

**SOBRE LA METALOGENIA DEL SUBDISTRITO DE LA CAROLINA
(SIERRA MORENA ORIENTAL, ESPAÑA)
UNA NUEVA INTERPRETACION POSIBLE.
REFLEXIONES SOBRE SU INVESTIGACION**

J.P. JACQUIN*

A. PINEDA VELASCO*

RESUMEN.- Los filones del campo filoniano de El Centenillo (subdistrito de Pb de La Carolina, Jaén, España) han sido considerados siempre como mineralizaciones hercínicas. Una serie de observaciones hechas en el campo, a través de una campaña de sondeos y estudios geoquímicos, llevan los autores a distinguir unas mineralizaciones primarias ordovícicas (stock metal «inicial») la posibilidad de una fase de concentración tardi-ordovícica a través de procesos «per-descensum» y finalmente un enriquecimiento hercínico tardío. A partir de este ejemplo los autores reflexionan sobre la investigación minera de los campos filonianos en general y de la Sierra Morena oriental en particular.

RESUME.- Les filons du champ filonien du Centenillo (sous-district à plomb de la Carolina, Jaén, Espagne) ont été considérés jusqu'à présent comme des minéralisations hercyniennes. Une série de données récoltées sur le terrain, lors d'une campagne de sondages et d'une étude géochimique, conduit les auteurs à distinguer des minéralisations primaires ordoviciennes (stock métal «initial»). La possibilité d'une phase de concentration tardi-ordovicienne a travers des processus «per-descensum» et enfin un enrichissement hercynien tardif. A partir de cet exemple les auteurs réfléchissent sur la recherche minière portant sur les champs filoniens en général et de la Sierra Morena orientale en particulier.

I N T R O D U C C I O N

La Sierra Morena oriental, ancha zona anticlinorial compleja de Paleozoico inferior, fundamentalmente, sita en el SE de la Meseta Ibérica, limitada por terrenos más recientes al N. (Terciario de la Mancha) y rodeada por formaciones secundarias y terciarias al Sur y al Este (depresión del Guadalquivir y Prebético) es conocida por enclavarse en ella el subdistrito minero de La Carolina que, junto con el de Linares, formaron uno de los distritos plomíferos más importantes del mundo a final del siglo pasado y a principio del actual, sin hablar de su reputación ya creada en la antigüedad.

* Geólogos. Servicio de Geología y sondeos S.M.M.P.E. S.A. Alfonso XII, 30, MADRID-14.

El subdistrito de La Carolina, en el cual nos vamos a interesar sobre todo en este artículo, es filoniano (desde el punto de vista minero, galenas argentíferas con pirita y algo de blenda). Encaja, salvo escasas excepciones, y alcanza su mayor riqueza (comprobada por las labores mineras) en el Ordovícico medio y superior: Llandeilo y Caradoc pizarroso-samíticos y Ashgill inferior localmente calcáreo («Caliza Urbana») son los hastiales que se consideran controlando —generalmente con carácter de exclusividad—, la mineralización filoniana explotable del área (ver Fig. 1 para las terminologías locales y las relaciones con la terminología general).

Hay también mineralizaciones estratiformes, hasta ahora muy insuficientemente conocidas y citadas en la literatura, que se sitúan a muy precisos niveles de la serie regional, de arriba hacia abajo:

- galena, baritina en la base del Trías.
- blenda, galena, baritina en las «Cuarcitas superiores» («Cuarcita Castellar») del tránsito Ashgill-Llandovery.
- barita, blenda, galena, siderita en la «Caliza urbana» (Ashgill inferior).

La riqueza conocida de los filones, las costumbres mineras, así como probablemente las teorías metalogenéticas prevaleciendo hasta hace poco, han hecho que la mayoría de los indicios estratiformes de la zona no hayan sido nunca investigados a fondo.

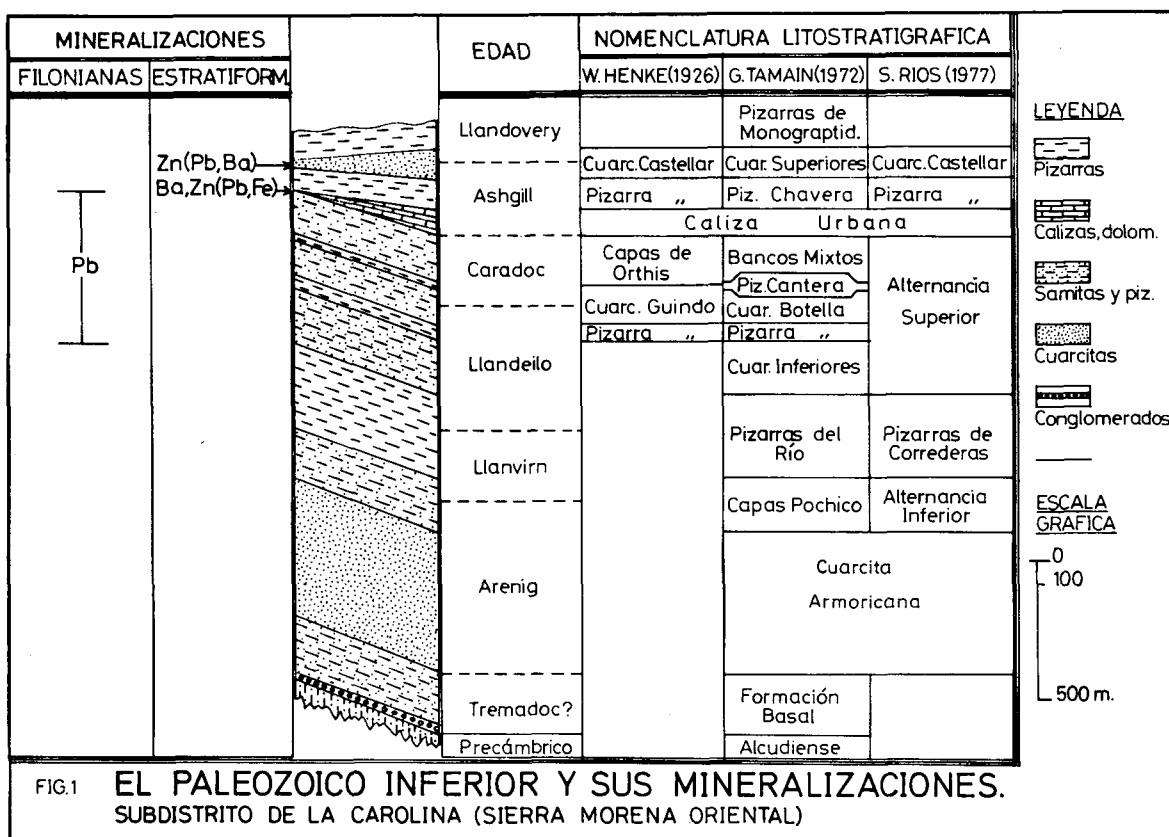


FIG. 1 EL PALEOZOICO INFERIOR Y SUS MINERALIZACIONES. SUBDISTRITO DE LA CAROLINA (SIERRA MORENA ORIENTAL)

LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS ANTERIORES

Las investigaciones geológicas llevadas a cabo, por una parte por G. TAMAIN (1966, 1972) y geólogos de la S.M.M.P.E. S.A. (J.J. HALLEMANS, H. MAGLIOLA MUNDET, A. de SAGAZAN, G. SERVAJEAN), y por otra parte S. RIOS (1974, 1977), aunque discrepantes en enfoques e interpretaciones tectónicas y estratigráficas regionales coinciden todas en asignar una edad hercínica a la totalidad de las mineralizaciones filonianas, en estrecha ligazón genética con el magmatismo ácido. Estos autores admiten estas interpretaciones a pesar de las distintas direcciones mineralizadas, de la variada geometría de las fracturas en que enclavan y de la mayor riqueza asociada a niveles litoestratigráficos fijos (Ordovícico medio y parte del Superior). W. HENKE (1926) había notado ya en la mina «Urbana» que las calizas del mismo nombre formaban el límite superior de las rocas encajantes de mineralizaciones explotadas en la mina. Considerar estos tramos como más favorables tan sólo por sus características mecánicas resulta un tanto extraño cuando se sabe que la base o el techo del Ordovícico abarcan niveles litológicamente parecidos cuyas fracturas son estériles.

Desde el punto de vista estratigráfico regional, S. RIOS (1977) introduce mejoras sobre G. TAMAIN (1972) al considerar por primera vez diferencias de potencias y cambios de facies en la serie regional e introducir concepto de umbral paleogeográfico. A nivel regional quedaría por aclarar la historia litoestratigráfica detallada, y tectono-metamórfica, del umbral citado para poder explicar por qué según S. RIOS (1977) no se deben investigar filones fuera del dominio de este umbral, aunque si los filones están ligados al granito de Santa Elena el umbral ordovícico no juega para este autor ningún papel metalogénico y no representa más que una coincidencia espacial.

Las guías de prospección hasta ahora propuestas para las fracturas en la zona son las siguientes: Ordovícico superior como encajante más favorable, proximidad de manifestaciones magmáticas, «centres chauds», fracturación profunda, metamorfismo de contacto, zonalidad peribatolítica (G. TAMAIN, 1966; A. OVTRACHT y G. TAMAIN, 1971; E. RAGUIN, 1977) y proximidad de umbral. Estas guías sólo llevan a la prospección sistemática de todas las fracturas de unas áreas difíciles de limitar, lo que resulta más que prohibitivo.

La falta de un estudio regional a una escala adecuada y con el afán de intentar situar las mineralizaciones no solamente dentro del marco geológico-actual sino también en la evolución espacio-temporal de la cuenca, ha hecho que no haya ningún criterio concreto ni práctico para seleccionar las fracturas y que las investigaciones de Sierra Morena oriental sigan basándose sobre conceptos metalogénicos estancados desde hace más de quince años.

LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS EN LA ZONA DEL CENTENILLO (1976-1977)

Las contradicciones entre las distintas cartografías existentes sobre la zona nos ha llevado a levantar otra vez el área a escala 1:10.000 y a realizar una campaña de geofísica que tuvieron como principal resultado el demostrar la ausencia de cabalgamientos y la complejidad de las relaciones entre las facies locales, entre otras cosas. Al mismo tiempo una geoquímica en roca muy puntual nos llamaba la atención y nos llevaba a mirar los hechos con otro enfoque que los anteriores.

Pero frente a la falta de argumentos nuevos para seleccionar fracturas dignas de interés minero, seleccionables en base a criterios geológicos, se sondearon fracturas parcialmente exploradas o inexploradas por labores mineras y una prolongación de un filón explotado. Estos cuerpos tenían caracteres comunes con las fracturas mejor mineralizadas conocidas («guías» de prospección antes enumeradas). Un total de siete sondeos fueron realizados en los alrededores de El Centenillo. (Fig. 2).

El primer sondeo, aparte de tropezar con dificultades técnicas imprevisibles que nos hacen dudar de la calidad de resultados anteriores logrados sin controles de desviación, puso de manifiesto una serie local totalmente imprevista: este sondeo cortó 80 m. de la formación «Caliza Urbana», desconocida al afloramiento en el entorno inmediato, y con mineralizaciones.

Con los otros sondeos (Fig. 3) hemos podido estudiar sus facies, sus mineralizaciones, la repartición de potencias (0 m. a 90 m.) y su complejidad. Las facies son muy variadas: calizas oscuras o claras, dolomías finas o de grano grueso o de tipo veteadado análogo al tipo conocido en otros ámbitos metalogenéticos, facies biogénicas de algas y briozoos, facies ya citadas a distintos grados de ferruginización o silicificación. Finalmente los «slumpings» y las brechas intraformacionales con cantos aún no bien litificados son muy frecuentes, testimoniando una inestabilidad de la cuenca en esta época, fácilmente relacionable también con la presencia de sedimentos volcano (tobáceos)-sedimentarios más o menos alterados¹.

Distintos tipos de mineralizaciones han sido observados en la «Caliza Urbana» barita en tablas dentro de «shales» silicocarbonatados, negros, finos; barita

¹ Nos preguntamos si las rocas hipovolcánicas (sin fenocristales) conocidas en varias explotaciones de plomo y cortadas por los filones plumbíferos (S. RÍOS, 1977) no representan diques de edad ordovícica y no manifestaciones hercínicas, lo que explicaría el hecho de que son desconocidas al afloramiento encajando en Ordovícico alto o Silúrico de la zona del Centenillo, y las observaciones señaladas por G. TAMAIN 1972), (Fig. 52) en la zona del Pozo Nuevo.

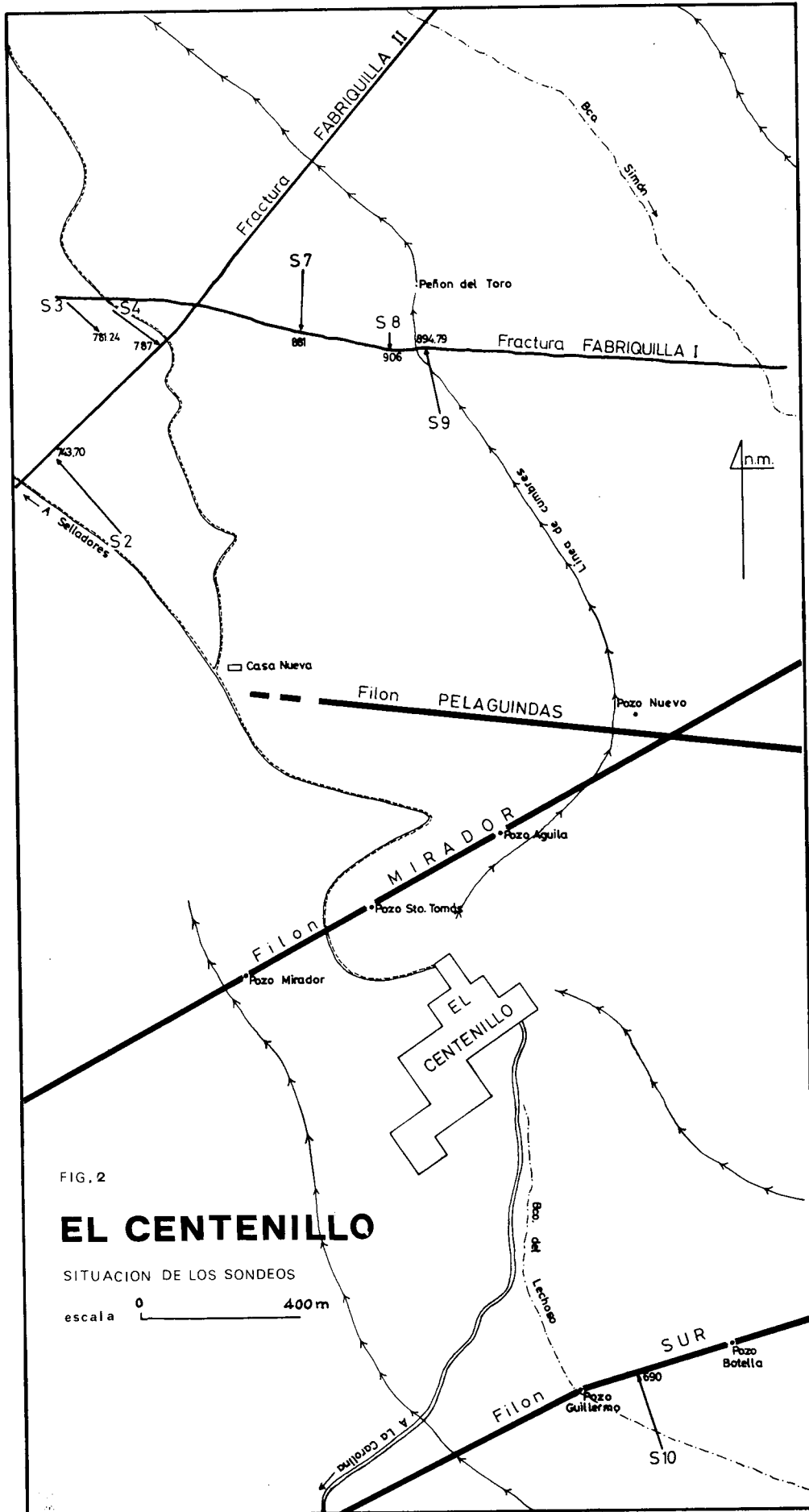


FIG. 2

EL CENTENILLO

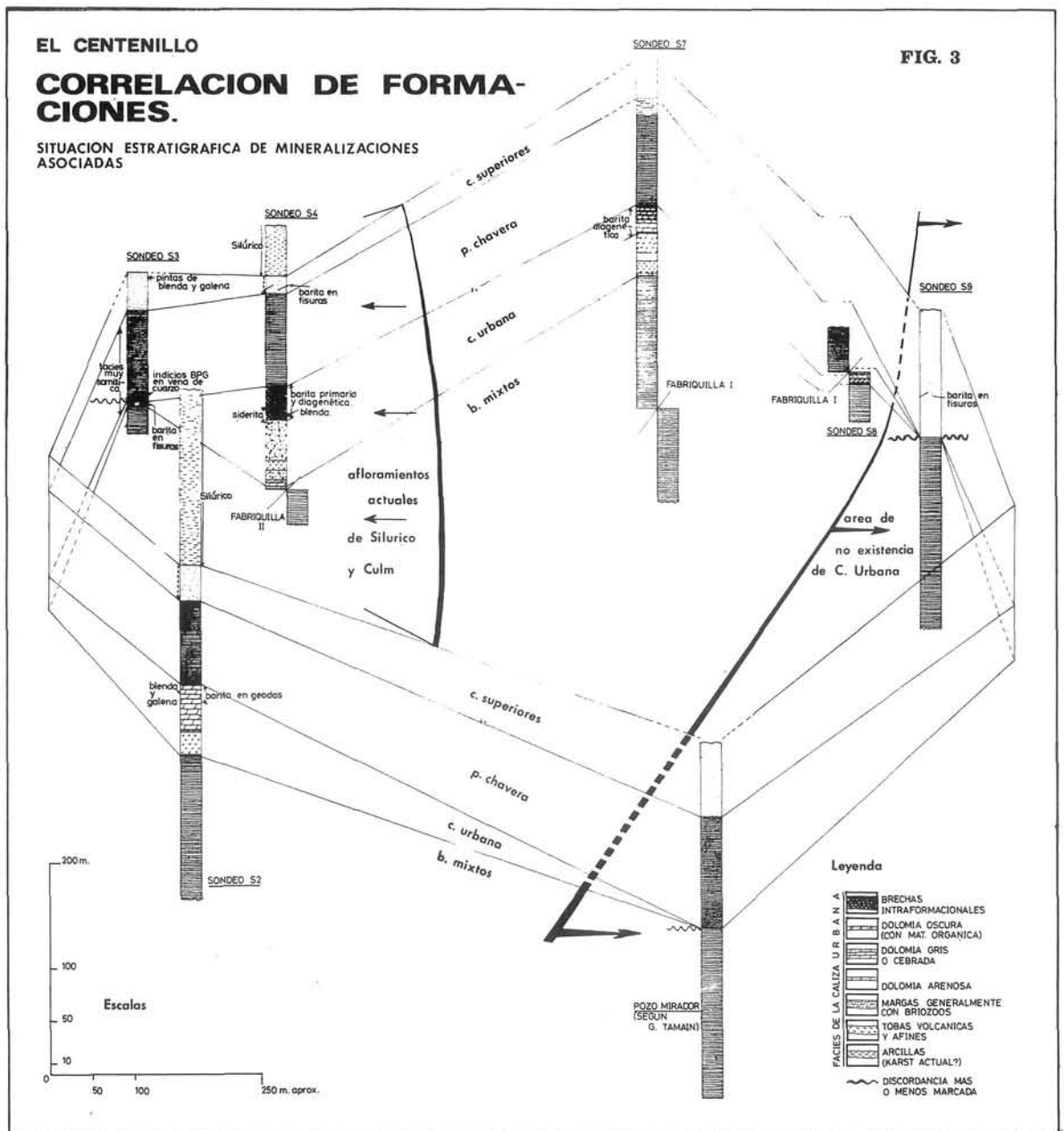
SITUACION DE LOS SONDEOS

escala 0 400 m

tardi-diagenética cementando las brechas intraformacionales; barita, blenda, siderita en las calizas silicificadas; blenda y galena secundarias en pequeñas fracturas.

Los máximos de potencia de la formación «Caliza Urbana» se alinean según un surco bastante estrecho de dirección NE, bordeado al NW por un talud mucho más marcado que al SE.

Los sondeos confirmaron la ausencia del cabalgamiento de la Fabriquilla descrito por G. TAMAIN (1966) y, en otro orden de ideas, contactos directos de las Cuarcitas Superiores sobre los Bancos Mixtos, lo que unido por una parte a la presencia de Monograptidos (sondeo 4) dentro de las Cuarcitas superiores y a los



cambios brutales de sedimentación a la base de ellas y por otra parte a la morfología del contacto a escala regional, nos lleva a admitir la existencia de una discordancia menor en su base y con autores anteriores (P. RICHTER, 1967), que pueden pertenecer ya al Silúrico.

Los sondeos cortaron las fracturas llamadas Fabriquilla I y Fabriquilla II (Fig. 2) muy poco abiertas y sin mineralizaciones. El sondeo, realizado para cortar el filón llamado «Sur» (paralelo al filón «Mirador» —el mejor mineralizado en el subdistrito— por debajo de las zonas antiguamente explotadas, y su desvío, han puesto de manifiesto una muy fuerte reducción de la mineralización en profundidad en unas rocas encajantes *a priori* favorables.

Los primeros resultados de sondeos nos llevaron a realizar una campaña de geoquímica en roca o suelo (según lo que permitían los afloramientos) en Sierra Morena oriental, orientada sobre la formación «Caliza Urbana» o los niveles laterales equivalentes cuando esta faltaba. En este último caso algunas veces hemos encontrado afloramientos muy reducidos de caliza muy alterada o solamente bolos de caliza o dolomía envueltos en arcillas rojizas correspondiendo a una alteración de tipo kárstico pero no hemos podido aclarar todavía si esta alteración es solamente reciente (caso de la cantera «La Despreciada») o si se trata también de una paleokarstificación.

Esta campaña de geoquímica ha demostrado la existencia de anomalías principalmente en cinc, en algunos puntos en plomo y en escasos puntos en cobre. Hay que subrayar que las anomalías en Pb son siempre mucho menos importantes que en cinc. Las anomalías están ligadas a la «Caliza Urbana», a los horizontes de rocas volcano-sedimentarias y a los últimos niveles de los «Bancos Mixtos». Los primeros resultados de esta campaña destinada a orientar futuras investigaciones presentan muchas semejanzas con los resultados obtenidos sobre los testigos de sondeo. Las anomalías detectadas en los últimos niveles de los Bancos Mixtos se pueden comparar a unos hechos asociados a los mistos en El Centenillo: G. TAMAIN (1972) habla de cuarzo con galena en un contacto de «Bancos mixtos» con «Pizarra Chavera» (hastiales del filón Mirador y en el pozo Avetarda); al W de las explotaciones por debajo del contacto «Bancos Mixtos» «Pizarra Chavera» existía abundancia de barita en el filón (información oral J. GARCIA Ingeniero de explotación de El Centenillo) es decir cerca de donde puede existir por encima «Caliza Urbana».

INTERPRETACIONES

G. TAMAIN (1972, p. 740) admite la presencia de mineralizaciones ligadas «toujours à la partie sommitale des «Bancs Mixtes». Si se trataba según su interpretación de unas impregnaciones a partir de filones hercínicos nos preguntamos por qué ocurre esto siempre en el mismo contacto, cuando en los mismos «Bancos Mixtos» o dentro de la «Pizarra Chavera» hay numerosos contactos que se hubiesen podido impregnar también. Este fenómeno es conocido en otras regiones españolas (Galicia y también Cordillera Ibérica —G. OVEJERO información oral— donde las concentraciones en pizarras negras y amigdalas de cuarzo se podrían fácilmente interpretar como un antiguo nivel portador modificado por la tectónica y el metamorfismo, según nuestro criterio) J.L. CHARPENTIER (1976)² ha sido intrigado por la presencia macroscópica de blenda «à tous les niveaux de la mine, à la limite supérieure des «Bancs Mixtes» juste avant que ce filon devienne stérile». Este autor piensa o en una columna, creando así una zonación a escala del yacimiento, o en una localización puntual originada por los fluidos hidrotermales que habrían removilizado el contenido de las rocas de caja puesto que los niveles volcanosedimentarios del tramo «Caliza Urbana» donde encaja el filón «Guindo» (pozo Guindo) contienen hasta 0,98 % de Zn. Añade el autor que esta hipótesis no puede ser comprobada puesto que no se dispone de análisis más sistemáticos.

G. TAMAIN (1972, p. 750) cita una edad absoluta para *una muestra* de galena del filón Mirador, comprendida entre 270 ± 30 M.A. o sea según la escala geocronológica absoluta publicada por ELSEVIER (1975) una edad de 300 M.A. (Westfaliense) a 240 M.A. (Pérmica Superior) Teniendo en cuenta por lo menos el número de depósitos de galena sucesivos que existen en estos filones nos parece insuficiente una sola muestra para definir la edad del criadero y en ningún caso podemos admitir que «cette datation prouve bien l'âge tardi-hercynien des filons plombifères ENE-OSO-les plus récents-du district de Linares-La Carolina». Sobre todo teniendo en cuenta la existencia de distintos tipos de galena muy conocidos por los mineros, aunque sea en función de su contenido en plata. Pero admitimos que una generación de galena podría perfectamente tener esta edad. Lo que no entendemos es que la edad absoluta (en G. TAMAIN, 1972 p. 750) de una granodiorita de Fontanosas (Ciudad Real) de 302 ± 7 M.A. y 301 ± 7 M.A. por una parte y la edad absoluta de filones intrusivos de Almadén (Ciudad Real) de 298-301 y 305 M.A. ± 15 M.A. puede ser confirmación de la edad del criadero del filón «Mirador».

² En las explotaciones del Filón Concerro Sur de la C.M.M. Los Guindos, La Carolina.

En resumen, de los hechos más notables revelados por los sondeos realizados en la zona de El Centenillo y las observaciones efectuadas en Sierra Morena oriental, podemos destacar los siguientes:

- Existencia de mineralizaciones primarias en los «Bancos Mixtos» (niveles superiores) en blenda y galena; existencia también en las «Cuarcitas Superiores».
- Existencia de mineralizaciones primarias en barita en los niveles negros del tramo «Caliza Urbana».
- Existencia de mineralizaciones en barita y cinc secundarias (tardidiagenéticas, asociadas a las brechas) aún no completamente reconocidas pero de potencia y leyes casi hasta de tamaño económico posible en la «Caliza Urbana».
- Existencia de leyes sub-económicas en blenda en dolomías pertenecientes al tramo «Caliza Urbana».
- Escasa mineralización en plomo dentro de la «Caliza Urbana» pero anomalía geoquímica en el contacto «Bancos Mixtos»-«Pizarra Chavera».
- Abundancia de facies favorables a mineralizaciones estratiformes Pb/Zn en la «Caliza Urbana» brechas intraformacionales, dolomías de tipo «Franciscana» (J.P. JACQUIN, 1970, F. TONA, 1973), niveles silicificados con blenda, barita y galena controlados por factores paleogeográficos muy claros (taludes, umbrales) tanto a escala local como a escala regional; y en el caso de la zona de El Centenillo la dirección NE-SW parece jugar un papel muy importante durante el Ordovícico medio-superior.

Estas mineralizaciones ³ estratiformes parecen ser en conjunto mineralizaciones más bien intra-discordancia que bajo-discordancia en el sentido de W.H. CALLAHAN (1964).

³ Al nivel de nuestro estudio geológico minero y dentro de los plazos impuestos nos ha sido imposible profundizar el estudio de las relaciones posibles entre mineralizaciones primarias (nuestro «stock metal» ordovícico y los fenómenos volcánicos).

CONCLUSIONES

Estos hechos nos obligan a replantearnos la génesis generalmente admitida para los filones del subdistrito (filones tardi-hercínicos) y no podemos descartar la posibilidad de una fase «per descensum» ordovícica tardía, ante-silúrica por lo menos, que a nuestro criterio explicaría mucho mejor que las hipótesis anteriores, la mejor metalización de los filones en encajantes anteriores a la «Pizarra Chavera», las numerosas generaciones de sulfuros y minerales de ganga, la presencia simultánea de galenas milonitizadas y otras no, la complejidad de la red de fractura por debajo de la «Caliza Urbana» y su relativa sencillez por encima (ver por ejemplo los cortes seriados del filón «Mirador» en G. TAMAIN 1972, Fig. 43); admitiendo por otra parte que al final de la época hercínica muchas de las fracturas ya mineralizadas en épocas anteriores hayan podido jugar otra vez el papel de trampa y enriquecerse nuevamente a través de procesos que habría que englobar dentro de la historia geológica regional de esta época.

Teóricamente, en este caso, las fracturas que hubieran jugado ya durante el Ordovícico terminal serían las más interesantes (Ye. M. NEKRASOV, 1975) y su detección podría ser facilitada en primer lugar a través de un estudio detallado de la repartición de las facies y potencias durante Llandeilo y Caradoc hasta Ashgill inferior y después con el estudio detallado de las relaciones geométricas entre el Ashgill superior (Pizarra Chavera) y el Ashgill inferior («Caliza Urbana») o Caradoc (Bancos Mixtos): discordancia resultante de la suma de numerosas discordancias menores, por debajo de la cual se sitúan los filones mejor mineralizados.

No nos parece lícito olvidar la presencia al final del Ordovícico medio de un «stock metal» importante en la zona. Hoy ese «stock metal» está sobre todo representado por su contenido en cinc pero el hecho de que justamente no se encuentra ahora casi nada de galena en los niveles portadores de mineralización primaria puede significar que se haya producido una removilización preferencial del plomo.

El área estudiada es demasiado pequeña para poder comparar la relación geográfica de la discordancia ordovícica interna con las fracturas, mineralizadas o no, pero pensamos que ese enfoque del problema podría ser muy provechoso.

REFLEXIONES

El problema de la exploración de Sierra Morena oriental ilustra perfectamente algunas circunstancias actuales en que se encuentra la exploración minera cuando se trata de «campos filonianos»: Las ideas genéticas recibidas no llevan más que a gastar demasiado esfuerzo y capital —obligando a investigar sistemáticamente todas las fracturas (dentro de «tal zona» todos los filones o casi, son a priori, dignos de interés).

Creemos que ha llegado el momento de invertir mucho más en estudios geológicos regionales (lo que resulta largo, pero sin lugar a dudas mucho más económico que miles de metros de sondeo), para afinar los conocimientos metalogenéticos siempre enfocados dentro del marco geológico histórico de la comarca. No se puede asegurar que los antiguos prospectores hayan dejado escapar ningún filón interesante sobre todo si se admite nuestra hipótesis de trabajo.

Como mínima consecuencia útil, unas hipótesis de trabajo nuevas llevan consigo la obligación a una reflexión nueva, y todos sabemos en nuestra profesión que salir de los caminos confortables de las ideas genéticas, *a priori* admitidas, llevan siempre a descubrir hechos nuevos. Incluso, el riesgo económico nos parece más pequeño en este caso, con la condición de que en un momento determinado del conocimiento geológico nuevo se ajusten siempre los gastos a la posibilidad de éxito.

Cuando las tendencias son cada día más fuertes en la literatura geológico-minera a reducir los problemas a dos dimensiones o a plantearlos más en el Laboratorio que en el campo nos parece necesario insistir sobre la necesidad de un conocimiento regional abierto, incluyendo el factor tiempo, para poder progresar en la investigación racional de los «campos filonianos», víctimas designadas al confort intelectual y al derroche inútil por ser los yacimientos los peores conocidos.

BIBLIOGRAFIA

- CALLAHAN, W.H. (1964): *Paleophysiographic premises for prospecting for stratabound base metal mineral deposit in carbonate rocks*. Centro Symp. Min. Geol. Turquie, 191-248.
- CHARPENTIER, J.L. (1976): *Geologie et métallogénie de la Sierra Carolina (Jaén, Espagne)*. Thèse 3^o cycle Univ. Paris Sud, 153 p.
- HENKE, W. (1926): *Beitrag zur Géologie du Sierra Morena nördlich von La Carolina (Jaén) Mit. einer paleontologisch-stratigraphischen Mitteilung von A. Born*. Abh, Senckenberg. Nat, Ges; 39 (2); Frankfurt a. M.
- JACQUIN, J.P. (1970): *Contribution à l'étude géologique et minière de la Sierra de Gádor (Almeria, Espagne)*. Thèse, Nantes, 501 p.
- NEKRASOV, Ye. M. (1975): *An attempt to classify vein lead-zinc deposits, distinguished in scale of mineralization*. Int. Geol. Rev., 18 (9); 1043-1047.
- OVTRACHT, A. & TAMAIN, G. (1971): *Tectonique, migration des «centres chauds» et minéralisations dans le Sud de la Meseta Ibérique (Espagne)*. Coll. Scient. Internat E. Raguin «les roches plutoniques dans leurs rapports avec les gîtes minéraux» ENS MP Paris, Avril 1971, p. 191-211, Masson edit. Paris.
- RAGUIN, E. (1977): *Reflexion sur la métallogénie granitique, Chronique de la Recherche Minière, 45^e Année, N^o 435, p. 15-19.*
- RICHTER, P. (1967): *Stratigraphie und tektonik in du Sierra de San Andrés (ostliche Sierra Morena Spanien)*. Munster Forsch Geol. Palent. H.3.
- RIOS ARAGUES, S. (1977): *Aspectos geológicos del metalotecto plumbífero de La Carolina-Santa Elena, en Sierra Morena oriental (Jaén, España)*. Bol. Geol. y Min., 88 (2); 99-108.
- RIOS, L. & RIOS, S. (1974): *Nota sobre la estructura tectónica del Paleozoico al Sur de Despeñaperros, provincia de Jaén*, Bol. Geol. y Min., 85 (5); 525-527.
- S.M.M.P.E. S.A. *Rapports internes (1952-1970 y 1975-1977)*.
- TAMAIN, G. (1966): *Les écaillés du Centenillo (Jaén, Espagne) Contribution à l'étude structurale du rebord meridional de la Meseta Ibérique*. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 263, p. 1355-1358.
- . (1968): *Le district minier de Linares-La Carolina et son cadre métallogénique en Sierra Morena orientale (Espagne)*. Bull. Soc. Geol. de France (7), X, p. 97-102.
- . (1968): *Esquisse métallogénique de la Sierra Morena orientale (Espagne)* C.R. Ac. Sc. Paris, t. 266, p. 1364-1366.
- . (1972): *Recherches géologiques et minières en Sierra Morena orientale (Espagne)* Thèse, Orsay (Paris XI); 3 vol. 1052 p. 90 figs. nombr. tabl. 27 pl. photo.
- TONA, F. (1973): *Position des horizons dolomitiques minéralisés en fluorine et galène au sein des sédiments triasiques de la Sierra de Lujar (Grenade)*. Evolution et geochemie. Thèse 3^e cycle, Paris, 166 p.

(Recibido el 7 - IX - 77)