

Aportaciones al conocimiento geológico y mineralógico del yacimiento de Sn-Au de Mina Dominica (Salamanca)

J. Nespereira, M.C. Moro, J.L. Crespo, P. Villar y O. Fadón

Área de Cristalografía y Mineralogía. Dpto. de Geología. Fac. de Ciencias. Univ. de Salamanca. Pza. de la Merced s/n. 37008 Salamanca.

ABSTRACT

In this paper a preliminary study of the geological and mineralogical characteristic of Mina Dominica (Salamanca) Sn-Au deposit is presented.

Ore occurs in hydraulic breccias, vein swarms and disseminations, grouped in three structures striking E-W and another one NW-SE, hosted by banded slates and feldspatic quartzites belonging to Schist and Greywacke Complex.

Veins' gangue and breccias' cement are constituted by quartz, carbonate (siderite), feldspar and chlorite.

Metallic mineral assemblage is characterised by the association of cassiterite with sulphides, mostly arsenopyrite and pyrite with minor stannite, sphalerite, chalcopryrite, galena and Pb-Bi sulphosalts. Occasionally native Bi and Au are included in arsenopyrite.

Formation of this hidrothermal Sn-Au deposit are explained in terms of mineralization in a trap located in an anticlinal fold hinge. Possible source of metals could be black slates with sulphides and calcosilicate rocks present in surrounding areas. Sulphur and metals would be remobilized during main stage of regional metamorphism.

Key words: tin, gold, Salamanca, hydraulic breccia.

INTRODUCCIÓN

En el curso de las investigaciones que se están llevando a cabo en el marco del Proyecto de Investigación IFD97-0235 (FEDER), cuyo objetivo fundamental es el estudio de los yacimientos primarios de Au en Castilla y León, se estudian las mineralizaciones hidrotermales de Sn-Au de Mina Dominica (Salamanca). La presencia en esta área de yacimientos skarnoides y filonianos de Sn-W hace que el estudio de esta mina, que tipológicamente no responde a ninguno de ellos, tenga gran interés metalogénico a nivel regional. En este trabajo se resume la geología del entorno de la mina y, en una primera aproximación, la composición mineralógica y química de los sulfuros, sulfosales y elementos nativos, especialmente del oro, que aparecen junto a la casiterita.

La Mina Dominica está situada 32 km al sur de Salamanca, en el término municipal de Montejo, cerca de Guijuelo. El yacimiento fue descubierto en 1944 y se explotó durante los años 1945 a 1957 para el Sn y también, en el último período y en los niveles con abundantes sulfuros, para el Au (MIDUESA, 1987). Esta empresa minera realizó durante los años 1985 y 1986 campañas de prospección litogeoquímica, de suelos, arroyos, calicatas y sondeos.

Franco Herrero *et al.* (1987 a y b) discuten los resultados de estos trabajos y destacan, por un lado, las numerosas

anomalías auríferas de suelos existentes en la zona, a las que atribuyen una orientación preferencial NO-SE, según las estructuras de 1ª fase de deformación hercínica, que pueden estar relacionadas con mineralizaciones primarias ligadas a filones de cuarzo o con determinados niveles del Complejo Esquisto-Grauváquico (cuarcitas, microconglomerados), y por otro, el carácter epigenético de la mineralización y su control estructural mediante una fracturación relacionada con la segunda fase de deformación.

MARCO GEOLÓGICO

El área estudiada se sitúa dentro de la zona Centro-Ibérica del Macizo Hespérico (Julivert *et al.*, 1972). En la zona afloran materiales del Complejo Esquisto-Grauváquico de edad preordovícica, pertenecientes a las formaciones Monterrubio y Aldeatejada (Díez Balda, 1986).

En el entorno de la mina (Fig. 1) aflora la parte alta de la formación Monterrubio, constituida por una masa de pizarras organizadas en alternancias de niveles decimétricos de tramos más y menos lutíticos, en las que se incluyen abundantes lechos arenosos que evolucionan lateral y verticalmente a una alternancia de cuarcitas y pizarras. Es de destacar en esta zona la existencia de niveles de pizarras negras con abundantes sulfuros, de los que se ha cartogra-

fiado el más importante, y que corresponden a pizarras arenosas con mayor o menor contenido en materia carbonosa.

A techo de esta unidad aparece un nivel de conglomerados de espesor métrico formado por facies granosoportadas con cantos redondeados de naturaleza cuarzosa.

Por encima, se encuentra la parte baja de la Formación Aldeatejada, de composición mucho más pelítica, en la que también se ha encontrado un nivel conglomerático intercalado. En su mayor parte está formada por pizarras lutíticas, normalmente en paquetes masivos mal estratificados. Son característicos algunos niveles muy continuos de pizarras microbandeadas, formadas por alternancias de lechos milimétricos a centimétricos, de colores claros y oscuros, y compuestas por metalutitas más o menos ricas en materia carbonosa y, normalmente, con pirita.

Desde el punto de vista tectónico, el área fue estructurada principalmente durante la orogenia hercínica, mediante un proceso polifásico caracterizado por tres etapas de deformación (Díez Balda, 1986). La primera fase produce pliegues verticales de dirección NO-SE. La segunda fase está controlada por el desarrollo de una megacizalla subhorizontal de carácter extensional y movimiento de techo hacia el SE, que produce bandas de deformación de diversas escalas con una fuerte esquistosidad asociada. Finalmente, la tercera fase genera un replegamiento, coaxial con el de la primera fase, que da lugar a grandes antiformas y sinformas. La Mina Dominica se encuentra en la charnela de un pliegue de primera fase (Anticlinal de Las Veguillas), en un área en la que existen bandas de deformación discretas de segunda fase, de espesor métrico y subparalelas a la estratificación.

La evolución metamórfica de las rocas del entorno de la Mina Dominica es relativamente compleja, determinada en parte por la propia existencia de la mineralización y de las alteraciones hidrotermales asociadas. A escala del estudio se observa un metamorfismo pre- D_2 difícil de caracterizar debido a la escasez o ausencia de fábricas sinmetamórficas D_1 , pero que, dada la mineralogía pre- S_2 , puede considerarse que superó ligeramente la isograda de la biotita en rocas pelíticas. El metamorfismo asociado a D_2 está expresado por las fases minerales que definen la esquistosidad S_2 , esencialmente microlepidoblastos de mica blanca sericítica, lo que implica una ligera retrogradación de las condiciones sin- D_1 hasta la parte de menor temperatura del grado bajo. En las rocas de composición calcosilicatada, las asociaciones minerales pre- D_2 incluyen cuarzo, carbonatos, vesubianita, granate y titanita que, con la retrogradación asociada a D_2 , se transforman en otras con zoisita-clinozoisita, epidota y clorita.

MINA DOMINICA

La Mina Dominica fue en su tiempo una explotación importante de Sn y, en menor medida, de Au, como muestran las ruinas de las edificaciones (lavaderos, equipos de

machaqueo) existentes. En los planos antiguos de las labores se reconoce un pozo de 50 m, 120 m de galerías en 5 niveles, y desde la última, un plano inclinado (30°) que desciende hasta la cota -118.

Debido a los malos afloramientos en la mina, a la inaccesibilidad de las labores, y a la pérdida de los testigos de los sondeos de MIDUESA, el estudio de las rocas encajantes y de la propia mineralización se ha efectuado a partir de muestras recogidas en las escombreras de la mina y en los afloramientos del entorno.

ROCAS ENCAJANTES

Las rocas encajantes corresponden mayoritariamente a cuarcitas, a pizarras bandeadas, y a pizarras negras de la Fm. Monterrubio.

Las cuarcitas presentan una estructura masiva, de tamaño de grano fino y de color gris oscuro. A escala microscópica se diferencian desde tipos ortocuarzíticos, formados esencialmente por cuarzo, a otros de carácter feldespático, micáceo o calcosilicatado, en los que, junto con el cuarzo, aparecen feldespatos en el primer caso, las micas, biotita y/o moscovita, en el segundo y plagioclasas, vesubianita, granate, zoisita-clinozoisita, epidota y calcita en el tercer tipo. En todos ellos y con mayor o menor proporción también aparecen clorita, apatito, titanita, circón, turmalina, rutilo, ilmenita, y magnetita, además de scheelita y abundantes sulfuros como minerales accesorios.

Todos los minerales metamórficos están parcial o totalmente alterados debido al retrometamorfismo asociado a la D_2 que afecta a los materiales de la zona; así, los feldespatos y las plagioclasas están fuertemente sericitizados, las láminas de biotita parcialmente cloritizadas, los cristales de vesubianita transformados parcialmente en clinozoisita, clorita y calcita, y los del granate igualmente transformados en clorita y calcita. En ocasiones esta retrogradación resulta difícil de interpretar al estar enmascarada por las propias alteraciones hidrotermales asociadas a la mineralización.

Las pizarras bandeadas corresponden a una alternancia milimétrica a centimétrica de niveles lutíticos con abundante materia carbonosa con otros más arenosos. Éstos están formados por cuarzo, mica blanca, clorita y biotita y, ocasionalmente, rutilo y agregados de titanita. Los niveles lutíticos, con menor tamaño de grano, tienen prácticamente la misma composición con la diferencia de su mayor contenido en micas y materia carbonosa.

Estos niveles, en determinados tramos de la serie con un mayor incremento en su contenido en materia carbonosa y sulfuros, constituyen las denominadas pizarras negras. De ellas es importante destacar el alto contenido en sulfuros: pirrotina y/o pirita, además de arsenopirita, calcopirita, esfalerita y otros óxidos y sulfosales no identificados. Estos minerales se disponen principalmente diseminados, en las superficies de estratificación o de esquistosidad, y en las

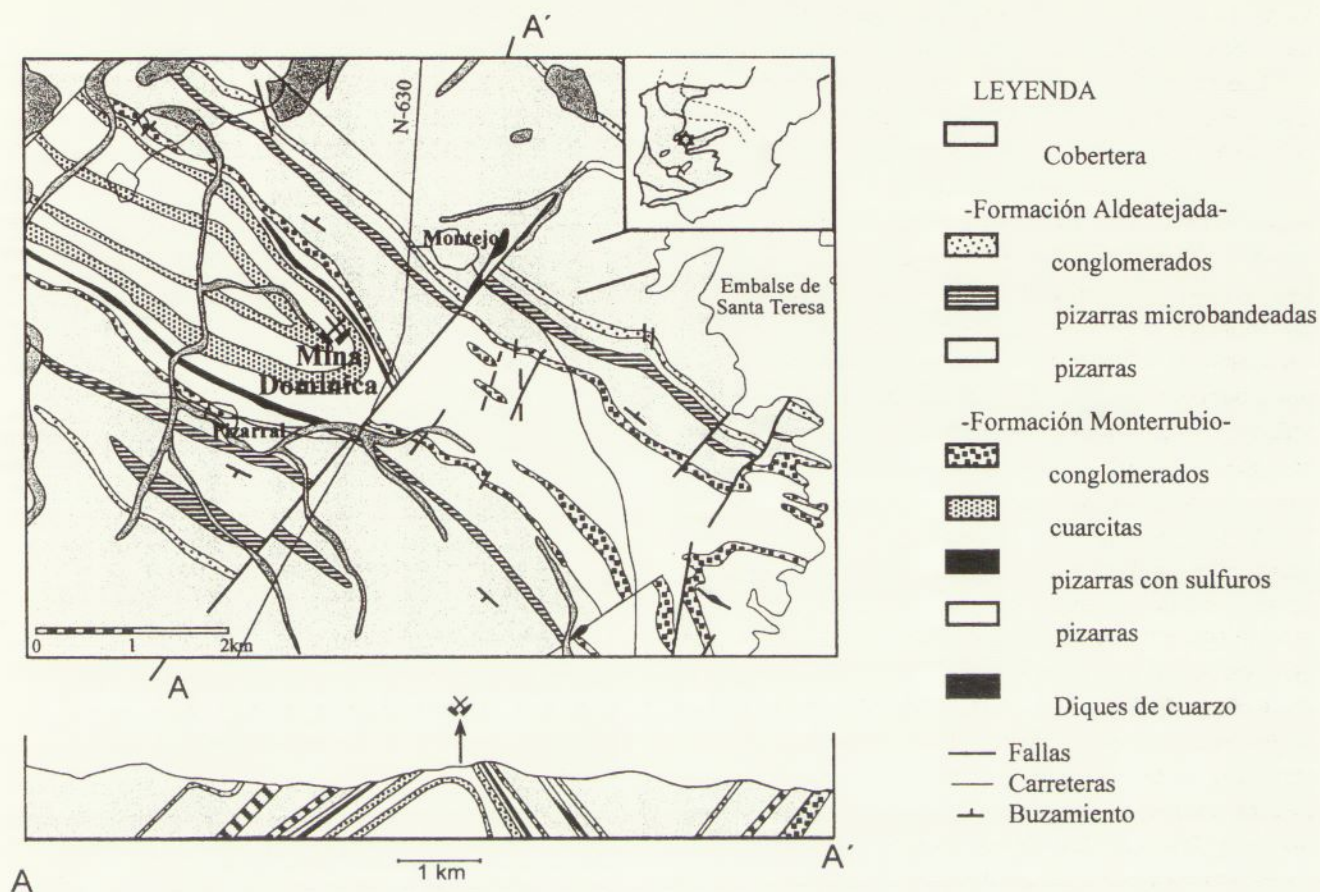


FIGURA 1: Mapa geológico del entorno de Mina Dominica.

venillas de tensión que se producen en los niveles más síliceos, ocupadas primero por sílice y a continuación por sulfuros, recubiertos a su vez por una aureola microcriptocrystalina de sílice y óxidos de Ti. Todas estas características sugieren un origen sindiagenético y/o metamórfico para estos minerales.

MINERALIZACIÓN

A partir de la información existente se deduce que la mineralización se encuentra en tres estructuras de dirección E-O, con buzamiento fuerte al sur, y en una estructura subvertical de dirección NO-SE aunque algo oblicua a la dirección estructural de la fase D_1 , tal como indicaban Franco Herrero *et al.* (1987b), quienes además hablan de otra estructura N-S con buzamiento de 50° al oeste.

Del análisis detallado de los levantamientos de los sondeos y calicatas realizado por MIDUESA, y de su intersección con las estructuras mineralizadas deducidas a partir de la posición de las galerías de explotación en los planos antiguos de labores, se infiere que la estructura NO-SE, la portadora principal del Au según Franco Herrero (1987b) está formada por una zona brechificada de cuarzo con abundantes sulfuros de unos 3 m de espesor. Las estructuras E-O parecen corresponderse con tramos de espesor métrico

en los que existen venillas de cuarzo de 0.5 a 20 cm, disseminaciones metálicas en cuarcitas feldespáticas y algunas zonas brechoides con sulfuros.

A falta de una referencia *in situ* o sobre las columnas de los sondeos, las muestras recogidas en las escombreras no pueden asignarse a ninguna de las estructuras mineralizadas anteriormente mencionadas. Únicamente, y teniendo en cuenta su morfología se agrupan en **venas de cuarzo**, **venas de cuarzo-carbonatos** y en **brechas**.

Las *venas de cuarzo* tienen habitualmente desde unos mm a varios cm de potencia. Se presentan de forma aislada o dando lugar a una red filoniana tipo *stockwork* poco desarrollada. Mineralógicamente, están constituidas esencialmente por cuarzo, con mayor o menor cantidad de feldespato potásico (microclina), plagioclasas y carbonatos, junto con la casiterita, sulfuros, sulfosales y elementos nativos asociados. Estas venas están fuertemente deformadas y plegadas, y encajan mayoritariamente en los niveles de cuarcitas feldespáticas. Producen en ellas una alteración hidrotermal que corresponde a una silicificación, y a una moscovitización y/o sericitización. Su formación es probablemente pre o sin fase D_2 al estar afectadas por ella. En ocasiones los minerales de estas venas se presentan brechificados y englobados por un cuarzo más tardío que a su vez está también deformado por acciones tectónicas posteriores.

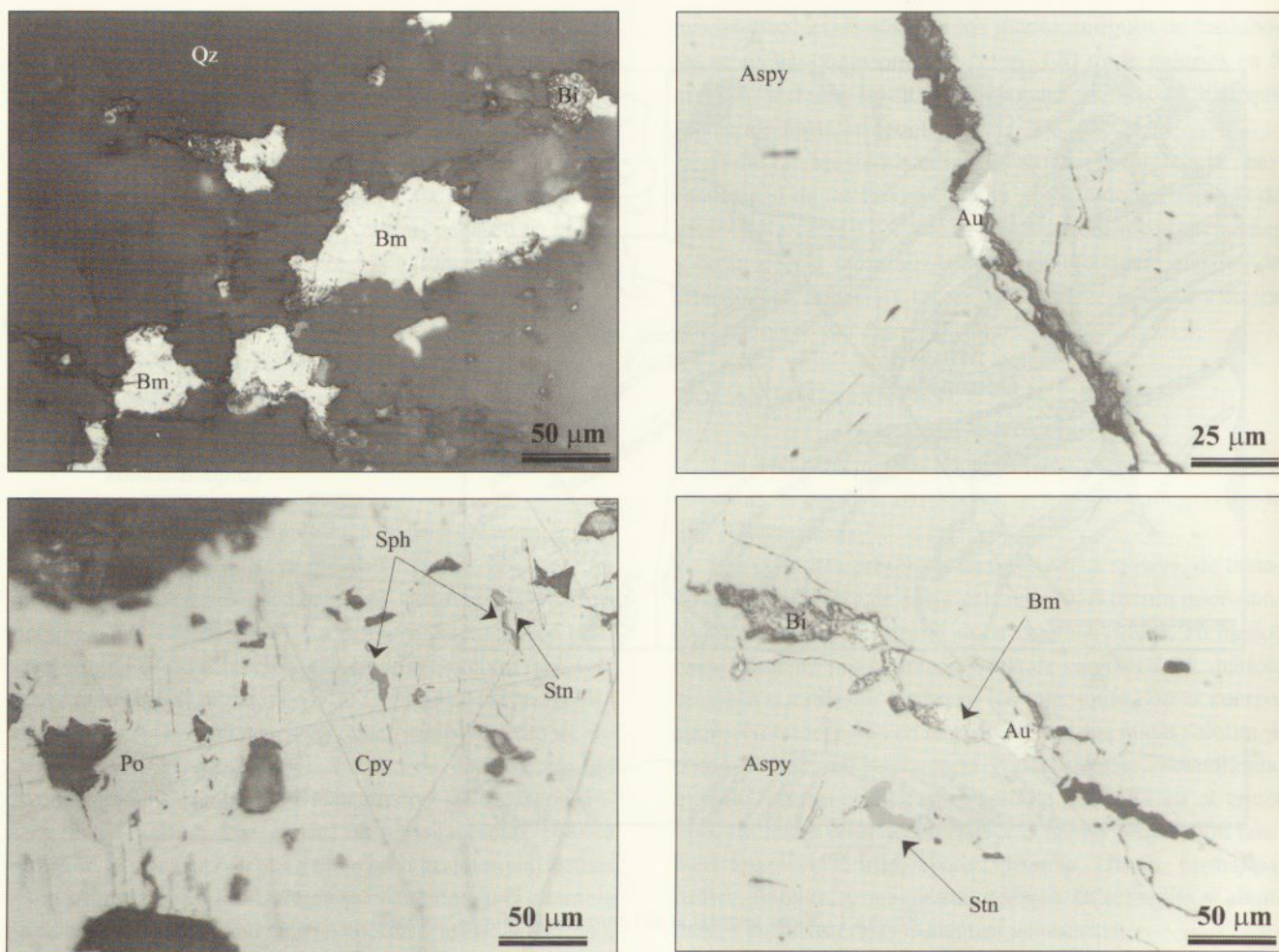


FIGURA 2: 2a. Asociación pirita (Py)-estannina (Stn) en matriz de cuarzo (Qz) (Mo-3, LN). 2b. Inclusiones de sulfoamoniuros de Pb-Bi (SSbBiPb), calcopirita (Cpy) y pirrotina (Po) en arsenopirita (Aspy) (Mo-5, LN). 2c. Bismuto nativo (Bi) y bismutina (Bm) en ganga de cuarzo (Qz) (Mo-11, LN). 2d. Oro nativo (Au) en arsenopirita (Aspy) (Mo-5, LN).

Las **venas de cuarzo-carbonatos** son más tardías, de potencia milimétrica a centimétrica, y están constituidas esencialmente por carbonatos, principalmente de tipo siderita por estar alterándose parcialmente a óxidos de Fe, cuarzo en cantidades variables y clorita de la variedad pennina, junto con abundantes sulfuros. Las salbandas presentan una débil silicificación y cloritización.

Las **brechas** son las que han sido explotadas mayoritariamente en la mina y corresponden a brechas de aspecto hidráulico con fragmentos de las pizarras encajantes, acompañadas por venas de cuarzo mineralizadas. Las hidrobrechas están constituidas por fragmentos de roca cementados por cuarzo, carbonatos, feldespatos, plagioclasas, clorita y mica blanca, con casiterita muy abundante, junto con sulfuros, sulfosales y elementos nativos asociados. Al igual que las venas mineralizadas, los distintos tipos de brechas están muy deformados por la fase D₂ y acciones tectónicas posteriores.

La mineralización está constituida por casiterita, arsenopirita y pirita, con cantidades menores de pirrotina, calcopirita, esfalerita, estannina, bismutina, sulfoantimoniuros

de Bi y Pb, galena, marcasita, electrum, oro y bismuto nativos y trazas de molibdenita y scheelita.

La casiterita se presenta normalmente en cristales idiomorfos y subidiomorfos normalmente fracturados, maclados y con diferentes tamaños; son muy transparentes y tienen un ligero pleocroismo rojizo. Presenta en ocasiones inclusiones de rutilo de tamaño muy pequeño. Parece el mineral precoz de la mineralización. Del resto, sulfosales, sulfuros y elementos nativos, todavía no se dispone de datos para dar una secuencia fiable de cristalización, al no disponer de muestras representativas en que aparezcan todos juntos.

La arsenopirita se presenta en cristales idiomorfos y subidiomorfos de diferente tamaño, débilmente tectonizados y fracturados, y asociados con frecuencia a los de casiterita en hiladas y alineaciones dentro de las venas y brechas de cuarzo deformadas. Presenta abundantes inclusiones de tamaño variable de pirita, pirrotina, esfalerita, calcopirita, sulfoantimoniuros de plomo y bismuto, Bi nativo, bismutina y Au. Los cristales de pirita y pirrotina están parcial o totalmente alterados a marcasita. La pirita y el resto de los

sulfuros, calcopirita, esfalerita, estannina, galena, también se presentan con morfologías subidiomorfos y xenomorfos de tamaño variable y disseminados en las fisuras y en las venas y brechas mineralizadas.

El Au se ha encontrado libre en cristales xenomorfos de 10-15 μm de tamaño, asociado normalmente al Bi nativo y bismutina e incluido con frecuencia en la arsenopirita. También se ha encontrado disseminado, y en ocasiones asociado a oxi-hidróxidos de Fe, en los rellenos tardíos de las microfracturas existentes en el cuarzo, casiterita y los sulfuros. Además, mediante análisis de microsonda electrónica, se ha comprobado que existe cierta cantidad de oro en los sulfuros, bien sea como inclusiones submicroscópicas o como dispersión atómica en la red cristalina, con valores desde 2.350 a 6.780 ppm en la pirita, desde 3.260 a 5.520 en la arsenopirita, desde 950 a 6.600 en la calcopirita y en torno a 4.940 en los sulfoantimoniuros.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En resumen, el yacimiento de Mina Dominica está controlado por varias estructuras E-O que parecen llevar predominantemente el Sn, y otra NO-SE que llevaría el Au. En ambos casos se trata de haces de venas y brechas hidráulicas que reflejan una alta P de fluidos, quizás ligada a su acumulación en la charnela del pliegue anticlinal.

La fuente del Sn podría estar en materiales subyacentes previamente enriquecidos en este metal, lo cual pudo ser debido a procesos sedimentarios o a un episodio volcánico, como ocurre con el W en áreas cercanas (Pellitero *et al.*, 1985). El azufre, el oro, el arsénico y otros metales podrían proceder de niveles similares a las pizarras con sulfuros que afloran en las inmediaciones.

Estos elementos serían remobilizados durante la etapa álgida del metamorfismo regional, pre D₂ en esta zona, generándose un fluido rico en metales que ascenderían a favor de fracturas E-O y podría quedar atrapado en zonas favorables como las charnelas de los anticlinales. En estas trampas, la P de los fluidos podría aumentar hasta el punto de generar brechas hidráulicas.

Finalmente, mina Dominica puede incluirse por su asociación mineralógica en los yacimientos de Sn tipo V de Rundkvist (1978), caracterizados mineralógicamente por la presencia de casiterita, estannina, sulfuros, sulfosales y ele-

mentos nativos, con una morfología de venas, *stockworks* o domos. La alteración más frecuente consta de procesos de cloritización, sericitización, silicificación, carbonatización y pirrotización.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue iniciado gracias a una Beca de Prácticas en Formación (SIEMCALSA-Universidad de Salamanca) y financiado por el Proyecto de Investigación 1FD97-0235 (FEDER). Los autores agradecen a la Delegación de Minas de la Junta de Castilla y León (Salamanca) las facilidades dadas para la utilización del material geológico-minero existente en la Litoteca. Igualmente nuestro agradecimiento a D. Francisco Gonzalo Corral, de la Sociedad Minera MYTA, por la información que tan amablemente nos ha facilitado.

REFERENCIAS

- Díez Balda, M.A. (1986): El Complejo Esquistograuváquico, las series paleozoicas y la estructura hercínica al sur de Salamanca. Acta Salmanticensia. Sec. Ciencias. Univ. de Salamanca 52: 162 p.
- Franco Herrero, A., García Sánchez, A., Gonzalo, F. y Gracia, A. (1987b): Caracteres geoquímicos y mineralógicos del yacimiento de Sn y Au de Montejo (Salamanca). Cuad. Lab. Xeol. Laxe, 11: 349-356.
- Franco Herrero, A., García Sánchez, A., Gonzalo, F. y Gracia, A. (1987a): Prospección de oro en una zona del CEG. Guijuelo (Salamanca). Cuad. Lab. Xeol. Laxe, 11: 339-348.
- García Sánchez, A., Gonzalo, F., Franco Herrero, A. y Gracia, A. (1988): Resultados de la investigación para Au en el yacimiento de Sn de "Dominica" (Salamanca) y en su área circundante. Bol. Soc. Esp. Mineralogía, 11-2: 114-117.
- Miduesa (1987): Informe de las investigaciones llevadas a cabo en los Permisos de Investigación "Dominica" y "Verena" durante los años 1986 y 1987. Informe interno. Inédito.
- Rundkvist, D.V. (1979): Classifications of mineralizations related to acid intrusive magmatism. Stvd. Geol. Salmanticensia, XIV: 149-160.