

Estudio morfológico y geoquímico de circones en rocas metamórficas de Olo de Sapo en Sanabria (NW España). Protolitos plutónicos y volcansedimentarios

Morphological and geochemical study of zircons in metamorphics rocks of Olo de Sapo, Sanabria (NW Spain). Plutonic and volcano-sedimentary protoliths.

H. Chacón ⁽¹⁾, J.P. Pupin ⁽²⁾, J.D. de la Rosa ⁽¹⁾ y A. Castro ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geología, Universidad de Huelva, Campus de el Carmen, 21071, Huelva, España.

⁽²⁾ Laboratoire de Pétrologie-Minéralogie, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 1, France

ABSTRACT

This work constitutes a combination of morphological and geochemical results of zircon populations of two typical lithologies from the Olo de Sapo Domain in the Sanabria complex: augengneiss and schist. The combination of these methods allows us discriminating between the discussed plutonic or volcano-sedimentary origin of Olo de Sapo rocks. Results allow the assignment of a peraluminous porphyritic granite derivated from a polygenetic source as protolith of the gneiss. Zircons from the schist are more varied and their characteristics point to a volcanosedimentary protolith constituted by mainly calc-alkaline crystals. Moreover, the morphological and geochemical study of an enclave of gneiss in monzodiorite shows there are at least three populations of zircons in this sample. Therefore, these methods result to be useful in order to separate different zircon populations that could be wrongly considered together in geochronological studies.

Key words: zircon typology, zircon geochemistry, Olo de Sapo, augengneiss, protolith

Geogaceta, 37 (2005), 35-38

ISSN: 0213683X

Introducción

El protolito de las rocas metamórficas de Olo de Sapo ha sido interpretado tradicionalmente como una formación de rocas volcánicas porfíricas y volcanosedimentarias (Navidad, 1978) o como granitoides (Gebauer *et al.*, 1993). Los procesos tectónicos y metamórficos pueden modificar algunas características iniciales de las rocas lo que puede producir interpretaciones confusas (p.ej. formaciones con capas de grano fino interpretadas como rocas volcanosedimentarias podrían ser resultado de procesos tectónicos (Crevola, 1985, 1987)). Por ello, para averiguar el protolito de rocas metamórficas en algunos casos es necesario utilizar métodos alternativos. El presente trabajo utiliza una combinación de resultados morfológicos y geoquímicos en circones con el objetivo de determinar el protolito y su fuente de dos litologías típicas en el Dominio Olo de Sapo: gneises glandulares y esquistos.

Localización geológica

El gneiss de Olo de Sapo, objeto de este estudio, forma el núcleo de un antifórme Hercínico de dirección NW-SE que se extiende desde la costa de Galicia hasta el Sis-

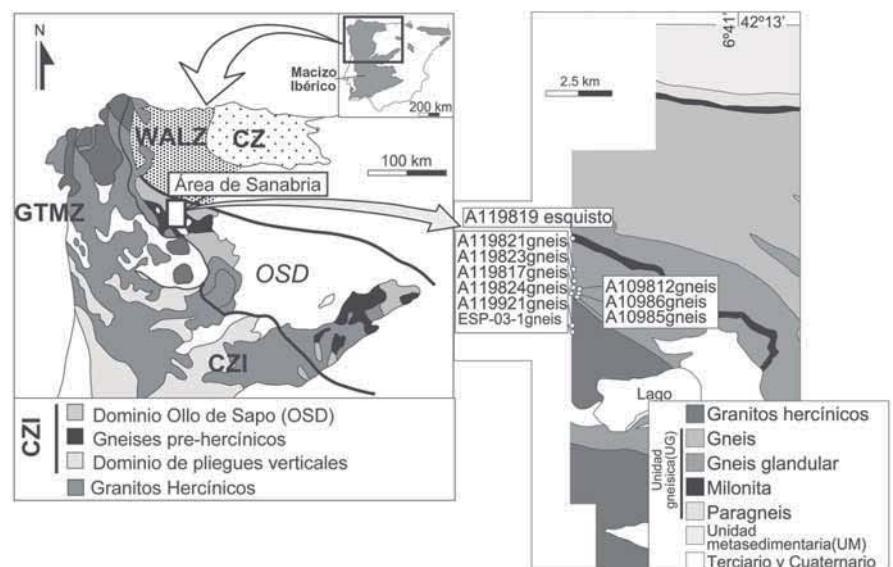


Fig. 1.- Localización geológica de la zona de estudio. El área de Sanabria y las muestras (gneises y esquistos) están señaladas. Macizo Ibérico dividido de acuerdo con Julivert *et al.* (1974), CZ, Zona Cantábrica; WALZ, Zona Asturoccidental Leonesa; GTMZ, Zona Galicia Tras-os-Montes; CZI, Zona Centro Ibérica; OSD, Dominio Olo de Sapo. Las divisiones en la zona de Sanabria (derecha) según Díaz García (2002).

Fig. 1.- Geological setting of the study area. Sanabria area and the samples (gneisses and schist) are marked. Iberian Massif divided according to Julivert *et al.* (1974), CZ, Cantabrian Zone; WALZ, Western Asturian-Leonese Zone; GTMZ, Galicia Tras-os-Montes Zone; CZI, Central Iberian Zone; OSD, Olo de Sapo Domain. Sanabria area divisions (right) according to Díaz García (2002).

tema Central (Julivert *et al.*, 1974). Los dos grupos litológicos seleccionados (gneis glandular (9 muestras) y esquisto (1 muestra)) se localizan en el área de Sanabria (NW España) (Fig. 1).

Resultados Morfológicos

Gneis glandular:

Los cristales de circones de las muestras del gneis glandular presentan una marcada homogeneidad tanto en su morfología como en el resto de características. Suelen ser subeuhedrales, frecuentemente incoloros, a veces de coloración marrón y un tamaño alrededor de los 0.20 mm de longitud. La mayoría muestran núcleo con numerosas inclusiones (vítreas amorfas, canales, apatito o burbujas) en contraste con el resto del cristal que no presenta inclusiones. Algunos cristales presentan un fuerte zonado en el núcleo y en menor medida en el borde (Fig. 2).

La distribución tipológica (Pupin y Turco, 1972; Pupin, 1980) es semejante entre todas las muestras (Fig. 3) siendo los tipos S7 y S12 los más comunes. Otros subtipos son SZ (hasta 22% en la muestra A10986), L (8% en A10985) y muy escasamente U, V y VZ (1-2%). La gran similitud entre las muestras produce una limitada distribución de los puntos medios (PM) con valores que varían entre 276=A=307 y 390=T=451 (Fig. 4) y una tendencia de evolución tipológica (TET) muy parecida.

Enclave de gneis glandular en monzodiorita (muestra ESP-03-1):

Los circones de una muestra de enclave de gneis en monzodiorita (ESP-03-1) presentan distintas características diferenciándose tres poblaciones: la mayor parte de los cristales muestran estrechas similitudes con los pertenecientes al gneis: tipo S7 mayoritario, subeuhedrales, con núcleo muy frecuente y cristales relativamente pequeños (Fig. 2). Una segunda población está constituida por unos pocos cristales euhedrales, alargados, levemente zonados, con sobrecrecimientos externos y típicamente de tipo S2 (Fig. 2) cuyo origen parece estar relacionado con la fusión parcial del gneiss. La tercera población está caracterizada por cristales de mayor tamaño (>30 mm de longitud), transparentes, euhedrales, sin núcleo y a veces, con grandes inclusiones minerales. Estas características son similares a las de los circones de la monzodiorita (Fig. 2).

Esquisto:

Los circones del esquisto (A119819) muestran algunas diferencias con respecto a los del gneis glandular siendo la diferencia más notable una bimodalidad en la población de circones. Los cristales más abundantes presentan características similares a aquellos del

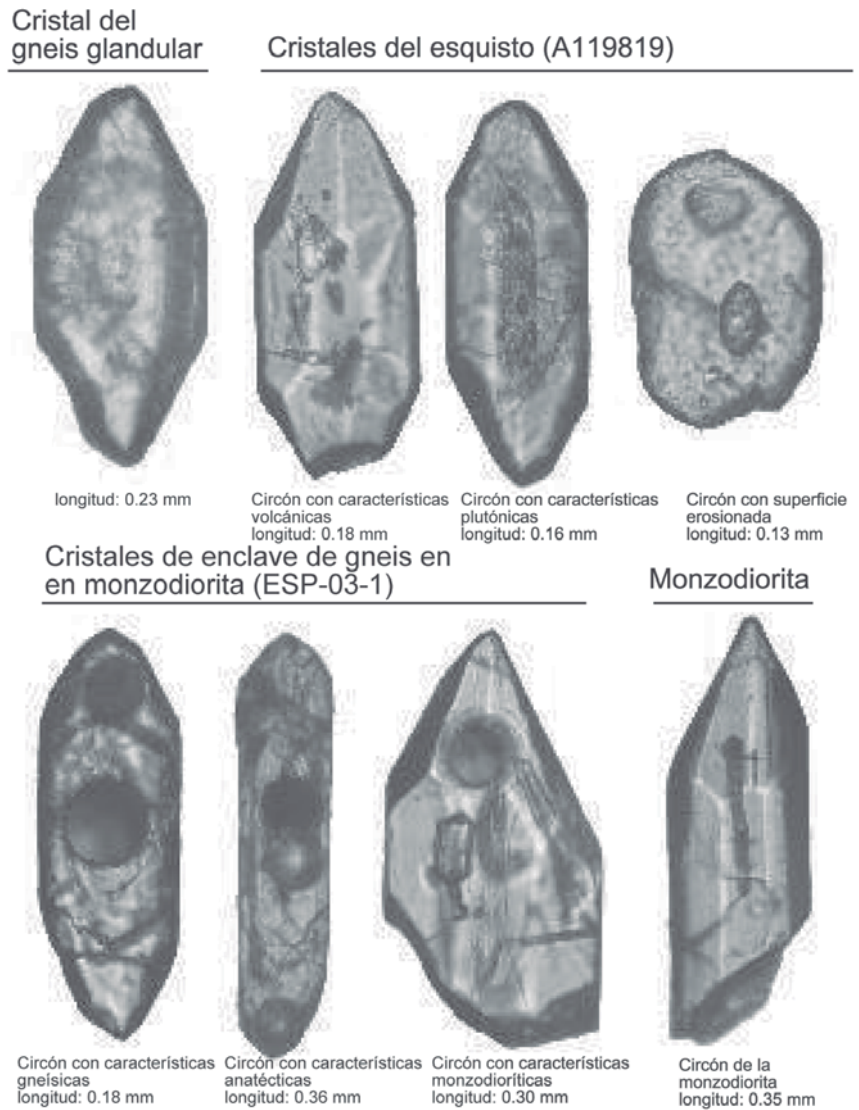


Fig. 2.- Fotos de circones representativos de las muestras de gneis, del esquisto (población gneissica y volcánica) y del enclave de gneis en monzodiorita (ESP-03-1) (poblaciones gneissicas, monzodioríticas y anatócticas).

Fig. 2.- Representative zircon photographs of the samples of gneis, schist (gneissic and volcanic subpopulation) and the enclave of gneis in monzodiorite (ESP-03-1) (gneissic, monzodioritic and anatectic populations).

gneis glandular, siendo subeuhedrales, frecuentemente con núcleos y sin inclusiones (Fig. 2). En contraste, la otra subpoblación está constituida por cristales incoloros euhedrales, con frecuentes inclusiones (vítreas irregulares, canales y “en anillo”) y normalmente sin núcleo, zonado ni sobrecrecimientos. Las inclusiones y el aspecto idiomórfico de los cristales están a favor de un origen (sub)volcánico para estos cristales. Además de estas dos subpoblaciones, hay algunos cristales con superficies rotas o erosionadas que no fueron encontrados en el gneis (Fig. 2) y que son típicos de rocas sedimentarias.

La distribución tipológica conjunta de las poblaciones del esquisto es muy similar a las mostradas por los circones del gneis (PM(A,T)=(279,445))(Fig. 3). Sin embargo, además de los tipos más comunes (S6-7 y S11-12) hay otros subtipos que no están

presentes en el gneis (S24-25, U24-25) o que son muy poco frecuentes (S18).

Resultados Geoquímicos

Los análisis de Si, Zr, Hf, Y, Th y U han sido realizados con una microsonda electrónica Cameca SX100 (Universidad de Montpellier II, Francia). Las observaciones bajo microscopía de luz transmitida y electrónica (SEM JEOL-JSM5410 (Universidad de Huelva)) permitieron la separación *a priori* de dos generaciones:

-La fase 1, que corresponde a la parte del círculo heredado.

-La fase 2, que corresponde a la fase magmática del protolito.

Gneis glandular:

La distribución de los análisis de la fase

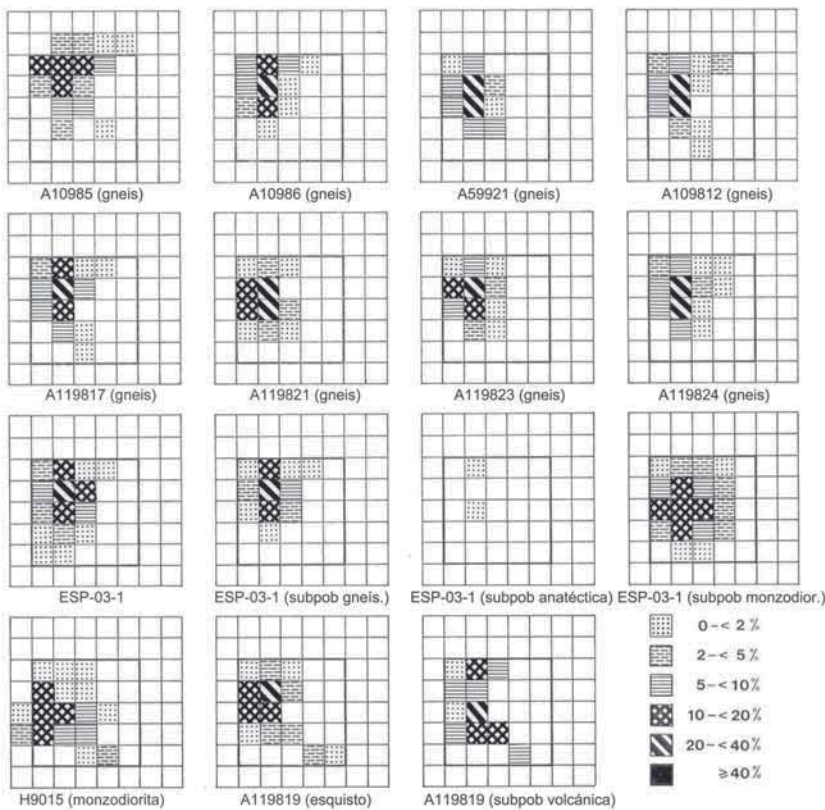


Fig. 3.- Distribución tipológica de las poblaciones de circones en nueve gneises, un esquistos y una monzodiorita. Subpob= subpoblación, gneís=gneíscica y monzodior=monzodiorítica.

Fig. 3.- Typologic distribution of zircon populations of nine gneissic samples, one schist and one monzodiorite. Subpob=subpopulation, gneís=gneissic and monzodior =monzodioritic.

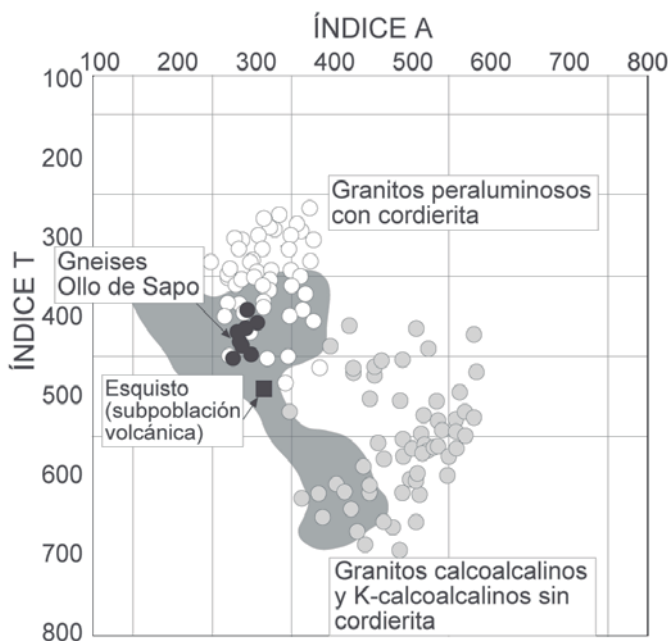


Fig. 4.- Puntos medios de las muestras de gneiss (círculos negros) y de la subpoblación volcánica del esquistos (cuadrado negro). Comparativa del gneiss con granitos peraluminosos con cordierita (círculos blancos) y granitos calcoalcalinos y K-calcoalcalinos sin cordierita (círculos grises) y del esquistos con dacitas del «trend» calcoalcalino (sombreado gris).

Fig. 4.- Mean points of the samples of gneiss (black circles) and the volcanic subpopulation of the schist (black square). Comparative of the gneiss with peraluminous granites with cordierite (white circles) and calc-alkaline and K calc-alkaline granites without cordierite (grey circles) and the schist with dacites of the «trend» calc-alkaline (grey shade).

2 de tres muestras de gneises está marcadamente concentrada alrededor de 1.5% HfO₂ en un diagrama HfO₂ vs Y₂O₃ (Pupin, 2000) (Fig.5) confirmando la homogeneidad.

Los resultados geoquímicos obtenidos de la fase 1 son más variados con valores que pueden llegar a 6.5 y 7.5% para Y₂O₃ y HfO₂ respectivamente, no observados en la fase 2, lo que confirma su origen heredado.

Enclave de gneiss glandular en monzodiorita (muestra ESP-03-1):

Las otras dos poblaciones que no poseen las típicas características de los circones gneíscicos también presentan diferencias geoquímicas. Los cristales que se asemejan a los de la monzodiorita presentan composiciones similares a estos con bajos valores de HfO₂ (1-1.2% HfO₂) y la población de circones con características anatécicas muestra valores generalmente mayores (1.6-2.1% HfO₂) a los típicos circones gneíscicos.

Esquistos:

La subpoblación con características similares a los cristales del gneis muestra también un valor alrededor de 1.5% HfO₂ para la fase 2, sin embargo, los circones de la otra subpoblación, con características volcánicas, muestran mayores variaciones (entre 0.85 y 1.9% HfO₂)(Fig. 5).

Comparación morfológica y geoquímica con rocas magmáticas:

En la figura 4 se muestra una comparación entre los puntos medios (PM) de los gneises Ollo de Sapo (círculos negros) y los de 155 muestras de granitos-granodioritas porfíricas divididas en dos dominios: granitos peraluminosos con cordierita (círculos blancos) y granitos (K) calcoalcalinos sin cordierita (círculos grises). Las poblaciones del gneis OS ocupan la raíz del primer grupo. Esta similitud entre los gneises Ollo de Sapo y los granitos peraluminosos con cordierita también se observa en un diagrama HfO₂ vs Y₂O₃ donde la distribución de la fase 2 es muy similar (Pupin, 2000) (Fig. 5).

La figura 4 también muestra la diferencia entre los puntos medios de los gneises y el PM de la subpoblación volcánica del esquistos que yace en el «trend» volcánico calcoalcalino dentro del rango dacítico. Geoquímicamente, esta subpoblación también yace en el campo calcoalcalino y no en el anatécico (Fig. 5).

Discusión

Morfológicamente, la limitada y repetitiva distribución de las poblaciones de circones en el gneis indica una signatura monogénica para las muestras que es confirmada

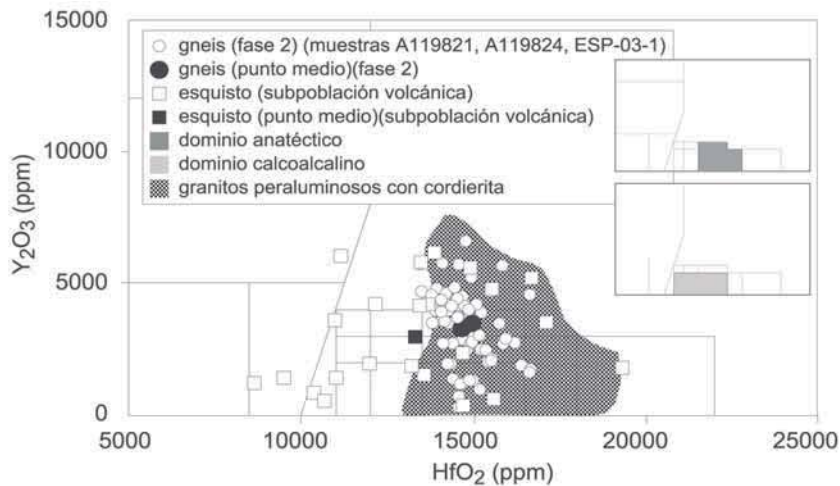


Fig. 5.- Diagrama HfO_2 vs Y_2O_3 (Pupin, 2000). Muestras de gneis (círculos) y de la subpoblación volcánica del esquistos (cuadrados). En sombreado, granitos peraluminosos con cordierita. Campos calcoalcalinos y anatócticos señalados.

Fig. 5.- HfO_2 vs Y_2O_3 diagram (Pupin, 2000). Samples of gneiss (circles) and of the volcanic subpopulation of the schist (squares). Shaded, peraluminous granites with cordierite. Calcoalcaline and anatectic fields are marked.

por el resto de características de los cristales. Los puntos medios (PM) de las 9 muestras estudiadas están situados en el dominio de monzogranitos-granodioritas porfiríticos-peraluminosos de origen principalmente cortical (Pupin, 1980). El carácter peraluminoso, aspecto que ya había sido puesto de manifiesto con anterioridad (Viallette *et al.*, 1986; Navidad *et al.*, 1992), está apoyado por los bajos valores del índice A y por la presencia de subtipos característicos de rocas no-metamórficas peraluminosas con cordierita (SZ y VZ). La homogeneidad de los resultados sugiere que los datos morfológicos y geoquímicos pueden ser interpretados como relativos al protolito. La localización del punto medio de la distribución geoquímica en el dominio de fundidos corticales puros y no en el dominio calcoalcalino sugiere que el origen del protolito se produjo debido a la fusión cortical (Pupin, 2000) (Fig. 5). Esta fusión se produciría en condiciones de alta temperatura (altos valores de T considerando un origen anatóctico) y en un ambiente principalmente seco (ausencia general del tipo L y de sobrecrecimientos). Los resultados geocronológicos de núcleos en circones sugieren que la fuente de este protolito era una metagrauvaca poligenética (edades que varían desde 2.5 Ga hasta 600 Ma) (Chacón *et al.*, 2004). No se han encontrado argumentos que favorezcan un origen volcánico o sedimentario para el protolito del gneis, aunque tampoco se descarta la posibilidad de un manto de denudación del granito en algunos casos. No hay circones redondeados ni erosionados como en las rocas sedimentarias maduras y tampoco exhiben aspectos típicos

de circones volcánicos: inclusiones vítreas, canales, carencias de crecimiento, "steps of growths" o cristales agregados (Pupin y Turco, 1981) también encontrados en rocas metamórficas de origen volcánico como en Limousin, Vendée, Rouergue o Maures (Pupin y Turco, 1974; Seyler *et al.*, 1975). Sin embargo, estas características sí son encontradas en algunos cristales de la muestra de esquistos lo que sugiere un protolito volcanosedimentario para esta roca. Además, la presencia de inclusiones en "anillo" y de tipos con alto T (S24-25, U24-25 y S18) ha sido relacionada con circones volcánicos (Pupin, 1976). Esta subpoblación volcánica muestra una clara signatura calcoalcalina (buen desarrollo de (211), valores de T más altos que los de las rocas anatócticas, presencia de inclusiones, específica TET) en contraste con la claramente anatóctica del gneis. Geoquímicamente, su punto medio también yace en el campo calcoalcalino en el diagrama HfO_2 vs Y_2O_3 (Pupin, 2000) (Fig. 5). Además los núcleos son raros, apareciendo sólo en cristales más evolucionados como S2 o S3 debido posiblemente a la contaminación durante el emplazamiento magmático. Los fundidos hidratados calcoalcalinos suelen ser objeto de este tipo de contaminación, como las micro-cuarzodioritas calcoalcalinas hipovolcánicas del macizo de Ésterel (SE Francia) (Chennaoui, 1998).

Además, la posibilidad de distinguir poblaciones de circones utilizando conjuntamente la morfología y la geoquímica, como en la muestra ESP-03-1, es de gran utilidad si se quieren realizar estudios geocronológicos.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo con financiación proporcionada por el M.E.C. (Proyecto BTE2001-2769 y beca FPU AP2000-1149) al que agradecemos la ayuda.

Referencias

- Chacón, H., Pupin, J.P., Bussy, F., de la Rosa, J.D. y Castro, A. (2004). En: *International Geological Congress Florence PWO 04-4*, v. 2, pp. 1535-1536.
- Chennaoui, H. (1998). *Morphologie et géochimie des zircons de formations calcoalcalines et anatectiques cenozoïques de la Méditerranée Occidentale. Implications pétrogénétiques*. Tesis Doctoral, Univ. de Niza, 311 p.
- Crévola, G. (1985). *Compte Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 301, série II, 99-104
- Crévola, G. (1987). *Geodinámica Acta*, 1,3,37-51
- Díaz García, F. (2002). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 15, 67-79
- Gebauer, D., Martínez García, E. y Hepburn, J.C. (1993). Boston GSA annual meeting, abstracts with programs, 342.
- Julivert, M., Fontboté, J.M., Ribeiro, A. y Nabais-Conde, L.E. (1974). *Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares, 1:1000 000*, IGME, Madrid
- Navidad, M. (1978). *Estudios Geológicos*, 34, 511-528
- Navidad, M. Peinado, M. y Casillas, R. (1992). En: *Paleozoico Inferior de Ibero-América* (M.J.G. Gutiérrez, J. Saavedra, y I. Rabano Eds). Universidad de Extremadura, 485-494.
- Pupin, J.P. (1976). *Signification des caractères morphologiques du zircon commun des roches en pétrologie. Base de la méthode typologique. Applications*. Tesis Doctoral, Univ. de Niza, 394 p.
- Pupin, J.P. (1980). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 73, 207-220
- Pupin, J.P. (2000). *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 91, 245-256
- Pupin, J.P. y Turco, G. (1972). *Bulletin de la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie*, 95, 348-359
- Pupin, J.P. y Turco, G. (1974). *Compte Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 279, 17-20
- Pupin, J.P. y Turco, G. (1981). *Bulletin de Mineralogie*, 104, 724-731
- Seyler, M., Pupin, J.P. y Turco, G. (1975). *Compte Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 281, série D, 969-972
- Viallette, Y., Casquet, C., Fuster, J.M., Ibarrola, E., Navidad M., Peinado, M. y Villaseca, C. (1986). *Terra Cognita*, 6, 2,143