

APLICACIONES DE LA PETROGRAFÍA A PROBLEMAS TECTÓNICOS Y PETROLÓGICOS

JOSÉ PÉREZ REYNOSO*

RESUMEN

Este artículo describe algunos métodos petrográficos, auxiliares en la interpretación tectónica y petrológica en problemas geológicos. En primer término, se desarrolla un método basado en texturas y estructuras, para determinar una columna estratigráfica de edades relativas y ubicación dentro de esta escala de ambientes de depósito y periodos de metamorfismo. En segundo término, con base en el porcentaje de minerales, se determinó la composición química de las rocas, la cual se usó para la construcción de los diagramas AFM y K-NA-CA, con objeto de determinar su evolución química y posición en las diferentes series de rocas ígneas.

INTRODUCCIÓN

El estudio tectónico, cuyos objetivos inmediatos eran los aspectos paleomagnético y geoquímico, fue realizado sobre algunas muestras colectadas en el Distrito Minero de Zacatecas, Zac., por el Dr. Surendra Pal, Roberto Carrillo y Román Silva, durante el mes de agosto de 1972. La geología está basada en Boletín N° 52 del Consejo de Recursos Minerales.

El estudio petrológico se desarrolló sobre un muestreo efectuado en marzo de 1977, en la caldera de los Humeros, Ver., usando como base un levantamiento fotogeológico realizado por el autor. Se muestrearon diferentes derrames, primordialmente basálticos, los cuales se ordenaron por edades relativas.

Posteriormente se prepararon láminas delgadas de las diferentes muestras, para su estudio petrográfico, clasificación textural y mineralógica.

* Instituto de Geofísica, UNAM.

ESTUDIO TECTÓNICO

En el área del Distrito Minero de Zacatecas, Zac., la cual se encuentra entre los paralelos $22^{\circ}44'N$ y $22^{\circ}51'N$ y los meridianos $102^{\circ}31'W$ y $102^{\circ}37'W$, afloran rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Se considera que la unidad más antigua está constituida por rocas metamórficas representadas por esquistos y filitas (muestras 1, 2 y 3), las cuales se formaron a partir de lutitas y areniscas calcáreas, ya que se puede apreciar una textura pelítica y psammítica, esta última conteniendo calcita, y presentan un metamorfismo regional de bajo grado. Las características texturales de estas rocas indican que anteriormente al metamorfismo, esta región se encontraba sumergida (ambiente marino). La muestra 4 es una ortocuarcita, lo que corrobora la teoría de ambiente marino, los granos de estas rocas se encuentran bien redondeados y existen pocos feldespatos, encontrándose, por lo tanto, su fuente de origen bastante lejana.

Posteriormente al metamorfismo, la región se vio afectada por intrusivos andesíticos, muestra 6 (fig. 1), que es una andesita porfídica propilitizada, indicando una fuerte alteración debida a soluciones hidrotermales, las cuales posiblemente originaron la mineralización de la zona. La muestra 5 es una

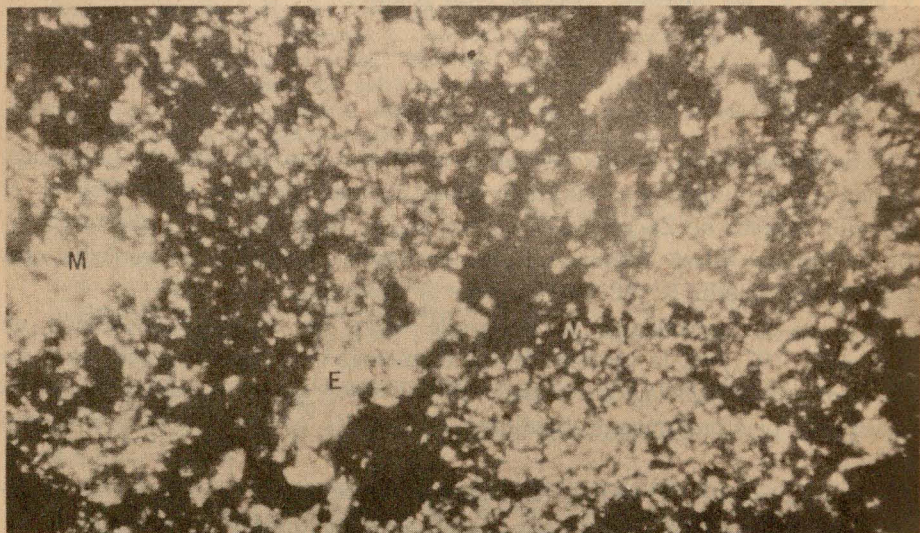


Fig. 1. Microfotografía del intrusivo andesítico, donde se observa la textura microclítica (M) y la epidotización (E). (25 x) Entre nicóles cruzados.

millonita con textura cataclástica, característica, formada a partir de un esquistos, observándose claramente el corrimiento de los granos, rodeados por material finamente triturado, indicando un metamorfismo dinámico. Estas características hacen suponer que este material actuó como lubricante durante el fallamiento, producido probablemente durante la intrusión del pórfido andesítico.

El siguiente evento es de tipo magmático, originando numerosos intrusivos riolíticos (muestras 7, 8 y 9), los cuales son progresivamente más extrusivos, presentan texturas que varían de porfídica a hipidiomórfica de grano fino y por último vítrea. Este evento se ubicó en esta posición debido a que no está afectado por los procesos hidrotermales, por lo tanto es posterior al metamorfismo que afectó a las andesitas, aunque estos fluidos pudieron originarse durante estas intrusiones.

Posteriormente tuvo lugar un período de erosión en un ambiente continental, depositándose un conglomerado rojo (muestra 10), cuyo color es debido a la gran cantidad de óxido férrico. Los fragmentos de roca son de andesita, riolita, esquistos y filitas (fig. 2), por lo que se ubica en esta posición.

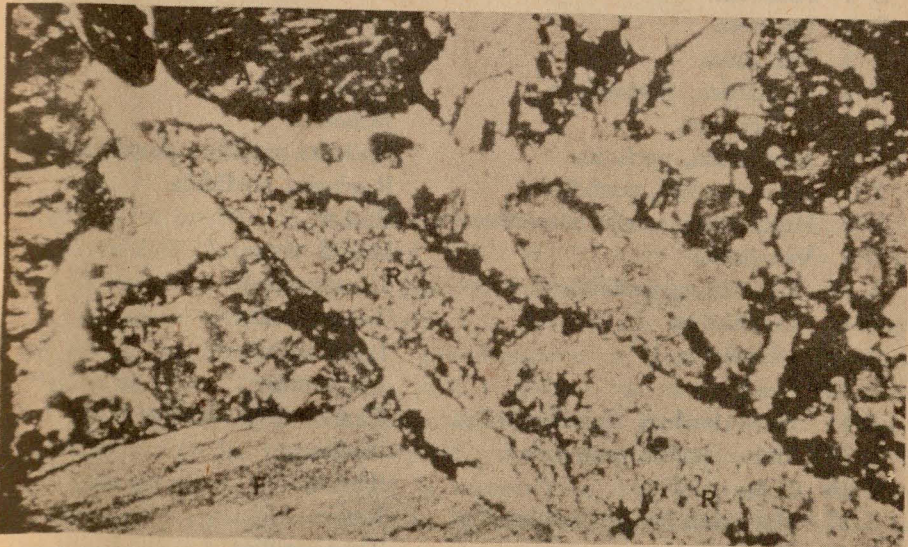


Fig. 2. Microfotografía del conglomerado rojo, mostrando fragmentos de andesita (A), de riolita (R) y de filita (F).

Posteriormente se desarrolló una actividad volcánica de composición riolítica y dacítica (muestra 11, 12 y 13) con textura piroclástica, conteniendo fragmentos subredondeados de esquistos y filita, por lo cual se supone un origen vulcano-sedimentario. Las muestras 14, 15, 16, 17 y 18, riolitas y tobas riolíticas, tienen un alto contenido de vidrio, lo cual nos sugiere numerosos derrames y explosiones volcánicas.

En la Tabla 1 se enlista la clasificación y textura de las láminas estudiadas. En la Tabla 2 enumeran los eventos geológicos determinados con base en el estudio petrográfico.

TABLA 1

DESCRIPCIÓN TEXTURAL Y CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA

Muestra N°	Textura	Clasificación
Z 1	Pizarrosa	Filita
Z 2	Pizarrosa	Filita
Z 3	Esquistosa	Esquisto calcáreo
Z 4	Epiclástica, psammítica	Ortocuarcita
Z 5	Cataclástica	Millonita
Z 6	Microlítica, porfídica	Andesita porfídica propilitizada
Z 7	Holocristalina, porfídica	Riodacita porfídica
Z 8	Holocristalina, hipidiomórfica	Riolita
Z 9	Vitrofídica	Dacita vítrea
Z 10	Epiclástica, psefítica	Conglomerado
Z 11	Piroclástica	Toba híbrida
Z 12	Vitrofídica	Ignimbrita
Z 13	Piroclástica	Ignimbrita
Z 14	Holocristalina, hipidiomórfica	Riolita calco-alcalina
Z 15	Holocristalina, porfídica	Riolita
Z 16	Hipocristalina	Riolita
Z 17	Holocristalina, hipidiomórfica	Riolita
Z 18	Piroclástica	Toba riolítica

TABLA 2

UBICACIÓN DE LAS DIVERSAS UNIDADES ESTRUCTURALES Y PERÍODOS
GEOLÓGICOS CON BASE EN EL ESTUDIO PETROGRÁFICO

Depósitos marinos de areniscas y lutitas	Primer evento
Emersión, metamorfismo y plegamiento	Segundo evento
Intrusión de pórfido andesítico con consecuente producción de fallas y probable metamorfismo de contacto	Tercer evento
Intrusiones riolíticas y derrames de la misma composición probable mineralización	Cuarto evento
Erosión y depósito de unidades anteriores	Quinto evento
Vulcanismo riolítico en ambiente híbrido	Sexto evento

ESTUDIO PETROLÓGICO

Para el fin petrológico se usaron muestras de diversos derrames de la caldera de Los Humeros (19°40'N, 97°25'W) la cual se encuentra ubicada en la posición más al este del Eje Volcánico Mexicano.

En primer término, se procedió a la clasificación de las rocas, mediante el estudio de láminas delgadas, posteriormente se determinó el porcentaje de los minerales (MODA) mediante el método de áreas. Con estos datos, se procedió a calcular la composición química de la roca, basándose en la composición de los minerales descrita por Kerr (1965) y Deer (1962). En el caso del vidrio se interpoló la composición basándose en el índice de refracción y tomando como base la composición ácida y básica de este mineral.

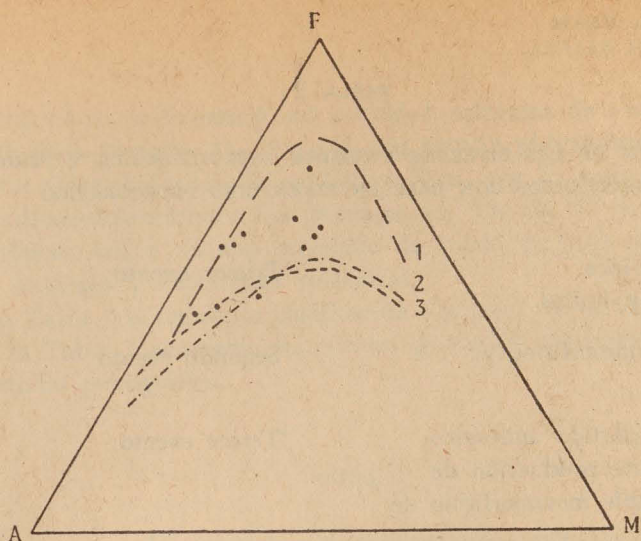


Fig. 3

- Curva 1: Evolución de las rocas toleífticas de Hawaii (MacDonald y Katsura, 1964)
 Curva 2: Evolución de la serie alcalina de Hawaii (MacDonald y Katsura, 1964)
 Curva 3: Evolución de la serie alcalina intracontinental del Atkor (Girod, 1971)

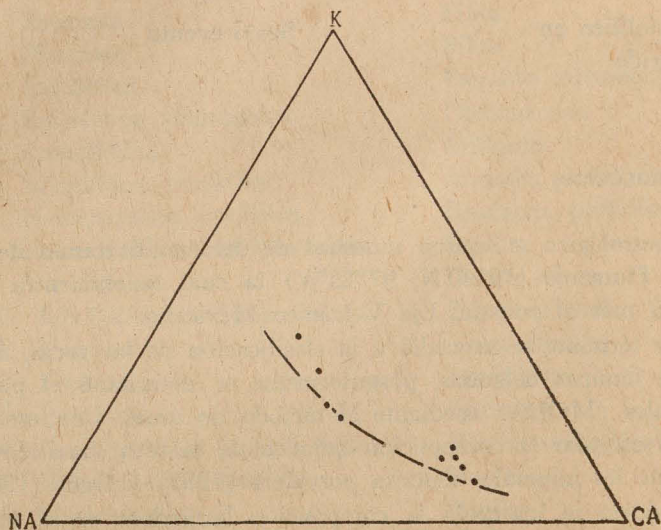


Fig. 4

Curva de evolución química de la caldera.

En la Tabla 3 se enlista la clasificación petrográfica y en la Tabla 4 se describe la composición química calculada y la norma con base en la cual se calcula la composición.

En el diagrama FMA (fig. 3) se observa que esta serie se encuentra entre un tipo alcalino y uno toleítico. En la fig. 4 se observa una tendencia hacia rocas más cálcicas, lo que se puede interpretar como una serie de diferenciación magmática.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es necesario hacer notar que las aplicaciones que se han dado como ejemplos en este trabajo deben de buscar apoyo por otros métodos y técnicas, como relaciones de campo, geoquímica de elementos mayores y trazas, edades geológicas, etc.

La composición química calculada por la MODA, está basada en la composición ideal de los minerales, siendo este valor en la mayoría de los casos diferentes al real, por lo que el análisis calculado podría tener un margen de error.

TABLA 3

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA DE LOS DIFERENTES DERRAMES DE LA CALDERA DE LOS HUMEROS

Muestra N°	Localidad	Clasificación
5	El Hilillo	Andesita basáltica
9	Calderita	Andesita vítrea
15	Derrame D-1	Andesita basáltica
18	Derrame D-1	Andesita basáltica
19	Derrame D-1	Andesita basáltica
26	Derrame B-1	Basalto de Augita
28	Derrame B-1	Basalto de Augita
39	Flujo Limón	Basalto vítreo
40	Flujo Limón	Basalto de Augita y O1.
46	F. Tepeyehualco	Basalto de Augita
50	Toba y Derrame T-b	Dacita

TABLA 4

ELEMENTOS MAYORES

Muestra	5	9	15	18	19	26	28	35	39	40	46	50
SiO ₂	51.96	51.25	54.08	50.32	52.98	46.27	48.63	50.40	49.25	47.09	40.20	66.90
TiO ₂						0.79	0.18		.53	1.52	1.53	0.50
Al ₂ O ₃	13.75	10.58	17.31	17.92	19.36	17.20	16.19	22.51	15.96	15.94	17.80	17.18
Cr ₂ O ₃						0.34	0.68	0.68	0.68	0.68		
Fe ₂ O ₃	12.85	9.10	4.97	12.25	10.69	11.03	8.59	4.07	7.52	8.22	19.42	3.21
FeO	4.88	3.64	5.66	2.81	3.11	5.85	6.18	3.92	7.87	8.63	3.86	2.18
MgO	2.02	1.85	2.23	1.05	0.85	4.21	4.62	2.56	4.89	5.51	3.24	1.08
CaO	4.38	4.20	5.60	5.65	5.20	8.59	8.69	10.11	8.15	8.09	9.39	3.61
Na ₂ O	5.39	6.09	6.05	5.74	5.75	3.25	3.35	3.91	3.24	2.95	2.95	4.23
K ₂ O	4.40	6.80	3.92	3.30	1.69	2.10	2.38	1.71	1.93	1.66	1.38	2.01
H ₂ O	0.54	0.63	0.25	0.57	0.45	0.40	0.46	0.33	0.37	0.32	0.26	
Suma:	100.17	100.14	100.07	99.61	100.03	100.03	99.94	100.20	100.39	100.61	100.04	100.90

* Con base en el estudio petrográfico.

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer patente mi agradecimiento a las autoridades de la sección geológica de la Facultad de Ingeniería por las facilidades prestadas para el estudio petrográfico. Asimismo, al Dr. Surendra Pal, por la revisión y comentarios a este trabajo, y por último al pasante Jorge Sosa, por su cooperación en el dibujo.

BIBLIOGRAFIA

- DEER, W. A., R. A. HOWE and J. ZUSSMAN, 1962. Rock forming minerals, *Longmans*, 5 Vols.
- GIROD, M., 1971. Le massif volcanique de l'Atakov (Hoggar, Sahara Algerian. *Éditions du Centre de Recherches sur les Zones Arides*, 12, 157 p.
- KEER, P. F., 1965. Mineralogia Óptica, Tercera Ed. McGraw Hill, Book Company, Inc., New York, 433 p.
- MAC DONALD, G. A. and T. KATSURA, 1964. Chemical composition of Hawaiian lava. *J. Petrol.*, 5, pp. 82-133.