

El límite Cámbrico-Ordovícico en el sinclinal de la Peña de Francia: Evidencias litológicas, sedimentológicas y geoquímicas

The Cambrian-Ordovician boundary in the Peña de Francia syncline: lithological, sedimentological and geochemical evidences

María Isabel Valladares ⁽¹⁾, Pedro Barba ⁽¹⁾, José María Ugidos ⁽¹⁾ y Emilio González Clavijo ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca. valla@usal.es; barba@usal.es; jugidos@usal.es

⁽²⁾ Instituto Geológico y Minero de España, Azafranal 48, 37001 Salamanca. e.clavijo@igme.es

ABSTRACT

Several levels of conglomerate cropping out in the Peña de Francia syncline were previously included in the Ordovician basal unit. However, a Lower Cambrian conglomerate can be identified inside, even in the areas where the basal Ordovician unconformity is not exposed. The Cambrian conglomerate witnesses the filling of deep water channels by mass flow; whereas the Basal Ordovician conglomerate indicates the starting of the Ordovician transgression in a coastal environment under tides and waves regime. Sedimentary and lithological data from the conglomerates and geochemical data from interlayered slates support this interpretation.

Key words: Sedimentology, lithology, geochemistry, Cambrian, Ordovician

Geogaceta, 47 (2009), 49-52
ISSN: 0213683X

Introducción

En los sinclinales de Tamames y Peña de Francia (Fig.1) el Ordovícico está discordante (discordancia Toledánica) sobre distintas unidades estratigráficas del Cámbrico Inferior (Martín Herrero *et al.*, 1990; Ugidos *et al.*, 1990). En el flanco norte del sinclinal de Tamames está discordante sobre la Fm Calizas de Tamames de edad Ovetiense superior (Perejón, 1984), mientras que en el sinclinal de la Peña de Francia está discordante sobre unidades más bajas del Cámbrico Inferior, Fm Monterrubio (Díez Balda, 1980) o Unidades VI a XI (Valladares *et al.*, 1998, 2000).

Distintos autores trabajaron en la zona estudiando materiales del Cámbrico y Ordovícico. En ambos periodos hay niveles de conglomerados, pero debido a la ausencia de descripciones litológicas precisas de dichos niveles, no todos los autores distinguen los conglomerados de las dos edades. Por eso, si el contacto Cámbrico-Ordovícico no aflora, la mayoría atribuyen todos los conglomerados con cantos cuarcíticos a la base del Ordovícico, por lo que dan grandes variaciones de espesor de esta unidad (entre 0 y 400 m) lo que a su vez llevó a interpretar las sucesiones, conocidas como Serie Púrpura, de la base del

Ordovícico como sedimentadas en cuencas tipo graben o semigraben sobre un importante paleorrelieve en un medio aluvial (Gutiérrez Marco *et al.*, 2002; Martínez Poyatos *et al.*, 2004). Sin embargo, las características litológicas, sedimentológicas, y de color de los conglomerados cámbricos y ordovícicos son muy diferentes y corresponden además a ambientes sedimentarios muy distintos. Además, los datos geoquímicos de pizarras asociadas a conglomerados de ambas edades son también muy distintos y permiten diferenciar claramente las unidades estratigráficas del Cámbrico Inferior de las de la base del Ordovícico, aún en aquellas zonas donde dicho contacto no aflora.

Litología y sedimentología de los conglomerados del Cámbrico Inferior

En el mapa geológico de Miranda del Castañar (Ugidos *et al.*, 1990) se representa como la base del Ordovícico una unidad estratigráfica de conglomerados, microconglomerados y areniscas que al norte de Las Mestas (ctra. a La Alberca, Fig.1) se le atribuye un espesor de hasta 250 m. Es una zona donde no puede levantarse sucesión estratigráfica ya que en su mayor parte está cubierta por materiales

cuaternarios y no aflora ni su base ni su techo. Por tanto, a partir de observaciones puntuales se hace aquí una descripción de litología y sedimentología, de muro a techo de la sucesión estratigráfica, cuyo espesor observable es de unos 100 m.

En el cruce de la carretera a La Alberca y el arroyo de Las Batuecas, al norte de Las Mestas, afloran ortoconglomerados con abundantes cantos de pizarra negra (Fig.2A), y algunos de arenisca y de conglomerado cuarcítico con cantos de pizarra negra; los distintos cantos llegan a tener 30 cm y están en una matriz de conglomerado y microconglomerado cuarcítico, fuertemente empaquetado, donde los cantos de cuarzo blanco tienen tamaños inferiores a 2 cm. Es una unidad mal estratificada y desorganizada con un espesor de unos 15 m visibles.

Pasa hacia techo y lateralmente a arenisca cuarcítica gris verdosa de grano medio a fino, masiva y espesor de 3 m, que tiene encima pizarras grises, también masivas, de 2 m espesor. La arenisca tiene hasta un 70% de granos de cuarzo y, en mucha menor proporción, plagioclasa y componentes líticos, sobre todo cuarzo policristalino, en una matriz sericítica; es un sedimento moderadamente clasificado con granos subredondeados a redondea-

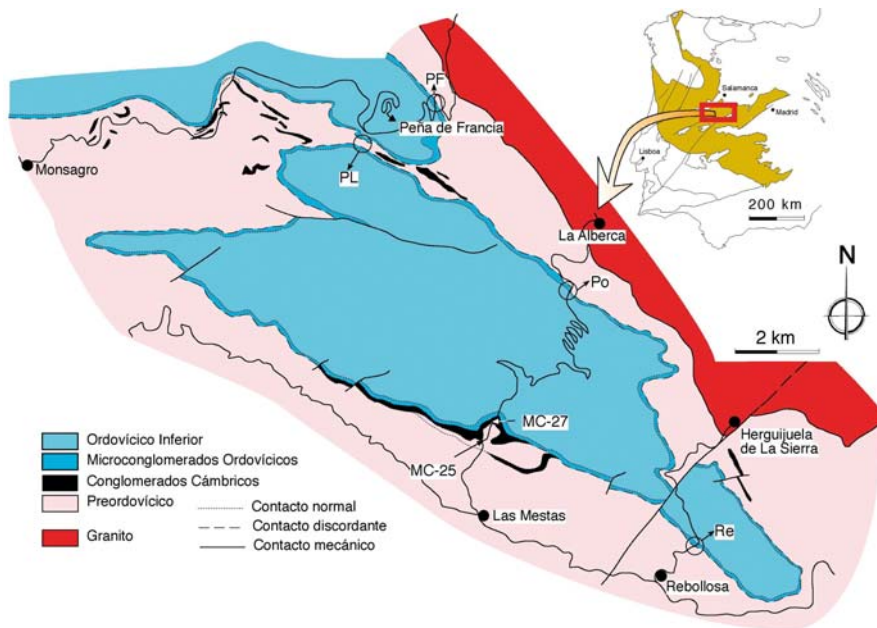


Fig. 1.- Mapa geológico simplificado del Sinclinal de la Peña de Francia (modificado de Macaya, 1980).

Fig. 1.- Simplified geologic maps of the Peña de Francia syncline (modified from Macaya, 1980).

dos. Las tres litologías forman una secuencia granodecreciente de unos 20 m visibles, sin que se haya reconocido ningún tipo de bioturbación. En las pizarras de la parte alta de la secuencia, se ha cogido una muestra de pizarra (MC-25) para análisis químico.

Sobre este tramo hay otro de hasta 35 m de espesor, que tiene base fuertemente erosiva, geometría lenticular de centenares de metros, en ocasiones con estratificación cruzada planar de bajo ángulo a gran escala. Son niveles de 2 a 20 m de espesor de ortoconglomerados cuarcíticos con escasa matriz de color gris oscuro (Fig.2B), separados por pizarras de color gris oscuro y aspecto masivo de unos cms a 2 m de espesor, en las que se ha cogido una muestra (MC-27) estratigráficamente a 16 m de la base del tramo. Los cantos son sobre todo de cuarzo blanco, subredondeados a bien redondeados, tamaño medio 2 cm y centil de 5 cm; también hay, aunque mucho más escasos, cantos blandos de pizarra negra de tamaño centimétrico y de areniscas de unidades precámbricas subyacentes. Están estratificados en capas de hasta 1,5 m de espesor, masivas y sin organización interna. La parte alta del tramo no es observable y unos 40 m por encima hay una alternancia de cuarcitas y pizarras ordovícicas, con importante bioturbación (*Scolithus*, etc).

Tanto las litologías como los aspectos sedimentológicos de estas facies son similares a los de las Unidades VII a IX del Cámbrico Inferior establecidas por Valladares *et al.* (1998, 2000) y descritas en

una zona próxima al NE de Monsagro dentro del propio sinclinal de la Peña de Francia. Estas facies se interpretan como flujos en masa que rellenaron complejos de canales distributarios en áreas internas de abanicos submarinos profundos (Valladares *et al.*, 1998, 2000) a partir de las siguientes características: aspecto en general masivo y ausencia de organización tanto en los orto- y paraconglomerados como en las areniscas y pizarras, base muy erosiva, geometría lenticular de centenares de metros, organización en secuencias granodecrecientes y color oscuro o negro de la matriz de los conglomerados y de las pizarras intercaladas.

Litología y sedimentología de los conglomerados de la base del Ordovícico

El contacto Cámbrico-Ordovícico no aflora al N de Las Mestas y se ha estudiado en varios afloramientos del sinclinal de la Peña de Francia (Fig.1). En todos ellos la unidad conglomerática se encuentra discordante sobre distintos materiales del Cámbrico Inferior.

En el Paso de los Lobos (Fig.1,PL) hay en la base del Ordovícico 5 m de areniscas de grano grueso con cantos de cuarzo blanco alineados y, con menos frecuencia, paraconglomerado en una matriz arenosa de grano grueso con cantos de hasta 2 cm de cuarzo blanco; en ambos casos el color de la roca es amarillo. La unidad está estratificada en capas de hasta 50 cm con base erosiva y techo ondu-

do, con granoselección positiva y estratificación cruzada en surco. Encima hay una alternancia de pizarras grises con abundante bioturbación y cuarcitas en capas de 5-30 cm de espesor.

En la carretera de la Peña de Francia hacia El Cabaco (Fig.1,PF), son paraconglomerados de cantos de cuarzo blanco de hasta 7 cm, de angulosos a redondeados, sin organización, en una matriz arenosa de color amarillo en capas de hasta 50 cm (Fig. 2C); en algunos estratos hay granoselección negativa y en otros los cantos está alineados a distintos niveles de las capas. Hay intercaladas areniscas de grano muy fino y pasadas de pizarra entre los distintos niveles de conglomerado. El espesor de la unidad es 12 m y encima está la alternancia de pizarras oscuras y cuarcitas con bioturbación.

En el flanco N del sinclinal de la Peña de Francia, en El Portillo (Fig.1,Po), son predominantemente areniscas de color amarillo y pizarras, y sólo en la capa basal de 80 cm de espesor es paraconglomerado de cantos de cuarzo blanco y algunos de pizarra. La unidad tiene 6 m de espesor y está estratificada en capas de 10 cm a 1,2 m. Las tres litologías forman tres secuencias estrato- y granodecrecientes de hasta 2 m de espesor. A techo de la unidad hay areniscas de color gris claro de grano fino con techos ondulados y laminación cruzada de ripples que pasan hacia techo a pizarras con estratificación lenticular.

En el flanco sur del sinclinal, en la carretera de Rebollosa a Herguijuela (Fig.1,Re), hay 5 m de microconglomerados y areniscas amarillos, con cantos de cuarzo blanco, en capas de hasta 50 cm, con bases erosivas y sin ningún tipo de organización o con granoselección positiva. Encima hay hasta 11 m de alternancia de areniscas de grano grueso a fino estratificadas en capas de hasta 1 m y pizarras en capas de espesor centimétrico, en secuencias estrato- y granodecrecientes de hasta 2 m de espesor. Sobre este tramo está la alternancia de cuarcitas y pizarras con abundante bioturbación.

La presencia de secuencias estrato- y granodecrecientes con base erosiva y la estratificación cruzada en surco en los conglomerados indican facies de relleno de canal y migración de pequeñas barras desarrolladas en canales braided por flujos tractivos (Collinson, 1996). La presencia de alineaciones de cantos, tanto en los paraconglomerados como en las areniscas, sugiere un retrabajamiento del sedimento por oleaje (Clifton, 1973). El color amarillo de la unidad indica condicio-

nes oxidantes y su espesor oscila entre 5 y 12 m, es decir espesores mucho menores que los conglomerados atribuidos al Cámbrico. La alternancia de cuarcitas y pizarras de color gris claro con importante bioturbación por *Scolithus*, que apare-

ce encima, tiene las siguientes características: base de las cuarcitas erosiva planar, encima laminación cruzada por ripples de corriente y techos ondulados, y presencia de estratificación lenticular en las pizarras. Todo esto indica alternancia de sedimentación por tracción y decantación en

un medio marino, lo cual sugiere acción mareal en esta unidad.

En consecuencia, esta unidad discordante sobre unidades del Cámbrico Inferior, sedimentadas en ambiente profundo, se interpreta como sedimentación debida al avance de la transgresión de la base del

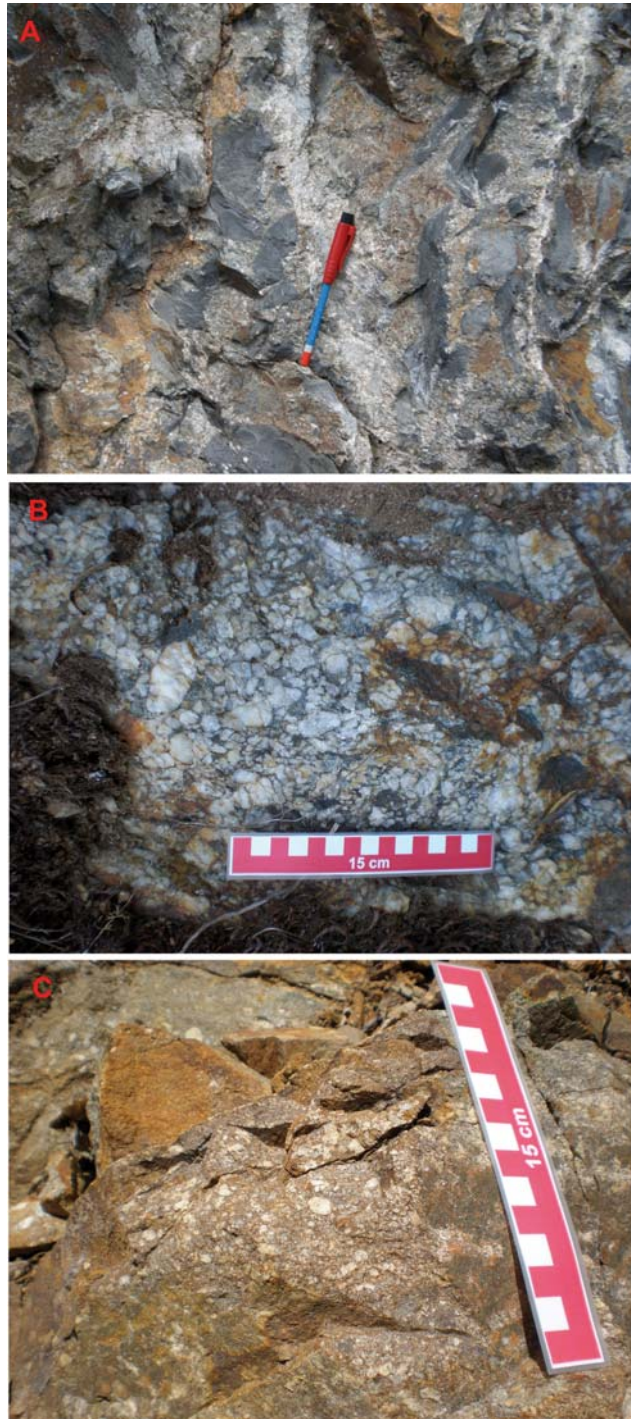


Fig. 2.- A) Conglomerado cuarcítico con cantos de pizarra negra. B) Ortoconglomerados cuarcíticos con matriz de color gris oscuro. C) Paraconglomerados cuarcíticos con matriz de color amarillo.

Fig. 2.- A) Quartzitic conglomerate bearing black shale clast. B) Quartzitic orthoconglomerate with dark gray matrix. C) Quartzitic paraconglomerate with yellow matrix.

	Cámbrico		Ord. Inf.		MC-25	MC-27
	n = 22	st.dv.	n = 12	st.dv.		
SiO ₂	58,95	1,87	58,95	3,01	60,17	60,20
TiO ₂	0,78	0,10	1,03	0,10	0,89	0,87
Al ₂ O ₃	19,50	1,83	21,25	1,80	21,23	20,64
Fe ₂ O ₃	7,01	0,68	7,19	0,79	5,26	6,77
MgO	2,74	0,39	1,74	0,41	2,14	1,60
MnO	0,07	0,04	0,05	0,01	0,05	0,13
CaO	0,40	0,38	0,19	0,09	0,15	0,19
Na ₂ O	1,28	0,71	0,61	0,44	0,32	0,27
K ₂ O	3,83	0,54	4,20	0,69	4,67	4,24
P ₂ O ₅	0,21	0,18	0,18	0,07	0,17	0,21
LOI	4,96	1,70	4,53	0,58	4,37	4,02
total	99,73	0,06	99,88	0,53	99,41	99,15
Rb	161	22,7	178	23,9	183	165
Sr	91	31,6	105	55,6	90	127
Ba	791	250	780	170	693	805
La	45,3	13,2	52,6	10	40,8	43,8
Ce	83,7	21,8	104	17,3	82,6	85,3
Pr	10,7	3,3	12,5	2,1	10,2	9,76
Nd	41,3	13,4	47	7,86	39,1	39,1
Sm	8,27	3,02	9,16	1,53	7,95	7,67
Eu	1,74	0,58	1,88	0,36	1,56	1,51
Gd	7,00	2,56	7,50	1,23	6,79	6,20
Tb	1,06	0,35	1,15	0,17	1,06	0,97
Dy	6,07	1,71	6,72	0,83	6,32	5,64
Ho	1,24	0,31	1,31	0,14	1,25	1,1
Er	3,24	0,75	3,68	0,35	3,54	3,15
Tm	0,5	0,1	0,56	0,05	0,53	0,48
Yb	3,36	0,67	3,76	0,33	3,7	3,2
Lu	0,51	0,11	0,58	0,06	0,58	0,49
Y	34	7,94	37	3,97	36	32
Zr	168	25,3	230	51,6	193	176
Hf	4,7	0,8	6,4	1,5	5,4	4,9
Nb	14	1,75	18	2,02	13	14
Th	13	1,77	19	1,67	14	13
V	126	29,1	122	14,5	131	117
Cr	106	14,4	100	10,9	106	102
Co	21	20,6	16	5,09	8,1	8,8
Ni	52	19,9	35	10,7	30	42

Tabla I.- Dos análisis de la serie estudiada y medias y desviaciones estándar (st.dv.) de datos químicos de pizarras del Cámbrico Inferior y Ordovícico Inferior de la zona del sinclinal de la Peña de Francia.

Table I.- Two analyses of the series studied and means and standard deviations (st.dv.) of chemical data of Lower Cambrian and Lower Ordovician in the Peña de Francia sincline.

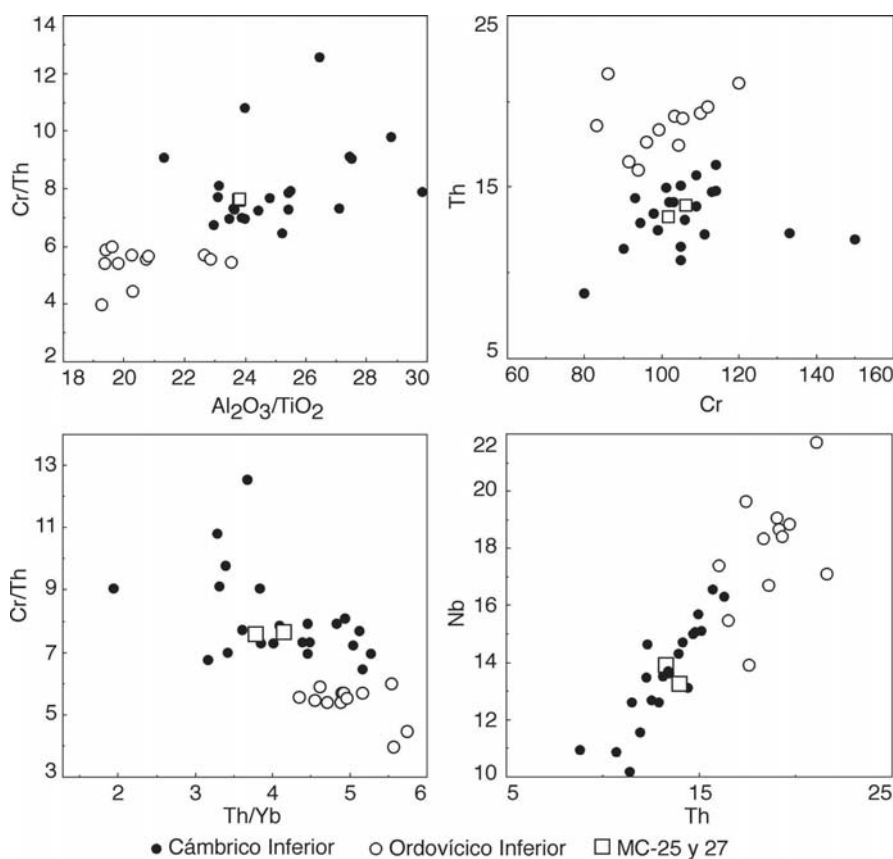


Fig. 3.- Diagramas de discriminación de pizarras cámbricas y ordovícicas.

Fig. 3.- Discrimination diagrams for Lower Cambrian and Lower Ordovician shales.

Ordovícico y retrabajado de materiales previamente erosionados, en medios canalizados con desarrollo de barras, donde pronto se pasa a un ambiente marino afectado por acción de olas y mareas, tal como indican el alineamiento de cantos, la estratificación lenticular y ondulada y la presencia de *Scolithus*.

Geoquímica

Pizarras del Neoproterozoico Superior y del Cámbrico Inferior pueden distinguirse mediante criterios geoquímicos tal como se ha puesto de manifiesto en trabajos anteriores (Valladares *et al.*, 2002). En el presente estudio se comparan datos analíticos de pizarras cámbricas del entorno de los afloramientos del Ordovícico Inferior con datos de pizarras del Ordovícico Inferior y de pizarras incluidas dentro de la serie considerada previamente como ordovícica. En la Tabla I se dan los valores medios de las pizarras cámbricas y del Ordovícico Inferior (22 y 12 muestras, respectivamente) junto con los dos análisis (MC-25 y MC-27) de la serie problema. Varios diagramas (Fig.3) separan Cámbrico de Ordovícico y mues-

tran que esta serie tiene características cámbricas.

Conclusiones

Las características litológicas, de color y sedimentológicas de conglomerados y varias relaciones geoquímicas de pizarras permiten diferenciar Cámbrico Inferior de Ordovícico. Los conglomerados Cámbricos corresponden a sedimentación por flujos en masa en canales en la parte interna de abanicos submarinos profundos. Los Ordovícicos corresponden a sedimentos acumulados en canales fluviales que al iniciarse la transgresión del Ordovícico fueron retrabajados por olas y mareas y afectados por importante actividad orgánica en un ambiente somero y oxidante. Cuando la calidad de los afloramientos no permite observar el límite Cámbrico-Ordovícico, y por tanto la discordancia entre ambos, estos criterios permiten su distinción. Además, al menos en el dominio de los sinclinales de Tamames y Peña de Francia, el Ordovícico reposa discordante sobre distintas unidades del Cámbrico Inferior, pero no se ha observado que lo haga so-

bre unidades del Precámbrico. Todo parece indicar que, al menos en el sinclinal de la Peña de Francia, los conglomerados de la base del Ordovícico no tienen grandes variaciones de espesor, entre 5 y 12 m.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto CGL2007-60035/BTE del Ministerio de Educación y Ciencia. Al Dr. D. Antonio Azor Pérez (Universidad de Granada) por sus sugerencias.

Referencias

- Clifton, H.E. (1973). *Sedimentology*, 20, 173-187.
- Collinson, J.D. (1996). En: *Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy* (H.G. Reading, Ed.) Blackwell Science, 37-82.
- Díez Balda, M.A. (1980). *Estudios Geológicos*, 36, 131-138.
- Gutiérrez Marco, J.C., Robardet, M., Rábano, I., Sarmiento, G.N., San José, M.A., Herranz, P. y Pieren, A.P. (2002). En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.) The Geological Society, 31-49.
- Macaya, J. (1980). *Estudio geológico-estructural de los materiales infraordovícicos y ordovícicos de la región de Las Batuecas y Peña de Francia (provincias de Salamanca y Cáceres)*. Tesis de Licenciatura, Univ. Salamanca.
- Martín Herrero, D., Ugidos, J.M., Nozal, F. y Pardo, M.V. (1990). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 527 (Tamames)*. IGME.
- Martínez Poyatos, D., Gutiérrez Marco, J.C., Pardo, M.V., Rábano, I. y Sarmiento G. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.) SGE-IGME, 81-83.
- Perejón, A. (1984). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 9, 213-265.
- Ugidos, J.M., Rodríguez Alonso, M.D., Albert, V. y Martín Herrero, D. (1990). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 552 (Miranda del Castañar)*. IGME.
- Valladares, M.I., Barba, P., Colmenero, J.R., Armenteros, I. y Ugidos, J.M. (1998). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 11, 271-283.
- Valladares, M.I., Barba, P., Ugidos, J.M., Colmenero, J.R. y Armenteros, I. (2000). *International Journal Earth Science*, 89, 2-20.
- Valladares, M.I., Ugidos, J.M., Barba, P. y Colmenero, J.R. (2002). *Tectonophysics*, 352, 121-132.