuarzo en venas de rocas calcosilicatadas o carbonatadas, por ejemplo, mientras que el W presente en forma compleja reacciona con el encajante para dar scheelita.

Así, cuando los datos experimentales indiquen qué partículas incipientes de dos minerales (por ejemplo, wolframita y otro común en sus paragénesis, como alguno de berilio) migren juntas en una corriente de características dadas, la relación de radios tendrá un cierto valor ($R = a_w/a_{Be}$). Si se supera el valor de R es porque a_w aumenta y el número de choques (crecimiento de dimensiones) en la corriente hidrotermal ascendente es mayor para la wolframita, que se aglomera en menos tiempo y, por tanto, precipita antes y existirá una paragénesis de mineral de Be por encima de la wolframita; ocurrirá lo contrario si hay inversión de dichas relaciones de radios. Con una serie de valores experimentales de R para pares de minerales se puede hacer una estimación del orden en el que aparecen. Otra aplicación interesante en que, al ser dicha relación un dato conocido, se puede estimar semicuantitativamente, considerando las concentraciones de mineral en el nivel visible, si la ley de la mineralización aumenta o disminuye en profundidad o en niveles más someros.

Hay veces que, en algunos filones, los minerales forman depósitos con un contenido que varía más o menos de la media del conjunto, según los lugares; puede darse una razón para ello. La cantidad de partículas de mineral arrastrado, I , por la corriente hidrotermal, que lo contiene en una concentración C , regulará el recorrido, junto con la concentración de las mismas; si ésta es pequeña (por tanto, pequeño número de choques), el tiempo para que la colisión de aglomeraciones adquiera importancia suficiente para precipitar será grande y, por tanto, también el recorrido, siendo I bajo (ya que es $L = 8C \cdot V^{2/3} \cdot a^{4/3}$) y la dispersión de cantidades de mineral alta.

La teoría también da otros criterios de prospección. Sobre las menas de Sn y W suelen aparecer vénulas de cuarzo y/o mica (de rango de anchura milimétrico), venas (hasta de 5 cm) y grietas gruesas rellenas o filones (hasta de unos 30 cm). Si en las vénulas (K de la ley de Stokes pequeña) y en las venas hay poco mineral o si en las primeras hay riqueza y no en las segundas, los filones profundos más anchos serán estériles; en cambio, si la ley es pobre en las vénulas y rica en las venas, es probable que dichos filones profundos sean notoriamente fértiles. La razón argumentada es que si la disolución hi-

drothermal es diluída (pobre, en principio) en partículas que darán lugar a los minerales de W y Sn, se necesita recorrer una mayor distancia para que aumenten los choques, incrementando el tamaño de partícula que permita su deposición, que se producirán, sobre todo, en las zonas más estrechas (la constante S de Stokes indica que, en ese caso, a puede ser menor: aglomeración más fácil), vénulas, siendo estériles los huecos más anchos (venas, etc.); pero si la mena aparece en cavidades no muy estrechas, venas, y no en las más delgadas, la disolución primitiva es más concentrada y, por tanto, puede haber precipitado también en los filones más gruesos y profundos (ZHIQUING, *op. cit.*), como se ha comprobado estadísticamente en numerosas localidades.

CONCLUSION

Se ha tratado de dar una visión complementaria de otros trabajos de la complicación de la metalogénesis plutónica ibérica. La génesis de un depósito de este tipo requiere una aplicación pruridisciplinar, sin la cual no puede generalizarse en la Península Ibérica un esquema de dicha problemática medianamente válido.

BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, R. N. (1981): «AFM liquidus projections for granitic magmas, with special reference to hornblende, biotite and garnet». *Can. Mineral.*, 19, 103-110.
- ANFILOGOV, V. N.; BRAGINA, G. I., y OGORODOVA, V. Ya. (1978): «A criterion of degree of polymerization and evolution of magmatic melts». *Geochem. Internat.*, 15, 82-85.
- APARICIO, A.; BARRERA, J. L.; CARABALLO, J. M.; PEINADO, M., y TINAO, J. M. (1975): «Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central español». *Mem. IGME*, 88, 145 págs.
- CLEMENS, J. D., y WALL, V. J. (1981): «Origin and crystallization of some peraluminous (S-type) granitic magmas». *Can. Mineral.*, 19, 111-131.
- DIDIER, J., y LAMEYRE, J. (1980): «Classification génétique des granites et nature de leurs enclaves». *23^e Congrès Géol. Internat.*, I, 36.
- HINE, R.; WILLIAMS, I. S.; CHAPPELL, B. W., y WHITE, A. J. R. (1978): «Contrasts between I- and S-type granitoids of the Kosciusko batholith». *J. Geol. Soc. Aust.*, 25, 219-234.
- HOSAKA, M., y TAKI, S. (1981a): «Hydrothermal growth of quartz crystals in pure water». *J. Crystal Growth*, 51, 640-642.
- (1981b): «Hydrothermal growth of quartz crystals in NaCl solution». *J. Crystal Growth*, 52, 837-842.
- (1981c): «Hydrothermal growth of quartz crystals in KCl solution». *J. Crystal Growth*, 53, 542-546.

- JACKSON, N. L.; HALLIDAY, A. N.; SHEPPARD, S. M. F., y MITCHELL, J. G. (1981): «Isotopic and fluid inclusion evidence bearing on the polyphase metallogenic evolution of the St. Just District, Cornwall». *J. Geol. Soc. London*, 138, 213.
- KELLY, W. C., y RYE, R. O. (1979): «Geologic, fluid inclusion, and stable isotope studies of the tin-tungsten deposits of Panasqueira, Portugal». *Econ. Geol.*, 74, 1721-1822.
- LE MAITRE, R. W. (1976): «The chemical variability of some common igneous rocks». *J. Petr.*, 17, 589-637.
- NORMAN, D. I., y TRANGCOTCHASAN, Y. (1981): «Fluid inclusion study of the Yod Nam tin mine, southern Thailand». *J. Geol. Soc. London*, 138, 214.
- PICHAVANT, C. M. (1981): «An experimental study of the effect of B on a water-saturated haplogranite at 1 kb, 500-800 °C». *J. Geol. Soc. London*, 138, 214.
- SAAVEDRA, J. (1977): «Sobre la presencia de silicatos aluminicos (cordierita, andalucita, sillimanita y granate) en granitos de Extremadura Central». *Acta Geol. Hispánica*, XII, 108-112.
- (1979a): «Aspecto geológico del plutonismo geoquímicamente especializado en Extremadura Central (oeste de España)». *Bol. Geol. Min.*, 93, 253-274.
- (1979b): «Consideraciones sobre el área granítica comprendida entre Béjar y Linares de Riofrío (Salamanca)». *An. Cent. Edaf.*, Salamanca, IV, 305-317.
- (1980a): «Plutonismo y mineralizaciones ácidas asociadas en el SE de la provincia de Salamanca». *26º Congrè Géol. Internat.*, III, 1003.
- (1980b): «Aplicaciones del parámetro q (grado de polimerización) a algunos problemas del plutonismo ácido en la Península Ibérica». *Tecniterrae*, VI, 17-22.
- (1981a): «Procesos geológicos y geoquímicos en la génesis de yacimientos estanno-wolframíferos centro-ibéricos» (en prensa).
- (1981b): «Algunos criterios sobre el potencial metalogenético en estaño y wolframio aplicables a granitos del centro oeste de España» (en prensa).
- (1981c): «Geochemistry of barren granites and those mineralized with tin and tungsten in West Central Spain» (en prensa).
- SAAVEDRA, J., y GARCÍA SÁNCHEZ, A. (1976): «Geología del granito de Albalá (Extremadura Central, España)». *Tecniterrae*, II, 10-23.
- SAAVEDRA, J.; PELLITERO, E.; GARCÍA SÁNCHEZ, A., y MADRUGA, F. (1977): «Estudio del granito mineralizado del Jálama, Salamanca-Cáceres, España». *Bol. Geol. Min.*, 88, 333-344.
- VILADEVALL, M.; SAAVEDRA, J., y PELLITERO, E. (1980): «Scheelita en el contacto granítico Monleón-Los Santos (Salamanca): consideraciones genéticas». *Tecniterrae*, VIII, 29-33.
- VOYEVODIN, V. N. (1981): «The relationship between chemical composition of wolframites and the geological conditions of their formation». *Internat. Geology Rev.*, 23, 561-570.
- UGIDOS, J. M. (1972): *Estudio petrológico del área Béjar-Plasencia (Salamanca-Cáceres)*. Tesis doctoral, Universidad de Salamanca.

- (1976): «Significado petrológico de cordierita, sillimanita y andalucita en migmatitas y granitos de Plasencia-Béjar y áreas adyacentes (Salamanca-Cáceres)». *Stv. Geol.*, 10, 31-43.
- UGIDOS, J. M., y BEA, F. (1976): «Análisis comparativo de los granitos del área Béjar-Plasencia con otros granitos "younger" centro peninsulares: precisiones sobre la serie mixta». *Stv. Geol.*, 10, 45-59.
- WHITE, A. J. R., y CHAPPELL, B. W. (1977): «Ultrametamorphism and granulite genesis». *Tectonophysics*, 43, 7-22.
- WHITE, A. J. R.; BEAMS, S. D., y CRAMER, J. J. (1978): «Granulite types and mineralization with special reference to tin». *Geol. Soc. Australia Conf.*, 89-100.
- ZHIQING, L. (1980): «Mechanism of migration zoning due to concentration difference of mineral particles and of mineralization enrichment in tungsten vein deposits». *Scientia Sinica*, 23, 1559-1569.