

LA PETROGRAFIA DEL CERRO TUPUNGATO Y DE OTRAS ROCAS EFUSIVAS DE LA REGION

(PROVINCIA DE MENDOZA)

POR EMILIO F. GONZALEZ DIAZ

Dirección Nacional de Geología y Minería

ABSTRACT

The petrographic features of Cerro Tupungato (Province of Mendoza), are described. The rocks are mainly andesites and basandesites together with some basalts of uncertain ubication. Chemical data of rocks are checked with analysis of rocks from a neighbor volcano (Mesón San Juan) and also with world-average andesites and basalts. The age of the lava dome (the author opposes to the idea of a stratovolcano) should be Pliocene. Other Miocene intrusive rocks of mesosilicic composition (quartzdiorites and tonalitic porphyrs), which are thought to be genetically related with the volcanic association of Cerro Tupungato, are described. Chemical analysis of the studied rocks and the Mesovariscic-Acid-Vulcanites are added.

RESUMEN

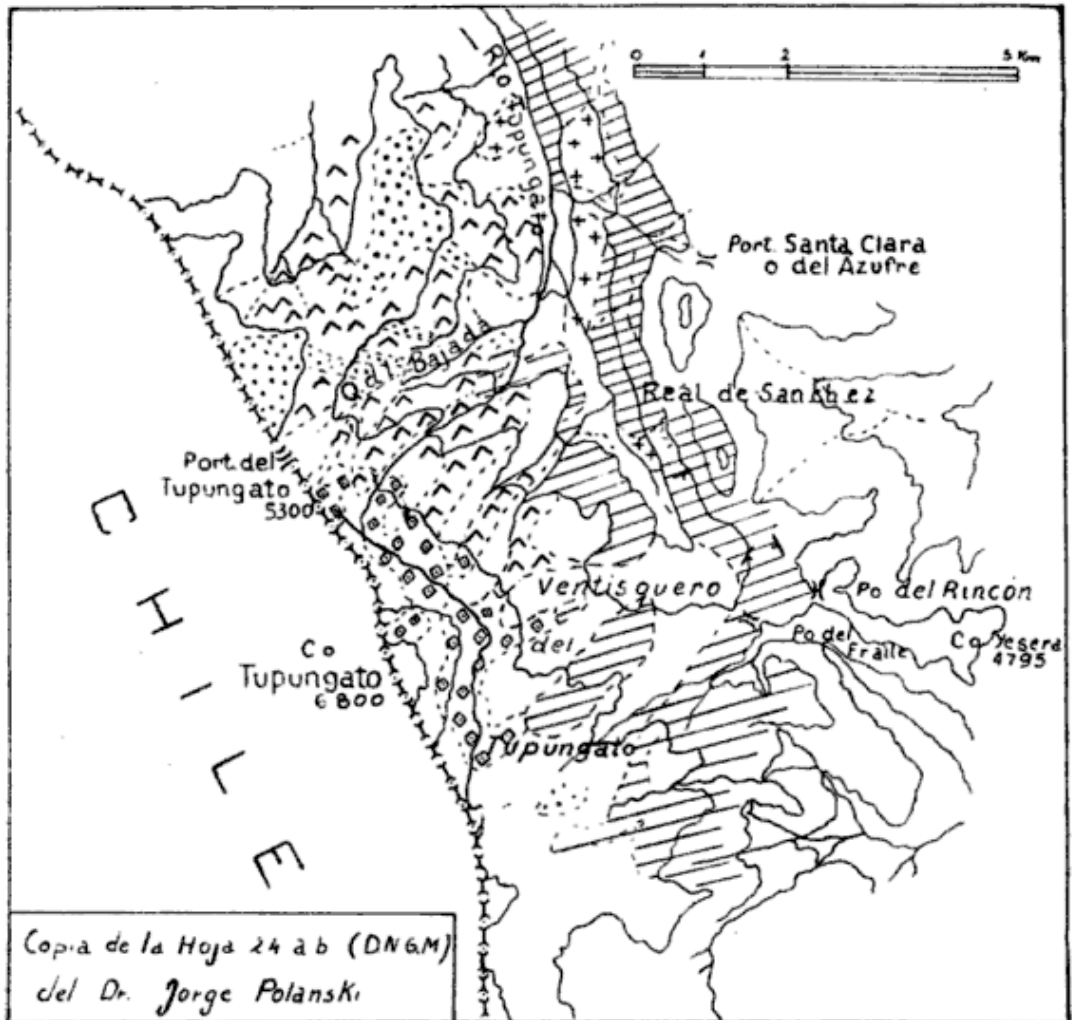
El cerro Tupungato es un domo lávico andesítico-basáltico, con neto predominio del primer tipo de roca; y no liparítico, o por lo menos ácido, como se sustentaba hasta ahora. La presencia de mucho cuarzo normativo en rocas vitrofíricas permite inferir afinidades dacíticas en algunas de las muestras.

La erupción es anterior al englazamiento de la zona, habiéndose elevado el domo con probabilidad en el Plioceno inferior a medio.

Los análisis químicos, los cálculos y diagramas basados en los mismos y el estudio de los cortes, permiten prever una relación de consanguinidad entre las rocas volcánicas del Tupungato y las del Mesón de San Juan, adelantándose la idea de que, con ulteriores estudios, pueda la misma ser extendida a otros volcanes terciarios de la Cordillera, aún no bien conocidos.

Aparentemente existe una relación o afinidad química y petrográfica entre las rocas intrusivas mesosilíceas miocenas y la "Asociación Volcánica Pliocena" (Polanski 1957 b).

GEOLOGIA DEL CERRO TUPUNGATO



- | | |
|--|---|
| MORENAS o NIELO | ASOCIACION VOLCANICA DEL Co. TUPUNGATO (PLIOCENO) |
| INTRUSIVAS MESOSILICEAS DEL N DEL C° TUPUNGATO | GRANITO TARDIO-VARISCICO |
| VULCANITAS ACIDAS MESOVARISCICAS | CARBONICO INFERIOR (FORMACION ALTO TUPUNGATO) |

Geología del Cerro Tupungato

INTRODUCCION

Es propósito de este trabajo contribuir a la petrología del Cerro Tupungato, como complemento del estudio geológico regional de las Hojas 24 *a-b*, realizado por el Dr. Jorge Polanski por cuenta de la Dirección Nacional de Geología y Minería.

Se agregan además, las descripciones y análisis químicos de otras rocas magmáticas, aflorantes en las cercanías del domo del Tupungato. Las mismas están representadas — en orden de edad decreciente — por las *Vulcanitas Acidas Mesovariscicas* (que conjuntamente con las sedimentitas de la formación "Alto Tupungato" y las intrusivas de un gran batolito granítico, integran la llamada estructura de la Cordillera Frontal), y por un conjunto de pequeños cuerpos y diques (*Intrusivas del Norte del Tupungato*), afines con una composición tonalítica o diorítica cuarzosa.

Se incluye un estudio completo de dos muestras del Mesón San Juan, cuerpo volcánico vecino, ubicado un poco al sur del Cerro Tupungato.

Este trabajo intenta ser una contribución al problema de la definición litológica, de las distintas unidades eruptivas del gran ciclo efusivo del Terciario superior en la Alta Cordillera de Mendoza. El volcán Tupungato es uno de sus elementos mayores y su conocimiento más en detalle, es uno de los principales pasos en ese sentido.

La tarea de laboratorio comprendió el estudio microscópico de 59 muestras, el cálculo de las normas de análisis químicos seleccionados, su representación en diagramas y la realización de 44 análisis químicos, efectuados estos últimos en el Laboratorio Químico de la Dirección Nacional de Geología y Minería. Quede constancia del particular agradecimiento al doctor Jorge Polanski, quien sugirió la idea de encarar este trabajo, y autorizó la inserción en el mismo, del mapa geológico de la zona del cerro Tupungato, que forma parte de su relevamiento de las Hojas 24 *a-b* (Dirección Nacional de Geología y Minería). Quede también constancia, de la colaboración prestada por el doctor Bernabé Quartino.

I) CONSIDERACIONES GENERALES

El cerro Tupungato se ubica en el límite argentino-chileno aproximadamente en la latitud S de $33^{\circ}30'15''$ y en los $70^{\circ}46'$ de longitud W; su cumbre alcanza la cota de 6.800 metros.

Constituye en esencia un domo lávico asentado sobre una planicie de destrucción de edad probablemente cógena (Polanski, 1956 b) que representa tal vez una peniplanicie regional, que se destaca por la "constancia de cumbres" de esta parte de la Cordillera Frontal. La "base" sobre la que se asienta el volcán es compleja en su naturaleza, estando integrada por formaciones de edad y litología diversas, según las investigaciones de Polanski. (Formación Alto Tupungato = Carbónico Inferior y Vulcanitas Ácidas Mesovariscicas, que progresivamente desaparecen hacia el sur).

El autor discrepa con el viejo concepto, de interpretar al Tupungato como un estrato-volcán (Reichert, 1927 y 1929). La supuesta sucesión lávica-piroclástica, no ha podido ser reconocida a causa de la espesa cubierta de hielo, pero parece ser prueba concluyente, el hecho de que entre todas las muestras coleccionadas, no se han hallado fragmentos piroclásticos. Por otra parte (contrariamente a lo sostenido por Reichert) no ha podido ser advertida la existencia de un cráter. Llibutry (1956), para quien el Tupungato es... "un volcán antiguo, apagado y desmantelado...", en su mapa efectuado en base a relevamientos aéreos, no señala tampoco la existencia de cráter alguno.

Debe tenerse en cuenta, además, que ante la imposibilidad del análisis directo de las rocas del cerro, las características accesorias que pueden derivarse indirectamente del tipo litológico del volcán, si bien son útiles, pueden conducir también a interpretaciones erróneas. Tal es el caso de la suposición de debilidad o incoherencia de las rocas del Tupungato (Reichert, 1927), en base a la apreciación de la cantidad de escombros que cubren los glaciares existentes, fenómeno éste que está relacionado con el desarrollo en sí, de los tipos glaciarios (*tipo andino-cubierto*: Polanski, 1954), y que resulta independiente de la compactación de las rocas aflorantes en el área, hecho éste fehacientemente corroborado por la profusión de escombros, esencialmente compuestos por ortocuarcitas y granitos, en la masa del glaciar que deriva hacia el sud, desde el Tupungato, y que posteriormente da lugar al nacimiento del río Tunuyán.

Las rocas del cerro Tupungato fueron coleccionadas en la parte inferior de la abrupta falda oriental, donde nace una quebradita de rumbo E-W, que finaliza en el llamado Real de Sánchez, ya sobre el valle del río Tupungato (fotografía 1).

Son en su mayoría andesitas y basandesitas y escasos basaltos. El muestreo ideal debería haberse efectuado en el frente de la mencionada pared oriental, libre de hielo, donde es factible individualizar



Fotografía 1. — Vista del cerro Tupungato desde Real de Sánchez. Pueden observarse por entre la cubierta de hielo, la disposición de las diversas coladas, que originaron el domo.

a simple vista (por los distintos tonos de las coladas), las sucesivas etapas que condujeron a la erección del aparato volcánico (ver fotografía 1).

Así se hubiera obtenido un muestreo sistemático de las coladas, y con ello el establecimiento de la secuencia real y total de las erupciones.

Ante la imposibilidad del escalamiento, se optó por muestrear al pie de dicha pared abrupta. La obtención de las muestras "in situ" se limita a las vulcanitas ácidas mesovariscicas del curso superior del río Tupungato y quebrada de La Bajada y a las rocas intrusivas mio-

cenizas de la parte alta de la quebrada de La Bajada. Las rocas del Mesón San Juan (T 33 y T 32) fueron coleccionadas en la parte oriental del mismo, no cubierta por el hielo, siendo las mismas, elementos integrantes del material morénico transportado por las lenguas glaciarias que bajaron del Mesón. La amplia superficie dómica del mismo se encuentra bajo el hielo, siendo por ello imposible la libre observación de su litología.

II) INVESTIGACIONES ANTERIORES

Las mismas han dejado pendiente, la solución definitiva acerca del carácter litológico del volcán Tupungato y más aún, debido a la imperfección de los muestreos por las dificultades naturales de la región, y la interpretación de la procedencia y significado de los análisis químicos de las rocas coleccionadas, han mantenido firme la idea del *carácter liparítico* del volcán (Groeber, 1951). La importancia de la modificación de este criterio, se refiere, no solamente al valor de las determinaciones petrográficas en sí, sino a la contribución para una interpretación cabal del *tipo magmático* del vulcanismo Mio-plioceno de la Alta Cordillera mendocina, de la que el cerro Tupungato es uno de sus mayores exponentes.

Reichert (1927 y 1929), presenta las descripciones megascópicas y análisis químicos de rocas, que atribuye al volcán. En la cuesta NE del Tupungato ¹ obtuvo una roca con 74 % de SiO₂ (1929, pág. 339. Tabla XX, muestra n^o 24). Otros análisis dan cifras menores en SiO₂, pero siempre dentro de un tenor elevado.

Es indudable que esas rocas no pueden ser consideradas como procedentes del Cerro Tupungato, ya que en los lugares, de donde el autor manifiesta haberlas extraído, las rocas aflorantes son parte de las formaciones más antiguas, sobre las cuales se asienta el volcán.

Además, existe falta de correspondencia entre estos análisis y los que hemos realizado. La solución de la cuestión, y de allí el origen de la equivocada suposición de un volcán liparítico, ha de hallarse en la similitud que hay entre la composición de las rocas, que según Reichert, son del Tupungato, y algunas de las vulcanitas ácidas mesovariscicas (comparar respectivamente las muestras n^o 24 y P 5 y n^o 28, y 201) ².

¹ Allí afloran en realidad, rocas ácidas mesovariscicas.

² Los números en bastardilla corresponden a análisis químicos de Reichert.

Además, Reichert, distinguía ya una "Serie permotriásica" distinta de las vulcanitas que componen el domo del Tupungato, y en cierto modo, había tenido oportunidad de reconocer el carácter más básico del volcán, en virtud de la muestra, ... "clasificada provisionalmente como basalto"... , que su compañero de tareas Hebling, halló en la cumbre.

Groeber (1951), reproduce la idea de *volcán liparítico*, al referirse al Tupungato, dando valor determinante al hallazgo de Reichert de rocas de alto tenor en SiO_2 , en alturas de los 5300 metros, cota ésta que constituye el límite superior del plano de erosión supuesto eógeno, sobre el que se erigió el aparato volcánico y que indudablemente, según lo dicho anteriormente, corresponden a vulcanitas ácidas de edad mesovariscica.

Si bien Groeber entiende que la composición mineralógica "se acerca a la dacita", subsiste la necesidad de corrección del tipo magmático del Tupungato debido al error acerca de la procedencia de las muestras, que no fueron obtenidas en la cumbre.

El hallazgo, conjuntamente con Fidalgo en 1958 de cuerpos intrusivos mesosílicos al N y NE del volcán, completa el cuadro de las unidades de rocas ígneas que enmarcan al domo volcánico del Cerro Tupungato y cuya sintética caracterización petrográfica se incluye en este trabajo. Esto último se hace dada la necesidad de establecer una distinción entre los productos de la efusión principal del Cerro Tupungato y los afloramientos más antiguos circundantes, pasibles de confusión por las dificultades de tránsito y observación de la zona.

III) EDAD DEL EMPLAZAMIENTO DEL DOMO VOLCÁNICO DEL CERRO TUPUNGATO

Los argumentos para decidir la edad de las efusiones del Tupungato, son escasos desde el punto de vista geológico.

Groeber (1951), ubica en el Neocuartario el emplazamiento del volcán Tupungato, refiriéndolo al Tilhuelitense superior. Asevera asimismo su modelamiento debido a un englazamiento "no excesivamente intenso".

Las formaciones sobre las que se asienta, son muy antiguas como para servir de referencia relativa, y su posición elevada en la Cordillera, inhibe la existencia de formaciones más modernas, que permitan el establecimiento de un límite superior a su edad. Por otra

parte, por su carácter totalmente lávico, no ha dado lugar a la presencia de depósitos piroclásticos peri-volcánicos, favorables para un análisis estratigráfico en las inmediaciones del aparato.

Quedan así en pie solamente las relaciones generales, con el vulcanismo cordillerano y los argumentos morfológicos, en relación sobre todo con el papel del englazamiento respecto de las formas del relieve.

La idea de que el Tupungato corresponde a un vulcanismo post-glacial (Reichert, 1927) es, a nuestro juicio, insostenible. Aparte del hecho innegable, de que ha obrado como barrera orográfica inhibidora del desarrollo importante del englazamiento en el cordón interno del Plata, situado más al E (Polanski, 1954), es concluyente el hecho que si el volcán fuera posterior al relieve glaciario, las coladas provenientes del domo se hubieran derramado siguiendo un curso impuesto por el relieve supuestamente pre-existente, siendo, por lo tanto, factible el hallazgo —por lo menos— de restos lávicos en los fondos de los valles, sepultando parcialmente al paisaje glaciario. Todo lo contrario, los valles muestran únicamente la morfología típica de un ciclo glaciario, que no ha sufrido ninguna interrupción. Además, encontramos las rocas volcánicas en grandes alturas (desde 5300 hasta los 6800 metros) bastante bien conservadas, salvadas de la profunda acción erosiva glacial posterior.

El domo es, pues, anterior a la elaboración del relieve, y especialmente del relieve glaciario en esta zona de la Alta Cordillera.

Que la acción erosiva ha sido intensa, ya ha sido reconocido por Reichert (1929) y por Polanski (1957), quien la extiende a todos los volcanes de su "Asociación Volcánica Pliocena".

Desde el punto de vista geomorfológico la mayoría de los volcanes de esta asociación, son ruinas de un paisaje volcánico antiguo.

Todo esto constituye de por sí, una prueba de que el vulcanismo del cerro Tupungato, es de mayor edad que el relieve cuartario. Por lo tanto, el autor considera el domo lávico del cerro Tupungato, como miembro integrante de la llamada "Asociación Volcánica Pliocena" (Polanski, 1956 b).

IV) ROCAS VOLCÁNICAS DEL CERRO TUPUNGATO

1) *Síntesis petrográfica:*

Las rocas ígneas del domo lávico del Cerro Tupungato, son en su mayoría *andesitas* y *basandesitas* (hornblendíferas y de textura hialopilitica) y escasos *basaltos* de textura intersertal.

a) *Rocas andesíticas*¹

En las andesitas y basandesitas, es neto el predominio de los componentes leucocráticos sobre los fémicos y el promedio observado en la relación *fenocristales : pasta* oscila alrededor de 30 : 70, aunque a veces la proporción de pasta es mayor.

La plagioclasa de las andesitas contiene entre 34 y 40 % An mientras que el porcentaje en las basandesitas oscila alrededor de ± 50 % An alcanzando un máximo de 56 %.

El color de estas rocas determinado por la pasta, es por lo general gris, con tonos claros a oscuros y a veces tintes gris-azulados, siendo menos frecuente los tonos castaños o rosado débil. Los fenocristales de plagioclasa son grises o blanquecinos y los fémicos (anfíbol, biotita o piroxenos) por lo general muy frescos.

Las variedades por el tipo de mineral fémico predominante son: *andesitas* hornblendíferas, hornblendo-biotíticas, hornblendo-hipersténicas e hipersténicas.

Plagioclasa: mineral más abundante ya sea en la pasta o como fenocristal. De idiomorfismo variable, son comunes los procesos de resorción por parte de la pasta, lo cual produce engolfamientos, redondeamientos y presencia de inclusiones pulverulentas.

Los mayores tamaños alcanzan a 0,4 mm \times 1,1 mm. Ello ocurre en los cristales subhedrales; en aquellos euhedrales, el máximo es de 0,01 mm \times 0,1 mm.

La *Tabla I* da idea del grado de variabilidad en la composición.

La *zonalidad* ofrece interés, ya que es frecuente en los individuos mayores y en la mayoría de los casos, con *inversiones* del contenido de An.

En cuanto a la *alteración*, es neta la diferencia entre andesitas (y basandesitas) y basaltos. La plagioclasa de aquellas es totalmente fresca y en los últimos son abundantes los reemplazos por epidoto, calcita e hidromuscovita.

Por otra parte, se hallan en los cristales de plagioclasa de las rocas andesíticas, ciertos caracteres texturales que resultan llamativos por su gran frecuencia. Son el resultado de la penetración, corrosión o aprisionamiento de vidrio. Cuando las vesículas o intercalaciones de

¹La mención de rocas andesíticas es en adelante genérica, incluyendo las andesitas y basandesitas del Cerro Tupungato.

TABLA I ¹

Valores de la composición de las plagioclasas no zonales del cerro Tupungato

Muestra	% An
T 17	± 38
T 18	± 36
T 20	± 38
T 21	± 38
T 23	± 40
T 27	± 34
T 28	± 36
T 31	± 40
T 32 (San Juan)	± 40
T 33 (San Juan)	± 38

vidrio de color caramelo pálido, siguen los planos estructurales principales de las maclas, se configura la típica estructura “en panal de abejas”, atribuida (Homma, F. 1936) a la múltiple adición de cristalititos independientes, siendo rellenos los espacios que quedan entre ellos por material vítreo. (Fotografía 2).

Más común es la distribución concéntrica de diminutas vesículas vítreas o porciones de pasta. (Fotografía 3).

Se agregan a veces granos opacos e individuos diminutos de otros minerales (biotita, hornblenda, apatita). Estas inclusiones forman un solo anillo, próximo al borde, o varios. En todos los casos, el núcleo es límpido. Coincide por lo común, la presencia de estos anillos, con el característico redondeamiento de la plagioclasa corroída.

La existencia de más de una zona de inclusiones, indica que los cristales han pasado por más de una etapa de resorción, quedando ello demostrado por la presencia, a veces, de un anillo más interno que rodea un núcleo de bordes sumamente irregulares, que en ciertos casos presenta inclusiones —también dispuestas en halo— de cristalititos de minerales máficos.

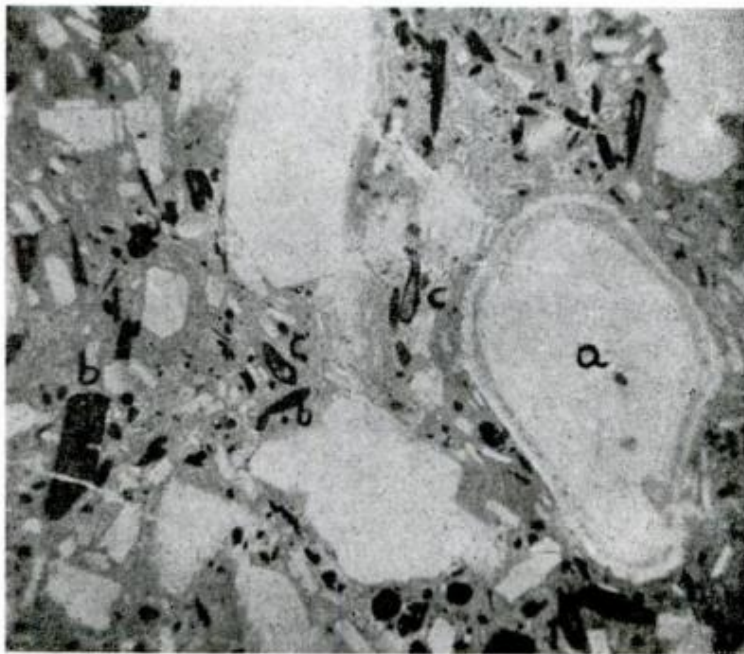
No se han visto proyecciones pulverulentas hacia el centro de los cristales, sino que están siempre limitadas a la parte periférica de los individuos de plagioclasa.

Anfibol: es el principal componente melanocrático.

¹ Determinaciones por medida de índices de refracción, efectuados por la señora Noemí F. de Riggi. Incluimos dos muestras obtenidas del Mesón de San Juan (T 32 y T 33).



Fotografía 2. — Cristal de plagioclasa mostrando la típica « honey-combed structure »



Fotografía 3. — Cristal de plagioclasa (a) con zona de inclusiones, paralela a los bordes, formada por pequeñas partículas de pasta. Véase el reemplazo total (b) o parcial (c) de anfíboles por óxido de hierro.

Se han reconocido dos tipos de anfíboles: hornblenda parda o basáltica y hornblenda común, menos frecuente.

La primera forma grandes fenocristales, y por lo general falta en la pasta. Es comúnmente idiomórfica y los mayores tamaños llegan a 1,2 mm (según el eje C) por 0,5 mm. El pleocroísmo es:

Hornblenda basáltica: α , amarillo claro; β , castaño amarillento; γ , castaño rojizo.

Hornblenda común: α , amarillo claro o verdoso claro; β , amarillento; γ , castaño claro.

En la hornblenda parda, el pleocroísmo suele marcar una zonalidad con borde y núcleo de distinto tono (más claro el borde), en relación con el distinto grado de oxidación del hierro (fotografía 4).

Su alteración es importante; muy pocos cristales son totalmente límpidos. Han sido reemplazados parcialmente por biotita o más comúnmente por óxido de hierro opaco (fotografía 3) que se sitúa en los bordes o constituye pseudomorfosis completas. La resorción por el material de cristalización final, produce el conocido reemplazo por cristalitas de clinopiroxeno y óxido férrico, a los que se unen granos de plagioclasa; esta resorción se limita a los bordes o abarca la totalidad de cristal.

$\gamma\Delta C$ de la hornblenda parda es $9-10^\circ$; $2V \pm 72^\circ$.

Piroxeno: rara vez alcanza a constituir un componente primordial.

El *hipersteno* es fresco, idiomórfico, de tamaño reducido excepto en la T26 (basandesita hipersténica - hornblendífera) donde tiene un desarrollo máximo de 700 micrones.

En la T 21 (andesita hornblendo - biotítica) alrededor de un individuo mayor de hipersteno se halla un halo de anfíbol pardo. Son comunes las inclusiones de magnetita. Ocasionalmente adoptan aspecto de glomérulos.

La *augita* es en realidad un componente accesorio en las rocas andesíticas, salvo en el caso de la T 29.

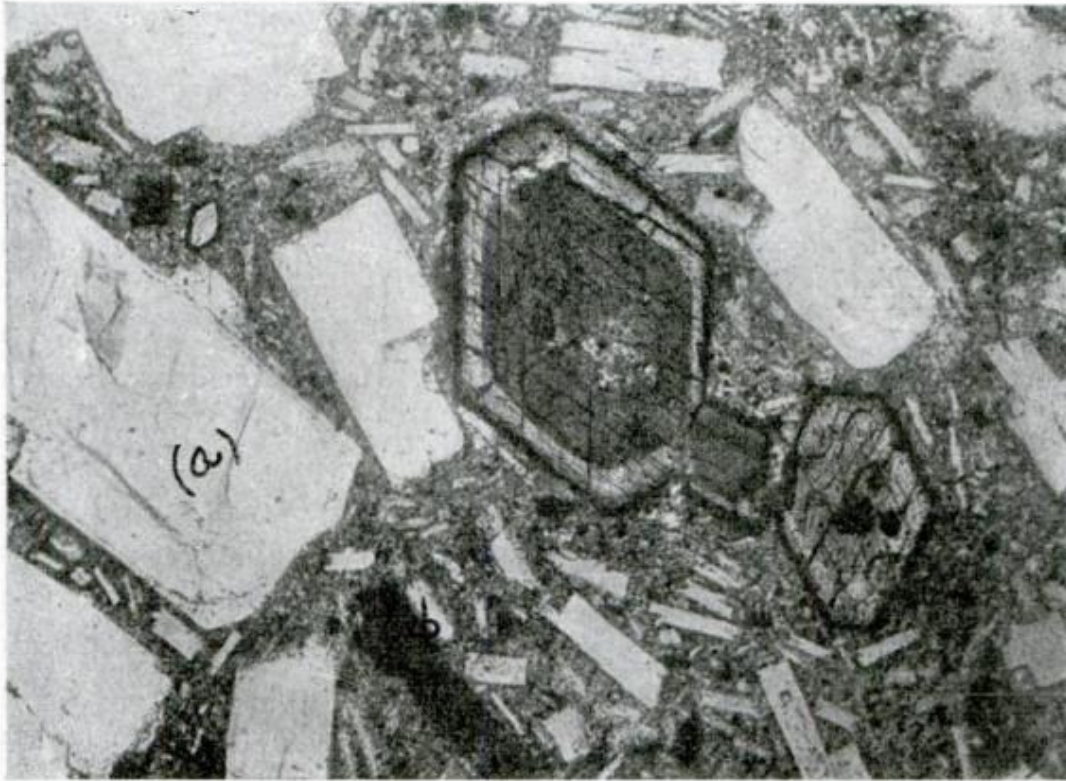
Aparte de este clinopiroxeno primario, se halla el ya mencionado producto de la resorción de anfíboles por la pasta.

Biotita: se encuentra como mineral accesorio en la mayor parte de las rocas volcánicas andesíticas y en algunos casos (andesitas biotítico-hornblendíferas, T 27) asume el carácter de componente principal.

Por lo general forma fenocristales (el mayor observado de 0,6 mm.

por 0,2 mm.) frescos, con pleocroísmo que va del verde claro a verde castaño o bien castaño rojizo, con diminutas inclusiones de apatita, zircón y óxido de hierro.

Material fibroso intersticial: la posible y dudosa existencia de feldespato alcalino se reduce a las muestras T 15 y T 17 (basandesitas - hornblendíferas).



Fotografía 4. — Sección basal de hornblenda basáltica que muestra fenómeno de zonación debido a una gradación en la oxidación del óxido de hierro

En la primera, entre tablas divergentes de plagioclasa y largos cristales de hornblenda basáltica se halla un mineral fibroso (o fibroso-radiado) de birrefringencia débil y bajo índice (no determinado) que puede ser interpretado como feldespato potásico.

El índice de un mineral análogo, observado en la muestra T 17 es semejante al del feldespato potásico.

Apatita: está confinada preferentemente a la pasta de las rocas andesíticas, en la base hialopílica, o como inclusión.

Oxido de hierro: toma el aspecto de cristalitos euhedrales o sino de masas o grumos, que a veces forman cordoncillos. Es común su inclusión como individuos idiomorfos (magnetita) en cristales mayores.

En las rocas más básicas, se disemina en forma pulverulenta por toda la masa, originando las coloraciones castaño-oscuras.

Como *magnetita*, es un componente de los halos de resorción; ocasionalmente alcanza gran tamaño, dando lugar al desarrollo de individuos de 120 micrones de diámetro. Si bien existe magnetita primaria, la mayoría de las masas o grumos deben su origen a la alteración de los ferromagnésicos.

Zircón: es un raro mineral en las rocas estudiadas apareciendo en las variedades biotíticas.

b) Rocas basálticas:

No es posible, dado el alto grado de alteración, determinar la composición de la *plagioclasa*. En la muestra T 15, se alcanzó a medir un valor aproximado del 56 % de An (labradorita ácida).

La *olivina* es a veces mineral principal (T 14, T 16, T 29). Forma fenocristales por lo general idiomórficos, con alteración ferruginosa en los bordes, que suele invadir el interior del cristal. Ocasionalmente están reemplazados también por serpentina y epidoto, y un mineral rojizo, pleocroico (iddingsita) asociado a magnetita. Es posible que ciertos cristallitos pequeños, turbios por un punteado rojizo oscuro, sean de olivina alterada.

El *piroxeno* (augita), rara vez alcanza a constituir un componente primordial, haciendo excepción a esta regla la muestra T 29. Es fresco, y aparece diseminado en forma de pequeños granos por toda la roca.

El *hipersteno* de características similares a las descritas en las rocas andesíticas, es accesorio.

c) Textura.

En todas las muestras estudiadas (salvo en la T 14, T 15, T 16 y T 29, basálticas) la textura es porfírica, con pasta hialopilítica a pilotáctica (a veces fluidal). En las excepcionales la roca es porfírica también, pero la pasta varía entre intergranular e intersertal.

Las diminutas tablillas de plagioclasa de las rocas andesíticas, son de composición mucho más ácida que los fenocristales (aproximadamente oligoclasa: An \pm 20 %).

El vidrio color caramelo pálido, da a algunas muestras un tono castaño claro por transparencia. Esta coloración cambia a castaño oscuro por la abundancia de partículas opacas de óxido de hierro, que se tornan rojizas por oxidación.

d) *Algunos aspectos de la cristalización.*

En las andesitas y basandesitas del Cerro Tupungato hay ciertos detalles texturales y mineralógicos, que si bien son comunes en rocas lávicas de este tipo, resultan de interés por responder a episodios definidos del proceso de cristalización.

En la plagioclasa, es sugestiva la frecuencia de los fenómenos de corrosión. Resulta evidente que a un período de cristalización homogénea, le ha sucedido una inestabilidad capaz de detener el crecimiento de los cristales y llegar a disolverlos por lo menos parcialmente.

La reanudación de la cristalización de la plagioclasa se ha producido adosándose nuevas capas sobre esos cristales corroídos, pero de un modo totalmente distinto del inicial. Esto se interpreta por lo acentuado de la zonalidad, con zonas discontinuas, múltiples de tipo oscilante y la presencia frecuente de los máximos valores en An, en las zonas vecinas a la periferia del cristal.

El borde interno corroído establece un hiatus, separando una *primera etapa* de cristalización quieta, profunda, de un período donde la heterogeneidad (térmica o de composición) ha favorecido el desarrollo de esa inhomogeneidad cristalina, manifestada por la zonalidad múltiple e inversa.

Esta *segunda etapa* concluye con una segunda fase de corrosión que redondea los fenocristales (ver fotografía 3), siendo seguida por la *etapa final* (la fase lávica) de cristalización, que ha sido breve, a juzgar por su limitación al añadido de rebordes delgados, acompañados por una zonalidad determinada por inclusiones sólidas y atrapamiento de vidrio.

Los *minerales félicos* no exponen tan claramente semejante esquema, pero ciertos detalles permiten seguir el mismo proceso.

El *ortopiroxeno* ha sido mineral de temprana cristalización (grandes fenocristales) y prolongada a juzgar por la diseminación de cristales de tamaño progresivamente decreciente. En una muestra (T 26) son abundantes las agrupaciones de clinopiroxeno, cuyos individuos crecen interfiriéndose entre sí. Tal vez estos núcleos o aglomerados no sean más que restos de una masa cristalina, ulteriormente corroída, en correspondencia con la corrosión de la plagioclasa, que limita la primera etapa de la cristalización.

Otra explicación posible, consiste en interpretar esos núcleos como áreas donde el reemplazo de minerales tales como hornblenda o biotita ha sido total.

TABLA II

Análisis químicos y normas de las rocas volcánicas del Cerro Tupungato (Mendoza)

	T 12'	T 13'	T 14'	T 17'	T 20'	T 23'	T 24'	T 25'	T 33'	T 32'
SiO ₂	59.36	60.00	52.60	62.33	61.95	61.14	59.63	60.02	59.97	59.12
Al ₂ O ₃	16.73	17.73	17.20	17.68	18.16	18.46	17.87	17.62	17.97	16.78
Fe ₂ O ₃	5.40	3.52	7.59	2.84	2.37	2.94	2.36	4.68	3.92	4.28
FeO.....	1.08	.43	2.88	1.58	2.01	1.67	2.02	1.01	1.87	1.73
MnO.....	.12	.08	.28	.04	v	.07	.07	.07	.06	.06
MgO.....	3.53	3.24	3.70	1.09	1.07	1.64	2.25	2.05	1.45	1.56
CaO.....	5.40	5.00	4.75	4.70	4.87	4.97	5.67	5.39	4.91	6.34
Na ₂ O.....	5.44	5.72	5.98	5.35	5.12	5.43	4.90	4.82	5.58	5.45
K ₂ O.....	1.58	3.32	3.40	2.41	2.53	2.68	2.59	2.44	2.50	2.05
SO ₃.....	.19	.20	.38	.55	.51	.17	.34	.26	.55	.85
TiO ₂.....	.32	.33	.58	.47	.49	.50	.80	.48	.48	.48
P ₂ O ₅.....	.12	.12	.12	v	v	.12	.13	.15	.05	.04
Agua.....	.70	.95	.59	.95	.75	—	—	—	.82	.59
Pérdida 100°-105°..	—	—	—	—	—	.26	.97	.69	—	—

ANÁLISIS QUÍMICOS (PESO PORCENTUAL)

Cuarzo	6.66	1.92		12.00	12.90	8.04	9.36	14.04	7.20
Ortosa	9.45	19.46	20.02	13.90	15.01	15.57	15.01	14.16	14.46
Albita	46.11	48.21	35.11	45.06	42.97	45.59	41.39	40.35	47.16
Anortita	16.40	12.78	10.00	17.24	19.18	18.35	19.18	19.18	16.68
Nefelina	4.20		8.24						
Diopsido :									
En	4.20	4.30	4.80	2.20	1.60	2.20	2.80	2.40	2.7
Wo	4.87	4.98	5.56	2.55	2.08	2.55	3.36	2.78	3.13
Fe .....					.26		.13		
Hipersteno :									
En	4.60	3.80		.50	.90	1.90	.28	2.70	.90
Fe .....					.13		.26		
Olivina			3.08						
Magnetita	2.55	.46	8.12	3.02	3.48	3.94	3.25	1.86	3.74
Ilmenita .....	.61	.61	1.06	.91	.91	.91	1.52	.91	.91
Pirita .....	.24	.24	.48	.84	.72	.24	.48	.36	.84
Hematita	3.52	3.20	1.92	.80		.16		3.36	1.12
Apatita	tr.	tr.	tr.			tr.	.34	.34	tr.

FELDESPATO NORMATIVO (% MOLECULAR)

Ortosa	10.3	20.2	25.9	14.4	15.1	15.4	15.4	15.1	18.4
Albita	53.6	53.1	42.2	49.7	46.0	48.0	45.1	44.7	60.2
Anortita	35.9	26.6	25.9	35.8	38.7	36.4	39.4	40.1	21.3

¹ Muestras de la pared oriental del Cerro de Tupungato. Analista Dr. Carlos Schicht.

² Muestras del volcán Mesón San Juan.

Muestras: T12-T13: andesita hornblendífera.

Muestra: T14: pófirio basáltico.

Muestras: T17-T20-T25: andesita hornblendo-biotítica.

” T23-T33-T32: andesita hornblendo-hipersténica.

La continuación del desarrollo de ortopiroxeno y el crecimiento de minerales hidratados (*hornblenda común y biotita*), cubren el período de la etapa más prolongada de la cristalización, que en su fase final ha permitido la oxidación a hornblenda basáltica. Algo similar en lo que respecta al contenido del ion férrico, ha sucedido en la biotita, puesto de manifiesto por su pleocroísmo.

La formación de hornblenda basáltica (o la oxidación de la común) es anterior a la corrosión de los féficos, a juzgar por el predominio de hornblenda basáltica con procesos de resorción.

La *fase de corrosión* final, se manifiesta por la resorción de la hornblenda parda y de la biotita, con la formación de clinopiroxeno, óxido de hierro, y una fuerte oxidación en los bordes de los cristales de hornblenda (rebordes opacos), que a veces avanzan hacia el interior de los mismos o los invaden completamente, cuando los cristales son menores.

2) DATOS QUÍMICOS DE LAS ROCAS DEL C. TUPUNGATO Y SU COMPARACIÓN CON OTRAS FORMACIONES ERUPTIVAS DE LA REGIÓN

Se presentan 24 análisis de rocas del Cerro Tupungato (véase tablas II, III y IV).

No siendo posible establecer una secuencia de las etapas de la construcción del aparato volcánico, se ha creído, sin embargo, útil acompañar la representación gráfica de estos resultados, con el objeto de establecer comparaciones con los tipos litológicos afines en promedio-mundial y con los análisis de las otras unidades de rocas eruptivas aflorantes en la zona (Mesón San Juan, las intrusivas mesosilíceas del N del Tupungato y la formación volcánica mesovariscica).

Se ha elegido diagramas Ab-Or-An normativos (figura 1), y el diagrama SKM ((Schmidt, G. 1957), (figura 2), este último como variación o modificación del de von Wolf para poner de relieve la posición de los análisis, respecto de la línea de saturación de sílice.

En cuanto a las normas, resalta el hecho de que con escasas excepciones basálticas (T 14, T 41 y en cierto modo la T 29 y T 91), todas las rocas tienen exceso de sílice. El cuarzo normativo alcanza valores máximos de 29,22 % y 28,74 % en las muestras T 60 y T 80, respectivamente.

En el resto, siempre el cuarzo normativo excede el 6 %, apartándose de esta regla el basalto T 29 (0,12 %) y las rocas T 13 y T 91, que se hallan próximas a la saturación.

TABLA III

Análisis químicos y normas de las rocas volcánicas del cerro Tupungato (Mendoza) ¹

	T41	T51	T61	T71	T81	T91
ANÁLISIS QUÍMICOS (EN PESO %)						
SiO ₂	48.74	51.10	60.98	61.94	60.82	51.37
Al ₂ O ₃	17.54	15.49	15.98	16.22	16.21	15.51
Fe ₂ O ₃	11.37	9.46	4.67	2.96	3.23	9.29
FeO.....	.84	2.47	.23	1.42	1.88	3.18
MnO.....	.14	.21	.06	.06	.06	.21
MgO.....	4.15	3.94	2.68	2.53	3.01	4.00
CaO.....	6.54	4.38	4.96	4.58	5.34	4.88
Na ₂ O.....	4.62	4.00	4.34	3.91	3.96	4.29
K ₂ O.....	.93	3.02	2.85	2.63	2.44	2.53
SO ₂.....	.35	.14	.26	.07	.23	.11
TiO ₂	1.32	1.99	.99	.33	.66	1.99
P ₂ O ₅.....	.04	.05	.11	.11	.05	.05
Pérdida 900°C..	3.35	2.62	1.39	2.32	1.47	3.08
H ₂ O.....	—	—	—	—	—	—
NORMAS (EN PESO %)						
Cuarzo.....		8.34	12.30	16.38	14.04	1.92
Ortosa.....	5.56	17.80	16.68	17.57	14.46	14.91
Albita.....	39.78	33.54	36.68	33.01	33.57	36.68
Anortita.....	24.46	15.57	15.57	18.90	19.18	15.29
Diopsido :						
En.....	2.60	2.60	3.71	1.4	2.60	3.20
Wo.....	3.02	3.02	3.20	1.06	2.60	3.20
Fe.....	—	—	—	—	—	—
Hipersteno :						
En.....	7.70	7.20	3.50	4.90	4.90	6.80
Fe.....	—	—	—	—	—	—
Magnetita.....	—	2.72	4.41	3.71	3.94	5.34
Ilmenita.....	1.98	3.65	1.82	.61	1.22	3.65

¹ Todas las muestras son de la pared oriental del Cerro. Analizó Sra. Natalia Kotelnikov.

- Muestra T41-T51: pórfiro basáltico.
 " T61: andesita hornblendífera.
 " T71: andesita hornblendo-hipersténica.
 " T81: andesita hornblendo-biotítica.
 " T91: pórfiro basáltico augita-olivínico.

TABLA III (conclusión)

	T41	T51	T61	T71	T81	T91
NORMAS (EN PESO %)						
Pirita.....	.48	tr.	.36	tr.	.36	tr.
Hematita.....	11.36	7.36	1.60	.32	.48	4.64
Titanita.....	.59	—	—	—	—	—
Apatita.....	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
FELDESPATO NORMATIVO (% MOLECULAR)						
Ortosa.....	7.9	26.6	24.0	23.0	21.5	22.3
Albita.....	57.0	50.1	53.0	48.9	49.9	54.8
Anortita.....	35.0	23.2	22.6	28.0	28.5	22.8

TABLA IV

Análisis químicos y normas del Cerro Tupungato Mendoza ¹

	T 50	T 60	T 80	T 27	T 28	T 29	T 30	T 31
ANÁLISIS QUÍMICOS (EN PESO %)								
SiO ₂	51.70	60.70	60.20	60.46	60.61	51.81	58.34	61.87
Al ₂ O ₃	20.77	12.08	20.07	17.49	17.62	18.19	18.30	18.01
Fe ₂ O ₃	6.60	9.70	3.83	1.72	4.47	5.87	2.12	2.62
FeO.....	1.98	2.02	1.60	2.67	.32	3.81	3.07	1.77
MnO.....	.09	v	v	.04	.05	.11	.05	v
MgO.....	2.80	2.62	1.99	2.53	2.84	3.75	3.22	1.28
CaO.....	4.25	5.50	5.25	5.21	5.25	4.81	5.66	3.95
Na ₂ O.....	3.66	2.09	2.04	2.92	3.83	4.78	4.28	4.17
K ₂ O.....	2.02	1.65	1.79	2.33	2.19	2.28	2.29	2.46
SO ₃	1.70	1.90	1.60	.99	1.29	.41	.64	1.30
TiO ₂	1.66	.58	.58	.49	.49	1.16	.66	.33
P ₂ O ₅.....	.80	.57	.57	.17	.17	.17	.11	.23
Perdida a 900°..	2.00	.85	1.00	.53	.17	1.37	.10	.35
H ₂ O.....	.35	.10	.20	.85	.79	.94	.82	1.01

¹ Muestras sacadas en el paredón oriental del C^o Tupungato. Analizó: Sr. Atilio Passeggio.

- Muestras T50-T29: pórfiro basáltico augita-olivínico.
- „ T30-T60: andesita hornblendífera.
- „ T80: andesita hornblendo-biotítica.
- „ T27: andesita biotita-hornblendífera.
- „ T31: andesita hornblendo-hipersténica.

TABLA IV (conclusión)

	T 50	T 60	T 80	T 27	T 28	T 29	T 30	T 31
NORMAS (EN PESO %)								
Cuarzo	11.34	29.22	28.74	14.04	15.36	.12	7.80	18.42
Ortosa	11.68	9.45	10.56	13.34	12.79	13.34	13.35	14.46
Albita	30.92	17.82	17.30	33.01	31.96	40.34	36.16	35.11
Anortita	16.96	18.63	22.52	23.35	24.74	21.40	23.91	18.63
Diopsido :								
En	—	1.90	—	.50	—	.60	1.20	—
Wo	—	2.20	—	.70	—	.70	1.74	—
Fe	—	—	—	.13	—	—	.40	—
Hipersteno :								
En	7.00	4.60	5.00	5.80	7.10	8.80	6.80	3.20
Fe	—	—	—	1.84	—	.13	1.85	—
Magnetita	—	2.09	1.16	2.32	—	8.35	3.02	2.78
Ilmenita	2.74	1.06	1.06	.91	—	2.12	1.21	.61
Pirita	2.52	2.88	2.40	1.44	1.92	.60	.96	1.92
Hematita	6.56	8.16	3.04	—	4.48	—	—	.64
Apatita	1.68	1.32	1.34	.34	.34	.34	—	.34
Rutilo .....	.16	—	—	—	.40	—	—	—
Corindon	6.32	—	6.53	—	—	—	—	1.63
Titanita	—	—	—	—	.19	—	—	—

FELDESPATO NORMATIVO (% MOLECULAR)

Ortosa	19.6	20.5	20.9	19.1	18.4	17.7	18.1	21.2
Albita	51.9	38.8	34.3	47.3	46.0	53.7	49.2	51.4
Anortita	28.4	40.5	44.7	33.5	35.6	28.5	32.5	27.3

Esto pone de relieve una acidez un tanto mayor de la que sugiere el examen petrográfico, debiendo buscarse la explicación del hecho, en la considerable cantidad de pasta que se halla en todas las muestras. Con todo, es neta la diferencia con las vulcanitas mesovariscicas, decididamente más ácidas, con cuarzo normativo superior a 34 %. La figura 1 destaca el hecho de que predominan tipos, cuyos feldespatos normativos son más pobres en An que la andesita promedio (Daly, 1933) y hay un área de dispersión dentro del cual, se hallan los valores promedio - mundiales de la andesita y la dacita.

Resulta evidente del diagrama, una adscripción de las rocas del Tupungato a una serie *andesita-dacita* dominante, con escasos términos basálticos.

Las muestras del Mesón San Juan, escasas para lograr conclusiones sólidas, se ubican en el diagrama de la figura 1 en el área correspondiente a rocas andesíticas; otro tanto se aprecia en el diagrama SKM de la figura 2.

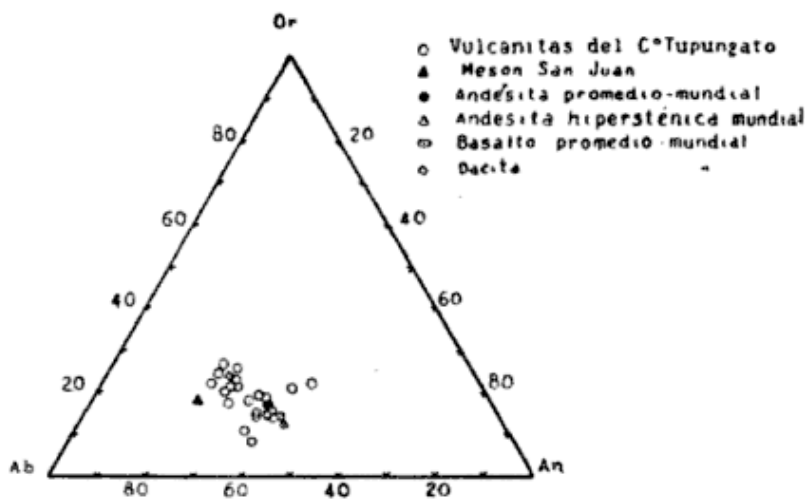


Fig. 1. — Diagrama de composición del feldespatos normativo de las rocas volcánicas del Cerro Tupungato y rocas-promedio mundial (Daly, R. 1933)

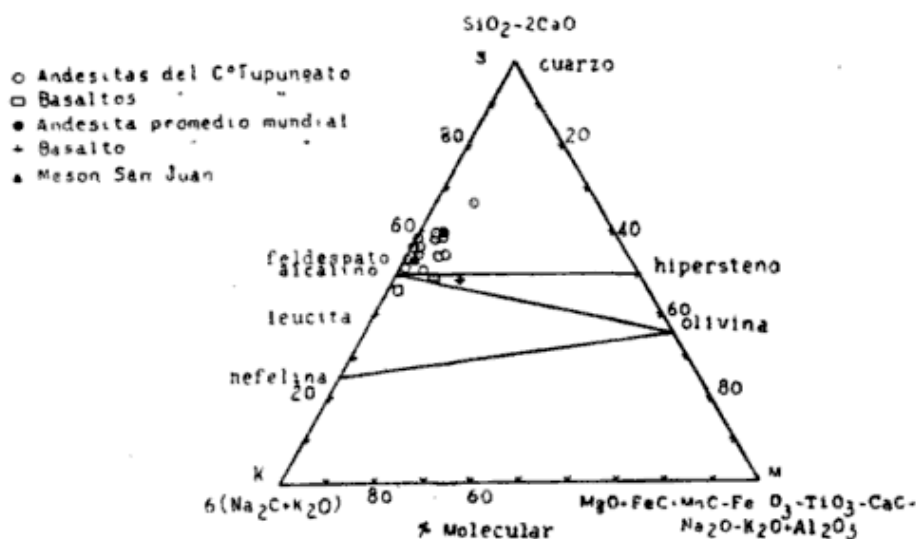


Fig. 2. — Diagrama SKM de las rocas volcánicas del Cerro Tupungato y de la andesita y basalto-promedio mundial (Daly, R. 1933)

Si bien Fidalgo (1959) atribuyó un carácter basáltico al Mesón San Juan, la afinidad exhibida en varios aspectos entre el Mesón y el Tupungato, parece corroborar la idea de una misma composición andesítica predominante para el Mesón San Juan. No excluimos la participación del basalto en su erección, pero esas manifestaciones son

secundarias o adicionales. Todo ello permite inferir la consanguinidad o co-participación de ambos cuerpos efusivos, en un mismo ciclo del Plioceno.

En la tabla I, puede verse el % de An que compone las plagioclasas integrantes de las rocas andesíticas del Mesón San Juan (T 32 y T 33).

Respecto a la relación *alúmina/alcalis* + *óxido de calcio*, la mayoría de las rocas del Tupungato son del tipo *metaaluminoso* (Shand, 1947), siendo pocas las del tipo *peraluminoso*. Estas últimas se hallan en conexión con la presencia modal de biotita y un más elevado contenido en K_2O .

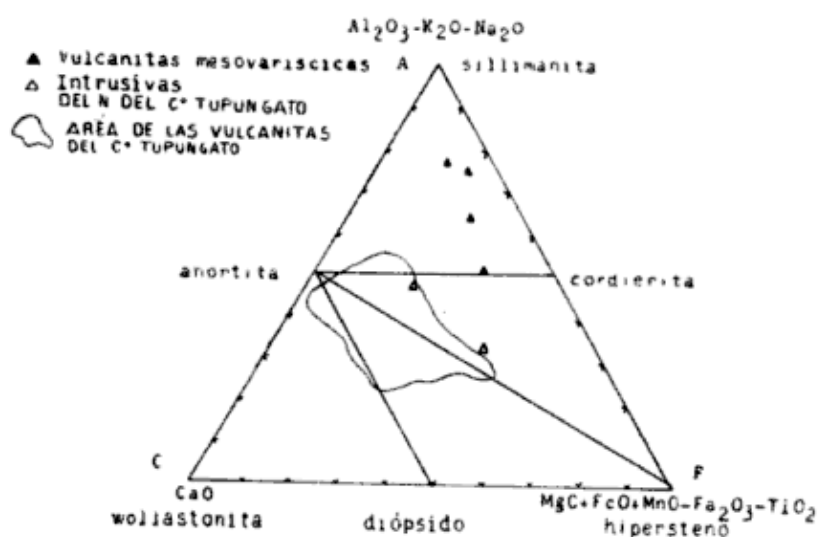


Fig. 3. — Diagrama ACF de las rocas volcánicas mesovariscicas (Polanski, 1957 b) y de las intrusivas del N del Cerro Tupungato

En el diagrama de la figura 2, es bien clara la constancia del carácter sobresaturado de las rocas que integran el Cerro Tupungato, y su agrupamiento en el borde inferior izquierdo del triángulo *cuarzo-feldespato alcalino-hipersteno*, zona exclusiva para *rocas andesíticas*.

Sólo hacen excepción algunas rocas de características basálticas, distribuidas por debajo de la línea de saturación, en los triángulos *feldespato alcalino-hipersteno-olivina*, y *feldespato alcalino-olivino-nefelina*.

En lo que respecta a la comparación de los análisis del Cerro Tupungato, con los análisis promedio-mundiales de rocas andesíticas, se aprecia en general una concordancia ajustada (figs. 1 y 2), pero al considerar el análisis químico de la andesita-promedio mundial (Daly, 1933), se observa que los valores en alúmina son más elevados en

las rocas del Tupungato, al igual que los álcalis, aunque éstos últimos muestren oscilaciones. El tenor en OCa es menor.

Existe un pequeño, pero persistente exceso de SiO₂ (1-2 %) en las rocas del Tupungato. Generalizando, podemos aceptar un gran ajuste entre las rocas andesíticas del Cerro Tupungato con la *andesita hipersénica*, promedio-mundial, salvo alguna excepción.

Como un complemento se agregan los análisis químicos de muestras de *vulcanitas mesovariscicas* (tabla V) que integran el zócalo antiguo, y a las cuales corresponden varios de los análisis publicados por Reichert.

TABLA V

Análisis químicos y normas de rocas volcánicas mesovariscicas de la zona del cerro Tupungato (Mendoza)

	P1'	P2'	P3'	P4'	P5'	Toba (201 g)'	169'
ANÁLISIS QUÍMICOS (% EN PESO)							
SiO ₂	74.44	74.94	74.32	74.93	75.61	61.8	69.2
Al ₂ O ₃	10.80	14.92	13.89	15.25	12.34	16.7	13.4
Fe ₂ O ₃	2.24	2.00	.55	.96	1.91	3.0	1.3
FeO.....	.86	1.44	2.02	.58	1.16	3.3	1.7
CaO.....	.84	.34	.56	.45	.28	3.0	4.1
MgO.....	.48	.66	.38	.54	.34	3.4	4.3
K ₂ O.....	6.42	4.13	5.59	4.54	6.36	3.0	0.9
Na ₂ O.....	2.46	.92	2.17	2.10	1.42	3.4	3.1
SO ₃.....	.72	.39	.07	.17	.45	—	0.5
TiO ₂.....	.17	.21	.25	.25	.12	0.7	0.5
P ₂ O ₅.....	.11	.13	.12	1.16	.14	v	v
MnO.....	.08	.14	.04	.05	.09	0.46	0.06
Humedad.....	.28	.50	.29	.40	.40	—	—
Agua.....						0.6	0.5

UBICACIÓN.— P1: *Riolita cristalina*; salida de Qda. de La Bajada al Tupungato. — P2: *Pórfiro riolítico*, 300 m aguas arriba Qda. del Azufre, margen izquierda del río Tupungato. — P3: *Riolita cristalina*. Qda. de La Bajada, margen izquierda. — P4: *Riolita cristalina*, 500 m aguas arriba Qda. del Azufre, margen izquierda del río Tupungato. — P5: *Riolita cristalina*, río Tupungato, margen izquierda, 300 m antes de la Qda. de La Bajada.

Análisis: 1) Dr. Carlos A. Schicht; 2) Dr. Astarloa; 3) Sr. del Pozzo (roca alterada).

TABLA V (conclusión)

	P1'	P2'	P3'	P4'	P5'
NORMA (EN PESO %)					
Cuarzo.....	34.86	52.08	37.44	44.04	42.72
Ortosa.....	37.80	24.46	32.80	26.69	37.25
Albita.....	19.39	7.86	18.34	17.82	12.05
Anortita.....	—	.83	2.78	1.39	.56
Acmita.....	.92	—	—	—	—
Diopsido:					
En.....	1.20	—	—	—	—
Wo.....	1.39	—	—	—	—
Fe.....	—	—	—	—	—
Hipersteno:					
En.....	—	1.50	.90	1.30	.26
Fe.....	—	.79	2.77	—	.92
Magnetita.....	1.62	2.78	.70	.93	2.78
Ilmenita.....	.30	.30	.46	.46	.15
Pirita.....	1.08	.60	tr.	.24	.60
Hematita.....	.80	—	—	.32	—
Corindón.....	—	8.56	3.26	6.32	2.85
Apatita.....	tr.	.34	tr.	.34	.34
Wollastonita.....	.34	—	—	—	—

FELDESPATO NORMATIVO (% MOLECULAR)

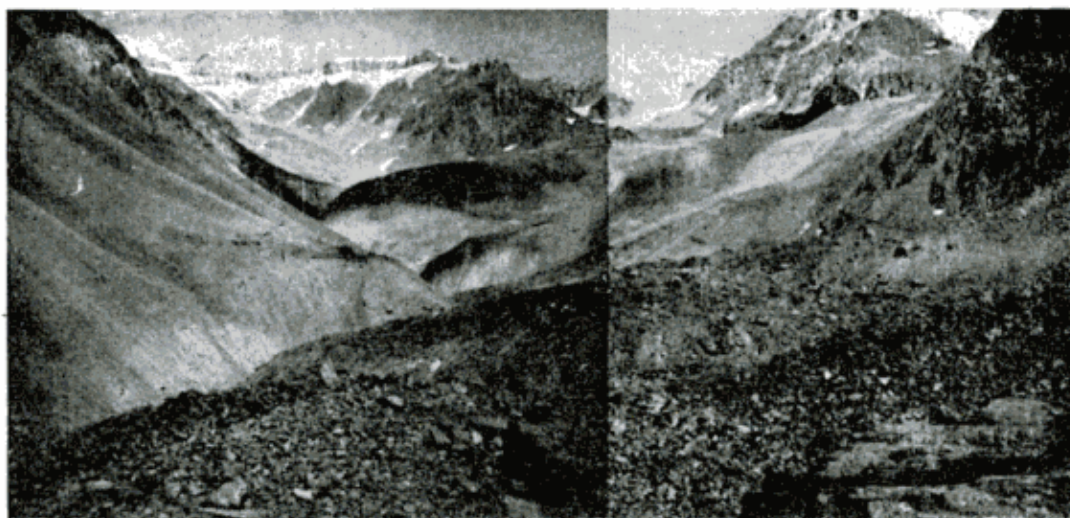
Ortosa.....	70.9	56.7	55.1	72.8
Albita.....	24.1	33.6	39.0	25.0
Anortita.....	4.8	9.6	5.7	2.1

En la figura 3, se han representado en el diagrama ACF, los análisis de las vulcanitas mesovariscicas, de los cuerpos intrusivos del N del Cerro Tupungato y señalado además el área de las vulcanitas del Cerro Tupungato, para tener un amplio esquema de comparación.

V) ROCAS INTRUSIVAS DEL NORTE DEL TUPUNGATO

Incluimos bajo este nombre un conjunto de pequeñas masas intrusivas mesosilícicas, que se implantan en el borde septentrional y más alto de la quebrada de La Bajada, que desciende del portezuelo del Tupungato (5.300 m). (Véase fotografía 5 y plano geológico).

Los cuerpos se distribuyen aisladamente. El principal de ellos se halla un poco al norte del portezuelo, en ambiente de las vulcanitas mesovariscicas. Allí los depósitos glaciales hacen difícil el acceso. Siguiendo el curso de la quebrada de La Bajada, se ven numerosos cuerpos tabulares que discordantemente intruyen a las sedimentitas y a las vulcanitas ácidas mesovariscicas, alcanzando a reconocerse el último, ya cerca de la desembocadura de la quebrada en el río Tupungato. No hemos observado su penetración en las rocas del domo del Cerro Tupungato, pero dan la impresión, por su posición altimétrica, de hallarse por debajo de las coladas del Tupungato (ver fotografía 5).



Fotografía. 5 — Parte Alta de Quebrada de La Bajada. A la izquierda, colada que proviene del cerro Tupungato, y que cubre a las vulcanitas ácidas mesovariscicas y asomos de una roca de color grisáceo (área que no ha sido alcanzada por lo inaccesible) y que consideramos como perteneciente a las intrusivas del Norte del cerro Tupungato. Estas afloran a la derecha y parte posterior de la foto. Nótese los restos de morenas que provinieron del cerro Tupungato.

1) PETROGRAFÍA Y RELACIONES QUÍMICAS:

La roca predominante en este grupo intrusivo, es de color gris verdoso claro, fresca y por lo general porfírica. Las variedades no porfíricas, de grano muy fino y homogéneo (30 c), son menos abundantes.

Las rocas porfíricas tienen grandes fenocristales de plagioclasa grisácea, escasos y aislados granos de cuarzo, grandes individuos oscuros de hornblenda común y aisladas laminillas de biotita. Aproximadamente, los fenocristales constituyen el 25-30 % de la roca. A veces como en la muestra 30 c, la roca se encuentra profusamente salpicada por pequeños cristallitos de pirita.

TABLA VI

Análisis químicos de las rocas intrusivas mesosilíceas que afloran en el área del Portezuelo del Tupungato (5300 m) parte norte y quebrada de La Bajada (‰ en peso)

	30a	30b	30c
SiO ₂	63.37	60.89	49.98
Al ₂ O ₃	17.23	12.70	19.48
Fe ₂ O ₃	2.11	4.27	5.26
FeO.....	1.28	2.49	2.98
MnO.....	.08	.21	.23
MgO.....	1.33	2.47	2.53
CaO.....	3.42	5.14	7.13
Na ₂ O.....	3.49	3.96	4.70
K ₂ O.....	2.11	1.63	1.92
SO ₃	2.69	1.22	3.27
TiO ₂.....	.05	.07	.11
H ₂ O.....	.55	.67	.82
Pérd. 900°C.....	1.78	3.14	2.83

Ubicación: 30 a. *Pórfito tonalítico biotítico-hornblendífero*. Portezuelo del Tupungato, lado norte.

30 b. *Pórfito tonalítico*. Idem.

30 c. *Microdiorita* cuarzosa, Quebrada de La Bajada, lado norte, antes de la junta con el río Tupungato.

La *plagioclasa* forma cristales euhedrales que carecen por lo general de zonalidad y cuando ella existe es de tipo normal. La alteración es variable (hidromuscovita, calcita, clorita, epidoto) y ello hace dudosa la determinación de la composición, si bien ésta se halla entre oligoclasa media y andesina ácida.

Los fenocristales de *cuarzo* son siempre anhedrales, redondeados y con engolfamientos por corrosión.

El *anfíbol* se halla muy alterado en una masa compuesta por calcita, una clorita de birrefringencia anómala, epidoto muy pleocroico y cuarzo en pavimentos muy finos.

La *biotita*, si bien es menos abundante que la hornblenda, forma cristales de mayor tamaño, frescos, salvo la intercalación de calcita en planos de clivaje; hay pocos cristalitas de *zircón* rodeados por halos peocroicos.

La *pasta* es holocristalina, microgranosa, compuesta por plagioclasa — por lo general anhedral — y cuarzo, acompañados por biotita, a

veces apatita, minerales opacos, clorita, hidromuscovita, óxido férrico en granos anhedrales, calcita y ocasionalmente pirita. En algunas muestras, la pirita es excepcionalmente abundante (30 c) y ello coincide con la presencia de oro (ver análisis de la tabla VI).

En resumen, son pórfiros dioríticos cuarcíferos hornblendíferos u hornblendo-biotíticos que pasan a tipos bojíticos o de grano fino (microdiorita algo cuarzosa).

2) RELACIONES ENTRE LAS VULCANITAS DEL CERRO TUPUNGATO Y LAS ROCAS ERUPTIVAS DE LA ZONA NORTE:

Algunos autores (Polanski, 1956 *a* y *b*) creen ver una estrecha relación entre las rocas volcánicas andesíticas y basálticas pliocenas y las rocas intrusivas hipabisales tonalítico-dioríticas, que afloran con cierta profusión en la Alta Cordillera de Mendoza y a las cuales corresponden las intrusivas del N del Tupungato.

Masas mesosilíceas han sido adjudicadas por algunos investigadores, a una asociación magmática, conocida en la literatura geológica como "diorita andina", de discutible edad supracretácea.

Polanski (1957) comprobó la edad supramiocena del cuerpo diorítico apotectónico del arroyo Colina, ubicado al sur del Tupungato.

El mismo sería afín con nuestros pórfiros tonalíticos hornblendíferos, a juzgar por la similitud petrográfica. Polanski, 1957 *b*) establece a su vez una conexión entre el mencionado "stock de La Colina" y las "dioritas andinas" y, junto con Groeber, las homologa con la Prefase del Tercer Movimiento Andino o con la Tercera Fase del Segundo Movimiento.

Si bien no hemos podido llegar al lugar donde afloran, desde cierta distancia se observan diques que atraviesan a las vulcanitas mesovariscicas, y que se ubican aparentemente por debajo de las coladas del Cerro Tupungato, sin afectar a estas.

Podríamos aventurar como hipótesis, la posibilidad de distinguir una serie magmática, constituida por una facies intrusiva —supramiocena o infrapliocena— aquí representada por los pórfiros tonalíticos y dioríticos, y una facies volcánica posterior (la del Cerro Tupungato), de edad pliocena.

Esta idea deja abierta desde ya, toda posible especulación sobre las relaciones entre las vulcanitas del Tupungato y las masas intrusivas

y diques de su parte norte, cuya posición es lo suficientemente dudosa para no aventurar un esquema de mayor envergadura.

Pero para el ámbito del estudio, las rocas intrusivas diorítico-cuarzosas o tonalíticas, en sus mayores manifestaciones, forman parte de la estructura previa al emplazamiento volcánico, mientras que las intrusivas menores dejan dudas sobre su ubicación.

Con respecto al Mesón San Juan, es casi segura su identidad con el vulcanismo del Tupungato y ello muy probablemente sea cierto respecto también de otros aparatos volcánicos de la "Asociación Pliocena" de Polanski, que quizás pueda incluir otros volcanes terciarios no suficientemente conocidos aún.

LISTA DE TRABAJOS MENCIONADOS EN EL TEXTO

- DALY, R. 1933. *The igneous rocks and the Depth of the Earth.* — Mc. Graw Hill. N. Y.
- FERNÁNDEZ, P. 1955. *Geología del Alto Río Tupungato.* — Rev. Asoc. Geol. Arg. Tomo X, n° 2, pp. 100-125.
- FIDALGO, F. 1958. *Contribución al conocimiento de la geología en las nacientes del río Tunuyán.* — Univ. Nac. de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales. Museo de La Plata. Tesis inédita.
- 1958. *Contribución al conocimiento del Carbónico en las nacientes del río Tunuyán (Mendoza).* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XIII, 1/2, pp. 105-133.
- GROEBER, P. 1951. *La Alta Cordillera de Mendoza, entre las latitudes 34° y 29° 30'.* — Rev. Inst. Nac. de Investigaciones de C. Naturales (Museo Bernardino Rivadavia), Ciencias Geológicas. T. L. n° 5, Bs. Aires.
- HOMMA, F. 1936. *The method and its principle of delineating the composition-variation curve of a zoned plagioclase, with an example.* — Mem. Colleg. Sci. Kyoto Imp. Univ. Serie B, vol. XII, n° 1, pp. 19-40.
- LLIBUTRY, L. 1956. *Nieves y glaciares de Chile. Fundamentos de Glaciología.* — Sgo. de Chile. Ed. de la Universidad.
- POLANSKI, J. 1954. *Contribución al conocimiento y a la sistemática del englazamiento actual de la Alta Cordillera de Mendoza.* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. IX, n° 4, pp. 232-245.
- 1956 a. *Relevamiento geológico económico de la Hoja 25 a. Volcán San José. Escala 1:100.000.* — Direc. Nac. Geol. y Minería. Inédito.
- 1956 b. *Idem. Hojas 24 a y b. Volcán Tupungato.* — Idem. Inédito.
- 1957 a. *Prolegómeno a la estratigrafía y tectónica del Terciario de la Depresión intermontana del Alto Tunuyán.* — Univ. de Bs. As., Fac. de C. Exactas y Nat., Serie Geológica, volumen 1, n° 2.

- 1957 b. *El bloque Variscico de la Cordillera Frontal*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo XII, nº 3, pp. 165-196.
- REICHERT, F. 1927. *La constitución geológica del Cº Tupungato*. — Bol. Acad. Nac. Cienc., vol. XXX, pp. 321-325, Bs. Aires.
- 1929. *La exploración de la Alta Cordillera de Mendoza*. — Circulo Militar. Biblioteca del Oficial, Bs. Aires.
- SCHMIDT, G. S. 1957. *Geology of Saipan, Mariana Islands, Part 2. Petrology and Soil*. — Geol. Survey, Prof. Paper 280, B-D, pp. 127-176.
- SHAND, S. J. 1947. *Eruptive rocks*. — Morby. London.

Manuscrito recibido en agosto de 1960.