

tener información de mayor número de yacimientos, al menos permite suponer un fuerte descenso de su abundancia.

e) En Aljibe 3, se aprecia una renovación faunística, pues junto a una reducción del porcentaje de especies con presencia ya en el Ventiense, aparecen géneros y especies como *Castillomys crusafonti*, *Micromys sp.* y *Eliomys intermedius*, que en épocas posteriores y más recientes a Aljibe 3, presentan una larga pervivencia y abundancia en los yacimientos.

Desde el punto de vista estratigráfico y paleogeográfico, estos cuatro yacimientos vienen a demostrar que durante el Ventiense final y el Rusciense inferior, el sector suroriental de la Cuenca de Guadix-Baza se caracterizó por ambientes sedimentarios continentales, como ya han sugerido otros autores (Vera *et al.*, 1985; Soria *et al.*, 1987; Guerra-Merchán *et al.*, 1990; Guerra-Merchán, 1990).

### Agradecimientos

Los autores agradecen a los doctores J. A. Vera y J. Rodríguez-Fernández la revisión crítica del manuscrito. Trabajo realizado en el marco del proyecto PB-88-0059 de la DGIC y Grupo de Investigación 4083 de la Junta de Andalucía.

### Referencias

- Botella, M.; Vera, J. A.; Porta, J. de (1975): *Cuader. Prehist. Univ. Granada*, 1, 1-45.
- Cuevas, F.; Martín-Penela, A.; Rodríguez-Fernández, J.; Sanz de Galdeano, C. y Vera, J. A. (1984): *Geobios*, 17, 355-361.
- De Bruijn, H. (1974): *Senckenbergiana lethaea*, 55, 435-443.
- Guerra-Merchán, A. (1990): *Geogaceta*, 8, 97-99.
- Guerra-Merchán, A. y Fernández, J. (1989): *XII Congr. Esp. Sedim.*, Bilbao, Comunicaciones, 1, 117-120.
- Guerra-Merchán, A.; Martín Pérez, J. A. y Serrano, F. (1990): *Mediterránea*, en prensa.
- Martín-Penela, A. (1987): *Antrop. y Paleoc. Humana*, 5, 29-233.
- Montenat, Ch. y De Bruijn, H. (1976): *Paleontology*, 79, 245-255.
- Padial, J. (1986): *Tesis Doctoral Univ. Granada*, 308 págs. (inérita).
- Peña, J. A. (1979): *Tesis Doctoral, Univ. Granada*, 160 pp. (inérita).
- Rodríguez-Fernández, J. (1982): *Tesis Doctoral, Univ. Granada*, 379, 224 pp.
- Ruiz Bustos, A. (1986): *Paleomammalia*, 1, 1, 1-25.
- Ruiz Bustos, A. (1990): *IX Congress R.C.M.N.S.*, Barcelona, en prensa.
- Ruiz Bustos, A.; Sese, C.; Dabrio, C. J.; Peña, J. A. y Padial, J. (1984): *Estudios Geol.*, Madrid, 40, 231-241.
- Soria, F. J.; López-Garrido, A. C y Vera, J. A. (1987): *Paleont. i Evol.*, Mem. Esp., 1, 11-34.
- Vera, J. A. (1970): *Bol. Geol. y Min.* 81, 429-462.
- Vera, J. A.; Fernández, J.; López Garrido, A. C. y Rodríguez-Fernández, J. (1985): *Paleont. i Evol.*, 18, 3-11.

Recibido el 28 de octubre de 1990  
Aceptado el 26 de octubre de 1990

# Caracterización de la materia carbonosa grafitizada en el Silúrico inferior del sinclinal de Serrazín, Sistema Central, y su aplicación a la determinación del metamorfismo de bajo grado del área

## Characterization of the graphitized carbonaceous matter in the Early Silurian of the Serrazyn Syncline, Central System; constraints on the low grade metamorphism of the area

J. Fernández Barrenechea (\*), M. Rodas (\*) y A. Arche (\*\*)

(\*) Departamento de Mineralogía, Facultad de Geología, 28040 Madrid.

(\*\*) Instituto de Geología Económica, C.S.I.C.-U.C.M., Facultad de Geología, 28040 Madrid.

### ABSTRACT

The lower part of the Silurian Serrazín Slates contain an exceptional accumulation of carbonaceous matter in the Serrazín Syncline (Segovia). Low grade Hercynian metamorphism had it transformed into graphite and/or meta antracyte. Organic matter accumulated in anoxic seafloors during the Early Silurian marine transgression, probably due to upwelling and phytoplankton blooms.

**Key words:** graphite, Low-grade metamorphism, Central System, Silurian, anoxia

*Geogaceta*, 9 (1991), 102-105.

### Introducción

Las mineralizaciones de grafito situadas a 2 km. al S. de El Muyo (Segovia, Hoja 432, Riaza, Mapa 1:50.000) se conocen desde el siglo

pasado y fueron explotadas ocasionalmente. Se encuentran en un amplio sinclinal de eje N-S (Sinclinal de Serrazín), situado en el Dominio Oriental del Sistema Central (Bellido *et al.*, 1981) (fig. 1), dentro de una potente

serie pizarrosa silúrica denominada «Pizarras de Cañamares» (Bultynck & Soers, 1971) o «Pizarras de Serrazín» (Bischoff *et al.*, 1973).

La materia carbonosa grafitizada se encuentra en un intervalo piza-

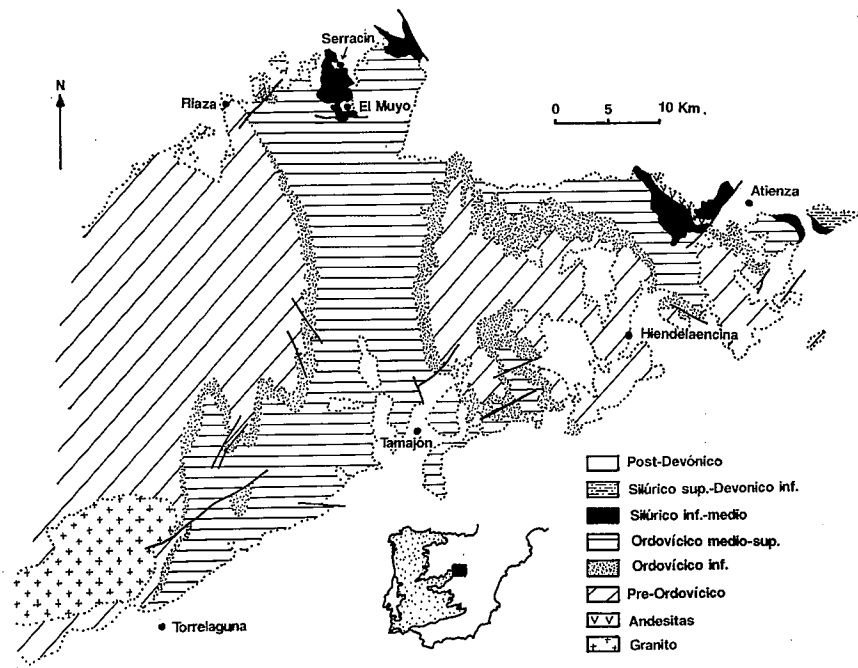


Fig. 1.—Mapa Geológico de la extremidad E. del Sistema Central. (Según Bischoff *et al.*, 1973, simplificado y ligeramente modificado).

Fig. 1.—Geological map of the Easternmost Central System (Bischoff *et al.* 1973, simplified and modified).

pizarras ampelíticas y areniscas de grano fino.

Esta transición marca el principio del ascenso del nivel del mar tras la grande glaciación de principios del Silúrico (Beuf *et al.*, 1971). Sólo existe grafito en cantidades apreciables en el nivel basal de las P. S., nunca por encima o por debajo; las P. S. también contienen pirita en cristales submilimétricos o de hasta 1,5 cm. y nódulos ovoidales de apatito recubiertos de grafito de hasta 6 cm.

La acumulación extraordinaria de materia orgánica en este nivel puede explicarse por la coincidencia de varios factores:

— Tasa de sedimentación extremadamente pequeña (2,8-4 m./10<sup>6</sup> años).

— Circulación oceánica lenta y aireación de fondos reducida en una plataforma continental muy extensa creada durante el ascenso del nivel del mar, formándose fondos marinos anóxicos y sin agitación.

— Caída de fitoplancton rico en P (Waples, 1983) ligada probablemente

roso de 17-21 m. de espesor en la base de la Formación (fig. 2), donde se han realizado dos cortes en las denominadas Calicata Fernández y Calicata Alta, las últimas abiertas. En ellas se han localizado Graptolites de las zonas *Turriculatus*, *Griestonien-sis* y *Crenulata/Centrifugus* (Telychiense basal a Sheinwoodiense basal, determinación del Dr. Juan Carlos Gutiérrez). El metamorfismo hercínico del área se caracteriza, según Aparicio & Galán (1980) por la paragénesis: Cuarzo+Clorita+Moscovita+Albita+Pirofilita+Caolinita+Cloritoide+Allevardita, formada a 300+20°C y 2 Kb.

**Sedimentología y origen de la materia orgánica**

La transición de las Cuarcitas de Santibáñez (C. S.) a las Pizarras de Serrazín (P. S.) es brusca, aunque sin discordancias ni hiatos apreciables; marca el paso de una sedimentación de barras arenosas de plataforma (C. S.) similares, por ejemplo, a las que se encuentran actualmente en el Mar del Norte (Terwindt, 1971; Berne *et al.*, 1988) a facies algo más profundas, bajo el nivel de acción del oleaje y dominadas por

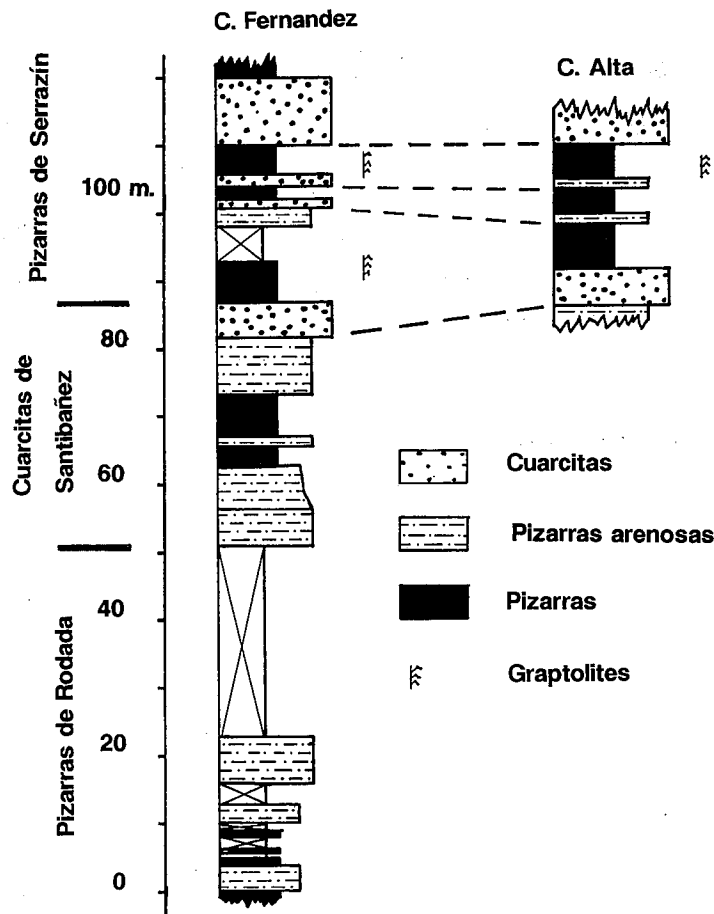


Fig. 2.—Columnas estudiadas en detalle.

Fig. 2.—Sections studied in detail.

a afloramientos de agua profunda y subsiguiente proliferación del mismo y que sería el origen del apatito.

**Análisis mineralógico**

Se ha determinado la mineralogía global de las pizarras mediante DRX y estudio óptico, habiéndose dividido en dos grupos: (1) con cuarzo, plagioclasa, clorita y filosilicatos y (2) con cuarzo, filosilicatos, materia carbonosa grafitizada y apatito (fig. 3 a, b).

Sólo aparece clorita en pizarras libres de materia carbonosa; contienen Al<sup>IV</sup> en valores cercanos a 1,45 átomos por cada 4 posiciones tetraédricas y Al total en valores de 2,90 (Albee, 1962). Utilizando la expresión de Cathelineau

y Nieva (1985), se estima que las cloritas se formaron entre 300° y 330°C. El contenido en Fe<sup>2+</sup> es de 2,75 átomos para cada 6 posiciones octaédricas y la relación Fe/Fe+Mg es de 60%. Se trata de Cloritas férricas, Ripidolitas según Hey (1964) y Foster (1962) o Chamisititas según Bayliss (1985).

El índice de cristalinidad de la illita y la relación I 002/I 001 indican que se formó en la epizona, aunque muy cerca del límite de la anquizona (Kubler, 1967).

**Gratificación de la materia carbonosa**

Se ha realizado mediante DRX (Cálculo de d 002, Lc (002), G. D. y

Co, fig. 3 a, b) medida de la reflectividad máxima y mínima y microscopía electrónica. La figura 3 c muestra los valores del espaciado d 002 frente a Lc, quedando todos ellos dentro de la zona de la clorita según Tagiri (1981) y Pesquera y Velasco (1988). En la figura 3 d se observa cómo disminuye el d 002 al aumentar la cristalinidad de la materia carbonosa. Esta se podría clasificar como *grafito d2* y *d3* en la Calicata Fernández y *grafito d1A* en la Calicata Alta (Landis, 1971), o bien como *metaantracita* en la Calicata Alta y base de la Fernández y *antracita* menos evolucionada a techo de ésta última (Frey, 1987).

**Discusión de los resultados y conclusiones**

Es interesante la relación antitética clorita-grafito, que quizás se deba a un problema de presencia o ausencia de Mg, ya que los niveles carbonosos contienen abundante apatito cálcico.

Las diferencias en cristalinidad pueden deberse no sólo a cambios en la T, sino que factores como el contenido en cuarzo y su tamaño de grano y el distinto grado de deformación plástica pueden influir también, por lo que la determinación de la T a partir del parámetro Co debe ser tomada como una aproximación en terrenos metamórficos de bajo grado y se debe comparar con otros criterios. Nuestras estimaciones oscilan entre 275° y 300°C.

El origen y conservación de la materia orgánica parece deberse a la conjunción de varios factores: afloramiento de aguas profundas y proliferación de Fitoplancton rico en P, caída del mismo en fondos anóxicos tranquilos, tasa de sedimentación muy reducida y metamorfismo de bajo grado, que no se dieron antes ni después.

**Referencias**

Albee, A. L. (1962): *Am. Mineral*, 47, 851-870.  
 Aparicio, A.; Galán, E. (1980): *Estudios Geol.*, 36, 75-84.  
 Bayliss, C. (1975): *Can. Mineral.*, 13, 178-180.  
 Bellido, F.; Capote, R.; Casquet, C.; Fuster, J. M.; Navidad, M.; Pénado, M.; Villaseca, C. (1981): *Cuad. Geol. Ibérica*, 7, 15-52.

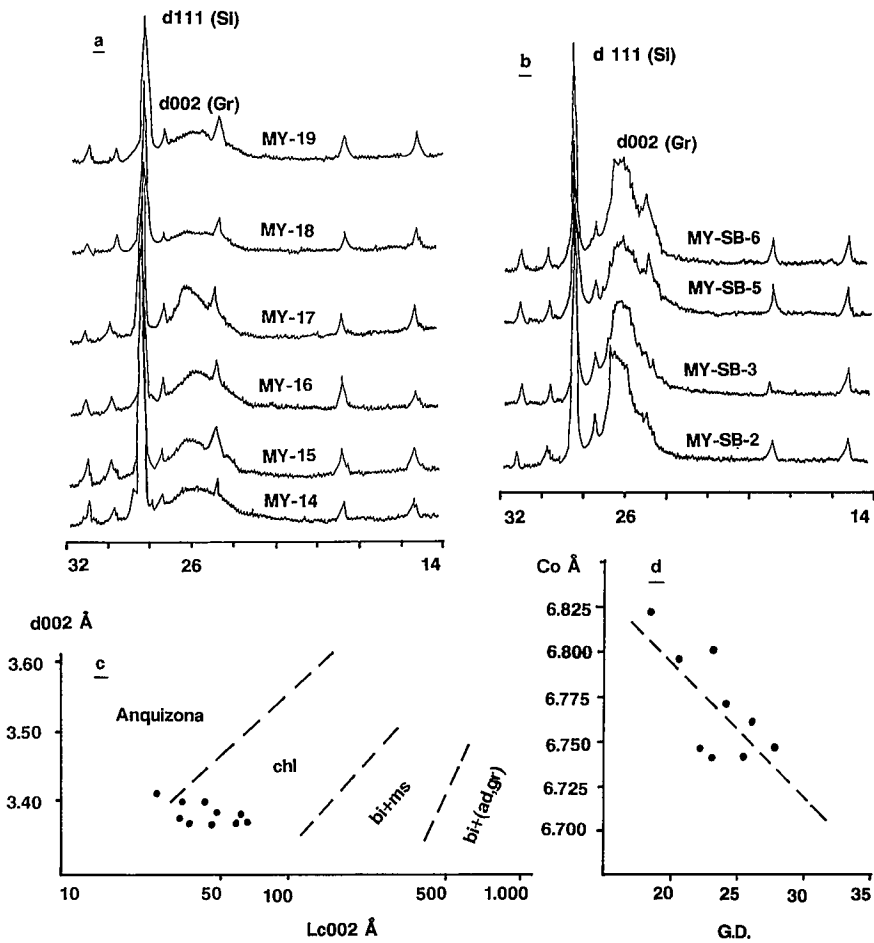


Fig. 3.—a) Difractogramas de las muestras de la Calicata Fernández. b) Idem de la Calicata Alta. La mayor agudeza de los picos indica mayor cristalinidad. c) Datos obtenidos de los difractogramas representados en el diagrama de Tagiri (1981) modificado por Pesquera & Velasco (1988). G. D.=Grado de Grafitización, d 002=Espaciado, Co=Parámetro equivalente al doble del espaciado. Lc 002=Tamaño de cristalito.

Fig. 3.—a) Difractograms of the Calicata Fernández samples. b) Idem, Calicata Alta. Sharper peaks point to higher chrySTALLINITY. c) Data from the diffractograms in the Tagiri diagram (1981), modified by Pesquera & Velasco (1988). G.D.=Degree of Graphitization, d002=Co=Parameter equal to double. Lc 002=ChrySTALLITE size.

- Berne, S.; Auffert, J. P.; Walker, P. (1988): *Sedimentology*, 35, 5-20.
- Beuf, S.; Biju-Duval, B.; De Charpal, O.; Rognon, P.; Gariel, O.; Bennacef, A. (1971): *Les Gres du Paleozoique Inferieur au Sahara*, 646 p., Technip.
- Bischoff, L.; Schaffer, G.; Schmidt, K.; Walter, R. (1973): *Munster Forsch. Geol. Palaont.*, 28, 27 p.
- Bultynck, P.; Soers, G. (1971): *Bull. Inst. roy. Sci. Nat. Belgique*, 47, 1-22.
- Cathelineau, M.; Nieva, D. (1985): *Cont. Mineral. Petrol.*, 91, 235-244.
- Foster, J. S. (1962): *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 414 A, 22 p.
- Hey, M. H. (1964): *Mineral*, 30, 277-292.
- Kubler, B. (1967): *Etages Tectoniques*, 105-121. A la Baconiere.
- Landis, M. C. (1971): *Cont. Mineral. Petrol.*, 30, 34-45.
- Tagiri, M. (1981): *J. Japan. Assoc. Min. Petrol. Econ. Geol.*, 76, 345-352.
- Terwindt, J. H. J. (1971): *Marine Geol.*, 10, 51-67.
- Pesquera, J.; Velasco, F. (1988): *Mineral. Mag.*, 52, 615-625.
- Waples, D. W. (1983): *A. A. P. G. Bull.*, 67, 963-978.

Recibido el 1 de octubre de 1990  
Aceptado el 26 de octubre de 1990

## Vegetación y clima holocenos en el puerto de la Morcuera (Madrid) en base a datos polínicos

### *Holocene vegetation and clima in «Puerto de la Morcuera (Madrid)» from palinological data*

M. J. Gil García (\*) y M. B. Ruiz Zapata (\*)

(\*) Departamento de Geología. Universidad de Alcalá de Henares (Madrid). 28871-Alcalá de Henares.

#### ABSTRACT

*It's presented the first palinological data obtained in one peat of «Puerto de la Morcuera (Madrid)». The study of this area will let us a best palinological know ledge, in themost eastern part of the Sistemá Central and show us the evolution and development of the vegetation in this zone.*

**Key words:** *palynology, peat.*

*Geogaceta, 9 (1991), 105-107.*

#### Introducción

La zona de estudio se halla localizada en el Puerto de la Morcuera (Madrid), formando parte de una de la cordilleras axiales de la Sierra de Guadarrama en dirección E-O que va desde Portachuelo hasta Pico Rinconada.

Los datos que se presentan corresponden a un depósito de turba localizado en la ladera Suroeste del Puerto de la Morcuera a 1.700 m. de altitud; cuyas coordenadas geográficas son 3°50'W de longitud y 40°52'N de latitud (Hoja 19-19. Buitrago de Lozoya. Servicio Geográfico del Ejército. Escala 1:50.000).

#### Material y métodos

Las muestras fueron tomadas con una sonda manual tipo Hiller modificada, alcanzándose una profundidad de 163 cm. En cuanto a su litología se

trata de turba muy porosa y enraizada en los primeros 50 cm., a partir de los cuales hasta los 163 cm. posee una estructura de carácter más detritico. El tratamiento químico utilizado ha sido mediante el empleo de ácidos y álcalis (ClH, FH, NaOH...) con objeto de eliminar en lo posible el material detritico existente en las muestras.

#### Resultados

Los datos obtenidos quedan reflejados en el Diagrama Polínico (fig. 1); de su observación se puede hablar de una masa arbórea (PA) relativamente importante, con valores superiores al 50%, para los tramos inferiores, y que evoluciona, con ligeras fluctuaciones, hacia valores inferiores a ese 50%; ello nos lleva a establecer tres niveles en base al desarrollo de la vegetación arbórea.

Nivel I, caracterizado por el dominio de polen arbóreo, Nivel II con mar-

cada tendencia al retroceso de la masa forestal y el Nivel III más superior, en el que la vegetación arbórea se desarrolla con valores inferiores al 50%. En cuanto a los componentes que los caracterizan cabe destacar, en primer lugar *Pinus* y *Quercus*, ya que ambos se desarrollan de modo constante a lo largo del perfil. Como taxones acompañantes debemos citar *Betula*, *Cupressaceae* y *Oleaceae* y de modo más esporádico y con porcentajes claramente inferiores a *Alnus* y *Juglans* entre otros. Respecto a la vegetación herbácea está presente con una composición altamente variada, destacando, por su representatividad y continuidad en el perfil, *Gramineae*, *Ericaceae*, *Cyperaceae*, *Compositae*, *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae* y *Plantago*, el resto tiene una presencia más esporádica.

En base al desarrollo de la vegetación, tanto arbórea como herbácea, podemos establecer las características de los tres niveles del Diagrama Polínico de la siguiente manera: