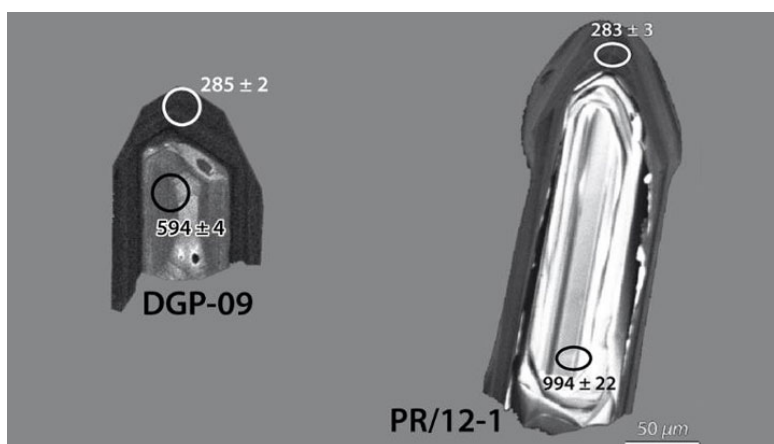


06/05/2016

Características de los circones del granito de San Ciprián, Lugo



El circón es el mineral más importante para datar episodios de la historia de la Tierra. A partir de la relación entre el contenido en torio y uranio se puede establecer si cristalizó a partir de un magma, o bien ha sido recalentado, y su composición modificada, por un episodio metamórfico posterior a su cristalización. Se ha afirmado que si la relación torio/uranio es menor que 0,1 se trataría de circones recalentados. Este criterio ha sido objeto de críticas recientemente y en este trabajo se muestra de manera inequívoca que no es válido, lo que pone de manifiesto la necesidad de tener en cuenta otros criterios para determinar el origen de los circones.

Imagen de catodoluminiscencia de los circones pertenecientes al granito de San Ciprián (muestra PR/12-1) y a los diques asociados con el mismo (muestra DGP-09). Los núcleos claros presentan edades anteriores al Cámbrico y valores de Th/U entre los 0,25 y 0,88. Los bordes oscuros, que indican un mayor contenido en U, presentan edades Pérmicas y valores de Th/U entre 0,01 y 0,04.

El circón ($ZrSiO_4$) es el mineral más importante desde el punto de vista de la datación en ciencias de la Tierra. Su resistencia y presencia en la mayoría de rocas de la corteza terrestre ha conducido a su uso generalizado como geocronómetro (datación de la edad de formación del mineral), basado en la desintegración del uranio en plomo. Así, el circón ha servido para

establecer la edad de algunos de los eventos más importantes en la historia de la Tierra, incluyendo su evolución más temprana, episodios de extinción o levantamiento de cordilleras. Además, el circón puede incorporar muchos elementos en pequeñas cantidades durante su cristalización. La relación entre estos elementos y sus sustituciones son objeto de un estudio intenso desde hace décadas, dado que pueden complementar la información sobre su edad de cristalización. Por ejemplo, el contenido en titanio (Ti) se utiliza para estimar la temperatura a la que cristalizó el circón, el contenido en hafnio (Hf) para deducir si el magma en el que cristalizó el circón proviene de la corteza o el manto, etc.

La interpretación de la edad de un circón no es siempre sencilla, especialmente si la roca que lo contiene sufrió en algún momento de su historia un evento de alta temperatura. Así, no es raro encontrar circones con texturas que muestran recrecimientos cuyas edades son significativamente diferentes de las del núcleo del circón. Uno de los criterios más usados para distinguir si el origen del circón o de sus recrecimientos es magmático (cristalizó a partir de roca fundida), metamórfico (recristalizado en estado sólido) o hidrotermal (recrecimientos debidos a interacciones entre el mineral y fluidos) es el contenido en torio (Th) y uranio (U). Así, si la tasa de Th/U presenta un valor menor que 0,1 se trataría de un circón o recrecimiento de origen metamórfico, mientras que si el valor es mayor el origen sería magmático, y circones con tasas de Th/U muy bajas ($<0,02$) estarían asociados a interacciones entre el mineral y fluidos. Aunque existen varias hipótesis, este criterio ha sido establecido empíricamente y se desconoce el mecanismo exacto por el cual esto ocurre. Este tipo de distinción es especialmente importante cuando se mide la edad de circones incluidos en sedimentos, dado que al tratarse de circones heredados de rocas más antiguas, se desconoce a priori la naturaleza del evento geológico que se está datando. Este tipo de criterios son por tanto claves en la interpretación de eventos geológicos antiguos.

Recientemente algunos autores han cuestionado la fiabilidad de este criterio. Así, varios trabajos en la década pasada encontraron que los circones de origen metamórfico presentan una variabilidad mucho mayor de lo que se estimaba previamente, incluyendo en algunos casos valores de Th/U superiores a 0,1. Por otra parte, aunque la mayoría de circones magmáticos presentan valores de Th/U por encima de 0,5, se han encontrado muy excepcionalmente circones con una probabilidad alta de tener un origen magmático y valores de Th/U por debajo de 0,1.

El objeto de este trabajo fue el estudio de los circones que muestra el granito de San Ciprián, situado en la costa norte de Lugo. Los circones presentes en este granito muestran mayoritariamente circones con núcleos claros y bordes oscuros (como se puede ver en la imagen). Los núcleos presentan edades más antiguas al Cámbrico, agrupándose mayoritariamente alrededor de los 580 millones de años (Ma) (Ediacariense), y valores de Th/U típicos de rocas magmáticas ($> 0,1$). Por el contrario, los bordes oscuros muestran edades en torno a los 287 Ma (Pérmico) y valores de Th/U típicos de circones metamórficos ($< 0,1$). Una interpretación basada en los valores de Th/U indicaría que el granito tiene una edad ediacariense y que existió un evento de alta temperatura posterior durante el Pérmico. En cambio, está bien establecido que el granito de San Ciprián se formó posteriormente al Cámbrico puesto que corta rocas sedimentarias de edad cámbrica, lo que indicaría que su edad no puede ser anterior al Cámbrico. Además, este granito engloba otras rocas ígneas datadas en 293 ± 3 Ma (Pérmico) por lo que el macizo de San Ciprián debería tener una edad pérmica o más joven.

En este contexto, la única interpretación posible es que los núcleos de los circones contenidos en el granito de San Ciprián son circones heredados de rocas preexistentes que se estaban fundiendo al formarse el granito en un nivel de la corteza terrestre más profundo del que se situó al cristalizar. O sea, la temperatura del magma que formó el granito de San Ciprián no alcanzó la temperatura suficiente como para poder disolver todos los circones presentes en las rocas que se fundían.

Durante la cristalización del magma que dio origen al granito de San Ciprián se formaron sobre los circones previos los bordes con un valor de Th/U anómalo y, además, circones completamente nuevos de edad pérmica. Este estudio presenta por tanto un ejemplo poco común pero inequívoco de bordes de circón de origen magmático con valores de Th/U típicos de circones metamórficos ($< 0,1$). Este ejemplo confirma la advertencia previamente adelantada por algunos investigadores sobre este criterio y advierte sobre el uso del mismo como un indicador inequívoco del origen de los circones en ausencia de otros criterios independientes, especialmente cuando se encuentran incluidos en sedimentos.

Además se discuten cuáles fueron las posibles causas para que se produjeran estos valores inusuales en los circones comparando la composición de la roca y los circones. Creemos que la causa más probable que originó estos valores Th/U inusualmente bajos fue la combinación de un magma enriquecido progresivamente en U durante la cristalización y la ausencia de otros minerales ricos en U diferentes del circón, lo que hizo que sólo este mineral secuestrase el U, lo que originó un valor Th/U muy bajo.

Francisco José Martínez Fernández

Departamento de Geología

Francisco.Martinez@uab.cat

Referencias

Lopez-Sanchez, Marco A.; Aleinikoff, John N.; Marcos, Alberto; Martínez, Francisco J.; Llana-Fúnez, Sergio. [An example of low-Th/U zircon overgrowths of magmatic origin in a late orogenic Variscan intrusion: the San Ciprián massif \(NW Spain\)](#). *Journal of the Geological Society*. 2016, vol. 173, num. 2, p. 282-291. doi: 10.1144/jgs2015-071.

[View low-bandwidth version](#)