

Edades K/Ar de rocas con alteración hidrotermal asociadas al sistema de pórfido de cobre y molibdeno de Mocoa, intendencia del Putumayo, Colombia

LUIS JARAMILLO, RICARDO ESCOVAR, CARLOS J. VESGA

Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, Carrera 30 No. 51-59 Bogotá, Colombia, S.A.

RESUMEN

Tres muestras de rocas ígneas pertenecientes al sistema de pórfido de cobre-molibdeno de Mocoa fueron datadas radiométricamente por el método K/Ar en roca total. Se obtuvieron edades de 183 ± 3 , 172 ± 2 y 170 ± 2 m.a., lo cual sugiere que la actividad magmática fue desarrollada durante el Jurásico Inferior a Medio.

En el área de Mocoa, una secuencia intrusiva-volcánica, de posible relación comagmática, ha sido afectada por fluidos hidrotermales hipogénicos. Estos fluidos han producido dentro de la roca encajante un sistema de alteración con mineralización moderada de cobre y molibdeno.

Las muestras dacita porfirítica, dacita lítica y andesita están localizadas dentro de la zona alterada hidrotermalmente, y su textura original se presenta en parte destruida por la introducción variable de cuarzo, sericita y feldespato alcalino principalmente.

Las edades obtenidas pueden estar relacionadas al evento térmico que generó el proceso de alteración-mineralización. Este proceso normalmente se origina en facies tardías durante el evento de cristalización y por tanto se podría asumir que el magmatismo principal se desarrolló en época un poco anterior a la indicada por las edades radiométricas.

ABSTRACT

Three igneous rock samples belonging to the Mocoa porphyry copper-molybdenum system were dated by the total-rock K/Ar method. Ages of 183 ± 3 , 172 ± 2 and 170 ± 2 m.y. were obtained, suggesting that the magmatic activity took place during Early Middle Jurassic time.

In the Mocoa area an intrusive-volcanic sequence, of possible co-magmatic relationship, has been affected by hypogene hydrothermal fluids, which has resulted in a wall-rock alteration zone containing moderate copper-molybdenum mineralization.

The dated samples, dacite porphyry, lithic dacite and andesite, are located in this hydrothermal alteration zone. The original texture of the samples has been destroyed in part by the introduction, in varying amounts of quartz, sericite and alkali feldspar.

The ages obtained might be related to the thermal event that gave rise to the alteration-mineralization process. Since this process generally originates during the late stages of the crystallization period, it might be concluded that the main magmatism developed somewhat earlier than indicated by the radiometric ages.

INTRODUCCION

El complejo ígneo de Mocoa está localizado al sur del Macizo Colombiano (Fig. 1) donde las cordilleras Oriental y Central forman una sola cadena montañosa; por tanto se dificulta establecer el ambiente geológico de Mocoa como correspondiente a una u otra cordillera (Fig. 2).

No se conoce en detalle la geología en esta parte sur de los Andes Colombianos, y tanto el registro fósil como las dataciones radiométricas son muy escasas o no existen, dificultándose la interpretación correcta de los distintos eventos geológicos.

La idea de llevar a cabo estas dataciones radiométricas tiene su origen en que los resultados pueden tener implicaciones tanto geológicas como económicas, ya que el buen entendimiento de una época metalogénica definida puede constituir una guía valiosa en la exploración sistemática de depósitos minerales.

El proceso analítico fue llevado a cabo por el profesor Edward Farrar de la Universidad de Queen's en Canadá y los resultados fueron cedidos gentilmente a los autores por el Proyecto Metales Básicos de INGEOMINAS—Naciones Unidas.

PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL COMPLEJO IGNEO DE MOCOA.

El Complejo Igneo de Mocoa está representado principalmente por tobas, brechas volcánicas y lavas de composición ácida a intermedia, correlacionables con la Formación Post-Payandé (Escorce, 1977); granodiorita y cuarzomonzonita del Batolito de Mocoa y por pórfidos de composición variable y brechas hidrotermales que intruyen las litologías anteriores (Escorce, 1977 y Sillitoe, 1978). Este complejo está emplazado en neises cuarzofeldespáticos y anfibolitas de posible edad Precámbrica (Escorce, 1977 y Sillitoe, 1978) y sedimentos marinos constituídos esencialmente por calizas y limolitas (Fig. 3). Parece existir una relación comagmática entre las fracciones volcánica e intrusiva del Complejo (Sillitoe, 1979; Jaramillo y Escovar, 1980).

En base a similitudes litológicas, la secuencia sedimentaria de Mocoa ha sido correlacionada con rocas de la Formación Payandé, mientras que la secuencia volcánica muestra una marcada similitud con las unidades descritas para la

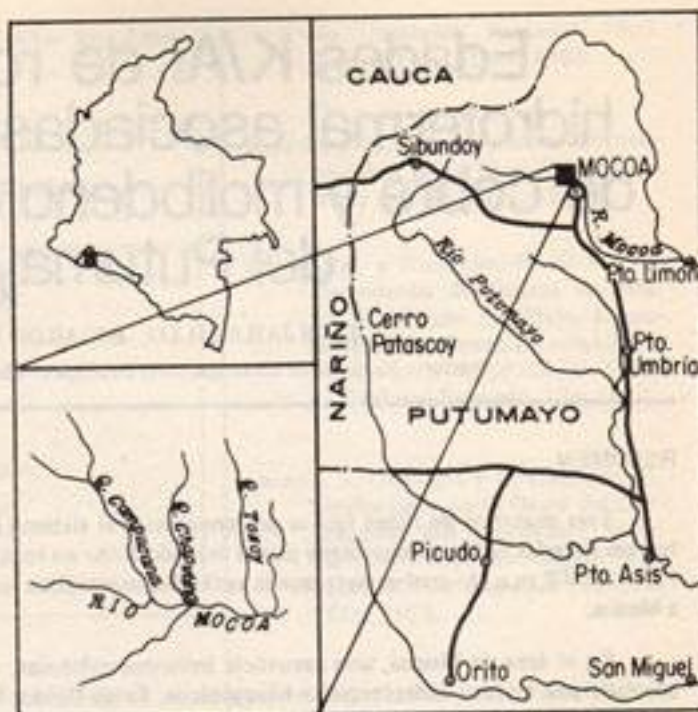


FIG. 1.— LOCALIZACION

Formación Post-Payandé (Jimeno y Guevara, 1976; Escorce, 1977). Efectos térmicos producidos por los intrusivos del Complejo se aprecian en la secuencia sedimentaria, donde las calizas han sido marmorizadas y muestran mineralización de tipo skarn, mientras las limolitas muestran efectos de silicificación. En la secuencia volcánica los efectos térmicos son también notorios aunque se relacionan más con la circulación de fluidos hidrotermales que con efectos de contacto propiamente dichos. Los cambios mineralógicos más importantes observados son la destrucción de los feldspatos y de los máficos para dar paso a asociaciones mineralógicas típicas de las zonas potásica, fílica y propilítica.

El proceso de alteración-mineralización puede estar genéticamente relacionado a los pórfidos dacíticos que atraviesan la facies intrusiva granodiorítica-cuarzomonzonítica. Un episodio magmático postmineralización está representado por diques de andesita y diabasa (Sillitoe, 1979, Jaramillo y Escovar, 1980). Las muestras para datación corresponden a dacita porfirítica (M1), dacita lítica (M2) y andesita (M3).

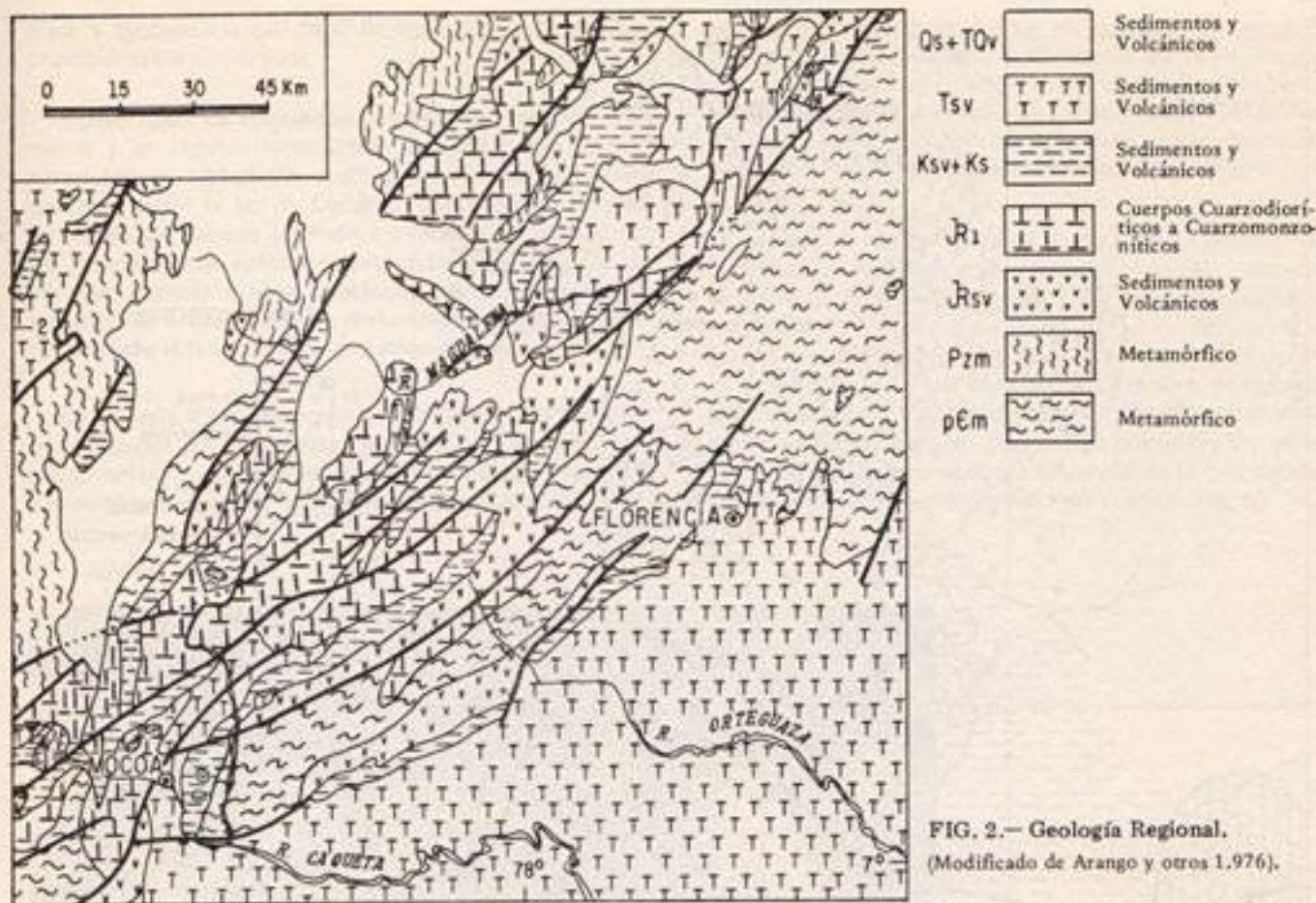


FIG. 2.— Geología Regional.
(Modificado de Arango y otros 1.976).

LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS

Las muestras datadas fueron colectadas sobre la quebrada Tosoy (M1) y sobre la quebrada Chapulina (M2 y M3) en un área de aproximadamente 1 km de radio, asignándoseles una misma localización (Fig. 3):

1° 13' latitud N
76° 40' longitud W

Las tres muestras fueron colectadas dentro de la zona de alteración sericítica y tanto macroscópicamente como

en sección delgada, exhiben rasgos notorios de alteración hidrotermal.

La muestra M1, corresponde a una dacita porfirítica, la cual por evidencias de campo parece haber sido emplazada durante la fase tardía de mineralización. Está compuesta por fenocristales de feldespato en parte con tendencia alcalina, cuarzo anhedral y máficos parcial o totalmente destruídos; todo dentro de una matriz fina de cuarzo anhedral, plagioclasa, feldespato alcalino, abundante sericita y algo de clorita, epidota y pirita.

La textura original de la roca está parcialmente destruída por los efectos de alteración que se manifiestan por extensas silicificación en la matriz y en venas, sericitización afectando tanto la matriz como los fenocristales de plagioclasa.

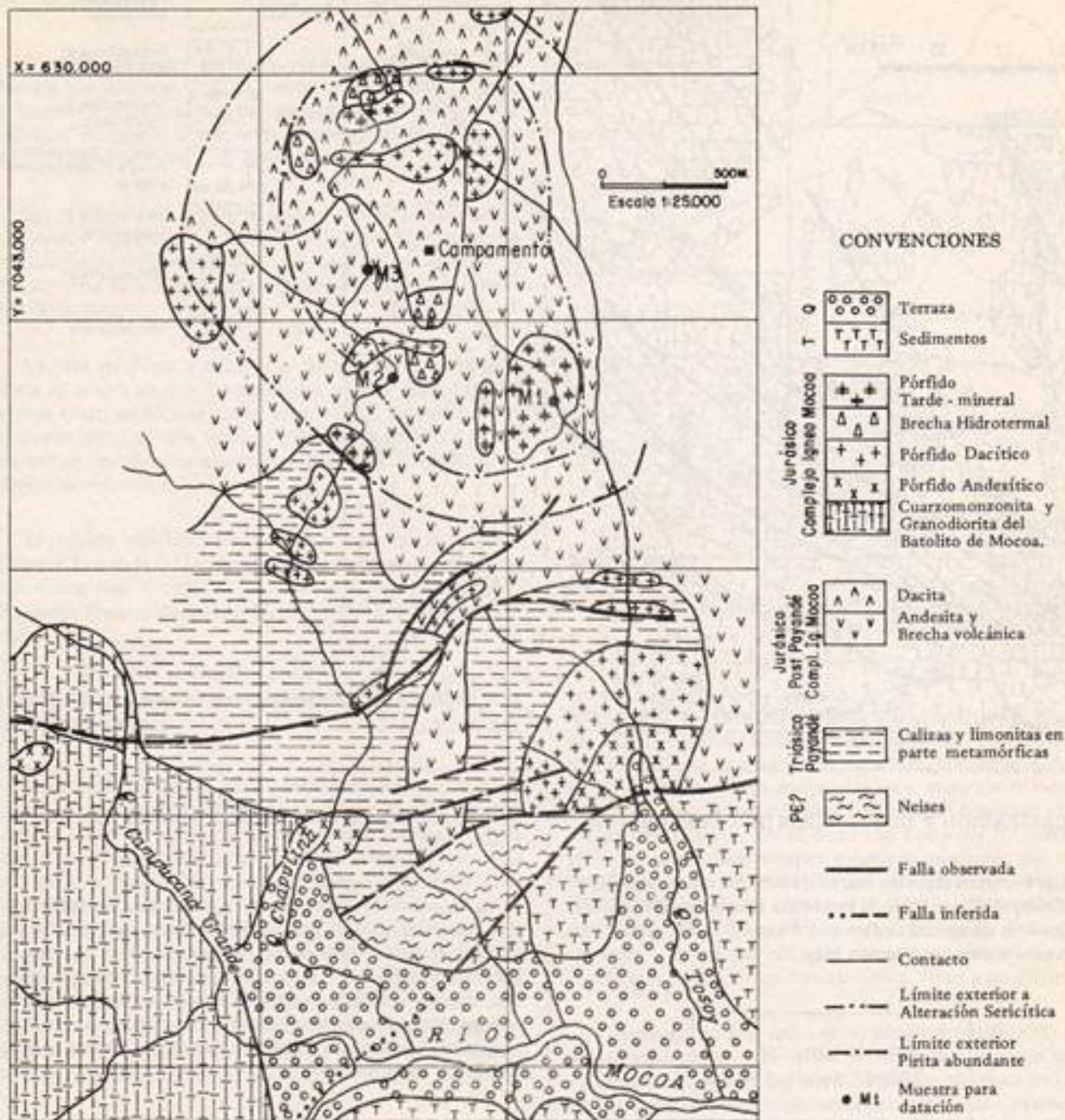


FIG. 3.— Mapa Geológico Generalizado y Localización de Muestras Datadas
(Modificado de Escocce 1977 Sillitoe y otros 1979).

clasa y destrucción casi total de fenocristales de máficos principalmente hornblenda.

Introducción de feldespatos alcalinos es evidente en la matriz y en algunos fenocristales de feldespatos relativamente frescos subhedrales caolinitizados e invariablemente maclados según la ley de Carlsbad. Estos fenocristales en parte parecen haberse formado a expensas de plagioclasa; sus características ópticas corresponden más a las de los feldespatos alcalinos sódico-potásicos, planteándose en consecuencia la existencia de un metasomatismo silíceo-alcalino, asociado al fenómeno de alteración (Fig. 4).

La muestra M2 corresponde a una dacita lítica porfirítica compuesta por abundantes fenocristales de cuarzo primario anhedral mostrando efectos bien desarrollados de corrosión-reabsorción, restos de plagioclasa extensamente se-

ricitizados, esporádicos cantos de cuarcita (?) venas de cuarzo de espesor variable y abundante pirita en cristales euhedrales aislados y en venas en una matriz fina de cuarzo, plagioclasa y sericita. Al igual que en la muestra M1 los efectos de silicificación y sericitización son notorios hasta destruir parcialmente la textura original de la roca (Fig. 5).

La muestra M3 corresponde a una andesita extensamente silicificada compuesta por formas subhedrales - anhedrales sericitizadas a partir de plagioclasa original, esporádicos fenocristales subhedrales un tanto difusos de feldespato alcalino, venas de cuarzo y pirita euhedral distribuida por toda la roca, todo en una matriz fina de cuarzo, plagioclasa, sericita y abundante carbonato con esporádicos cristales subhedrales de zircón. Al igual que en la muestra M1, en esta muestra se observan buenas evidencias de lo que podrían ser efectos de metasomatismo silíceo-alcalino (Fig. 6).

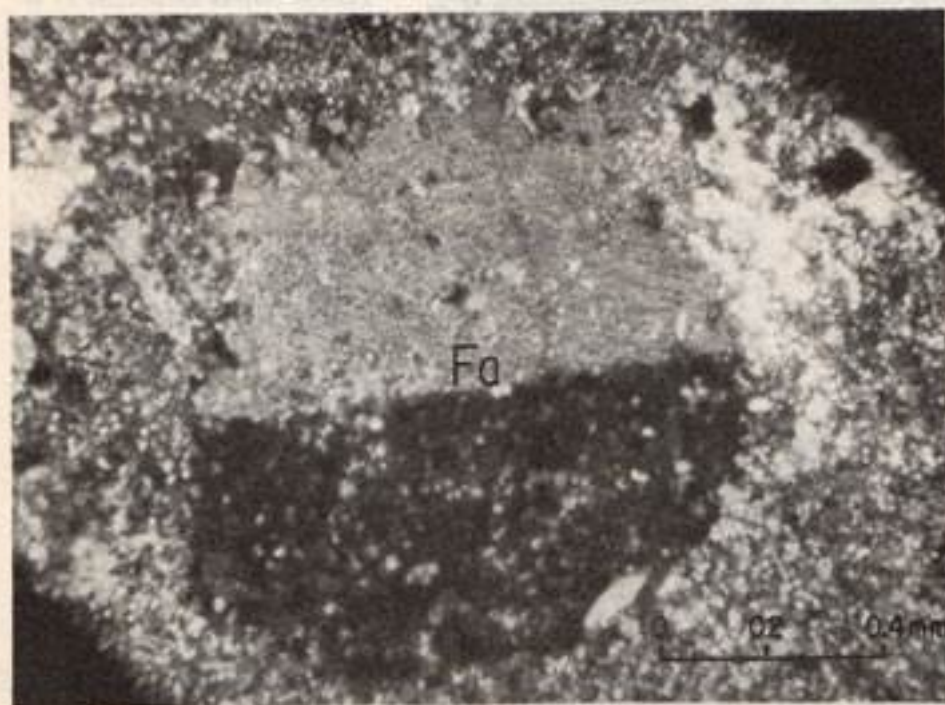


FIGURA 4. M1.—

Dácita Porfirítica. Fenocristal subhedral de feldespato alcalino (Fa) maclado según Carlsbad en matriz fina de cuarzo, plagioclasa, sericita y pirita.

nicoles X
10x 6.3

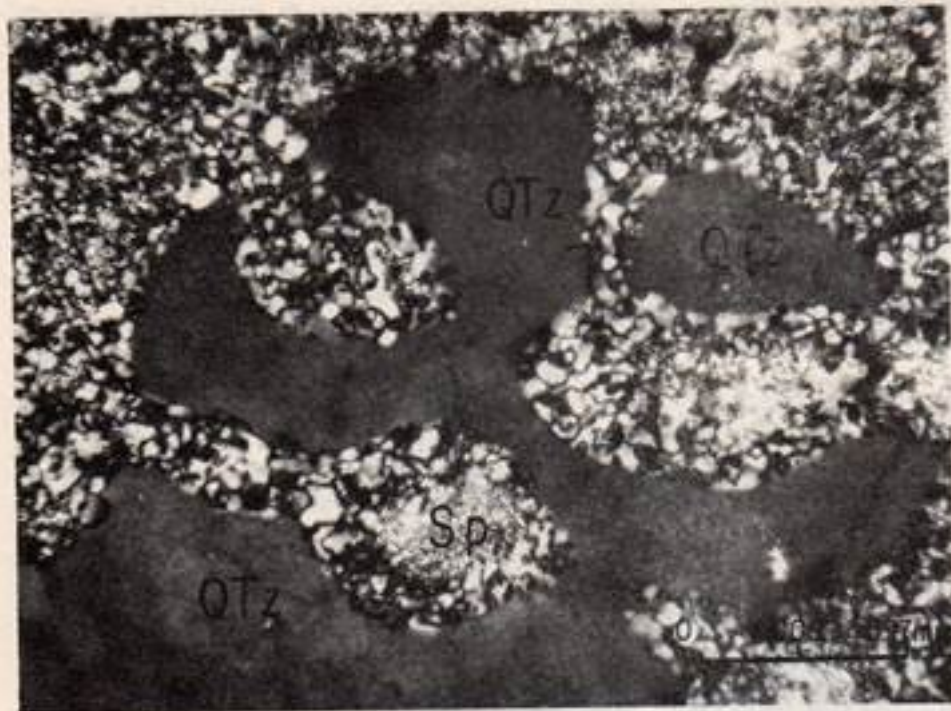


FIGURA 5. M2.—

Dacita Lítica Porfírica. Fenocristales de cuarzo anhedral (QTz) mostrando estado avanzado de corrosión - absorción, en matriz de grano fino a base de cuarzo, feldespato y sericita. Se observan además formas anhedrales de sericita (Sp) posiblemente según plagioclasa.

nicoles X
10 x 16

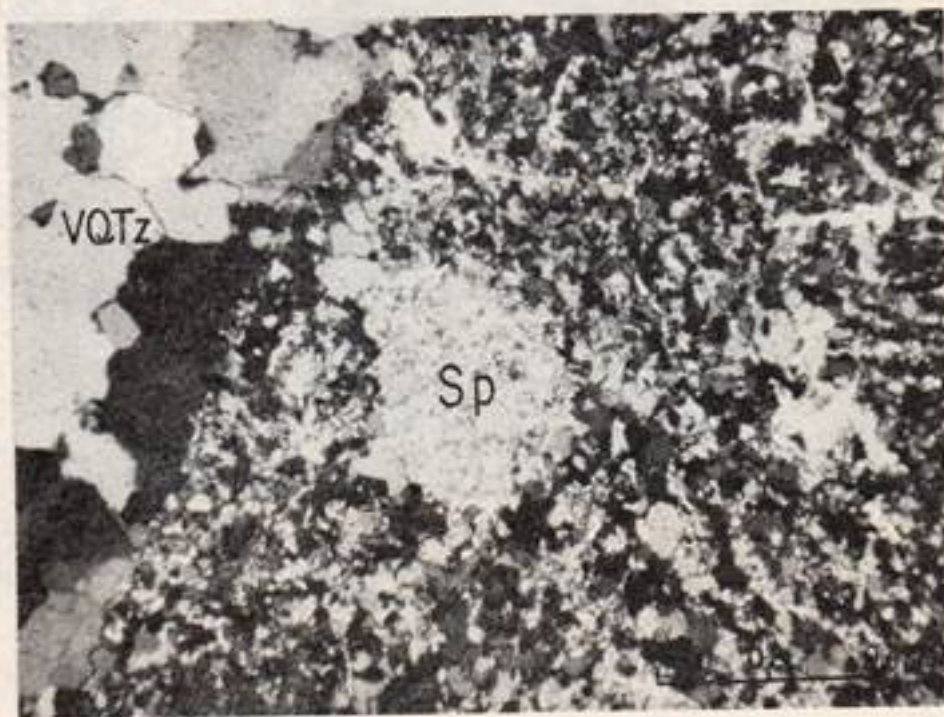


FIGURA 6. M3.—

Andesita. Fenocristales anhedrales sericitizados probablemente según plagioclasa (Sp) dentro de una matriz fina de cuarzo, feldespato, sericita, carbonato y pirita, afectada por venas de cuarzo (VQTz) de magnitud variable.

nicoles X
10x6.3

RESULTADOS Y DISCUSION DE LOS DATOS ANALITICOS.

Tabla No. 1

Muestra No.	Peso fundido g.	o/o K**	$^{40}\text{Ar rad}$ $\times 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ STP/g}$	o/o ^{40}Ar Atmos	Relaciones Isocrónicas		Edad m. a.	1σ error m. a.
					$^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ $\times 10^5$	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ $\times 10^3$		
M1*	1.1014	4.090	28.282	1.3	22.958	21.648	170	± 2
M2*	0.6277	2.671	18.743	2.6	11.515	11.164	172	± 2
M3*	0.7507	1.276	9.573	3.5	7.917	8.286	183	± 3

Tabla No. 1.- Datos Analíticos y edades K/Ar calculados para rocas ígneas con alteración hidrotermal asociadas al sistema de pórfido de cobre y molibdeno de Mocoa.

Constantes utilizadas: $\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$; $\lambda_{\beta} = 4.962 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$; $40k = 1.167 \times 10^{-4} \text{ K Total}$

* Malla utilizada: -80 + 100. Los sulfuros fueron separados con tetrabromoetano

** Determinado por fluorescencia de rayos X en el duplicado.

Las muestras fueron analizadas por el método K/Ar en roca total, en el departamento de Geología de la Universidad de Queen's en Canadá por E. Farrar. Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla No. 1

Las edades obtenidas corresponden al Jurásico Medio Inferior, según la escala de tiempo de Van Eysinga (1975). Farrar considera dos posibilidades para la interpretación de los datos en la Tabla 1: 1- Teniendo en cuenta la correspondencia de edades entre las muestras M1 y M2 de 170 y 172 m.a. respectivamente, a pesar de la divergencia en sus contenidos de potasio, concluye que estas edades "serían el mejor estimativo de la edad de intrusión", a pesar de notar la alteración de las muestras. 2- Observando que existe una correlación inversa entre el contenido de potasio y la edad de las muestras concluye que una interpretación de tipo isocrónico, que daría como resultado una edad de 150 m.a., puede ser aplicable.

Los autores consideran que los eventos datados tienen

un rango entre los 183 m.a. y los 150 m.a. y representan cualquier período entre la consolidación de la roca y el evento hidrotermal.

La ubicación, forma, orientación y composición del Batolito de Mocoa muestran marcadas semejanzas con las de otros cuerpos intrusivos a lo largo de la Cordillera Central; esta semejanza parece ser más notoria con el Batolito de Ibagué, del cual podría ser su continuación sur. Lo anterior sugiere un origen común del magmatismo posiblemente relacionado a un proceso de subducción desarrollado durante el Jurásico (Jaramillo y Escovar, 1980). Las edades obtenidas en Mocoa son mayores que las del Batolito de Ibagué, las cuales oscilan alrededor de 145 m.a. (Barrero y Vesga, 1976). Sin embargo, si se considera la alternativa de 150 m.a. esta edad sería similar a la obtenida para el Batolito de Ibagué. Este hecho, además de las similitudes ya mencionadas, sugieren la posibilidad de que estos dos cuerpos intrusivos tengan un origen común y por tanto una edad cercana de emplazamiento.

Los cuerpos de tamaño batolito datados en la Cordillera Oriental (Batolitos Mesozoicos dentro del Macizo de Santander) dan una edad más antigua que la del Batolito de Ibagué (172 ± 6 y 193 ± 7 m.a., Goldsmith y otros, 1971). Si se tiene en cuenta que las muestras de Mocoa fueron tomadas en zonas de alteración hidrotermal es probable que la datación refleje la edad de esta alteración. Así, los intrusivos serían algo más antiguos, de edad cercana a los de la Cordillera Oriental y por tanto existe también la posibilidad de que el Complejo de Mocoa pertenezca al ambiente del borde occidental de la Cordillera Oriental.

Sin embargo, se hace indispensable conocer las características de los plutones del borde occidental del Macizo de Garzón (ambiente Cordillera Oriental?) para así poder establecer si existen diferencias con los de la Cordillera Central y el significado de dichas diferencias.

CONCLUSIONES

- Los procesos de alteración-mineralización conocidos en el prospecto de tipo pórfido de cobre-molibdeno en el área de Mocoa, tuvieron lugar en el Jurásico Inferior a Medio y parecen estar relacionados al magmatismo de edad similar predominante en el borde sur-oriental de la Cordillera Central y probablemente en el borde sur-occidental de la Cordillera Oriental. Esta apreciación es importante para la exploración de depósitos de tipo pórfido cuprífero en ambiente del "Cinturón Cuprífero Central" según el sentido de Jaramillo y Escovar (1980).
- La edad del magmatismo principal, estimada en 170 m.a. ó más antigua, es correlacionable en términos generales con las edades obtenidas para el borde oriental de la Cordillera Central en cuerpos tales como el Batolito de Ibagué (Barrero y Vesga, 1976) y la diorita de Montecristo (Feininger y otros, 1972) y con edades obtenidas en la Cordillera Oriental, en intrusivos dentro del Macizo de Santander y correspondientes a la orogénesis Alpina en sentido de Vesga y Barrero (1978).
- Se hace indispensable conocer las características y edades del magmatismo principal en la parte sur-oriental del Macizo Colombiano (Ej. Batolito de Mocoa), así como también estudiar el cordón intrusivo al occidente del Macizo de Garzón entre Baraya y Pitalito, para poder definir diferencias y similitudes entre estas dos provincias y entre estas con el ambiente tipo Cordillera Central.

REFERENCIAS CITADAS

- Barrero, D. y Vesga, C. J. Mapa Geológico del Cuadrángulo K-9 (Armero) y parte sur del QJ-9 (La Dorada). Bogotá: INGEOMINAS. Color. Escala 1:100.000. 1976.
- Escorche, E. Mineralización de tipo Pórfido Cuprífero, área de Mocoa, Putumayo. Informe 1785. Popayán: INGEOMINAS. Oficina Regional Popayán. 15p. 1977.
- Farrar, E. K/Ar Analytical data for Three Specimens of Mocoa área Colombia. Kingston Ontario, Canadá: Queen's University. Dpt. of Geological Sciences. Unpublished Written Communication. 1978.
- Feininger, T., Barrezo, D. y Castro, N. Geología de parte de los Departamentos de Antioquia y Caldas (Sub-zona II-B). Bogotá: INGEOMINAS. Bol. Geol. 20(2): 167p. 1972.
- Goldsmith, R., Marvin, R. F. and Mehnert, H. H. Radiometric Ages in the Santander Massif Eastern Cordillera, Colombian Andes. Denver, U.S.A. U.S.G.S. Project report, Colombia Investigations. (IR) CO-20. 15p. (Publicación restringida). 1971.
- Jaramillo, L. y Escovar, R. Cinturones de Pórfidos Cupríferos en las Cordilleras Colombianas. Informe 1801. Bogotá: INGEOMINAS. 19p. 1980.
- Jimeno L., A. y Guevara D., C. Contribución a la Estratigrafía de la Formación Post-Payandé y Cartografía al sur de Coyaima. Carta Técnica 41. Bogotá: INGEOMINAS.- Universidad Nacional. Trabajo Final. 78p. 1978.
- Sillitoe, R. H. An Appraisal of Porphyry Copper Prospects in Colombia. New York: United Nations. Unpublished Internal Report. 58p. 1978.
- An Appraisal of Porphyry Copper Prospects in Colombia: a First followup with emphasis on the Mocoa Prospect. New York: United Nations. Unpublished internal Report. 40p. 1979.
- Van Eysinga F.W.B. Geologic time table. Amsterdam: Elsevier Publishing Co. 3rd Edition. Color. 1975.
- Vesga, C. y Barrero, D. Edades K/Ar en rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera Central de Colombia y su implicación geológica. Bogotá: Resúmenes II Congreso Colombiano de Geología. Diciembre 1978.