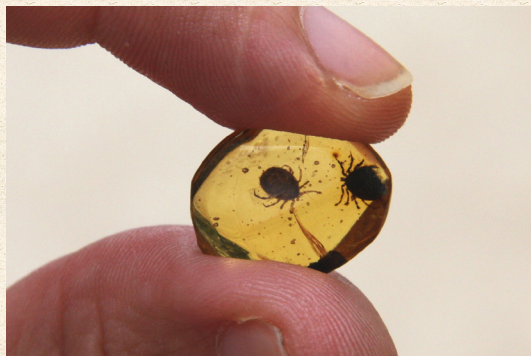
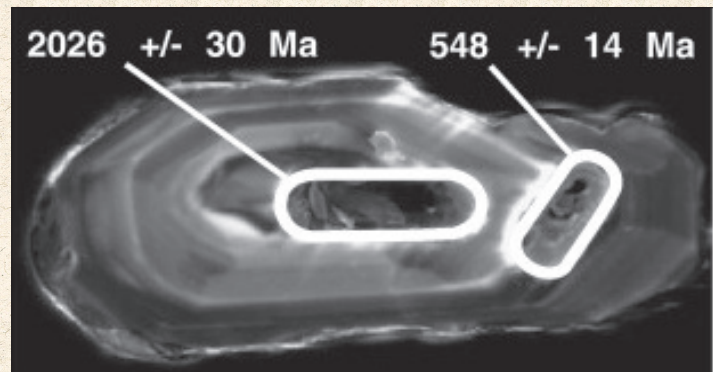


LA GEOLOGÍA ES NOTICIA

Las rocas más antiguas de la península Ibérica

Luis Eguiluz _____ (p. 110)

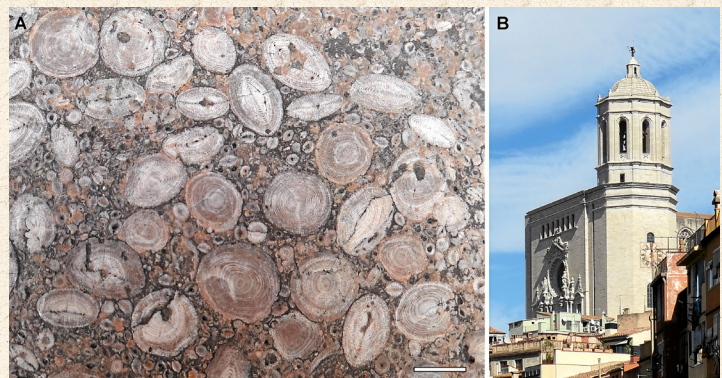


Las garrapatas del Cretácico parasitaron dinosaurios con plumas

Enrique Peñalver, Antonio Arillo y Ricardo Pérez-de la Fuente _____ (p. 114)

FÓSILES URBANOS Un patrimonio paleontológico que pasa inadvertido

Zain Belaústegui, Alejandro Belaústegui y Fernando Muñiz _____ (p. 118)



APADRINA UNA ROCA

Un programa de voluntariado para la conservación del patrimonio geológico en España

Juana Vegas, Ana Cabrera, Angel Prieto, Angel García-Cortés y Andrés Díez-Herrero _____ (p. 122)

Las rocas más antiguas de la península Ibérica

LUIS EGUILUZ

*Departamento de Geodinámica,
Universidad del País Vasco,
e-mail: luis.eguiluz@ehu.es*

Los geólogos han abordado la datación de las rocas del planeta mediante dos métodos diferentes. Hasta los inicios del siglo XX el único medio disponible fue la datación relativa basada en relaciones puramente geométricas y leyes básicas de la geología como el principio de superposición. En secuencias sedimentarias normales, las capas que se encuentran debajo de otras son evidentemente más antiguas que las que se le superponen. A finales del siglo XVIII, los trabajos de William Smith (1768-1839), en los que establece su "Principio de Sucesión Faunística", permitieron que se generalizase la correlación paleontológica a nivel mundial y sentaron las bases para elaborar la tabla del tiempo geológico relativo. Esto permitió a Smith realizar el Mapa Geológico de Inglaterra y Gales, de manera que a finales del siglo XIX el Reino Unido dispuso de un mapa no muy diferente del actual. En el resto de Europa y en Estados Unidos aparecen distintos organismos con la misma finalidad de elaborar mapas que recogieron la constitución geológica de los distintos países. En España la Comisión para la formación del Mapa Geológico nació en 1849.

Así, tras un primer bosquejo general geológico a escala 1:2.000.000 del año 1864, en 1890 se publicó el

primer Mapa Geológico de España a escala 1:1.500.000, elaborado a partir de un "Conjunto reducido del que en escala 1:400.000 ha formado y publicado, por orden de Ministerio de Fomento, la Comisión de Ingenieros de Minas, creada en 28 de Marzo de 1873 bajo la dirección del Inspector Gral. Exmo. Sr. Don Manuel Fernández de Castro". En este mapa se diferencia entre Cambriano y Estrato cristalino, que es considerado el material más antiguo. No cambian mucho las cosas en la primera mitad del siglo XX de forma que en el MGE a escala 1:1.000.000 de 1966, el cambio más significativo es el reconocimiento de materiales Precámbricos y metamórficos. En todo caso, desde el siglo XIX queda establecido que la península está constituida por materiales relativamente modernos en la Costa Vaca-Cantábrica, margen Mediterráneo y parte centro-occidental de Portugal. La costa Galaico-Asturiana, las mesetas (Castilla y Extremadura) y los materiales sitos al norte de la falla del Guadalquivir (Algarve, Alentejo, Huelva y el norte de Sevilla, Córdoba y Jaén) están formados por los materiales más antiguos y constituyen lo que se conoce como Macizo Ibérico. Por ello, sería dentro de este último Macizo donde se deberían encontrar las rocas más antiguas. En cualquier caso, hay que recordar que estamos hablando de las rocas que aparecen en superficie. Debajo de todas ellas podrían encontrarse rocas más antiguas, pero mientras no pueda accederse a ellas no podemos tenerlas en consideración.

El descubrimiento de los isótopos radiactivos a principios del siglo XX proporcionó la herramienta más potente para poder determinar la edad absoluta de las rocas y para transformar la escala relativa del tiempo geológico en una escala absoluta. Gracias a esta herramienta, a mediados del siglo XX pudo establecerse que la edad absoluta de la tierra rondaba los 4.500 millones de años y permitió asignar edad absoluta a las tablas cronoestratigráficas ya existentes. El rápido avance de esta disciplina en los últimos 50 años ha permitido obtener una gran cantidad de dataciones absolutas de muchos tipos diferentes de roca, pese a que buena parte de los estudios se centran en rocas ígneas. Sin embargo, la puesta en funcionamiento de diferentes técnicas y la mejora del conocimiento de los sistemas ha puesto en evidencia la complejidad de los mismos. En efecto se ha constatado que las rocas pueden estar constituidas por minerales de edades diferentes, con lo que la edad obtenida es un promedio de la edad de los componentes. Además existen distintos minerales, en particular los circones, que pueden conservar distintos episodios de crecimiento relacionados con diferentes acontecimientos geológicos, como procesos de recristalización ígnea o metamórfica. De esta forma un único cristal de circon puede tener un núcleo muy antiguo, rodeado por dos o tres capas concéntricas de mineral de edades progresivamente más recientes (Fig. 1). Para mayor complicación, cuando se analizan los circones detríticos con-

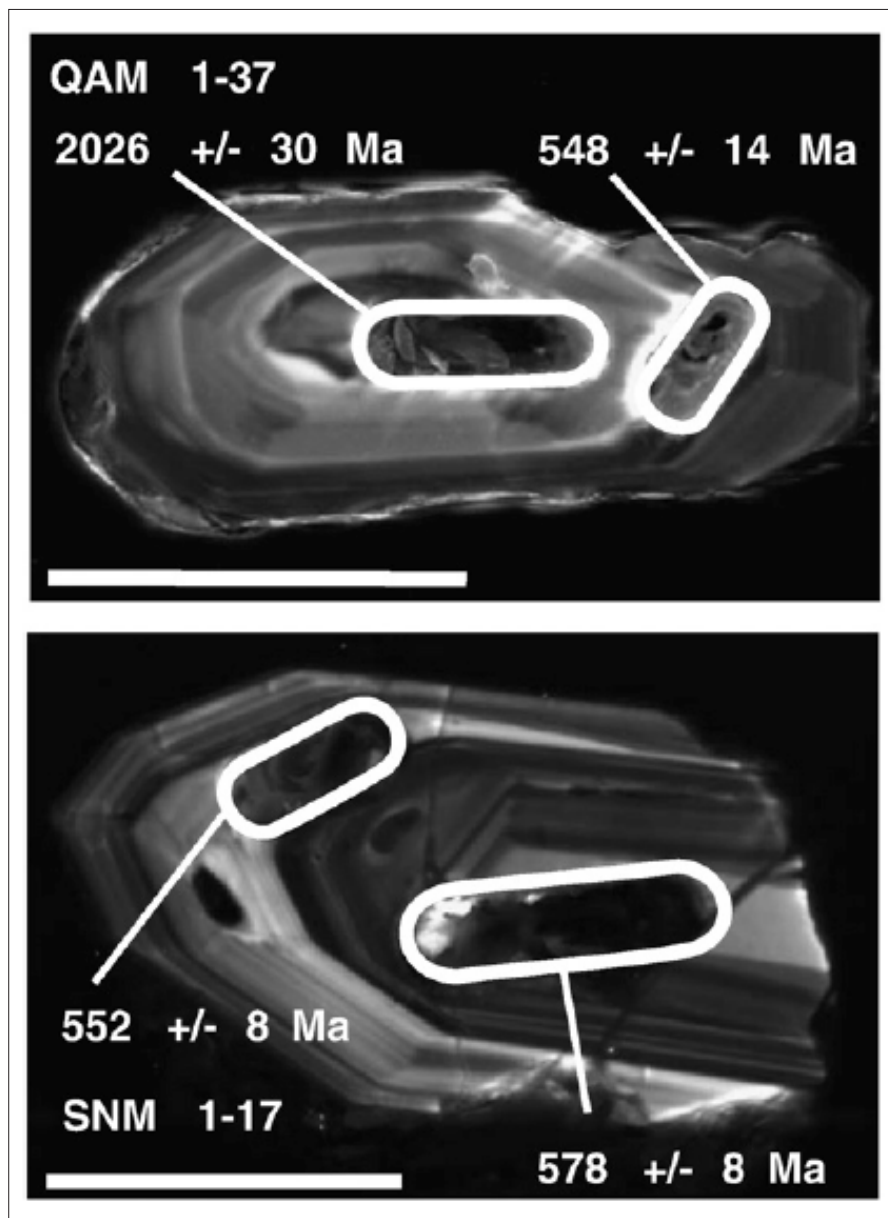


Fig. 1. Ejemplo de imágenes de catodoluminiscencia de dos ejemplares de circones zonados con diferentes edades de crecimiento procedentes de la Cuarcita Armoricana (QAM 1-37) y de la Serie Negra (SNM 1-17) al Norte de Elvas (Portugal). Extraído de (Fig. 9, Linnemann et al., 2008).

tenidos en una roca sedimentaria clástica, se comprueba que existe tal variedad de edades que solo una representación estadística permite un análisis pormenorizado. Este fenómeno también puede darse en muchas rocas ígneas. De este modo no resulta fácil establecer con certeza la edad de muchas rocas. En rocas ígneas puede establecerse una edad de cristalización, mientras que en sedimentarias la edad de los minerales más jóvenes da una edad máxima de depósito, es decir, la roca tiene la edad de los granos más jóvenes o es más reciente. Todo ello

implica que para determinar la edad es imprescindible tener en cuenta los datos estratigráficos y de geología regional. Por todo lo anterior, determinar donde se encuentran las rocas más antiguas de la península Ibérica implica conocer su historia geológica y constatar que es congruente con el resto de la cadena varisca de Europa (Macizos Armoricano, Central, Bohemia, etc.).

Finalmente, hay que tener en cuenta la enorme cantidad de datos geocronológicos publicados y el hecho de que dataciones de una misma roca muestran diferencias muy

importantes, según el método, el equipo o el momento en que se han realizado los análisis. De cualquier manera, desde las primeras dataciones, realizadas en los años 70 y 80 del pasado siglo por geólogos holandeses y franceses principalmente, se encontraron numerosas edades del entorno 550-700 Ma, es decir Precámbrico final o Neoproterozoico (Criogénico y Ediacárico en terminología reciente). Como ejemplo tres rocas gneísicas de las más citadas se encuentran en: islas Sisargas (Galicia) y Miranda do Douro (Portugal), con edades U-Pb en circones de 570 ± 14 (Allegret y Ponce de León, 1987) y 618 ± 9 (Lancelot et al., 1985) y en Córdoba con edad K-Ar en feldespatos de 595 ± 30 (Bellon et al., 1979). Otras edades más antiguas no han sido tenidas en cuenta por no ser fiables y la primera ha sido revisada como ordovícica.

En los últimos años, el desarrollo de equipos laser y espectrómetros de alta resolución (TIMS y SHRIM) han permitido realizar miles de dataciones en todo tipo de rocas, buena parte de ellas sobre circones de rocas detríticas. Se ha establecido la edad probable de las mismas y la procedencia de los sedimentos que las forman. Gracias a ello sabemos que la mayor parte de los sedimentos que forman el Macizo Ibérico, especialmente las Zonas de Ossa Morena (ZOM) y Centrobérica (ZCI) proceden del margen septentrional del continente denominado Gondwana (los actuales cratones del Oeste de África y del Sáhara). Como ejemplo se pueden elegir algunas de las dataciones de rocas detríticas de las áreas antedichas (Fig. 2).

De todo lo expuesto se deduce que hace falta un modelo geológico congruente en el que encuadrar los datos radiométricos y que el mismo sea compatible con los modelos propuestos a nivel del orógeno varisco de Europa. Desde finales del pasado siglo existe un acuerdo generalizado acerca de que, el margen Norte de Gondwana, durante el Ediacárico y el Cámbrico, se ubicaba próximo al polo Sur. Dicho margen corres-

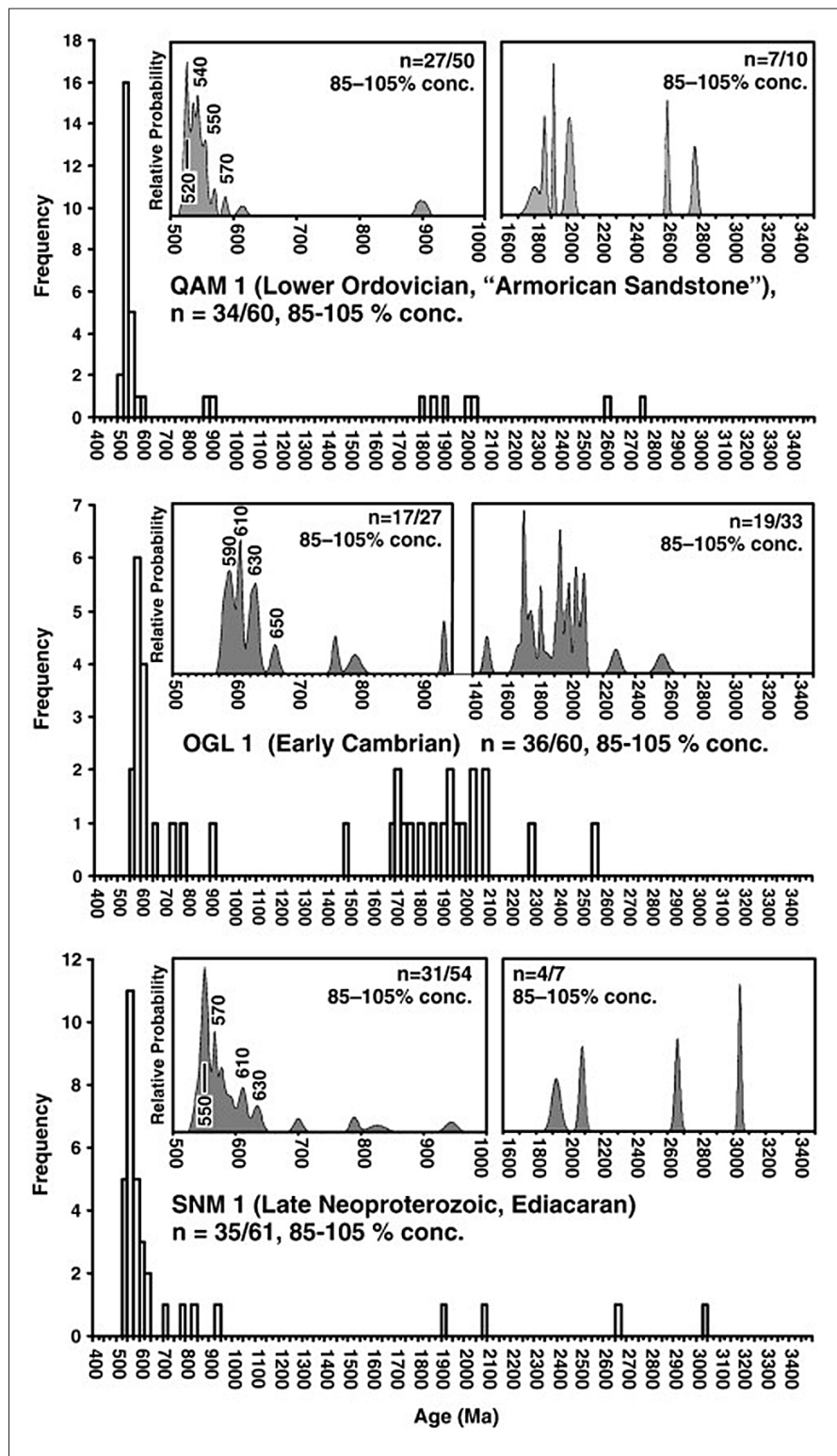


Fig. 2. Proyección de la frecuencia y de la probabilidad relativa de las edades obtenidas en circones detríticos de rocas del sector portugués de la ZOM. QAM 1-37 y SNM 1-17 igual que en figura 1. OGL 1, arcosa del complejo detrítico carbonatado de Oguela. (Fig 10 de Linneman et al., 2008).

pondría a una zona de convergencia litosférica sobre la que se formó un arco volcánico, uno de cuyos segmentos corresponde a Iberia, aunque no se conoce bien su posición

exacta y sus relaciones con otros segmentos del mismo. Dentro de este esquema, la futura península se encontraría rotada casi 180 grados respecto a su posición actual (Fig.

3). En la parte más alejada del continente Gondwana existiría una zona de subducción de la que no se han localizado restos con certeza. Hacia el Sur, se encontraría un arco de islas que aparece casi completo y perfectamente conservado, que correspondería a la actual Zona de Ossa Morena (ZOM). Más al sur se situaba una cuenca tras-arco que se rellenó con los materiales procedentes de la erosión del arco y que originó una plataforma que corresponde al sector meridional de la ZCI (entre el batolito de los Pedroches y el sur de los montes de Toledo). A continuación, se encontraba una cuenca marina, posiblemente estrecha y finalmente el margen adelgazado de Gondwana, que incluiría la cordillera Ibérica y los Pirineos. De esta forma, a falta de afloramientos del zócalo continental adelgazado y dado que en la Cordillera Ibérica y Pirineos los materiales más antiguos conocidos son del Precámbrico terminal, las rocas más viejas de la península hay que buscarlas en las partes más antiguas del arco. En cualquier caso, conviene señalar que en los alóctonos de Galicia y en el Narcea se encuentran restos relacionados con el arco, pero que no los comentamos al haber sido modificados de forma muy intensa por la orogenia varisca.

Con los datos existentes, los materiales más antiguos que pueden observarse a día de hoy en Iberia se sitúan en la ZOM. Existen en efecto un sinnúmero de dataciones del Ediacárico y Cámbrico en toda la ZOM y ZCI pero, dado que en esta reseña no se pretende sistematizar toda la información, si buscamos las más antiguas se encuentran en los sectores de Mérida, Sardeal (Alentejo de Portugal), Almendralejo y Monesterio (Badajoz). En el Macizo de Mérida la edad de cristalización de las dioritas de las partes profundas del arco es de ca. 580-570 Ma, con un metamorfismo de alta temperatura a ca. 555 Ma (Bandrés et al., 2004). En el macizo de Sardeal hay gneises con una edad de protolito de ca. 692 Ma, aunque con un elevado error, y otros de ca. 569 Ma y ca. 548 Ma, con un episodio meta-

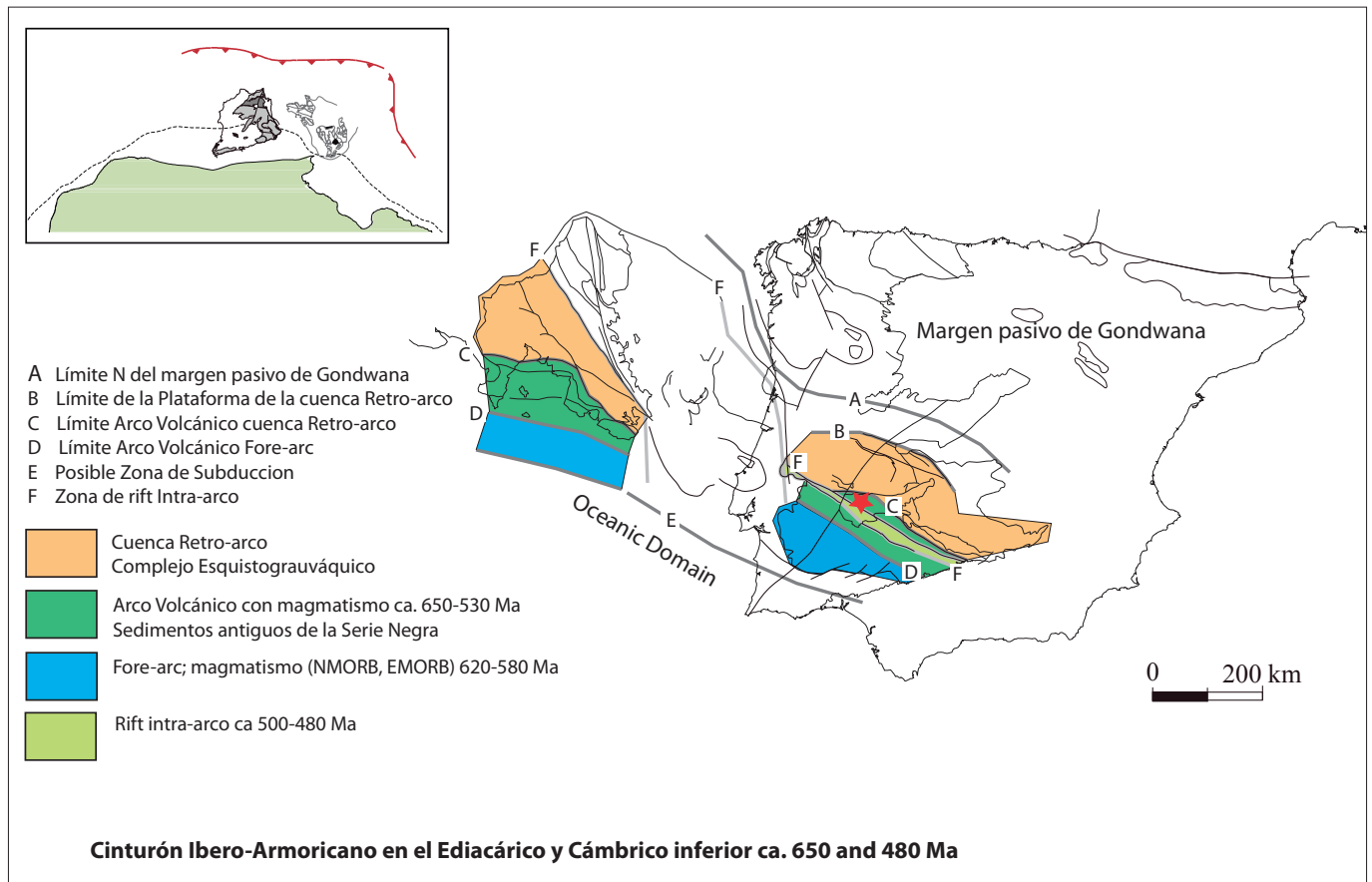


Fig. 3. Elementos esenciales del arco en el tránsito Precámbrico-Cámbrico. Se ha incluido un esquema del segmento Armoricano del arco y un esquema de su posición en el margen de Gondwana. El asterisco rojo corresponde al Macizo de Mérida donde aparecen algunas de las rocas más antiguas de Iberia. Modificado de Eguiluz et al. (2015).

mórfico de ca. 540 Ma (Henriques et al., 2017). En la zona de cizalla Badajoz-Córdoba, cerca de Almedralejo y Azuaga, aparecen anfibolitas con edades de protolito de ca. 645, 610, 585 y 580 Ma (Sánchez-Lorda et al., 2016). En el sector de Monesterio anfibolitas equivalentes dan una edad de metamorfismo de ca. 553 Ma, por lo que el protolito debe ser más antiguo. Obviamente, la Sucesión de Montemolín, en la que se emplazan representaría los

materiales más antiguos, pero solo tendremos en cuenta rocas de las que existen dataciones absolutas.

Las grandes semejanzas con Bretaña confirman la validez del modelo propuesto y la viabilidad de obtener un marco geodinámico riguroso en el que encuadrar las edades encontradas. En consecuencia, puede postularse que las partes más viejas del arco cadomiense de la Zona de Ossa Morena (ZOM) son las rocas más antiguas de Ibe-

ria. Como localización estrella, tanto por facilidad de acceso, calidad de afloramientos y representatividad, podríamos elegir la sección del arroyo Albarregas en Mérida. Pese a todo reiterar que, en realidad, las rocas de la Sucesión Montemolín serían las más antiguas, pero, por el momento, no se dispone de dataciones absolutas. ●

Referencias

- Allegret, A. y Ponce de León, M.I., (1987): U-Pb dating of Sisargas orthogneiss (Galicia, Spain): New evidence of a Precambrian Basement in the Northwestern part of the Iberian Peninsula. *N. Jb. Mineral. Mth.*, 355-368.
- Bellon, H.; Blachère, H.; Crousilles, M.; Deloche, Ch.; Dixsaut, C.; Hertrich, B.; Prost-Dame, V.; Rossi, P.; Simon, D. y Tamain, G., 1979. Radiochronologie, evolution tectono-magmatique et implications metallogéniques Dans les Cadomo-variscides du Sud-Est Hespérique. *Bull. Soc. Geol. France*, 21, 113-120.
- Eguiluz, L., Martínez-Torres, L.M., Sarrionandía, F., Carracedo, M. y Gil-Ibarguchi, J.I. (2015). *Géologie de la France*, N° 1, 58-59
- Lancelot, J.R., Allegret, A. y Ponce de León, M.I., (1985). Outline of upper precambrian and lower Paleozoic evolution of the Iberian peninsula according to U-Pb dating of zircons. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 74, 326-337.
- Linnemann, U., Pereira, M.F., Jeffries, T., Drost, K. y Gerdes, A., (2008). Cadomian Orogeny and the opening of the Rheic Ocean: New insights in the diachrony of geotectonic processes constrained by LA-ICP-MS U-Pb zircon dating (Ossa-Morena and Saxo-Thuringian Zones, Iberian and Bohemian Massifs). *Tectonophysics*, 461, 21-43.