

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/236174299>

Geoquímica mineral y geoquímica elemental de rocas: interés, metodología y aplicaciones

Conference Paper · January 2004

CITATIONS

0

READS

6,191

4 authors:



Marceliano Lago San José

University of Zaragoza

182 PUBLICATIONS 1,192 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Carlos Gale

University of Zaragoza

118 PUBLICATIONS 875 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Zilda França

University of the Azores

116 PUBLICATIONS 701 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Enrique Arranz Yagüe

University of Zaragoza

78 PUBLICATIONS 637 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Volcanic crystals as archives of pre-eruptive processes [View project](#)



Geolodias-difusion [View project](#)

Geoquímica mineral y geoquímica elemental de rocas: interés, metodología y aplicaciones.

Lago, M¹.; Galé¹, C.; França, Z.², y Arranz, E.¹

1.-Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. 50.009 Zaragoza (España).

Email: mlago@unizar.es

2.-Departamento de Geociências. Universidade dos Açores. São Miguel. Açores. (Portugal).

Email: zfranca@notes.uac.pt.

RESUMEN

Los estudios en temas de geología requieren un enfoque global de forma que la comprensión detallada de sus materiales y procesos, en cada evento temporal, permita integrar los conocimientos adquiridos en un marco geodinámico. El enfoque de los estudios en petrología y geoquímica, sobre los materiales y sus procesos, conduce, por lo tanto, a incorporar conocimientos en un marco geodinámico global. Esta contribución es posible con el empleo de una metodología propia cuyas etapas básicas se indican en la figura 1. Las cuestiones básicas, desde un punto de vista de la petrología ígnea, son: a) caracterizar la composición, b) estudiar la evolución del fundido, c) establecer la afinidad magmática, d) formular el proceso (cristalización fraccionada, asimilación, fusión parcial), e) identificar el marco genético (ámbito de generación, tasa de fusión y su ambiente geodinámico a escala de manto/litósfera), f) relacionar los conocimientos anteriores con datos en procesos similares y g) realizar una modelización según criterios de geoquímica elemental, y/o geoquímica isotópica, para, finalmente, h) proponer un marco geodinámico como sede de los procesos ígneos.

La caracterización de la composición de los materiales ígneos supone integrar los datos de la petrología con la geoquímica elemental. Los estudios petrológicos actuales dan una gran importancia a los aspectos siguientes: a) establecer las asociaciones minerales (litotipos) características de cada una de las etapas de la cristalización del magma cuyo conjunto total permite acceder a la historia completa del proceso magmático, b) identificar y cuantificar la composición química de cada uno de los minerales componentes presentes en los litotipos establecidos (técnicas de microscopía y análisis por microsonda electrónica) puesto que la composición química mineral y su abundancia (proporción modal), en cada litotipo, deberá coincidir con el quimismo en su roca total (elementos mayores y trazas), c) obtener datos sobre las temperaturas de cristalización de acuerdo con los criterios texturales (secuencia de cristalización) y los datos de composición química para los minerales en equilibrio empleando técnicas de geotermometría adecuadas, d) inferir la afinidad del magma (alcalino, toleítico, calco-alcalino, etc.) a partir de las asociaciones minerales características y disponiendo de la composición química en determinados minerales discriminantes (piroxenos, anfíboles, etc.) donde los datos de quimismo mineral deberán corresponderse con los obtenidos en la geoquímica de roca total, e) formular la evolución del proceso a partir de la variación en composición mineral, para los minerales componentes, desde los líquidos más indiferenciados (tempranos) a más diferenciados (tardíos) y, entre otros aspectos, f) inferir otros parámetros físico-químicos (carácter oxidante/reductor, fugacidad, etc.) a partir de la composición de los minerales en cada una de las etapas establecidas. Los aspectos citados son los más básicos, y comunes, en estudios petrológicos y su realización permite abordar otros temas más especializados.

Los estudios de química mineral se realizan, de manera habitual, por la microsonda electrónica existiendo programas adecuados que, a partir del análisis químico, facilitan a) calcular la fórmula estructural de cada especie mineral lo que permite, b) clasificar los minerales y, para cada mineral, c) formular la evolución de su composición a lo largo del proceso de cristalización lo que permite identificar la evolución del líquido (variación de la composición desde los cristales tempranos o iniciales –fenocristales- a los tardíos –microcristales y/o microlitos-, d) identificar elementos químicos que sustituyen a los característicos componentes del mineral cuyo estudio facilita reconocer las condiciones genéticas –composición y procesos- que regulan

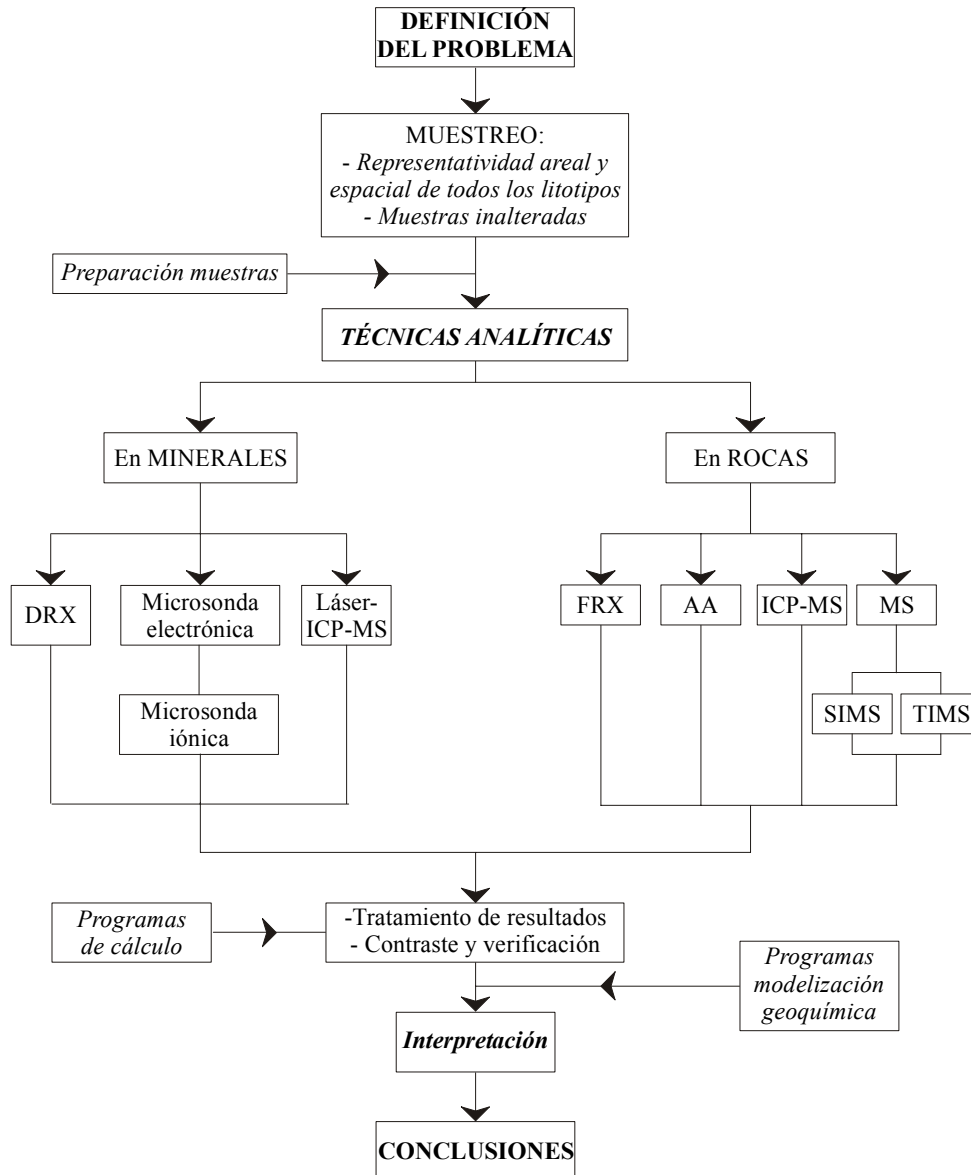


Figura 1. Organigrama de un estudio petrológico, geoquímico y petrogenético en rocas ígneas.

estas sustituciones, e) con base a la composición de minerales en equilibrio, es posible determinar la temperatura (y/o presión) del proceso (geotermómetros/geobarómetros) lo que, aplicado a un conjunto de litotipos, permite inferir las condiciones de cristalización del proceso global, f) identificar la afinidad magmática a partir de la composición establecida en minerales claramente discriminantes y, en determinados casos, es posible, g) obtener información sobre el contexto geodinámico (cristalización en ambiente orogénico/no orogénico) y, entre otros aspectos, h) establecer estudios físico-químicos particulares sobre el proceso magmático (carácter redox y su evolución, etc.). En la actualidad, los equipos de microsonda electrónica permiten analizar, además de todos los elementos mayores, un amplio número de elementos trazas tanto compatibles como incompatibles (p.e., Ni, Cr, Co, V, Ba, Sr, Y, etc.) y tierras raras (La, Ce, Nd, etc.) en los minerales accesorios y esta información es de gran utilidad para estudiar los coeficientes de reparto de los elementos y extraer una información valiosa sobre las relaciones mineral/líquido que son la base de estudios petrogenéticos especializados.

En la actualidad, las técnicas de Láser-ICP-MS aplicadas a minerales permiten acceder a nuevos datos como es el caso de dataciones radiométricas en determinados minerales o bien el análisis

de elementos traza (incluidas las tierras raras) lo que, ciertamente, amplía la información a obtener.

Los estudios de química elemental en roca total (empleo combinado de las técnicas de XRF e ICP-MS) corroboran, de una parte, la información obtenida por química mineral en las asociaciones minerales pero, además, permiten abordar estudios más completos al considerar los elementos traza que, efectivamente, a) registran el proceso completo (clasificación geoquímica, diferenciación y evolución del líquido), b) facilitan una mejor caracterización (establecimiento de la afinidad magmática), c) identificación del proceso (cristalización, ACF, fusión parcial), permite d) conocer la fuente (manto litosférico/astenosférico) y sus características particulares así como e) formular hipótesis sobre el posible marco geodinámico y, en definitiva, f) conducen a la modelización geoquímica.

El desarrollo creciente de las técnicas en geoquímica de rocas ígneas (FRX, ICP-MS) proporciona, con creciente sensibilidad y precisión, una amplia información (casi todos los elementos) que con el posterior empleo de programas especializados permite desarrollar cada una de las etapas enumeradas. Existen en la actualidad programas “ad hoc” de tratamiento de datos que facilitan desarrollar gran parte de las tareas básicas (clasificación geoquímica, establecer la diferenciación, estudiar las pautas de concentración y distribución para cada uno de los elementos o grupos de elementos que pueden ser relacionados con las concentraciones de composiciones de referencia, etc.) y, para estudios más avanzados, hay disponibles programas de modelización sobre procesos (cristalización fraccionada, ACF, fusión parcial, etc.).

Las metodologías enumeradas en petrología (con especial énfasis en la química mineral) y en geoquímica elemental requieren un contraste entre sí y, de hecho, son dos facetas complementarias de un mismo problema. Evidentemente, la geoquímica isotópica amplía, y asegura, las soluciones a obtener cuando se trata de caracterizar un proceso ígneo, identificar la fuente (p.e., manto) lo que permite identificar, con mayor precisión, el proceso ígneo y es un instrumento poderoso para la modelización de dicho proceso ígneo desde la fuente de generación hasta su cristalización final. La incorporación de las técnicas de geoquímica isotópica son parte relevante de un estudio petrológico debido a la necesidad, indicada al inicio, de obtener una información relevante en términos de la geodinámica global.

La combinación de los enfoques indicados no se agota en conocer los materiales y procesos en un área concreta, y para un valor temporal (edad de cristalización) sino que, como se ha indicado, permite formular un marco geodinámico.

El conjunto de estos conocimientos tiene consecuencias importantes en geología como es el caso de abordar el estudio de procesos que afectan a la dinámica terrestre tales como la convección mantélica, la generación de los magmas, el reciclado de la litosfera en zonas de subducción, la emigración hacia la litosfera de fundidos procedentes de la astenosfera, etc. A su vez, en otro contexto, el conjunto temporal ordenado de estos conocimientos, en un amplio dominio de áreas, permite abordar temas tan interesantes como es el caso de establecer el origen y el crecimiento de la corteza y del manto que, ciertamente, son la base de los estudios sobre historia de la tierra.

ABSTRACT

For a petrological, geochemical and petrogenetic research of igneous (plutonic or volcanic) rocks to be successful, it is important to follow a good field-geology systematics and the use of the appropriate analytical techniques for the mineral and whole-rock geochemistry studies. The data-set of compositions obtained by the analysis can be processed with several software packages for the petrogenetic study, that allow to establish petrological and petrogenetical conclusions. The proposed conclusions need to be incorporated into a geodynamic scenario that would include the source and rate of melting of the magmas and the tectonic mechanisms that influence in their genesis.