UNA ROCA NO SATURADA DE LA CUENCA DE MEXICO *

*Eduardo Schmitter***

El objetivo principal para distraer la atención hacia el conocimiento preliminar de una roca ígnea, que fué colectada dentro de la Cuenca de México, se basa en los siguientes hechos que considero de suficiente importancia petrológica.

- a) La roca es del tipo plutónico (probable eyectamenta del volcán Xico).
- b) Los análisis modal y normativo de la roca demuestran que procede de un magma pobre en sílice, es decir, se trata de una roca no saturada o de las llamadas "rocas alcalinas".
- c) Los estudios microscópico, químico y de rayos X para definir los constituyentes claros predominantes de la roca, no han sido suficientes hasta el momento, pues se deduce que cierta porción de dichos minerales claros, ha permanecido sin identificar por el estudio hasta hoy emprendido.

Durante una excursión en la Cuenca de México realizada por el Sr. Ing. Ramiro Robles Ramos, al servicio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en la primavera del año de 1951, dicho ingeniero colecta el primer ejemplar de la roca y junto con otros ejemplares de rocas volcánicas, lo remite para su estudio al Laboratorio de Mineralogía y Petrografía del Instituto de Geología.

Como de costumbre, se hizo el estudio megascópico clasificando el ejemplar como una roca ígnea de color gris verdoso; con textura aparentemente cristalina y xenomórfica; ligeramente alterada, y mineralizada con pequeña proporción de pirrotita. Las condiciones de yacimiento indicadas por el Ing. Robles, fueron las siguientes: fragmentos de diferentes tamaños y masas con pesos aproximados, hasta de media tonelada, localizados alrededor y en el fondo de una pequeña depresión cercana al centro geométrico del amplio cráter del Xico.

La observación preliminar de las primeras láminas de la roca preparadas por la señorita Honoria González para el estudio microscópico, confirmaron una microtextura holocristalina y xeno-

** Petrógrafo del Instituto de Geología.

* Manuscrito recibido el 4 de junio de 1954.

mórfica predominante con microtextura porfídica poco definida, ésta última confinada a ciertas áreas reducidas, en apariencia correspondientes a fragmentos de rocas casi totalmente asimiladas. La determinación de los constituyentes "oscuros" de la roca, dió como resultado: diopsida predominante acompañada con actinolita, titanita, apatita, pirrotita y muy poco zircón. La determinación de los constituyentes "claros" comunes, dió como resultado: albita, ortoclasa, andesina, oligoclasa, calcita (probablemente secundaria) y probable analcima. Después del estudio anterior que puede considerarse en lo general rutinario, se inició la dificultad con la identificación de ciertos constituyentes claros y predominantes de la roca. Entonces se hizo necesaria la múltiple manufactura de láminas con las respectivas observaciones; la separación de los constituyentes mineralógicos de la roca pulverizada a diferentes tamaños de partículas, por medio de mezclas de bromoformo y acetona y los consiguientes estudios microscópicos de cada porción. Una separación cuidadosamente repetida con bromoformo puro, imán alnico y mezclas de gravedad específica mayores y menores de 2.47 dió material suficiente para el análisis químico cuantitativo de la roca y mientras se realizaban cuatro análisis por los señores químicos Rodolfo del Corral, Alberto Obregón y Ruth Rojas, las observaciones microscópicas orientaban la investigación hacia un estudio de rocas alcalinas.

Se recopiló la literatura respectiva con la ayuda del señor Jesús Martínez Portillo consultando en particular trabajos sobre la génesis de la leucita y la pseudo-leucita, constituyentes que el estudio preliminar hacía sospechar en el seno de la roca. De particular interés es el estudio de N. L. Bowen y J. F. Schairer sobre el sistema Leucita-diopsida y el sistema pseudo-binario de nefelina y diopsida (1) pero las conclusiones basadas en observaciones, microscópicas más cuidadosas y en las consultas citadas no se pudieron establecer.

Por aquel tiempo, personalmente colecté nuevas muestras de la roca en el lugar citado por el Ingeniero Robles y también muy oportunamente me ocupé en el laboratorio de la preparación de unas tablas de rocas ígneas que habrían de servir como Apéndice del Boletín No. 56 del Instituto de Geología, escrito por el Ing. Alfonso de la O. Carreño titulado "Las Provincias Geohidrológicas de México" (1a. parte), entre cuyas tablas se encuentra una especial para las rocas de la Serie Alcalina.

Ya con los resultados analíticos (Análisis Nos. I, II y III), se tuvo la evidencia de un contenido en la roca, de hidrosilicatos sódicos (probablemente zeolitas) y de nuevo se orientó la investigación hacia la identificación de una o varias de ellas, basándose en las observaciones ópticas, ciertas propiedades físicas y utilizando un método de P. Marshall (2), para identificar las

zeolitas en una roca. Los resultados de esta nueva fase de la investigación no me dejaron satisfecho. Entonces, recurriendo a mi buen amigo el Sr. Carlos Fries, Jr. decidí pasarle el problema a la Srita. J.J. Glass, petróloga del U.S.G.S. a quien tuve la satisfacción de conocer personalmente durante mi pequeño viaje a los Estados Unidos en el año de 1949. Dicha señorita, con gran atención y diligencia, que mucho agradezco, puso manos a la obra y otra vez la dificultad para la identificación de ciertos constituyentes no se hizo esperar, pues las palabras "What happen" con admiraciones en un párrafo de su primera carta me lo demostraron. Se encontraba confundida con el constituyente claro y predominante de la roca citada. Después continué recibiendo los atentos informes de la Srita. Glass dándome cuenta de sus posteriores y repetidas investigaciones, cuyos resultados finales fueron, en términos generales, los siguientes:

- 1.—El constituyente claro predominante es *natrolita*, microscópicamente identificada.
- 2.—El mismo constituyente claro predominante es *analcima* identificado por rayos X.
- 3.—El mismo análisis de rayos X, registró la presencia de un mineral desconocido.
- 4.—Se proporcionó análisis químico cuantitativo de un fragmento de la roca que se había remitido oportunamente a la Srita. Glass. Es de hacer notar que dicho análisis resultó perfectamente comparable con los realizados en nuestros Laboratorios.

Como se ve, continuó la incógnita aunque parcialmente despejada, pero para los propósitos de investigación acerca de la petrogénesis de la roca, aún hace falta definir una parte de su mineralogía.

Las condiciones de yacimiento, el conjunto de estudios microscópicos; los valores de Niggli calculados a partir de los análisis Nos. I, II, III y IV; los cálculos de la base y la norma de la roca, así como las consideraciones que se deducen hasta el presente, se indican enseguida.

1.—La notable extensión del actual cráter del Xico (aproximadamente con medio kilómetro de diámetro) y la poca altura de sus bordes, constituidos principalmente de materiales piroclásticos correspondientes a una lava andesítica, parecen indicar la estructura de un volcán de relativa antigüedad, cuyo cono se encuentra muy erosionado o casi sepultado por los actuales sedimentos lacustres de esa parte de la Cuenca de México. Como ya se indica, el cráter de notable extensión, tiene su fondo cubierto por tierras de labor que dificultan investigar el origen de eyecciones de la roca. Al comparar las dimensiones de cualquiera de

los cráteres que constituyen la Sierrita de Santa Catarina o el cono del Xitli con el del Xico, todos aquellos rasultan de muy reducidas dimensiones. Cual haya sido la energía que dió lugar al fenómeno volcánico del Xico, no me es posible sospecharla pero lo que me parece bastante tangible es, que entre las diferentes etapas de la erupción de dicho volcán, hubo una o algunas muy prolongadas de carácter fumarólico e hidrotermal. Todavía a la fecha hay en algunos puntos cercanos a la actual base del cono, pequeños manantiales que producen aguas sulfhídricas. Entonces, no es de extrañar que durante las etapas paroxismales de ese fenómeno volcánico, se produjeran eyectamentas desde gran profundidad, tal como sucedió en el caso de el Parícutín que las arrojó de monzonita cuarcífera, de andesita y de riolita y que dichas eyectamentas se alteraran profundamente durante o al final de su eyección, bajo los mencionados efectos de intensos fenómenos neumatolíticos e hidrotermales.

La posibilidad de que la roca, objeto de este trabajo, hubiera sido transportada por el hombre antiguo, no se puede descartar totalmente, pero el tremendo efecto que transformó la mineralogía de la roca, debe tenerse muy en cuenta y aún cuando aquella procediera de los estados de Puebla, Oaxaca, Morelos o Guerrero, no sería menor la importancia de su estudio desde los puntos de vista mineralógico y petrológico. En cambio, al confirmarse en futuros días el origen de la roca como eyectamenta, al interés mineralógico y petrológico, se podrá sumar el interés geológico, sobre el tipo, la estructura y las dimensiones de las formaciones de rocas profundas de la Cuenca de México. Si para entonces la teoría de Daly sobre la génesis de las rocas alcalinas aún conserva el prestigio que en el presente tiene, se tendrá un fuerte argumento para decir que los primitivos subestratos sedimentarios de la Cuenca de México, fueron en lo general de gran espesor.

2.—Además de lo que ya se dice sobre las determinaciones microscópicas realizadas por el autor, deben citarse nuevamente los cuidadosos trabajos de la Srta. J.J. Glass y de sus colaboradores en los estudios a los rayos X y químicos: ESTUDIO MICROSCOPICO.—Fracción ligera de la roca con gravedad específica 2.8. Zeolitas.—(Analcima y natrolita reemplazando algún mineral). Plagioclase.—En fenocristales cálcicos y zonados con las propiedades ópticas de la labradorita.

Calcita.—Aparentemente secundaria.

Fracción pesada de la roca con gravedad específica < 2.8

Augita.—(Algún tanto alterada).

Magnetita.—Fresca.

Pirrotita, esfeno poco abundante.

Apatita.—

Zircón.

ESTUDIO POR RAYOS X, hecho por el Sr. F.A. Hildebrand del U.S.G.S.

Película No. 5786.—Datos de la muestra: Lab. No. 51-1616X. Zeolita (*natrolita?*), calcita y plagioclasa.

Minerales determinados: *Analcima* con pequeña proporción de calcita. También pequeña proporción de un mineral desconocido que no se identifica como feldespato o nefelina.

Película No. 5787.—Datos de la muestra: Lab. No. 51-1617X. Augita y pequeña proporción de zircón y esfeno.

Minerales determinados: Piroxina monoclinica.

3.—Al estudiar los valores de Niggli determinados para todos los análisis que siguen a continuación, se encuentran en general valores negativos para el cuarzo y por consiguiente, se deduce que en la roca hay deficiencia parcial de sílice, para que en ella se hubieran formado plenamente los feldespatos y la augita ferromagnésiana, lo cual demuestra que la roca es claramente no saturada, a pesar de que no acusa modalmente la presencia de feldespatoides, lo que por otra parte se explica considerándola como roca de transición entre la serie alcalino-cálcica o normal y la serie alcalina. Véase en los análisis I, II y III, que los valores negativos del cuarzo, decrecen desde los minerales oscuros hasta los claros, en donde principalmente se encuentran confinadas las zolitas que se determinaron. A propósito de la analcima, su origen, de acuerdo con diferentes autoridades, puede ser primario. (3) Un estudio microscópico especial podrá, en futuras investigaciones, para el caso que nos ocupa, determinar tal origen o confirman el secundario que cita la Srita. Glass.

Teniendo en cuenta la identificación de la natrolita y la analcima, al deducir aritméticamente la proporción de: $H_2O (+)$ para la correspondiente de Na_2O en el análisis III, se encuentra que está en la relación de 1:2 ahora, si en el análisis II se aplica la misma relación para completar un remanente de las zeolitas citadas, entonces el exceso de $H_2O (+)$ tendrá que aplicarse a una parte de K_2O o de CaO lo que demuestra la presencia de aquel constituyente desconocido registrado por los rayos X.

ANALISIS QUIMICOS CUANTITATIVOS

Constituyentes	Representa un 31.5% del to- tal de la roca con constitu- yentes de gr. especif. >2.8	Representa un 31.5% del to- tal de la roca con constitu- yentes de gr. especif. >2.47	Representa un 36% del total de la roca con constituyentes de gr. especif. <2.47
	I	II	III
SiO ₂	50.88	54.36	54.79
TiO ₂	2.63	0.38	0.19
Al ₂ O ₃	1.43	15.31	21.08
Fe ₂ O ₃	2.30	1.31	1.01
FeO	7.59	1.49	0.25
MnO	0.36	0.01	Huellas
MgO	5.84	0.67	0.77
CaO	24.76	8.70	2.98
Na ₂ O	1.26	5.46	10.09
K ₂ O	0.40	5.53	2.35
P ₂ O ₅	0.38	0.07	0.07
H ₂ O (—)	0.50	1.08	0.56
H ₂ O (+)	0.38	4.88	5.32
CO ₂	± 0.98	± 0.37	± 0.21
SO ₃	0.31	0.38	0.33
Nos. de Niggli			
al	2	30	43
fm	37	11	7
c	58	30	11
alk	3	29	39
si	111	179.	189.
ti	4.	0.99	0.41
p	0.4	0.09	0.09
k	0.16	0.40	0.13
mg	0.51	0.31	0.57
Q	— 85	— 37	— 67

NOTA: Los análisis arriba indicados se ajustaron al 100% porque se completaron con valores *calculados* para CO₂.

ANALISIS QUIMICO CUANTITATIVO No. IV

Constituyentes	
SiO ₂	52.80
TiO ₂	1.50
Al ₂ O ₃	14.10
Fe ₂ O ₃	0.63

FeO	2.70
MnO	0.33
MgO	4.60
CaO	12.00
NaO	6.30
K ₂ O	1.20
P ₂ O ₅	0.25
H ₂ O (+)	4.43
Total	100.84

Valores de Niggli

al	22.
fm	26.
c	34.
alk	18.
Si	139.
ti	3.
p	*0.3
k	0.11
mg.	0.69
Q	33.

NOTA: El análisis fué hecho por: S. M. Berthold, E.A. Nyggard y
L. Shapiro del U.S.G.S.

*RECONSTITUCION DE LA COMPOSICION QUIMICA
DE LA ROCA CON LOS DATOS ANALITICOS I, II y III*

Contituyentes

SiO ₂	52.36
TiO ₂	0.98
Al ₂ O ₃	12.84
Fe ₂ O ₃	1.47
FeO	2.88
MnO	0.11
MgO	2.27
CaO	11.38

Na2O	5.74
K2O	2.69
P2O5	0.17
H2O (—)	0.69
H2O (*)	3.57
CO2	+ 0.49
SO3	0.33
Pirrotita	1.64
Total	99.61

Valores de Niggli

al	23.
fm	21.
c	34.
alk	22.
si	157.
ti	2.
p	0.1
k	0.24
mg	0.49
Q	— 31.

CALCULO DE LA BASE

Minerales	Si	Al	Fe	Fe + Mn	Mg	Ca	Na	K	Ti	P	s	%
Cp	873	252	36	41	57	192	186	58	12	2	1709	0.30
Kp	58	58	—	—	—	3	—	58	—	2	5	10.18
Ne	186	186	—	—	—	—	186	—	—	—	538	32.65
Cal	—	8	—	—	—	4	—	—	—	—	12.	0.70
Cs	92.5	—	—	—	—	185	—	—	—	—	277.5	16.24
Fs	18.	—	36	—	—	—	—	—	—	—	54.	3.16
Fo	28.5	—	—	—	57	—	—	—	—	—	85.5	5.00
Fa	20.5	—	—	41	—	—	—	—	—	—	61.5	3.60
Q	469.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	469.5	27.47
Ru	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	12	0.70
	873	252	36	41	57	192	186	58	12	2	1709	100.00

CALCULO DE LA NORMA

"Minerales"	Kp	Ne	Cal	Cs	Fs	Fo	Fa	Q	Cp	Rp	%	
Normativos	10.18	32.65	0.70	16.24	3.16	5.00	3.60	27.47	0.30	0.70		Mt
Magnetita	—	—	—	—	3.16	—	1.58 +	1.58	—	—	3.16	Mt
Anortita	—	—	0.70	—	—	—	—	0.47	—	—	1.17	An
Wollastonita	—	—	—	16.24	—	—	—	5.41	—	—	21.65	Wo
Ortoclase	10.18	—	—	—	—	—	—	6.72	—	—	16.90	Or
Albita	—	32.65	—	—	—	—	—	10.88	—	—	43.53	Ab
Enstatita	—	—	—	—	—	5.00	—	1.67	—	—	6.67	En
Hiperstena	—	—	—	—	—	—	2.02	0.67	—	—	2.69	Hy
Cuarzo	—	—	—	—	—	—	—	3.23	—	—	3.23	Q
Apatita	—	—	—	—	—	—	—	—	0.30	—	0.30	Cp
Rutilo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.70	0.70	Ru

5.—Por lo anterior, se clasifica provisionalmente a la roca como un Intrusivo Sienítico no saturado de analcima - natrolita y diopsida.

6.—Por otra parte, de acuerdo con el sistema de S. J. Shand adoptado por el autor, el símbolo de la roca puede ser el siguiente:

E. NS. s. B.G. (31)

Que quiere decir: roca eucristalina no saturada, subaluminada con $or > an$, $ab > or$, sin leucita (?), con analcima y natrolita reemplazando probables feldespatoides o feldespatos y con 31% de constituyentes "oscuros". Se localiza en el 7o. grupo de la Tabla de Rocas de la Serie Alcalina preparada por el autor para el apéndice del boletín citado en párrafo anterior.

Para terminar y en vista de lo expuesto, encuentro suficientemente justificado dar el nombre distintivo de AGUILERITA a la roca estudiada teniendo en cuenta la génesis de una parte de sus constituyentes "claros" y como un homenaje a la memoria del Maestro José Guadalupe Aguilera.