

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN
NEVADO DEL RUIZ (13.11.85) CON BASE EN EL ANÁLISIS
DE LAS CENIZAS VOLCÁNICAS

CARLOS MACIA* & MARTHA L. CALVACHE**

MACIA, C. & CALVACHE, M.L. (1987): Consideraciones acerca de la erupción del Volcán Nevado del Ruiz (13.11.85) con base en el análisis de las cenizas volcánicas. *Geología Colombiana*, No. 16. pp. 7 - 15. 1 Fig., 1 Lám., 1 Tabla. Bogotá.

RESUMEN

Con base en análisis químicos de elementos mayores y el examen microscópico de muestras de cenizas expulsadas por el Nevado del Ruiz durante la actividad volcánica asociada a la erupción del 13 de Noviembre de 1985, se encuentra que el material expulsado no presenta diferencias en las características composicionales con respecto al registro magmático anterior, el cual está representado por depósitos de tefras, cenizas y lavas andesíticas. Se discute brevemente su posible significado con respecto a la reactivación del Volcán.

ABSTRACT

Based on chemical analyses of major elements and microscopic examination of ashes ejected by the Nevado del Ruiz Volcano during the associated volcanic activity related to the eruption of Nov. 13. 1985, it has been found that the present magmatic activity revealed no compositional difference with respect to the former magmatic events represented by tephra, ash and andesitic lava flows. It is discussed their possible significance with respect to the Volcano reactivation.

* Departamento de Geociencias, Universidad Nacional, Apartado 14490, Bogotá.

** INGEOMINAS, A.A. 4865, Bogotá.

INTRODUCCION

Ante la crítica situación resultante de la reactivación del Volcán Nevado del Ruiz¹, esperamos que algunas sencillas consideraciones teóricas, basadas en análisis de piroclastos del Ruiz, así como los datos analíticos mismos, podrían ayudar en la difícil e incierta tarea de "predecir" el comportamiento volcánico del Ruiz y el riesgo inevitable que conlleva. La falta de información se presenta como una de las deficiencias mayores en el estudio del Volcán; por esto, es necesario que aquella que se obtenga, aunque insuficiente se de a conocer.

La pronta y amable colaboración del Laboratorio Químico de INGEOMINAS ha permitido la obtención de los resultados de análisis químicos que se consignan en este artículo, complementándolos con observaciones microscópicas de las mismas muestras.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PROCESOS VOLCANICOS DEL RUIZ

Por los estudios de Herd (1974), Jaramillo (1980), Ramírez (1982), Thouret (1983), Thouret et al (1985), Parra & Cepeda (1987) entre otros², se conoce que el Ruiz se ha formado por un magmatismo andesítico, inicialmente con unas lavas más básicas, seguidas por un enorme volumen de flujos de lavas andesíticas con episodios explosivos que generaron depósitos piroclásticos (Calvache & Monsalve, 1982) también de composición andesítica que se intercalan con los flujos de lava en un conjunto que constituye la mayor parte del edificio volcánico (estratovolcán) para culminar con una etapa explosiva asociada al emplazamiento de domos y emisiones piroclásticas de andesitas silíceas y dacitas, que produjeron capas de tefras y cenizas episódicas cubriendo parcialmente el aparato volcánico del Ruiz. Las cenizas expulsadas durante estos episodios explosivos han alcanzado vastas regiones del Tolima, el Viejo Caldas así como sectores de la Sabana de Bogotá y otras regiones tan distantes como las alcanzadas por las cenizas de la erupción del 13.11.85 (V. Eslava, 1986). Este es por supuesto, un

esquema superficial muy general y seguramente los estudios vulcanológicos que se desarrollen en el Ruiz nos mostrarán una historia mucho más precisa y compleja.

El proceso causante de los cambios en los productos observados ha sido interpretado de distinta forma. Según Jaramillo (1980) se trata de magmas diferentes, y por lo menos en algunas etapas, con mezcla entre ellos; según otros autores, como Ramírez (1982) los cambios obedecen a un proceso de diferenciación magmática.

Si se tratara de un proceso de diferenciación magmática, secular, paulatinamente cambiante, iniciado con las andesitas básicas más antiguas, pasando por andesitas, andesitas silíceas y llegando hasta dacitas (Thouret, 1983, menciona riolitas, aunque su presencia no ha sido aún efectivamente comprobada), habría ocurrido un incremento gradual de la acidez (SiO_2) que debería (?) continuar con la etapa actual. En otras palabras, de estar en curso el proceso de enriquecimiento en sílice, podría esperarse que las erupciones venideras correspondieran a explosiones mucho más violentas que las conocidas hasta ahora en la región del Ruiz. No obstante, no hay ninguna certeza de que tal evolución haya ocurrido entre la erupción de Noviembre de 1985 y las anteriores, o que vaya a ocurrir hacia el futuro próximo. Los resultados analíticos nos muestran por el contrario que no han tenido lugar tales cambios composicionales, y que el material expulsado por eventos explosivos de tiempos histórico-prehistóricos y los actuales, es en general bastante similar. Si la diferenciación hiciera referencia únicamente al magma actualmente activo dentro de la cámara magmática del Ruiz, futuras erupciones, dentro de esta misma actividad, deberían ser menos ácidas y menos explosivas, puesto que ascenderían los materiales cada vez más profundos (dentro de la cámara), o que en caso de no ser más básicos, estarían por lo menos empobrecidos en gases por la actividad eruptiva que se ha venido presentando, con lo cual debería disminuir el potencial explosivo del magma en ascenso. Una situación similar se ha observado recientemente en el Volcán Santa Helena (Lipman et al, 1981; Kuntz et al, 1981).

1) De acuerdo con el testimonio de habitantes de la región del Ruiz los primeros síntomas se comenzaron a detectar desde el 22 de Diciembre de 1984, cuando se presentaron sismos locales sucesivos, ruidos subterráneos, reactivación de las fumarolas del cráter activo, cambios morfológicos locales del mismo (Cráter Arenas) con emisión de "lodos" azufrados, recubrimiento de azufre del manto de nieve y hielo del volcán. Toda esta actividad se mantuvo irregular e intermitentemente hasta la del 13 de Noviembre de 1985, continuando hasta hoy con algunas emisiones de cenizas de menor magnitud.

2) Dada la gran afluencia de investigadores que han venido a estudiar la actividad del Ruiz, seguramente se están omitiendo las contribuciones de algunos de ellos.

Otros procesos petrogenéticos no permiten por ahora emitir apreciaciones acerca de la composición del posible magma generado y actualmente en ascenso, si es que esa generación ocurrió y no se trata de un magma "antiguo" que ha sido reactivado. Por ejemplo, procesos de fusión parcial pueden generar diversos tipos de magmas en diferentes momentos, desde los andesíticos hasta los riolíticos, con el desarrollo de actividades volcánicas acordes con la composición del magma generado.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los análisis químicos de elementos mayores en muestras de cenizas de las extrusiones de septiembre y Noviembre de 1985 (Ver Fig. 1 y Tabla 1) muestran que se trata de andesitas silíceas hasta dacitas y que no hay diferencias composicionales claras con respecto a los materiales anteriormente expulsados durante la formación del Volcán Nevado del Ruiz.

La composición mineralógica de las cenizas indica que son el producto de la desintegración explosiva de un pómez, mineralógicamente igual al que se encuentra en las tefras de emisiones anteriores al 13 de Noviembre de 1985 (Ver Anexo I y Lámina 1).

La erupción del 13.11.85 arrojó cenizas finas y limo por gran fraccionamiento de material preexistente de líticos en una fase freatomagmática. Seguidamente ocurrió una fase con características sub-plinianas una vez que el magma ascendente fue involucrado directamente en el evento (Calvache, 1987). Es claro entonces que magma, como tal, si salió en esta erupción, formó tobas soldadas y estuvo asociado también con la formación de la columna de erupción y de flujos piroclásticos relacionados con la fase pliniana; no es claro, sin embargo, que este magma haya sido generado recientemente, ya que puede tratarse de magma que se encontraba en un sitio profundo en reposo (?) durante largo tiempo, posiblemente con algo de diferenciación (?), y que pudo quizá ser empujado por un nuevo aporte, o por cualquier otro fenómeno desestabilizante del "equilibrio" en que se encontraba.

De acuerdo con Melson & Jerez (1986), el bajo contenido de gases en las inclusiones fluidas del pómez hace pensar más bien en material magmático atrapado en la parte superior del conducto como remanente de una "última" erupción. Asimismo, la enorme cantidad de

gas asociada a toda la reactivación volcánica desde Diciembre de 1984 y especialmente durante la erupción del 13.11.85, no se puede explicar con volúmenes razonables de magma ascendiendo y desgasificándose (Krueger, 1986), sino que sugiere proceso de acumulación y limpieza de grandes volúmenes de azufre por tiempos relativamente largos, los cuales habrían sido acelerados posiblemente a causa de una nueva recarga en niveles inferiores del aparato volcánico y de cuyas características aún no se tendría información.

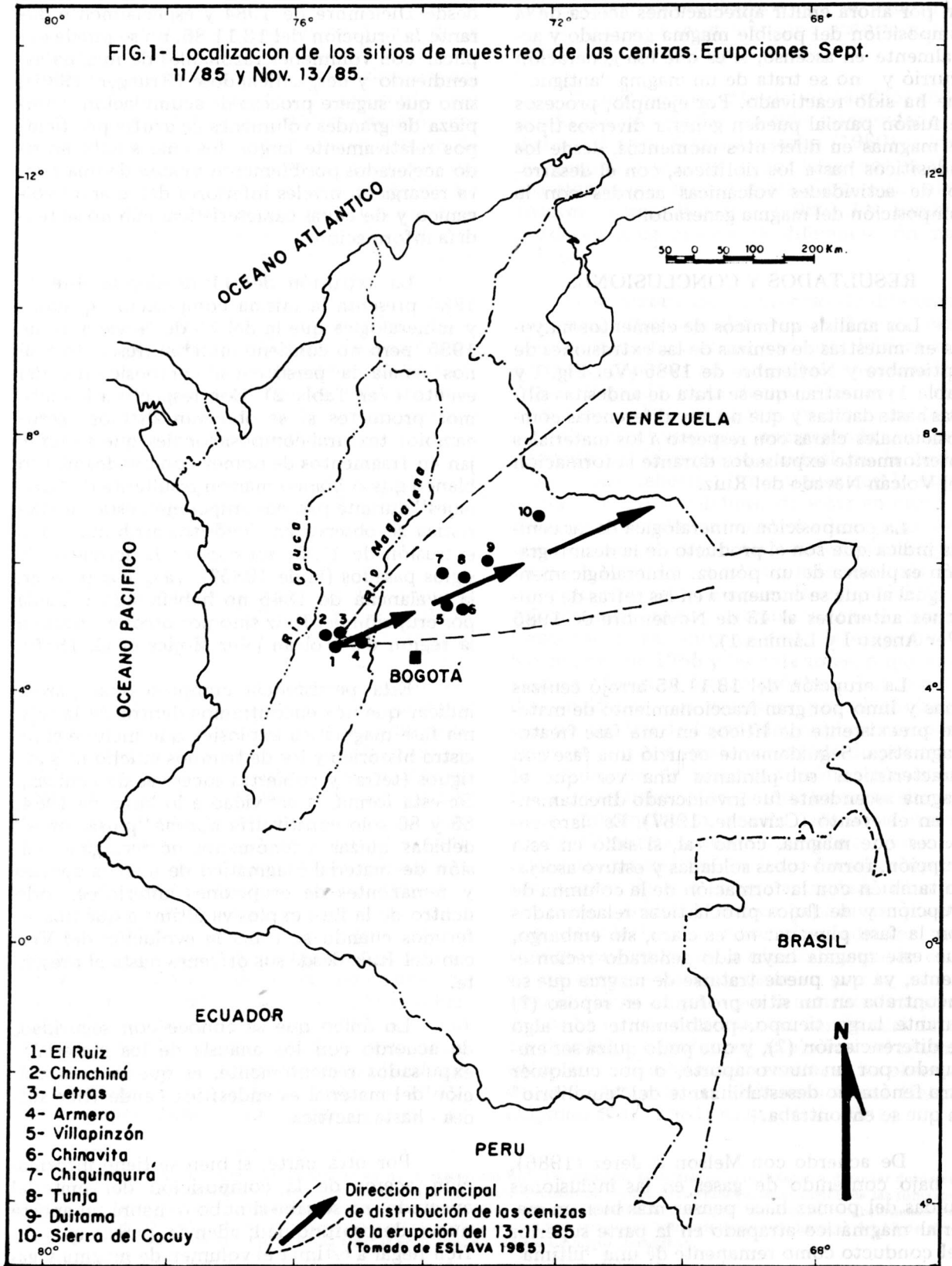
La extrusión del 11 de Septiembre de 1985 presenta la misma composición química y mineralógica que la del 13 de Noviembre de 1985, pero no contiene material fresco, lo cual nos señala la persistencia composicional del evento (Ver Tabla 2). Con respecto a los últimos productos sí se observan algunos ligeros cambios textural-composicionales que se reflejan en fragmentos de pómez con bandeamiento blanco-gris o blanco-marrón resultante de "drenajes" durante pasadas erupciones; esta característica se observa en depósitos atribuibles a la extrusión de 1595, así como a la actividad de siglos pasados (la de 1985?), ya que al parecer, la avalancha de 1845 no habría sido causada por erupción del Ruiz sino por otros eventos en la región del Volcán (Ver Mojica et al, 1985).

Esta persistencia composicional parece indicar que nos encontramos dentro de la misma fase magmática explosiva que incluye el registro histórico y los de tiempos mucho más antiguos (tefras y cubiertas sucesivas de cenizas). De esta forma, la actividad a lo largo de 1984, 85 y 86 solo constituiría nuevas "pulsaciones" debidas quizás a fenómenos de recarga-expulsión de material magmático de nuevos aportes y remanentes de erupciones anteriores, todo dentro de la fase explosiva última a que nos referimos cuando se toma la evolución del Volcán del Ruiz desde sus orígenes hasta el presente.

Lo único que se conoce con seguridad, de acuerdo con los análisis de los materiales expulsados recientemente, es que la composición del material es andesítica - andesítico silícea - hasta dacítica.

Por otra parte, si bien se tiene información acerca de la composición del material eyectado, no se sabe si hubo o habrá un aporte nuevo de profundidad; además, parece muy difícil llegar a estimar el volumen de magma y gases que se encuentra en movimiento en profun-

FIG.1- Localización de los sitios de muestreo de las cenizas. Erupciones Sept. 11/85 y Nov. 13/85.



- 1- El Ruiz
- 2- Chinchiná
- 3- Letras
- 4- Armero
- 5- Villapinzón
- 6- Chinavita
- 7- Chiquinquirá
- 8- Tunja
- 9- Duitama
- 10- Sierra del Cocuy

Dirección principal de distribución de las cenizas de la erupción del 13-11-85 (Tomado de ESLAVA 1985)

TABLA 1: Análisis Químico de elementos mayores. Cenizas de erupciones recientes del Ruiz.

	Cráter Arenas Sep.11.85	Chinchiná Sep.11.85	Cráter Arenas Nov.13.85	Páramo Letras Nov.13.85	Chiquinquirá (Acueducto) Nov.13.85	Villapinzón Ventaquemada (Carr.km.5) Nov.13.85	Chinavita Nov.13.85	Tunja (Licorera) Nov.13.85	Duitama (Bonza) Nov.13.85	El Pulpito (Sra. del Cocuy) Nov.13.85
SiO ₂	60.04	58.22	59.50	58.65	61.36	64.64	62.93	64.21	62.70	63.57
Al ₂ O ₃	14.83	14.45	15.49	16.43	16.43	15.87	16.24	16.24	16.43	16.62
CaO	5.17	5.07	6.02	6.16	5.32	4.48	4.62	4.48	4.62	4.58
MgO	2.76	2.27	5.97	5.30	3.32	2.32	2.83	2.32	2.83	2.49
Na ₂ O	3.13	3.00	3.57	3.71	3.84	3.88	3.96	3.83	3.90	3.83
K ₂ O	1.91	1.84	1.99	1.83	2.79	2.77	2.78	2.41	2.82	2.59
Fe ₂ O ₃ *	4.72	4.54	6.91	6.16	4.93	4.32	4.52	4.46	4.58	4.50
SO ₃	4.36	5.65	—	—	0.43	0.39	0.10	0.38	0.28	—
Cloruros	—	—	—	—	0.58	0.19	—	—	—	—
Pérdidas	4.00	5.20	—	—	—	—	—	—	—	—
Pérdidas	4.00	5.20	—	—	0.76	0.88	0.84	0.41	0.70	0.78
	100.92	100.24	99.45	98.24	99.76	99.74	98.82	98.62	98.86	98.96

*Fe₂O₃ = Hierro Total.

Pérdidas: Al calcinar a 100° C se pierden H₂O, H₂O⁻, azufre, posibles sulfuros (?) y cloruros de bajo punto de fusión.

La variación composicional que se observa entre la región del Ruiz y la Cundi-Boyacense es atribuible a selección por transporte eólico.

La sílice resulta concentrada en el vidrio que por ser el componente más liviano llega más lejos.

DESCRIPCION DE LAS MICROFOTOGRAFIAS - LAMINA 1

- FOTOGRAFIA 1.** Chiquinquirá. Nicoles II. 1 cm = 0.06 mm
Ceniza vítrea - cristalina. Abundantes esquirlas (Shards) y fragmentos vítreos de pómez desintegrados (S), con algunos fragmentos de piroxenos (P).
- FOTOGRAFIA 2.** Armero - Tejados. Nicoles II. 1 cm - 0.06 mm
Ceniza vítrea. Esquirlas y fragmentos de formas caprichosas, vítreas de pómez desintegrado (V). Fragmentos de fenocristal de Plagioclasa (Pl).
- FOTOGRAFIA 3.** Carretera Armero - El Líbano. Nicoles X. 1 cm = 0.19 mm.
Concentrado de minerales por "lavado" de la lluvia sobre la ceniza. Cristales euhedrales de piroxenos (P), con algunos fragmentos angulares de Plagioclasa (Pl) y fragmentos líticos andesíticos (La).
- FOTOGRAFIA 4.** Duitama - Bonza. Nicoles parcialmente cruzados. 1 cm = 0.19 mm
Ceniza vítrea. Esquirlas y fragmentos de pómez (V) con algunos fragmentos de cristales de plagioclasa (Pl), Piroxeno (P) y hornblenda basáltica (H).
- FOTOGRAFIA 5.** Refugio de El Ruiz. Nicoles parcialmente cruzados. 1 cm = 0.19 mm
Ceniza y lapilli con fragmentos de pómez con fenocristales de hiperstena (P) y plagioclasa (Pl).
- FOTOGRAFIA 6.** La Olleta - El Ruiz. Nicoles parcialmente cruzados. 1 cm = 0.19 mm
Fragmentos de pómez. Nótese la textura celular del vidrio (V). Agregado glomeroporfirítico de piroxenos (P) con un cristal de olivino (O) con bordes de reacción a piroxeno. (Pl) Fenocristales de plagioclasa.

LAMINA 1

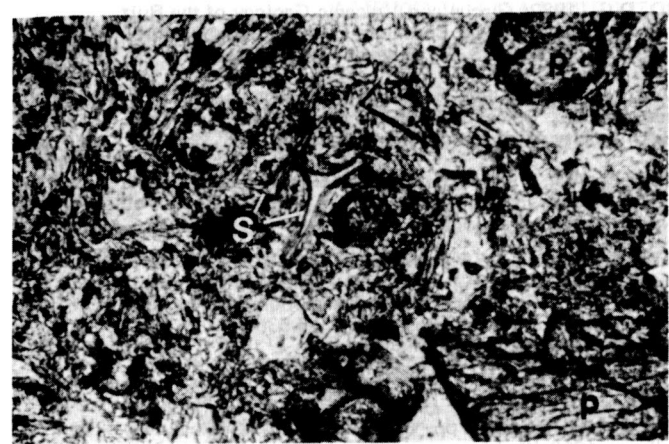


FOTO 1

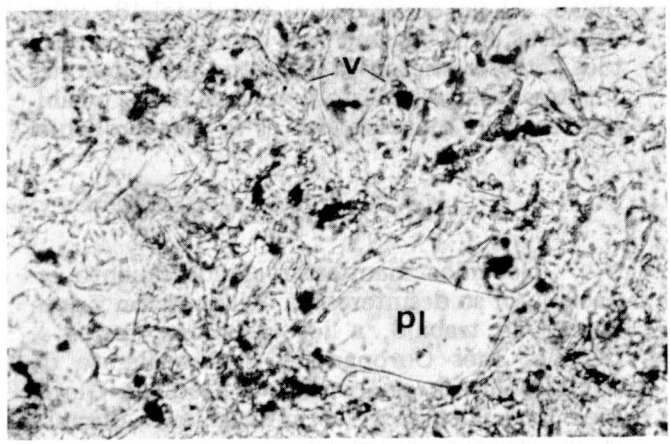


FOTO 2

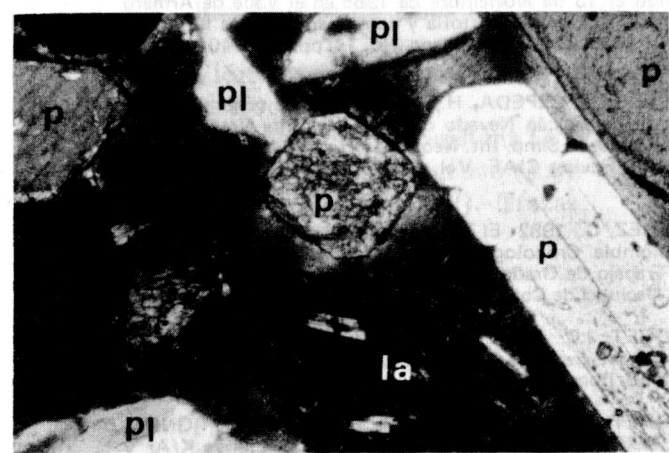


FOTO 3

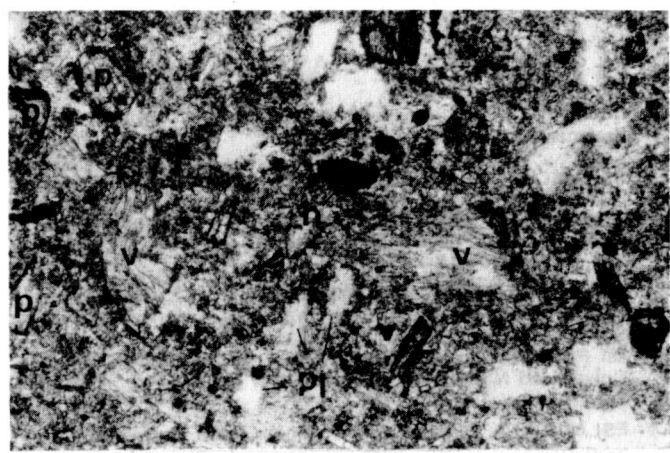


FOTO 4

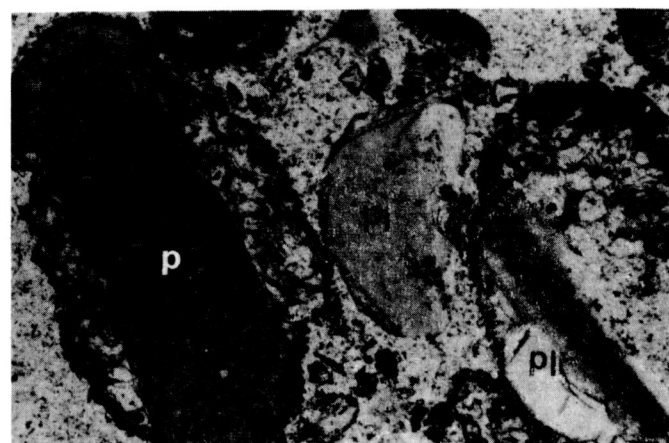


FOTO 5

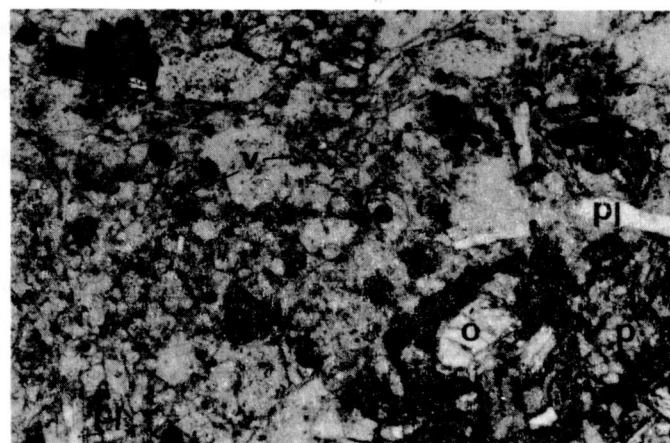


FOTO 6

didad. Al no conocerse el porcentaje de gases disueltos en el magma para determinar las posibles características y la magnitud de erupciones futuras, resulta incierto decir cuál de las posibilidades aquí mencionadas es la más probable.

AGRADECIMIENTOS

Debemos manifestar agradecimiento especial, por su desinteresada colaboración y gran ánimo de trabajo, a los químicos Carlos J. Cedeño, Inés Coronado y Alvaro Barato de INGEOMINAS, así como a la Geóloga Gloria Inés Rodríguez por sus apreciaciones durante las determinaciones microscópicas.

Las muestras analizadas fueron colectadas por Profesores de la Universidad Nacional - Manizales, el Geólogo Carlos Bolívar de la CAR, el Profesor Dr. R. Joswig del Colegio Andino - Bogotá y los autores de este escrito.

REFERENCIAS CITADAS

- BEST, M.G., 1982: *Igneous and Metamorphic Petrology*. W.H. Freeman and Co., New York. 623 pp
- CALVACHE, M.L., 1982: Depósitos piroclásticos asociados a la erupción del 13 de Noviembre 1985, en el Nevado del Ruiz, Colombia. *Memorias Simp. Int. Neotect. y Riesgo Volc.* 1-3 Diciembre 1986, *Revista CIAF*, Vol. 11, Tomo II (1-3), pp. 94-114, 6 Figs., Bogotá.
- CALVACHE, M.L. & MONSALVE, M.L., 1982: Geología, petrografía y análisis de xenolitos en el área A (zona de Manizales) del proyecto geotérmico en la región del macizo volcánico del Ruiz. Trabajo de Grado (inédito), Depto. de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia. 117 pgs., 54 Figs., 1 mapa. Bogotá.
- ESLAVA, J.A., 1985: Consideraciones sobre los aspectos meteorológicos y efectos relacionados con la dispersión de fragmentos y gases emitidos por el Volcán Arenas del Nevado del Ruiz el 13 de Noviembre de 1985. *Geol. Colombiana*, No 14, pp. 165-173, 4 figs., Bogotá.
- HERD, D.G., 1982: *Glacial and Volcanic Geology of the Ruiz Tolima Volcanic Complex*, Cordillera Central, Colombia. *Publ. Geol. Esp. INGEOMINAS*, No. 8, pp. 1 - 48, Bogotá.
- JARAMILLO, J.M., 1980: *Petrology and Geochemistry of the Nevado del Ruiz Volcano*, Northern Andes, Colombia. Ph.D. Thesis University of Houston, Houston. 167 pp.
- KRUEGER, A.J., 1986: The sulfur dioxide content of the Ruiz eruptions. *EOS Transactions, Amer. Geoph. Union*, Vol. 67, No. 16, p. 403, Washington.
- KUNTZ, M.A., POWLEY, P.D., MACLEOD, N.S., REYNOLDS, R. L., McBRÖOME, L. A., KAPLAN, A. M. & LIDKE, D. J., 1981: Petrography and particle-size distribution of pyroclastic flow, ash cloud and surge deposits. pp. 525-539 *en* U.S. Geol. Survey Prof. Paper 1250, Washington.
- LIPMAN, P.W., NORTON, D.R., TAGGART, J.E., BRANDT, E.L. & ENGLEMAN, E.E., 1981: Compositional variation in 1980 magmatic deposits. pp. 631-640 *en* U.S. Geol. Survey Prof. Paper 1250, Washington.
- MELSON, W.G. & JEREZ, D., 1986: Largely degassed magma of the 13 Nov. 85. Plinian phase of Ruiz Volcano, Colombia. *EOS Transactions, Amer. Geoph. Union*, Vol. 67, No. 16, p. 406, Washington.
- MCJICA, J., COLMENARES, F., VILLARROEL, C., MACIA, C. & MORENO, M., 1985: Características del flujo de lodo ocurrido el 13 de Noviembre de 1985 en el Valle de Armero (Tolima - Colombia). *Historia y comentarios de los flujos de 1595 y 1845. Geol. Colombiana*, No. 14, pp. 107-140, 23 figs., Bogotá.
- PARRA, E. & CEPEDA, H., 1987: Aspectos generales de la erupción del volcán Nevado del Ruiz el 13 de Noviembre de 1985. *Memorias Simp. Int. Neotect. y Riesgo Volc.* 1-3 Diciembre 1986, *Revista CIAF*, Vol. 11, Tomo II (1-3), pp. 146-160. Bogotá.
- RAMIREZ, C., 1982: *El Vulcanismo Neogénico y Cuaternario de Colombia Cronología y Caracterización Químico-Petrográfica*. Trabajo de Grado Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia. 165 pp. (Inédito), Bogotá.
- THOURET, J.C., 1983: Presentación Geológica y Geomorfoestructural *en* Estudios en Ecosistemas Tropoandinos. Vol. 1, pp 48-55, Bogotá.
- THOURET, J.C., MURCIA, A., SALINAS, R. & PERIGNON, N.V., 1985: Cronoestratigrafía mediante dataciones K/Ar y ¹⁴C de los volcanes compuestos del Complejo Ruiz - Tolima y aspectos volcano-estructurales del Nevado del Ruiz (Cordillera Central - Colombia). *Memorias Sexto Congreso Latinoamericano de Geología*, pp. 393-452. Bogotá.