

Precisiones terminológicas entre mecanismos de fragmentación y emplazamiento de rocas volcanoclásticas

Fragmentation and emplacement mechanisms of volcanoclastic rocks: a terminological review

R. M^a Martínez González (*), M. Lago San José (**), R. Vaquer Navarro (***), E. Arranz Yagüe (**) y J. I. Valenzuela Ríos (*) (****)

(*) Departament de Geologia, Universitat de València, c/Dr. Moliner 50, 46.100 Burjassot (València);

(**) Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50.009 Zaragoza;

(***) Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Facultat de Geologia, 08071 Barcelona;

(****) Institut für Geowissenschaften, Technische Universität Braunschweig, 38023 Braunschweig (Alemania).

ABSTRACT

Recent volcanic eruptions have provided first-hand data for the study of «pyroclastic» deposit mechanisms. This study adds to the term «pyroclastic» a depositional meaning. As a result of this expanded meaning, the term «pyroclastic» is not only used for a fragmentation mechanism, but also for a way of emplacement. Taking into account the importance of volcanoclastic deposits for basin analysis, we propose, when using the term «pyroclastic», to clearly state the differences between fragmentation and emplacement mechanisms.

Key words: volcanoclastic, epiclastic, pyroclastic, fragmentation mechanisms, emplacement mechanisms.

Geogaceta, 20 (3) (1996), 515-517

ISSN: 0213683X

Introducción

Los materiales fragmentarios de composición volcánica (**volcanoclásticos**, en sentido general) se encuentran ampliamente representados en el registro estratigráfico. En terrenos paleovolcánicos (Martí, 1993) constituyen herramientas precisas para estudiar la formación y evolución de las cuencas sedimentarias: pueden comprender una fuente de sedimentos abundante y casi siempre instantánea -en cuencas tanto submarinas como subaéreas- que provocan respuestas sedimentarias diferentes a las esperables en otras cuencas donde la sedimentación no varía tan rápidamente. El reconocimiento y la localización de los centros eruptivos ayuda a establecer la estructura de formación de la cuenca.

Las rocas **volcanoclásticas** son pues, muy importantes para determinar la historia evolutiva de las cuencas en las que se encuentran. Para ello, resulta esencial discernir claramente cuándo estos materiales fragmentarios han sido fragmentados, transportados y depositados mediante mecanismos derivados directamente de la actividad volcánica (**piroclásticos**), y cuándo deben su configuración final a la resedimentación mediante la participación de mecanismos estrictamente sedimentarios (deposición **epiclástica**).

La nomenclatura genética utilizada en la actualidad para referirse a rocas fragmentarias de origen piroclástico, hace referencia a los mecanismos de fragmentación, transporte y deposición, lo que no siempre es aplicable en paleovolcanismo, debido a las condiciones de exposición, a la falta en la mayoría de los casos de la base y/o el techo, erosión y alteración en el momento de la deposición o posteriormente, deformación tectónica, metamorfismo, etc.

En esta nota revisamos las diferentes acepciones de los términos piroclástico y epiclástico como mecanismos de fragmentación, y su utilización para designar depósitos volcanoclásticos emplazados mediante mecanismos diversos. La actual acepción de los términos **epiclástico** y **piroclástico** puede llevar a confusiones que resultan fácilmente salvables si se especifica cuando se está tratando el proceso de fragmentación y cuando el de deposición. Una revisión a las descripciones de afloramientos realizadas por autores de escuelas diversas muestra cierta imprecisión en el uso de la nomenclatura que, con carácter ambiguo, se presta a confusiones en la interpretación de los procesos. Se aconseja el uso del término «depósito volcanoclástico» propuesto por Cas y Wright, (1987) mientras no se cumplan una serie de exigencias de afloramiento determinadas que permitan su asignación correcta a un tipo u otro de proceso.

Los mecanismos de fragmentación piroclásticos y epiclásticos

Los principales procesos de fragmentación que generan rocas volcanoclásticas son: piroclástico, hidroclástico, autoclástico y epiclástico.

Esta nomenclatura, con implicaciones genéticas, surgió con anterioridad a los términos utilizados en la actualidad para referirse a los mecanismos de emplazamiento piroclástico.

El término **piroclástico** fue definido por Wentworth & Williams (1932) (en Fisher, 1961) para designar aquellas partículas generadas a partir de actividad volcánica explosiva (proceso de fragmentación primaria y explosiva). Fisher (1961), entiende por **piroclásticas** «aquellas partículas producidas por explosiones volcánicas que son extruídas como partículas discretas a partir de los conductos volcánicos» (sic). Fisher (1966), define el término **roca piroclástica** como «aquella que ha sido producida directamente por volcanismo» (sic).

Se entiende, de esta manera, que el término piroclástico designa, no sólo aquellas partículas producidas por actividad volcánica explosiva, sino que también se aplica para calificar los procesos deposicionales primarios derivados directamente de dicha actividad. Así, Cas y Wright (1987) aplican el término piroclástico a «aquellos agrega-

dos formados por actividad volcánica explosiva y depositados a partir de procesos de transporte que son resultado directo de dicha actividad» (sic).

El término **epiclástico** se presta a cierta ambigüedad. Fisher y Schminke (1984), lo aplican a aquellas partículas originadas por meteorización y/o erosión de rocas volcánicas preexistentes, fragmentarias o no en origen. Posteriormente, Fisher y Smith (1991), proponen su uso únicamente para hacer referencia al modo de fragmentación, argumentando que no se puede cambiar de nombre a las partículas simplemente por cambio en el agente de transporte. Sin embargo Cas y Wright (1987) lo utilizan para denominar «aquellas rocas fragmentadas por procesos de superficie (alteración, abrasión física etc.), o aquellos depósitos cuya deposición final se dio mediante la participación de procesos de superficie (tracción, suspensión etc.) independientemente del modo de fragmentación, o ambos procesos a la vez» (sic).

El estudio textural detallado en partículas piroclásticas y epiclásticas parece ser suficiente en bastantes casos bien determinados para distinguir entre ambos procesos, pero carece de validez discriminante en no pocos casos. Los piroclastos no siempre son heterogéneos en su composición, o angulosos: pueden ser redondeados debido a abrasión durante la erupción; clastos líticos angulosos pueden generarse por autobrechificación o por procesos de fragmentación epiclástica, sin la participación de mecanismos explosivos. A su vez, volcanoclastos de fragmentación piroclástica pueden ser transportados por agentes externos decenas de Km sin implicar abrasión significativa. Se puede decir que, si bien existen ciertos criterios claros en afloramientos-tipo de ambos procesos (piroclásticos y epiclásticos) con buena representación de sus propiedades, la amplitud de situaciones reales no está satisfecha por la simple aplicación de los criterios actualmente disponibles.

Mecanismos de transporte piroclásticos

En la actualidad se aceptan tres mecanismos principales de transporte piroclásticos: piroclastos de caída («pyroclastic fall»), coladas piroclásticas («pyroclastic flow») y oleadas piroclásticas («pyroclastic surge») (ver Fisher y Schminke (1984), Cas y Wright (1987) y Colombo y Martí (1989), entre otros).

La línea de clarificación que proponemos se apoya en dos aspectos: 1) En estos tres mecanismos de transporte se utiliza el término piroclástico para hacer referencia a un material que, no sólo se fragmentó a partir de actividad volcánica explosiva, sino

que fue transportado y depositado mediante procesos derivados directamente de la actividad y la dinámica volcánica explosiva. Estos procesos guardan analogías con los mecanismos de transporte y deposición de los materiales sedimentarios terrígenos (Colombo y Martí, 1989), con la particularidad que la energía de inicio del movimiento procede de la actividad volcánica explosiva. 2) Las texturas y estructuras de los depósitos finales pueden ser semejantes a las generadas por los flujos que transportan y depositan materiales sedimentarios terrígenos. En consecuencia, es necesario distinguir, aplicando criterios más fiables y con mejor discriminación, cuándo la deposición del material fragmentado piroclásticamente se dio mediante mecanismos piroclásticos o epiclásticos. Obtener una solución satisfactoria a este problema no es sencillo ni, a veces, posible en paleovolcanismo. En la práctica Cas y Wright (1987) aconsejan limitar el empleo de clasificaciones genéticas a depósitos volcanoclastos recientes (Cuaternarios), con buenas condiciones de exposición y que, al menos, satisfagan 3 requisitos: a) correcta identificación de sus límites inferior y superior, b) una influencia escasa a nula por modificaciones tales como erosión, meteorización y deformación y, c) una posibilidad clara de establecer asociaciones de facies.

Los rasgos enumerados son, de hecho, bastante restrictivos en materiales paleovolcánicos. Otras limitaciones a considerar son: 1) la no exacta correspondencia entre todos los depósitos volcanoclastos respecto a los 3 tipos principales de mecanismos de transporte, 2) las limitaciones reales de las asociaciones de facies (citamos dos ejemplos: los depósitos de caída de cenizas no siempre son distales y, también, las estratificaciones cruzadas no sólo las generan oleadas piroclásticas) y 3) la simultaneidad de procesos eruptivos que puede darse durante una erupción volcánica, complica también la arquitectura deposicional. Además, 4) la sola presencia de material volcanoclasto con características atribuibles a un determinado modo de transporte y deposición piroclástico, no debe implicar la asignación inmediata a ese depósito, si no existen evidencias de emplazamiento en caliente o si la asociación de facies no es posible. Esto no quiere decir que todos los depósitos piroclásticos se emplacen en caliente o conserven evidencias de ello, pero si lo hacen, tendrán características bien diferentes de los depósitos de origen estrictamente sedimentario (soldadura, deformación plástica, clastos aplanados, vitroclastos angulosos recocidos, estructuras de segregación gaseosa, juntas columnares etc.).

Epiclástico versus Piroclástico

Aunque, en sus primeras acepciones, estos términos sólo hacían referencia a modos de fragmentación de material es volcánicos, los avances en el conocimiento de los mecanismos de transporte y deposición piroclásticos, les han imprimido un significado deposicional. Los aspectos comentados indican la necesidad de establecer una terminología más clara y precisa que distinga entre los términos que hacen referencia a los mecanismos de fragmentación de los que se refieren a los mecanismos de emplazamiento. Su resultado directo facilitaría especificar el tipo de proceso al que nos referimos y evitar, en consecuencia, algunas confusiones tales como las que comentamos:

- Fiske (1963) y Yamada (1984) entre otros autores, utilizan el término «pyroclastic flow» para referirse a depósitos a los que finalmente asignan una deposición a partir de corrientes turbidíticas, y por tanto, epiclástica.

- Carey & Sigurdsson (1980) exponen que el término «subaqueous pyroclastic flow deposit» debe emplearse, únicamente, cuando existan evidencias de emplazamiento a alta temperatura, y propone el uso del término «subaqueous pyroclastic debris flow deposit» para describir los depósitos constituidos por material fragmentado piroclásticamente, que han sido depositados por «mass flows» de alta concentración. Es decir, siguen empleando el término piroclástico para designar un depósito cuyo modo de transporte fue epiclástico.

- En rocas volcanoclasticas submarinas, Fisher (1984) utiliza «pyroclastic flow» para referirse no sólo a los depósitos derivados de oleadas y coladas piroclásticas, sino también para denominar los flujos de material fragmentado piroclásticamente, pero emplazados en condiciones sedimentarias, o flujos iniciados piroclásticamente que bajo condiciones subacuáticas pasan a tener comportamientos y características finales típicas de los depósitos de materiales sedimentarios terrígenos.

- Lajoie (1979) propone diferenciar entre «depósitos volcánicos epiclásticos», en los que la fragmentación no fue piroclástica y «depósitos piroclásticos secundarios», en los que la fragmentación fue piroclástica y la deposición epiclástica.

Conclusiones

Los mecanismos de transporte y deposición definidos como «piroclásticos» implican una dinámica y unas características finales de los depósitos por ellos generados que derivan de la actividad volcánica explosiva directa. Este término hace referencia a

dos aspectos: a) un modo determinado de fragmentación, y b) unos mecanismos de emplazamiento particulares. Su uso en la denominación de depósitos de fragmentación piroclástica, cuyo emplazamiento final no fue estrictamente piroclástico, puede llevar a confusión.

Los piroclastos constituyen, desde el mismo momento de su extrusión, material fácilmente removilizable por los procesos de superficie, dando como resultado características que pueden asemejarse a las de ciertos mecanismos deposicionales piroclásticos. Así pues, entre otros rasgos texturales y estructurales, debe considerarse que, la simple presencia de material fragmentado piroclásticamente no implica una deposición también piroclástica, y no debería asignarse dicho origen de no existir pruebas concluyentes. Muchos depósitos de emplazamiento epiclástico han sido considerados como piroclásticos porque ese fué el mecanismo de fragmentación, pero no presentan evidencias suficientes que permitan la identificación de un emplazamiento también piroclástico. La nomenclatura en uso debe

admitir la distinción entre mecanismos de fragmentación y mecanismos de emplazamiento (por ejemplo, una posible fragmentación piroclástica pero cuyo emplazamiento sea epiclástico). En todo caso, aún cuando el modo de fragmentación sea claramente piroclástico, nos parece más adecuado emplear el término de «depósito volcanoclástico» siempre que su modalidad de emplazamiento no esté claramente asegurada.

Agradecimientos

Este trabajo desarrolla objetivos en los programas AMB 496/93 (DGICYT) y del IVEI (Convocatoria de Ayuda de Investigación de 1996).

Referencias

- Cas, R. A. F. & Wright, J. V. (1987). Volcanic successions, modern and ancient, Allen & Unwin, London, 528 pp.
- Carey, S. N. & Sigurdsson, H. (1980). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 7, 67-86.
- Colombo, F. & Marti, J. (1989), en Arche, A. ed. 1989: *Sedimentología I.*, Nuevas tendencias CSIC, 541 pp.
- Fisher, R. V. (1961). *Geol. Soc. of Am. Bull.*, 72, 1409-1414.
- Fisher, R. V. (1966). *Earth-Sci. Rev.*, 1, 287-298.
- Fisher, R. V. (1984), in Kokelaar, B. P. and Howells, M. F., eds. 1984: Marginal Basin Geology, *Geol. Soc. of London, Spec. Publication*, pp. 5-27.
- Fisher, R. V. & Schmincke, H. U. (1984): *Pyroclastic Rocks*, Springer-Verlag, Berlín. 472 pp.
- Fisher, R. V. & Smith, G. A. (1991), en Fisher, R. V. & Smith, G. A. eds. 1991: Sedimentation in Volcanic Settings, *SEPM, Spec. Publication* n° 45
- Fiske, R. S. (1963). *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 74, 391-406.
- Lajoie, J. C. (1979), en Walker, G. P. L. ed. 1979: *Facies Models*, Canada.
- Martí, J. (1993), en Martí, J. y Araña, V. eds. 1993: *La Volcanología Actual*, Nuevas Tendencias CSIC, 578 pp.
- Yamada, E. (1984), in Kokelaar, B. P. and Howells, M. F., eds. 1984: Marginal Basin Geology. *Geol. Soc. of London, Spec. Publication*, pp. 29-35.