



IGME

826

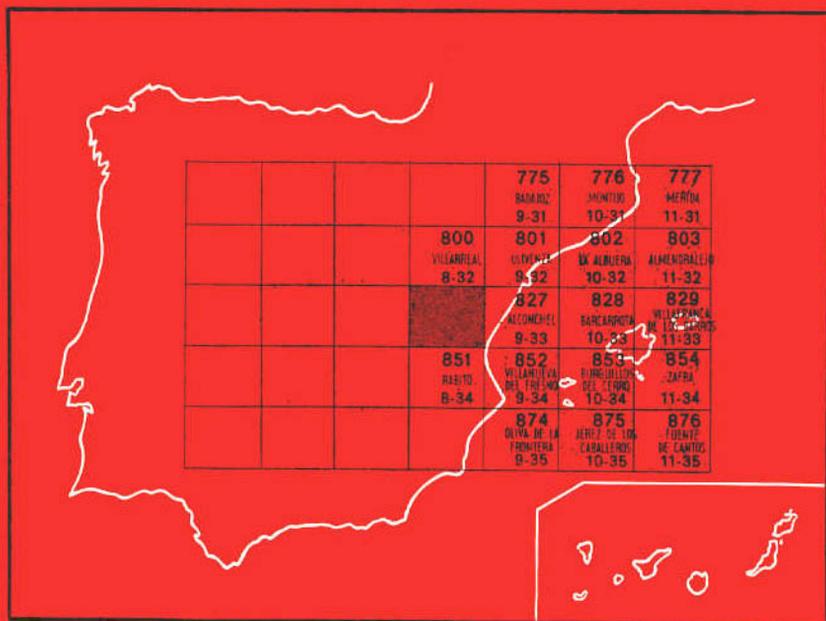
8-33

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CHELES

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

CHELES

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por Geotecnia y Cimientos, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los técnicos superiores siguientes:

Geología de Campo: Alfredo Muelas Peña.

Petrografía: Facultad de Ciencias de Salamanca, bajo la dirección del señor Figuerola.

Asesor: José Luis Hernández Enrile.

Supervisión IGME: José Benito Solar Menéndez.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- muestras y sus correspondientes preparaciones,
- informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras,
- columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos,
- fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 4.777 - 1976

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

INTRODUCCION

La presente Hoja responde al programa estatal para levantamiento del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (MAGNA).

Aparte de reflejar en ella la cartografía geológica, se incluyen todos aquellos detalles de posible interés económico, tales como minas, indicios de mineralizaciones, probables acuíferos, materiales canterables, etc. En este sentido nos limitamos a exponer los datos obtenidos a través de nuestras observaciones y de aquellos otros recopilados, a partir de los cuales podrían realizarse ulteriores investigaciones orientadas a fines económicos.

La zona de estudio está situada en el extremo occidental de la Baja Extremadura, dentro de la provincia de Badajoz y a 53 Km. al SO. de la capital.

La única localidad en la zona es Cheles.

Morfológicamente representa parte de una penillanura construida en tiempos posteriores al Paleozoico.

Las pequeñas elevaciones existentes están motivadas por la resistencia que ofrecen las litologías duras a los agentes erosivos.

La red hidrográfica está poco desarrollada, si se exceptúa el río Guadiana, que marca el límite occidental; la ribera de Táliga es el segundo en importancia y atraviesa la Hoja de Este a Oeste. Los arroyos subsidiarios están generalmente secos durante la mayor parte del año.

Geológicamente se halla enclavada en la franja hercínica del SO. peninsular correspondiente al dominio Ossa-Morena (LOTZE, 1945) de la mitad meridional del Macizo Hespérico.

Las formaciones aflorantes corresponden al flanco norte y parte del núcleo del sinclinatorio Terena-Hinojales.

Para el presente trabajo se ha utilizado un mapa topográfico especial para MAGNA, complementado con fotos aéreas a escala aproximada 1:33.000.

A todo el estudio de campo debe añadirse el realizado en el Laboratorio de Petrología de la Facultad de Ciencias de Salamanca, bajo la dirección del profesor García de Figuerola. Ha consistido en el estudio de 69 láminas delgadas, con el fin de conocer la naturaleza de los distintos niveles rocosos aflorantes, así como para poder establecer los caracteres petrogenéticos de los materiales metasedimentarios aflorantes en el área estudiada.

Al mismo tiempo que se desarrollaba la labor cartográfica se estudiaron los diferentes elementos tectónicos (fracturas, estructuras planares y ejes de pliegues), con el fin de determinar la geometría de deformación y fases de plegamiento.

La datación de las diferentes formaciones se ha establecido a base de correlaciones estratigráficas con otras ya conocidas, aunque resaltamos el hecho de haberse encontrado un resto fósil clasificado como *Artrophyucus Hall?* y datado como posible Silúrico.

Los trabajos previos al presente son de carácter regional, refiriéndose en conjunto a la resolución de problemas estratigráficos y tectónicos de zonas correlacionables entre sí (BARD, 1969; WALTER, 1969, y SCHERMER-HORN, 1971) dentro del sinclinatorio citado. Las aportaciones más recientes relacionadas con la zona son las de R. VEGAS (1973) durante la confección de la Hoja de Rabito.

La relación de otros autores consultados para la realización del presente trabajo viene incluida en la Bibliografía al final de la Memoria.

1 ESTRATIGRAFIA

Los materiales paleozoicos cartografiados forman parte de una gran estructura sinclinal con orientación NO.-SE., en cuyo núcleo yacen sedimentos devónicos (sinclinatorio Terena-Hinojales), mientras que los flancos son de edad ordovícica y silúrica.

La datación de las formaciones se ha llevado a cabo mediante correlaciones con aquellas otras en que se encontró fauna (pizarras con graptolites) y por similitud de facies con series azoicas (Ordovícico). Esta correlación ha sido posible dada la evidente continuidad regional con que se presentan

las diferentes unidades litoestratigráficas, que de modo general caracterizan la estratigrafía del suroeste del Macizo Hespérico.

1.1 ORDOVICICO

Para establecer la serie del Ordovícico es imprescindible el apoyo en Hojas limítrofes. Así pues, partiendo de la Hoja de Alconchel, la formación más inferior atribuida al Ordovícico yace en contacto mecánico con el horizonte superior del Cámbrico aflorante (complejo volcánico). Se trata ésta de un conjunto pizarroso cuya riqueza en sericita le imprime carácter, hasta el punto de haber denominado «formación de pizarras sericíticas» al muro del Ordovícico aflorante en Alconchel.

1.1.1 Ordovícico Medio (O₂₋₃)

Superponiéndose a la formación de pizarras sericíticas yace el tramo más inferior de la serie ordovícica aflorante en la Hoja. Está constituido por un conjunto homogéneo de pizarras verdosas y negras provistas de un bandeo blanco y negro característico. Las bandas blancas responden a un enriquecimiento detrítico silíceo, mientras que las negras suponen un aumento en materia pelítica.

Es precisamente esta alternancia de lechos milimétricos la que permite una perfecta observación de estructuras de deformación de primera y segunda fase.

En el punto kilométrico 10,300 de la carretera Olivenza-Cheles comprobamos la presencia de horizontes carbonosos con espesor de unos 4 m., no habiéndose visto en ningún otro lugar de la Hoja.

Hemos de llamar la atención sobre el hecho de que a pesar de la aparente uniformidad de litofacies que expresa la cartografía, no siempre sucede de ese modo, y ello es comprobable cuando se examina detalladamente la prolongación de cualquier afloramiento en la dirección de estratificación. Esta observación se acentúa mucho más cuando se cortan transversalmente, llegándose al caso de tener que señalar contactos probables entre formaciones al no ser posible discernir entre unas y otras.

Así pues, y consecuentemente con lo antes expuesto, el tránsito a formaciones superiores se realiza gradualmente y de modo muy difuso.

La potencia estimada está comprendida entre 400 y 450 m.

1.1.2 Ordovícico Superior (O₃)

Comprende esta formación un conjunto detrítico, esencialmente constituido por pizarras silíceas, cuarcitas y grauwackas.

La coloración del conjunto es en general negra, pero por meteorización

pasa a verde y ocre más o menos intenso. Por su propia dureza origina los relieves más acusados dentro de la región.

Interestratificadas entre las pizarras hallamos paquetes tabulares cuarcíticos de potencia muy variable, pero por lo general sin sobrepasar los 20-30 cm. Por cambio de facies, dichos estratos cuarcíticos tienden a desaparecer; en ellos encontramos estratificación cruzada que nos sirvió como criterio de polaridad para relacionarla con otras formaciones.

Por último, diremos que, debido a su alta consistencia, sólo se refleja la esquistosidad S_1 , que es la más penetrativa. La S_2 se refracta en los paquetes cuarcíticos, y por ello aparece mucho más espaciada, siendo difícil su localización.

La potencia aproximada está comprendida entre 300 y 350 m.

1.2 SILURICO

1.2.1 Serie de Transición (S_{1-2}^{B-B})

La datación de las formaciones a él asignadas se ha obtenido no sólo por fauna localizada en lugares próximos, sino también al correlacionar con otras de zonas más distantes, en donde la secuencia estratigráfica estaba perfectamente establecida.

En su trabajo de tesis doctoral, KALTHOFF (1963) estableció el muro del Silúrico (Llandovery) en una serie cuarcítica de color blanco que con dirección NNO.-SSE. aflora frecuentemente en zonas próximas. Precisamente la Hoja de Cheles constituye una excepción, encontrando una formación de posible edad silúrica descansando concordantemente sobre la formación descrita anteriormente (O_3). A esta formación la hemos denominado «Serie de transición» por estar a techo de las cuarcitas Llandovery (Hoja de Alconchel) y a muro de liditas. Este nivel lidítico ha sido datado como techo del Silúrico cuando va acompañado de pizarras ampelíticas con graptolites.

Así pues, la denominada «Serie de transición» se puede incluir tanto a techo del Silúrico Inferior como a muro del Silúrico Superior. En cualquier caso, siempre será el tramo más inferior de la serie silúrica aflorante en la Hoja de Cheles.

Está constituido por pizarras silíceas que tienen como rasgo más característico su fractura astillosa y, en ausencia de ésta, los tonos violáceos y verde oliva. Por cambios laterales de facies se pasa bruscamente de unas a otras.

Además de las pizarras ya mencionadas, incluimos en la formación unos niveles areniscosos siempre localizados en la misma posición estratigráfica y dispuestos en capas bien estratificadas. Las situamos dentro del Silúrico Inferior como un tramo autóctono. No obstante, hay autores que, dada su íntima relación con «calizas alóctonas» cámbricas, consideran que su posi-

ción también lo sea. No han sido éstas nuestras conclusiones, aunque no descartamos la posibilidad de que en algún caso pueda ser cierto.

La potencia de esta serie de transición la estimamos entre 150 y 200 m.

1.2.2 Tramo de liditas y pizarras carbonosas (Sq₁₋₂^{B-B})

Es esta formación la que mejor puede identificarse en razón a la presencia de fauna y, en ausencia de ella por los niveles lidíticos acompañantes de las pizarras con graptolites.

En nuestra Hoja, las pizarras ampelíticas no han sido localizadas y, por tanto, la fauna de graptolites tampoco. No obstante, siguiendo un afloramiento que contenía abundantes fragmentos de liditas, hallamos un resto fósil dentro de un potente afloramiento de pizarras negras que contenían nódulos lenticulares carbonosos. Estas pizarras poseían intercalaciones cuarcíticas grises con espesores entre 5 y 30 cm.

Dado el mal estado de conservación del fósil, su clasificación no ha podido ser todo lo completa que se hubiese deseado; no obstante, el señor QUINTERO considera que se trata de un *Arthropycus Hall?* atribuido al Silúrico Superior-Devónico.

Los afloramientos lidíticos son muy escasos y, en general, de poca extensión y muy deformados. En la carretera Cheles-Alconchel encontramos el más representativo de ellos. Está formado por una alternancia flyschóide de pizarras negras y liditas formando pliegues suaves de segunda fase. Su potencia no sobrepasa los 10 m.

Para todo el Silúrico Superior suponemos una potencia de 40 a 60 m.

1.3 DEVONICO INFERIOR (D₁)

A techo de los niveles lidíticos del Silúrico se sitúa una formación de grauwackas, pizarras y cuarcitas, en cuya base se encontraron microconglomerados (VEGAS, R., MAGNA, 1973). En la Hoja de Cheles no hay indicios conglomeráticos, pero la razón de ello es su manifestación en forma lenticular.

La litología representativa de esta formación es esencialmente detrítica, y está compuesta por pizarras y grauwackas. Los trabajos llevados a cabo por VEGAS en 1973 atribuyen esta litología al muro del Devónico, superponiendo a él un flysch de grauwackas y pizarras (Formación Terena).

La potencia de la serie no ha sido calculada, al estar tanto el muro como el techo incompletamente representados.

1.4 Terciario (Tc₁₋₂^{B-B})

Consideramos Terciario aquellos materiales que afloran discordantemente en la esquina SE. de la Hoja y al norte del klippe de mayor superficie.

En ausencia de determinaciones paleontológicas y por similitud con la cuenca del Guadiana se pueden considerar como Terciario Alto.

Litológicamente está constituido por un conjunto de sedimentos arenosos y arcillosos, con cantos sueltos de cuarzo.

La potencia fijada se sitúa entre 7 y 12 m.

1.5 CUATERNARIO (QAI, QT)

Hemos diferenciado dos formaciones:

- Terrazas (QT).
- Aluviones recientes (QAI).

1.5.1 Terrazas

El afloramiento principal está localizado en el extremo septentrional de la Hoja. Su litología es areno-arcillosa con numerosos cantos redondeados de naturaleza cuarcítica.

La potencia es importante, pero no ha sido posible averiguar si se trataba de una sola terraza o si existía una superposición de varias.

1.5.2 Aluviones

Situados en medio del cauce del Guadiana. Su constitución litológica es la misma que en las terrazas, si bien la fracción gruesa es la que posee lógicamente mayor representatividad.

2 TECTONICA

En la región estudiada se manifiesta parte de una gran megaestructura, correspondiendo al flanco oriental del sinclinorio Terena-Hinojales. La citada estructura está orientada según la dirección hercínica NO.-SE., mostrando una clara vergencia hacia el SO.

A partir de observaciones regionales, así como por información existente, se pone de manifiesto la existencia de movimientos caledónicos (fase Erica) predecesores a la tectónica hercínica de plegamiento (GUTIERREZ ELORZA y HERNANDEZ ENRILE, 1968). A esta fase Erica se le atribuye la discordancia Silúrico-Devónico. En la región estudiada, dicha discordancia angular apenas si es perceptible y sólo se manifiesta en zonas próximas por la presencia de conglomerados de base lenticulares.

Del estudio regional se deduce la existencia de tres fases de deforma-

ción hercínicas, pero en la Hoja sólo se observan las dos primeras esquistosas.

2.1 PRIMERA FASE DE PLEGAMIENTO

Está caracterizada por generar pliegues de geometría isoclinal con fuerte vergencia al Sur. Junto con este plegamiento se desarrolla una esquistosidad de subflujo y fractura, S_1 .

La amplitud de los pliegues varía desde escalas centimétricas a hectométricas, reflejando su geometría la intensidad de plegamiento, que incluso llega a dar pliegues tumbados.

La edad de esta primera fase, en función del conocimiento regional a través de recorridos amplios y trabajos de otros autores, es pos-Devónico-Carbonífero Inferior.

2.2 SEGUNDA FASE DE PLEGAMIENTO

Viene definida por la presencia de pliegues ortorrómbicos que deforman a los generados durante la primera fase. Esta segunda fase de deformación es, asimismo, la que origina la gran estructura de la Hoja (Sinclinorio Terena-Hinojales).

Al mismo tiempo que se generan los pliegues se desarrolla una esquistosidad de fractura, S_2 , con espaciamentos muy irregulares, pero que en esta litología pizarrosa queda, en general, poco marcada. No obstante, es la causante de las crenulaciones y «strain-slip».

El examen de láminas delgadas ha corroborado las observaciones de campo en el sentido de ratificar que la S_1 es subparalela a S_0 (estratificación). La S_2 , además de la crenulación, llega a la rotura, y puede originar transposiciones y quizá milonitización.

En las pizarras bandeadas se aprecia claramente la estratificación por un mayor o menor contenido de cuarzo frente a sericita; la esquistosidad S_1 por la orientación de biotita, y la esquistosidad S_2 por originar micropliegues de tipo «Chevron» con rotura en algunos puntos a través de los cuales crece sericita.

Por último, hacemos alusión a una formación caliza que descansa sobre pizarras silúricas y que, según algunos autores, se trata de klíppes de calizas cámblicas.

La cartografía del mayor de ellos no presenta lugar a dudas de que se trata de una aloctonía, pero al estar deformado, existen contactos que son aparentemente concordantes con series adyacentes. La segunda fase de deformación es la causante del estilo de plegamiento observable en el afloramiento a que nos estamos refiriendo.

Otro dato importante que aún hace dudar más en la aloctonía es su posición estratigráfica, ya que siempre están asociadas, las calizas, a horizontes equivalentes del Silúrico.

El examen litofacial realizado en la cantera próxima a la carretera refleja una completa identidad entre estas calizas y las del Cámbrico Inferior. Son azuladas en corte fresco y marrones al meteorizarse; incluyen paquetes de aproximadamente 1 m. de color azul intenso, que les da aspecto marmóreo. Se hallan karstificadas hasta una profundidad de 2 m.

Resumiendo pues todo lo dicho, creemos que, cartográficamente, las calizas son isleos de otras autóctonas datadas como Cámbrico Inferior. No obstante, la observación de los contactos a escala pequeña y su situación constante en niveles similares del Silúrico, imponen una cierta reserva a la hora de pronunciarse definitivamente en uno u otro sentido.

3 HISTORIA GEOLOGICA

Debido a que no existe representación de series más antiguas que el Ordovícico, no puede establecerse una evolución histórica completa de la secuencia estratigráfica Precámbrico-Devónico.

A través de las formaciones y estructuras que aparecen en este área de estudio tan restringida, sólo cabe decir que durante los tiempos Ordovícico y Silúrico se produce un importante depósito de material pelítico. En el transcurso de las últimas etapas de sedimentación silúrica se manifiesta un ambiente sedimentario con características euxínicas.

En relación a la historia durante el Devónico, sólo cabe mencionar que está en discordancia angular con el Silúrico, viniendo manifestada ésta por la presencia de conglomerados, y que debido al carácter lenticular de sus afloramientos, éstos no han sido observados en la escasa representación existente en la Hoja.

Por medio de la geología regional se reconocen dos etapas de deformación sinclinales de edad hercínica. Durante la primera se generan pliegues isoclinales de vergencia Sur; dicha etapa de deformación se desarrolló en el Carbonífero Inferior, siendo posiblemente de edad pos-Turnaisiense-Viseiense.

La segunda fase afecta a estructuras precedentes, dando pliegues ortorrómbicos con desarrollo de una esquistosidad S_2 de plano axial con generación de pliegues de amplitud decimétrica a hectométrica.

La tercera fase de plegamiento, de dirección N.-S., no tiene representación en esta zona.

A estas fases de deformación le sigue una etapa de fracturación con desarrollo de fallas en dirección.

Para los tiempos alpínicos se reconoce regionalmente una reactivación de las fracturas tardihercínicas y una sedimentación terciaria sobre el zócalo paleozoico peneplanizado.

4 PETROGRAFIA

Dado el carácter eminentemente detrítico de las formaciones Ordovícicas y Silúricas de la Hoja, el estudio petrográfico se ha realizado a base de láminas delgadas de estas rocas y, solamente en casos excepcionales, de alguna roca ígnea aflorante a escala puntual.

La descripción petrográfica la haremos en orden de mayor a menor importancia de variedades litológicas.

Esquistos micáceos: Su textura es de lepidoblástica a granoblástica con grano fino.

Mineralógicamente están constituidos por cuarzo, sericita, moscovita, biotita; como accesorios destacan el circón, turmalina y opacos.

Por lo general, la biotita y moscovita son autógenos, y es por ello que se puede englobar todo este conjunto metamórfico dentro de la facies de esquistos verdes.

De modo general, la clasificación establecida microscópicamente se corresponde con la facies «pizarras silíceas» O₃ dada en campo.

Filitas: Están provistas de una textura lepidoblástica a granoblástica de grano fino. Sus componentes esenciales son el cuarzo, sericita, biotita-moscovita y clorita. Los accesorios más frecuentes son opacos y turmalina.

Muy a menudo se aprecia cómo la biotita se altera y origina clorita.

En la cartografía, corresponde esta clasificación a las formaciones silúricas de transición S₁^B.

Areniscas: La textura de las mismas es granoblástica equigranular. Mineralógicamente están constituidas por cuarzo, clorita-sericita y biotita. En algún caso entra también en su composición feldespato potásico, clasificando entonces a la roca detrítica como subarcosa, dependiendo lógicamente de la proporción feldespática.

Los elementos accesorios son: circón, turmalina y opacos.

En el microscopio se distinguen, a menudo, dos generaciones de sericita: una aparece ordenada débilmente y procede de la matriz, la otra proviene de alteración de feldespatos.

Calizas: Corresponde el estudio de las muestras a los «klippes» calizos que de modo irregular afloran en la Hoja.

La textura es granoblástica inequigranular. Esencialmente están constituidas por calcita en mucha mayor proporción que cuarzo. Los accesorios son sericita y opacos.

Una de las preparaciones ha dado un ligero contenido en plagioclasas; éstas son relativamente euhedrales y en ningún caso detríticas. Su génesis podría explicarse por calcificación de una roca preexistente.

El cuarzo es claramente autógeno.

Rocas ígneas: Las muestras recogidas responden todas ellas a afloramientos puntuales y, por tanto, irrepresentables cartográficamente. En general se hallan dentro del Silúrico, S_1^B , o muy próximo a él.

Todas ellas son de composición básica y con texturas diabásicas.

Los minerales esenciales son: plagioclasas, clinopiroxeno y anfíbol. Los accesorios más comunes son la ilmenita y opacos. Las plagioclasas están alteradas y las medidas efectuadas no son homogéneas.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

Se han estudiado con cierto detalle las antiguas explotaciones mineras que de modo continuo se extienden desde el Cerro de Los Acehuches hasta el Cortijo del Milreo. Se le conoce con el nombre de «El Novillero».

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Mina «El Novillero»: Estratigráficamente se halla situada en el Silúrico Inferior, en la facies de pizarras astillosas violáceas y grises. La dirección de las mismas es NO.-SE. con buzamiento al Este de 75°-90°.

La alineación oblicua de todas las labores con respecto a las directrices generales hace suponer que se trata de un yacimiento filoniano, de mineral de siderita.

En conjunto, la longitud de la explotación llega a los 2.000 m. El espesor de las rozas es muy variable, estando comprendidas entre 2 y 15 m. Por otro lado, se excavaron pozos con profundidades que oscilan entre 15 y 30 m.

La mena explotada se encuentra encajada en una roca de naturaleza silíceo de 2,5-3,0 m., muy poco esquistosada, con buzamiento al Este de 75° y que en algún punto se asemeja a una brecha de falla.

Sobre la superficie de esta roca se aprecian indicios de hierro que han podido seguirse hacia el Sur a lo largo de todo el afloramiento pizarroso; sin embargo, nunca ha alcanzado un enriquecimiento suficiente como para ser explotado.

Sobre las numerosas escombreras de siderita acumuladas hay claros in-

dicios de cobre (malaquita). Al partir fragmentos de siderita vimos geodas con cristales de azurita. No obstante, en el examen visual realizado por el interior de socavones accesibles no se repitió su presencia.

Así pues, consideramos que su existencia es debida a concentración supergénica a partir de cualquier mineral primario de cobre en muy pequeña concentración.

Casualmente, a unos 2 km. del extremo septentrional de las labores, encontramos un trozo suelto de oligisto, de unos 40 cm. de longitud, que estaba perfectamente plegado. Dado que en su vecindad no hay otras minas que la del «Novillero», nos hizo suponer un origen sedimentario para la mena. Lamentablemente no encontramos la confirmación material dentro de la propia mina, y por ello concluimos con una hipótesis epigenética para el criadero en cuestión.

Ignoramos datos concernientes a leyes y potencias, por lo que omitimos cualquier valoración cuantitativa del criadero.

Lejos de las labores antes descritas y encajada en una litología calcárea, encontramos tres calicatas que, en conjunto, no tienen dimensiones superiores a 8 m. Por los colores ocre y rojizo del terreno circundante, suponemos que se debería tratar de una mena ferruginosa, asociada a alguna falla.

Las calizas a que nos estamos refiriendo forman parte de un klippe Cámbrico, el más amplio de la Hoja. En este afloramiento calizo se han explotado las únicas canteras que existen en la zona, siendo de gran calidad y considerable volumen el material extraíble.

5.2 HIDROGEOLOGIA

Por la naturaleza impermeable de prácticamente todos los materiales aflorantes, las posibilidades de encontrar acuíferos importantes son muy bajas. Sólo en las proximidades al Guadiana y en el Cuaternario cabe alguna posibilidad, pero debido a que el río está muy encajado en pizarras y que el Cuaternario es poco potente, la influencia del primero y la capacidad receptora del segundo están muy limitadas.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALIA, M. (1963).—«Rasgos estructurales de la Baja Extremadura». *Bol. R. Soc. Hist. Nat. (G)*, 61, pp. 247-262.
- ASSMAN, W. (1959).—«Stratigraphie und Tektonik im Norder der Provinz Huelva (Spanien)». *Tesis Fac. Ciencias Mat. y Naturales de Münster*.
- BARD, J. P. (1964).—«Observaciones sobre el Paleozoico de la región de

- Zafra. (Prov. de Badajoz), España». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, 76, pp. 175-180.
- (1965).—«Introduction à la Géologie de la Chaîne hercynienne dans la Sierra Morena occidental (Espagne). Hypothèse sur les caractères de L'évolution geotectonique de cette chaîne». *Rev. Geogr. phys. et Géol. dyn.* (2), 8, pp. 323-337.
- (1966).—«Quelques précisions sur la lithologie du Silurien de la région d'Aracena (Huelva), Espagne». *Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España*, 83, pp. 93-98.
- (1966).—«Le métamorphisme régional progressif des Sierras d'Aracena en Andalousie Occidentale (Espagne). Sa place dans le segment hercynien sub-iberique». *Tesis Fac. de Ciencias de Montpellier*, 397 págs.
- BARD, J. P., & FABRIES, J. (1970).—«Aperçu pétrographique et structural sur les granitoides de la Sierra Morena occidentale (Espagne)». *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, 81, 2, 3, pp. 112-127.
- CADAVID, S., y ELORZA (1971).—«El Precámbrico de Puebla del Maestre (Badajoz) (Congreso)». *Bol. I.G.M.E.*, V, VI, VII y VIII.
- DELGADO QUESADA, M. (1971).—«Esquema geológico de la Hoja núm. 878, Azuaga (Congreso Badajoz)». *Bol. I.G.M.E.*, V, VI, VII y VIII.
- FABRIES, J. (1963).—«Les formations cristallines et métamorphiques du Nord-Est de la province de Seville (Espagne). Essai sur le métamorphisme».
- GONCALVES, F. (1970).—«Contribuição para o conhecimento geológico dos mármore de Estremoz». *Est. Not. e Trabalhos de Serv. de Fom. Mineiro*, 20, 1-2, pp. 5-11.
- GUTIERREZ ELORZA, M. (1970).—«Estudio geológico-estructural de la región Aracena-Cumbres Mayores». *Publicaciones J.E.N.*, 170.
- HERNANDEZ ENRILE, J. L. (1971).—«Las rocas porfiroides del límite Cámbrico-Precámbrico en el flanco meridional del anticlinorio Olivenza-Monesterio». *Bol. I.G.M.E.*, V, VI, VII y VIII.
- HERNANDEZ ENRILE, J. L., y VEGAS, R. (1971).—«Los grandes rasgos geológicos del sur de la provincia de Badajoz». *Bol. I.G.M.E.*, V, VI, VII y VIII.
- HERNANDEZ ENRILE, J. L.—«Tesis doctoral». Inédita.
- HERNANDEZ ENRILE, y GUTIERREZ ELORZA, M. (1968).—«Movimientos caledónicos (Fases Salaírica, Sárdica y Erica) en Sierra Morena Occidental». *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat. (Geol.)*, 66 págs., 21-28, Madrid.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1960).—«Graptolítidos españoles (recopilación de R. FERNANDEZ-RUBIO)». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min.*, 57, pp. 3-78.
- JONGMANS, W. J. (1956).—«Contribución al conocimiento de la flora carbonífera del SO. de España». *Est. Geol.*, 29-30, pp. 19-58.
- KALTHOFF, H. (1963).—«Stratigraphie und Tektonik im Südwesten der Provinz Badajoz (Spanien)». *Tesis Fac. Ciencias Mat. y Nat. de Münster*, 157 págs.
- LEUTWEIN, J.; SAUPE, F.; SONET, J., y BOUYX, E. (1970).—Premiere mesure

- geochronologique en Sierra Morena. La granodiorite de Fontanosas (Province de Ciudad Real, Espagne)». *Geol. en Mignbow*, 49, 4, pp. 297-304.
- LOTZE, F. (1945).—«Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta». *Geotekkt. Forsch.*, 6, pp. 78-92.
- (1961).—«Das Kambrium Spaniens». *Abh. math. naturw. Kl.*, 1961, 1, pp. 283-498.
- MESEGUER PARDO, J., & PRIETO CARRASCO, J. (1944).—«Estudio geológico de la zona de Villanueva del Fresno (Provincia de Badajoz)». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, 13, pp. 167-180.
- PERDIGAO, J. C. (1961).—«Fauna graptolítica gigante típicamente mediterránea en Portugal». *Comm. Serv. Geol. de Portugal*, 45, pp. 519-528.
- (1972).—«O problema da idade des calcários paleozoicos de Barrancos, de Portalegre e de Estremoz». *Rev. de Fac. de Cienc. de Lisboa* (2.ª ser.), 17, 1, pp. 243-251.
- ROMARIZ, C. (1961).—«Graptoloides dos formações faníticas de Silúrico português». *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 14, pp. 17-30.
- SCHNEIDER, H. (1941).—«Altpaläozoikum bei Cala in der westhchen Sierra Morena». *Tesis Fac. Cienc. Mat. y Nat. de Berlin*.
- (1951).—«Das Paläozoikum im Westteil der Sierra Morena (Spanien)». *Z. dt. geol. Ges.*, 103, pp. 134-135.
- SIMON, W. (1951).—«Untersuchungen im Paläozoikum von Sevilla (Sierra Morena, Spanien)». *Abh. senkenb. naturforsch. Ges.*, 485, pp. 31-52.
- TEIXEIRA, C. (1951).—«Notas sobre a geologia da Regiao de Barrancos e, em especial sobre a sua flora de psilofitneas». *Comm. Ser. Geol. Portugal*, 32, pp. 75-83.
- VEGAS, R. (1968).—«Sobre la existencia de Precámbrico en la Baja Extremadura». *Est. Geol.*, 24, pp. 85-89.
- (1971 a).—«Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena Occidental y las sierras del N. de la Provincia de Cáceres (Extremadura española)». *Bol. Geol. y Min.*, 82, 3, 4, pp. 351-358.
- (1971 b).—«Precisiones sobre el Cámbrico del Centro y S. de España. El problema de la existencia de Cámbrico en el Valle de Alcuña y en las Sierras de Cáceres y N. de Badajoz». *Est. Geol.*, 27, pp. 412-425.
- (1972).—«Formaciones preordovícicas de Extremadura y Sierra Morena Occidental. Su evolución geotectónica». *Tesis Fac. Ciencias de Madrid*, 585 págs.
- (1973).—«Hoja Geológica de Villanueva del Fresno». *MAGNA*, 32 págs.
- (1973).—«Hoja Geológica de Rabito». *MAGNA*, 18 págs.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA