

## ACERCA DE UNA TANGUAITA DE IRUYA (PROVINCIA DE SALTA)

### Y DE LAS ROCAS ALCALINAS DEL NOROESTE ARGENTINO

POR BERNABE J. QUARTINO

Departamento de Geología.

Universidad de Buenos Aires

---

#### RESUMEN

Se describe una tinguaita procedente de un dique intruído en esquistos precámbricos al NNW de Iruya, en la Cordillera Salto-Jujeña. Se efectúa una reseña sobre las formaciones eruptivas del noroeste argentino que manifiestan alcalinidad o afinidades en tal sentido, con el propósito de ubicar la tinguaita en relación con las mismas.

#### ABSTRACT

A Tinguaitite from a dike intruding the Precambrian schists in the NNW of Iruya (Cordillera Salto-Jujeña) is described. The relations with other known alkalic rocks of northwestern Argentina is discussed.

El doctor César Vilela, durante el relevamiento geológico de la zona de Iruya, provincia de Salta, ha tenido ocasión de hallar en una región de formaciones proterozoicas y ordovícicas exenta casi de manifestaciones magmáticas, contados diques delgados y de exigua corrida uno de los cuales reviste interés petrográfico (y petrológico) por cuanto corresponde a un tipo alcalino que tiene llamativa importancia en el noroeste argentino y Sud de Bolivia. En el trabajo de Vilela, que se publica en este volumen se ha de hallar la ubicación geográfica del dique tinguaitico en cuestión. Las referencias de campo aquí añadidas han sido proporcionadas por el distinguido colega.

Esta nota tiene en cierto modo carácter ad-hoc del trabajo geológico del autor del hallazgo, por cuyo motivo se ha deseado la publicación simultánea. Quedo agradecido al mismo, pues, por haberme proporcionado la muestra, facilitando con ello la concreción de esta nota. Dejo constancia igualmente de la colaboración por los señores A. Csaki y H. Ulbrich durante el trabajo bibliográfico.

## I. INTRODUCCION

El examen petrográfico ha sido realizado sobre una sola muestra, de la cual se efectuaron cinco secciones delgadas. Se comprende entonces la limitación impuesta al trabajo, y la restricción que ha de aplicarse a los datos de observación mineralógica y textural. Sin embargo, como el aspecto de la roca en el campo es homogéneo en grano y color, y la muestra ha sido extraída criteriosamente con el objeto de su estudio, puede considerarse representativa del afloramiento. Este es reducido, siendo muy difícil seguir los dos diques que aparecen al N del Cerro Barro Negro (aprox. lat.  $22^{\circ} 35'$ , long.  $65^{\circ} 20'$ ) entre acumulaciones detríticas en una abrupta topografía, elaborada en el precámbrico de la Quebrada Vallecito, en las cabeceras del Río Becoya. Los diquecitos son subverticales, de espesor algo inferior a 1 m, de rumbo E-W, y la caja está constituida por esquistos proterozoicos de rumbo  $N 10^{\circ} E$  sumamente inclinados, hasta la vertical.

## II. DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LA TINGUAITA

*Aspecto megascópico.*

Color gris oscuro a negro, con tonalidad pardusca. Estructura porfírica, con fenocristales bien destacados de feldespato alcalino y nefelina, los últimos de los cuales son de mayor tamaño, euhedrales o anhedrales, de longitud máxima hasta 1 cm. Los fenocristales ferromagnéticos, de uno o dos mm término medio, se distinguen menos de la pasta densa. Los fenocristales de feldespato y nefelina se hallan dispersos regularmente, o bien reunidos en agrupaciones de varios individuos que en conjunto llegan a cubrir superficies de alrededor de  $2 \text{ cm}^2$ , de textura granosa equi o inequigranular, con granitos de mineral fémico. La roca en su conjunto es de aspecto fresco.

*Caracteres microscópicos.*

*Fenocristales:* Las proporciones de feldespato alcalino (sanidina) y nefelina son aproximadamente iguales. Nefelina: ( $\pm 000, I$ :  $n_o$ : 1,539;  $n_e$ : 1,535) se halla en cristales euhedrales a anhedrales escasamente alterados a *analcita* (y otra zeolita, no determinada) la cual forma áreas de límites por lo general rectos debido a control estructural, las cuales suelen coalescer a modo de venas. Estos crecimientos

son constantes en distintos cristales, no así la presencia de escamas de sericita, grumos carbonáticos y agregaciones turbias sin duda ferruginosas. La extinción de la nefelina es finamente irregular como si ello fuera el efecto de una cataclasis muy tenue, o bien el producto de una inhomogeneidad cristalina casi submicroscópica por exsolución. La forma de los cristales es variable, predominando los que son resultado de un redondeamiento por corrosión; con todo, algunos son perfectamente idiomorfos subrectangulares. Se hallan inclusiones de titanita.

*Feldespato alcalino:* Los cristales de *sanidina* (2 V muy pequeño, hasta cero), anhedrales, también se hallan corroídos. Ello se aprecia muy bien en los contados individuos que configuran un hábito tubular alargado subidiomorfo, en los cuales el contorno ondula siguiendo un ajuste aproximado al plano cristalográfico 010, o llega a configurar un relecto alargado casi informe por avance de la corrosión. La alteración arcillo ferruginosa muy fina (turbidez) no se asocia a los planos nítidos de clivaje (001 más desarrollado que 010) sino que se halla más bien en relación con los bordes cristalinos, o con algunas áreas de inhomogeneidad óptica por exsolución. Esta es casi submicroscópica, confundándose con la extinción ondulosa-fragmentosa, o bien se halla claramente expresada en crecimientos de albita maclada normalmente según un plano paralelo al plano 010 del cristal de sanidina. Estas placas exsolutivas de albita, de espesor común 10 micrones, se alargan según la traza de dicho plano, y entre unas y otras suelen conectarse por venillas configurando una especie de red. Otros crecimientos albiticos son menos definidos en su forma y disposición, tales como pequeños parches o glóbulos, aislados o en grupos.

*Piroxeno:* Los fenocristales de *clinopiroxeno* son más pequeños y más numerosos que los de feldespato alcalino y nefelina. El tamaño más común es 1 mm, cubriendo áreas mayores en agrupaciones a modo de glomérulos, de tres a cinco cristales. El cristal más grande hallado alcanza a 3 mm y forma con otros dos más pequeños y un grano anhedral de nefelina un agregado hipidiomorfo granoso. En su casi totalidad los fenocristales de clinopiroxeno son cuhedral con predominio de hábito corto subcuadrático y raro prismático alargado, el cual por contraste es dominante en la pasta y tamaños intermedios. Salvo contadas excepciones el clinopiroxeno es *titanaugita* muy pleocroica ( $\gamma$ : amarillo fuerte, a veces algo pardusco o verdoso;  $\alpha$  y  $\beta$  más parecidos entre sí: pardo violáceo a gris pardo violáceo con tonalidades suaves verdosas; la diferencia entre ambos es leve;  $\beta$  es más violáceo y grisá-

ceo con menor tonalidad castaño, siendo además  $\alpha$  más claro). Estos colores de absorción son más bien constantes en distintos cristales, variando en cambio por zonalidad: cristales de pleocroísmo homogéneo y otros de variación gradual de tonos. La zonalidad es muy nítida en cuanto a extinción: zonas netas, múltiples, oscilantes y zonas difusas poco perceptibles y aún cristales totalmente homogéneos. Son frecuentes rebordes incoloros muy delgados que extinguen simultáneamente o diversamente del cristal central, o lo hacen como extremo acentuado de la zonalidad. El límite de los rebordes es neto pudiendo enmarcar una forma euhedral o una ovoide, debiéndose esto último a corrosión previa al crecimiento tardío que formó el reborde. En los pocos fenocristales xenomorfos (fragmentos de cristales) el borde claro rodea la forma destruccional como una alteración o crecimiento póstumo, que ha sido coetáneo con la cristalización de la pasta en virtud de que en tales rebordes suele hallarse manchas de color verde intenso análogas a los cristallitos de *aegirina* de aquella. En cristales idiomorfos el clinopiroxeno verde tardío forma márgenes más o menos continuos sobre el reborde incoloro. Los valores del ángulo  $2V$  (medida directa de  $2V$  o semiángulo en orientación cardinal) oscilan entre  $2V\gamma$   $68^\circ$  y  $76^\circ$ , siendo más frecuente  $68^\circ$  y  $72^\circ$ . En un caso se comprobó fuerte disminución del ángulo  $2V$  hacia la periferia (variación zonal entre  $4^\circ$  y  $8^\circ$ ). La gran dispersión dificulta la precisión de las medidas. En cuanto a ángulos de extinción se midieron valores  $\gamma$ : c-44-45 $^\circ$  y también menores, dentro del campo de variación de la titanaugita (Tröger, 1959).

Algunos cristales pertenecen a otra especie de clinopiroxeno (*augita*) incoloro o verdoso ( $\alpha$  verde botella,  $\gamma$  verde amarillento), con  $\gamma$ : c 45 $^\circ$ , reborde incoloro y  $2V$  más chico (en un caso el ángulo  $2V$  es propio de *augita-augita subcálcica*). Sin duda el contenido de titanio que imprime el color característico a la titanaugita es variable, como es variable también la incorporación de alcalis que se acentúa en la etapa de cristalización de la pasta.

Son frecuentes inclusiones de apatita y magnetita en los cristales de piroxeno.

*Otros fenocristales: hornblenda parda* de pleocroísmo variable a veces muy intenso ( $\gamma$  castaño rojizo oscuro,  $\beta$  castaño algo más claro,  $\alpha$  amarillo pardusco) o bien casi ausente; en ocasiones maclados y un buen número de ellos zonales, por zonalidad gradual o con un reborde neto más claro y menos pleocroico. La regla es que este reborde tiene un límite externo euhedral y un límite interior redondeado, de

sección elipsoidal, lo que sugiere, tal como en el caso del clinopiroxeno, una etapa de disolución o de cambio de las condiciones de crecimiento cristalino previo a la fase final que formó el reborde. Tanto en los piroxenos como en los anfíboles hay cierta gradación de tamaño entre los fenocristales bien definidos y los cristales más desarrollados de la pasta. En ésta es común el hábito prismático largo de la hornblenda parda mientras que en los fenocristales o bien el hábito es corto o no es tan grande la relación de longitud, ancho de los individuos elongados. El mayor ángulo  $\gamma: c$  medido es  $19^\circ$ . Inclusiones: apatita.

*Olivina*: son cristales pequeños por lo común de 0,2 mm y algunos (raro) hasta 1,5 mm. Se disponen aislados o en grupos, idiomorfos por lo general, con corrosiones; algunos xenomorfos. En individuos límpidos se halló  $2V_\alpha: 80-85^\circ$  (crisolito-hialosiderita). Es frecuente la transformación parcial o pseudomorfosis total según un mineral de índice refractivo medio próximo a 1,54, birrefringencia mediana y  $2V_\alpha 30^\circ$ , extinción recta, elongación negativa (antigorita-vermiculita), que en algunos cristales se halla con clorita verde (raro) y magnetita, pero sobre todo conjuntamente con escamitas de biotita muy pelocroica. La disposición de estos cristales de olivina es de interés por cuanto forman agrupaciones de 3 a 6 pequeños individuos alterados o no, que se unen por un agregado de laminillas de biotita ( $2V: 0^\circ$ , fuerte pleocroismo castaño rojizo). Estas laminillas rodean también como producto de evidente reacción a los cristales de olivina aislados y se suman a los agregados de cristales de augita o titanaugita y hornblenda parda conjuntamente con olivina. La resorción de la olivina se comprueba en cristales mayores reducidos a restos aislados de extinción simultánea entre los cuales predomina el agregado biotítico.

*Titanita* escasos cristales cuhedral de 0,2 a 0,6 mm.

*Magnetita* anhedral o cuhedral (a veces esquelética) en individuos de 0,2 a 0,5 mm poco abundantes.

2) *Pasta*: cristales en su mayoría de feldespato alcalino (sanidina) de hábito tabular alargado; clinopiroxeno, anfíbol, biotita, mineral opaco, apatita y olivina, se disponen sin orientación preferencial en una mesostasis zeolítica muy abundante. Lo característico de la pasta es esta riqueza en zeolita (puesta de manifiesto por técnica de teñido) y la inhomogeneidad un tanto anormal de su textura y en cierto modo de su composición. Esto parece hallarse en relación con los fenómenos de corrosión de los fenocristales y probablemente también en asimilación de xenolitos a juzgar por la existencia de áreas de límites

irregularmente definidos donde varía la proporción de los minerales de la pasta, aumentando la cantidad de microescamas de biotita. La *zeolita* es de dos tipos: una, probablemente analcima, isotropa; la otra, de leve birrefringencia, relieve un tanto menor, 2V pequeño, índice próximo a 1,494, que quizás sea heulandita o chabazita.

El fieltro de cristales de feldespato alcalino, clinopiroxeno y hornblenda es muy apretado, o bien se abre dando lugar a mesostasis zeolítica abundante dentro de la cual se proyectan las agujas de piroxeno y tablas de sanidina. La zeolita que forma crecimientos a modo de rellenos vesciculares de 1 a 2 mm es del tipo más birrefringente; dentro de la misma se hallan incluidas sanidina y biotita y agujas muy finas de *aegirina*. Los cristales íntegramente constituídos por *aegirina* se limitan a agujas y prismas muy pequeños en la mesostasis. Los individuos de clinopiroxeno algo mayores, hasta tamaños en transición a fenocristales chicos, son sólo parcialmente aegirínicos. Es común hallar prismas la mitad de los cuales es titanaugita análoga a la ya descrita, y la otra mitad es *aegirina* ( $a:c=0$ ) fuertemente pleocroica verde oscuro ( $a$ ) a amarillento verdoso claro. En muchos casos solamente el extremo del prisma es *aegirina*.

En prismas diminutos de hornblenda, situados en el seno de rellenos zeolíticos, al parecer en áreas de contaminación muy ricas en biotita, también se aprecia la cristalización tardía sódica, por existir ápices de extinción recta negativa y de color azul vivo según alfa (*riebeckita*).

Los restantes minerales de la pasta, menos importantes, son magnetita y calcita.

Los *agregados hipidiomorfos* granosos ya mencionados se componen de feldespato alcalino (sanidina, anortoclasa), nefelina y escaso mineral fémico (augita), pseudomorfos con calcita y óxido férrico y magnetita. El tamaño de grano es semejante al de una microsienita inequigranular.

### III. PETROLOGIA

#### *La tinguaíta de Iruya en relación con otras manifestaciones eruptivas con afinidades alcalinas de la región.*

La ubicación de esta roca fonolítica en alguna de las formaciones eruptivas del noroeste argentino tropieza con la limitación de las relaciones geológicas de edad que ha provista el hallazgo, circunstancia que es propia también de la mayoría del resto de los aislados afloramientos de rocas con las cuales podría especularse sobre una relación

de consanguinidad, dentro del ámbito de la Cordillera Salto-Jujeña. Es indudable que la localización geoestructural de la tinguaita resulta llamativa ante el sólo resumen de la ubicación de los hallazgos de rocas con afinidades alcalinas. Ya Hausen (1930) había señalado el interés de la presencia de eruptivas alcalinas en la parte septentrional de la República, destacando la necesidad de investigar el problema. El progreso posterior de los estudios geológicos regionales no acreció mayormente la nómina de localidades, por lo cual el hallazgo de Iruya actualiza la consideración de la existencia de este tipo de manifestaciones magmáticas en una extensa faja situada al E de la Puna: en las Sierras Subandinas, La Cordillera Salto-jujeña y su continuación en Bolivia.

*Reseña.* — Ahlfeld (1946) cita unos pocos afloramientos de rocas alcalinas en Bolivia. El más interesante es el de Cerro Sapo (aprox. Lat. 17°, long. 67°), constituido por un pequeño cuerpo de sienita *nefelínica* con 10 % de sodalita, intruído en capas del Paleozoico Inferior de la Serranía de Palca, que se asocia con pegmatitas y vetas carbonáticas con sodalita. A pocos kilómetros se halla otro cuerpo intrusivo, en Saillapata (véase Ahlfeld y Mosebach, 1935), de sienita *hornblendífera*, con escasa sodalita. Otros afloramientos citados por Ahlfeld son el del manto de *fonolita* superpuesto a capas del paleozoico superior en Carpacayma, cerca de San Pedro (aprox. Lat. 18°, long. 66°) y el cuerpo o chimenea de diabasa con *inclusiones de traquita fonolítica aegirínica* (Aldag, 1913) que penetra areniscas devónicas en las cercanías de Ollakasa al SE del Sucre (aprox. Lat. 19° 30', Long. 65°). La fonolita según Ahlfeld puede adscribirse al vulcanismo básico mesozoico, sea correlacionando con las rocas alcalinas triásicas de Brasil o con las efusiones basálticas cretácicas que en Bolivia se hallan al este de la faja de afloramientos del Paleozoico inferior, las cuales son, como en NW argentino, más jóvenes que las Areniscas inferiores, y aún llegan a penetrar el calcáreo dolomítico o a las capas basales de las Margas Multicolores. En cuanto a la chimenea de diabasa, sus inclusiones alcalinas confirmarían esta idea, en un acuerdo con la opinión del autor del hallazgo (Steinman) para quien la roca diabásica forma parte del conjunto de diques y filones capa que cortan las capas del Paleozoico inferior, como facies intrusiva de aquellas coladas basálticas. Ahlfeld cita también un *diques ultrabásico con perowskita* que corta las capas ordovícicas al SW de Tarija.

Finalmente menciona el "granito alcalino" entre Rejara y Mecoya, cerca de la frontera en el sector boliviano de la Cordillera de Santa

Victoria (aprox. Lat.  $22^{\circ}$ , long.  $65^{\circ}$ ) como perteneciente al mismo tipo de rocas intrusivas del Cerro Sapo, añadiendo además el hallazgo de *rodados sieníticos* en los afluentes de los ríos Bermejo y Tarija.

Dentro del territorio argentino el cuerpo intrusivo del cerro Hornillos (aprox. Lat.  $22^{\circ} 20'$ , Long.  $65^{\circ} 06'$ ) en la Serranía de Santa Victoria, es el más septentrional de los afloramientos de interés. Beder (1928), cita de allí muestras de sienitas ricas en sodio, con feldespatos alcalinos y plagioclasa. Hausen (1925) se refiere a sienita y diorita y Turner (1960) precisa que en el plutón de medio  $\text{km}^2$  la roca predominante es *sienodiorita*, habiendo hallado sin embargo una variedad tonalítica. Beder, sin analizar el problema estima que el plutón es terciario, mientras que según Turner la edad es incierta, si bien el cuerpo intruye las areniscas cámbricas, siendo probable a su juicio que sea más joven que la formación tremadociana.

De mayor interés en el trabajo de Beder (1928) es su mención (aunque sin acompañar estudio petrográfico) de la existencia de diques de rumbo N-S de rocas alcalinas o afines en el sentido de infra-saturación o subalcalinidad, situados dentro de la Hoja 2c en la zona del cerro Hornillos y al sur y al norte del mismo: son *bostonita cuarcifera*, *bostonita*, *traquiandesita*, *pórfiro foyaitico con analcima*, *basanita* y *limburgita*. Turner en cambio, para la Sierra de Santa Victoria y adyacencias (Hoja 2c) solo menciona tipos hipabisales normales (andesita, *traquiandesita*, riodacita, dacita y *basalto*) en diques y filones capa que atraviesan las formaciones cámbricas y ordovícicas, o bien como en el caso del pórfiro traquiandesítico las metamorfitas precámbricas. Según Turner estas rocas de dique integran un mismo ciclo eruptivo paleozoico, y son algo más jóvenes que el plutón de Hornillos, cortado por un dique de andesita. El mismo autor (Turner, 1958) cita para la región de las Sierras de Escaya y Cochino, diques que cortan las capas ordovícicas, pero señala solamente miembros ácidos, salvo los filones capa de diabasa; estima al conjunto paleozoico superior. Brackebusch (1883) había destacado en cambio la distribución amplia de dos diques de *traquita* en pizarras.

Hausen (1930) llama la atención sobre el gran interés de la distribución regional de diques de rocas alcalinas en el noroeste argentino, sobre todo en el sector cordillerano oriental de la Puna. Merece atención su referencia a un dique de pasta traquítica con aegirina y fenocristales de ortoclasa que clasifica como *tinguaita* el cual corta esquistos precámbricos muy al oeste de la faja hasta ahora considerada, al Sud de la localidad de Cobres, en la Puna salteña (aprox. Lat.  $23^{\circ} 40'$ , Long.  $66^{\circ} 20'$ ).

En la provincia de Tucumán la mención de rocas con afinidades alcalinas se refieren sobre todo a las sierras de La Ramada y Medina. En el norte de Tucumán y sud de Salta, en las cercanías del Límite interprovincial Stappenbeck (1921) mapeó afloramientos de *teferita* en la Sierra de La Ramada (lat. aprox.  $26^{\circ} 40'$ , long.  $69^{\circ}$ ) y al oeste de Antilla (aprox. Long.  $64^{\circ} 45'$ , lat.  $26^{\circ} 15'$ ), el principal de los cuales es el Cerro Negro, de *tefrita leucítica*. Estudios de Peirano (1939) con información petrográfica de la señora Cetrángolo no han confirmado la presencia de tefritas en el Cerro Negro o en la Sierra de La Ramada (menciona neelinitas) donde son relativamente abundantes los *basaltos olivínicos*. Por nuestra parte hemos observado dos cortes de la roca del Cerro Negro sin hallar leucita, reconociendo que el carácter alcalino o subalcalino básico está dado solamente por la abundancia de zeolita en la roca basáltica. Peirano cita además la existencia de *lamprófiros* (camptonita, kersantita) en la Sierra de La Ramada, según determinaciones de Cetrángolo (1939).

En la Sierra de Medina también hay manifestaciones básicas, con afinidades alcalinas. Ya Stelzner (1885, pág. 175 y 196) describió un *basalto nefelínico* hallado como rodado en el Río Salí, cerca de Tucumán. Keidel (1913) cita el filón básico muy alterado y triturado, zeolítico, que corta las brechas aguas bajo de las obras interrumpidas. Pero más interesante es el afloramiento próximo al anterior, que aparece en la explanada de la margen derecha del Salí, abierta en ocasión de las obras en las brechas basales del Cajón del Cadilla; es la sección más o menos circular, de pocos metros de diámetro, de un cuerpo o chimenea de roca negra, poco alterada, microgranosa, muy básica y alcalina, que según un corte de la muestra que hemos obtenido resulta provisionalmente afín a un tipo de *monchiquita biotítica-basalto analcítico*. La edad de este vulcanismo básico con afinidades alcalinas se halla acotada solamente por su posterioridad a la formación brechosa del Cajón del Cadilla. Ruiz Huidobro (1960, y com. verbal) afirma la correlación de estas brechas con el conglomerado brechoso del Zorrito, cerca de Cafayate, que integra como miembro la formación de Areniscas Inferiores (Pirgua) de edad cretácica, frecuentemente atravesada por rocas básicas en el ambiente subandino.

La identidad de estas eruptividades básicas registradas en el ambiente subandino de Salta y de Tucumán se apoya en tal correlación de las formaciones sedimentarias y en la comparación de los productos efusivos o intrusivos; ya que al tipo basáltico o biabásico normal olivínico en ambos sectores se añaden extremos muy féficos o

alcalinos. Tannhauser (1906) se refiere a *traquitrefrita* (Cuesta de Cámara) y *essexita* (cerca de Alemania) ambos en Salta y a rodados de basaltos nefelínicos en Tranquitas (Tucumán) y Santa Bárbara (Salta). También cita diques en areniscas, ricos en olivina, sin feldespatos (*limburgitas*) en Angosto de San Francisco, Jujuy. Frenquelli (1936) según datos petrográficos de Pastore y Mühlmann, cita junto con los basaltos olivínicos de la región de Alemania, especímenes ricos en zeolitas, *traquibasaltos* y *limburgita*. La gran concentración local de minerales félicos, que puede ocasionar tipos limburgíticos ha sido observada por nosotros en algunas muestras recogidas en la Quebrada de las Conchas.

*Consideraciones finales.* — De la reseña precedente surge la distinción *a priori* de tres formaciones petrográficas eruptivas en el ámbito de la Cordillera Salto-Jujeña y Sierras Subandinas argentinas y en las Cordilleras Orientales de Boivia, cuyo valor como asociaciones no puede aún establecerse, pero que pueden servir de base para la ubicación tentativa de la tinguaita de Iruya dentro de un conjunto eruptivo de extensión regional. Las mismas, resumiendo, son:

1) Cuerpos intrusivos o stocks tales como el de sienita de Saillapata y sienita nefelínica de Cerro Sapo, en Bolivia; el plutón sienodiorítico de Hornillos en la Cordillera de Santa Victoria, y el cuerpo de donde proceden los rodados sieníticos de la zona del Cerro Mecoya al E de La Quiaca. Los dos primeros alojados en el paleozoico inferior de la Cordillera Oriental. Predomina la idea de que son manifestaciones de una eruptividad paleozoica, probablemente hercínica, pero no puede descartarse una mayor juventud.

2) El conjunto de diques alojados en esquistos precámbricos y sedimentitas eopaleozoicas de la Cordillera Oriental de Salta y Jujuy, sobre cuya edad caben las mismas consideraciones que en el caso anterior. Se componen de rocas básicas, intermedia o ácidas, algunas de ellas alcalinas o subalcalinas, pero al parecer según las muestras obtenidas en trabajos de índole regional, con predominio de tipos normales saturados. La cita de Hausen (1930) de un dique tinguaitico alojado en el Precámbrico al oeste de las Salinas Grandes extiende la localización de estos diques a la zona marginal de la Puna. La tinguaita de Iruya, que es el extremo alcalino de este conjunto, puede incluirse *prima facie* en el mismo, no olvidando que el conjunto puede ser heterogéneo con diques de más de un ciclo eruptivo importante, sin excluir el magmatismo supuesto neocretácico de Salta, Tucumán y Jujuy.

3) El magmatismo básico, olivínico, de las Sierras Subandinas sobre todo en las provincias de Salta y Tucumán, de edad neocretácica o eoterciaria a juzgar por el neto carácter intrusivo de los pequeños cuerpos, diques, masas brechosas y filones capas en la Formación Pirgua (Areniscas Inferiores) y en las brechas y areniscas del lado tucumano. Son basaltos olivínicos en ambas provincias con variaciones a tipos alcalinos o ultraféemicos y muy frecuente abundancia de zeolita.

Se incluyen aquí las supuestas tefritas de la zona del C<sup>o</sup> Negro, Tucumán. La fenolita del Carpacayma, según Ahlfeld, pertenecería al mismo grupo y lo mismo puede suponerse de la diabasa con inclusiones alcalinas de Ollakasa (Bolivia) y de los filones de diabasa o basalto que en el ambiente de la Cordillera oriental cortan al Ordovícico o al Precámbrico.

Quiere decir que en las tres agrupaciones preliminares de rocas eruptivas hay miembros alcalinos, por lo cual reviste dificultades mayores la ubicación cierta de la tinguaita de Iruya, que constituye la manifestación más característica, conjuntamente con la sienita nefelínica del Cerro Sapo, ambas del mismo tipo magmático. Pero resulta evidente que los diques alcalinos citados por Beder, los diques traquiandesíticos y la tinguaita de Cobres forman el conjunto más afín con la roca de Iruya, y no desechando la idea de que los cuerpos como el de Hornillos formen parte del mismo ciclo de rüptividad, se tiene una tendencia hacia tipos alcalinos y sieníticos que tendría que ser confirmada con futuros hallazgos en la extensa faja de la Cordillera de Salta y Jujuy.

En cuanto al magmatismo básico de Salta, Jujuy y Tucumán, sus derivados subalcalinos básicos ya citados configuran la propabilidad de la formación de diferenciados fenolíticos como el de Iruya. Tal asociación se halla ampliamente documentada en la literatura petrológica y se presenta como una posibilidad en este caso.

Los elementos de juicio que el hallazgo en sí de la tinguaita, o su estudio petrográfico ofrecen, poco contribuyen a clarificar la cuestión. En el segundo aspecto quizás resulte de interés *destacar los siguientes caracteres texturales*, que pueden dar una idea de parte de la historia de cristalización de la roca y sugerir algo sobre su origen.

- 1) Areas de pasta, de contornos un tanto indefinidos, de forma poco característica, son muy ricas en microescamas de biotita. En algunas hay abundancia de mesostasis zeolítica y en conexión con ello mayor riqueza en piroxeno sódico y anfíbol.

- 2) Fenocristales de olivina total o parcialmente pseudomorfos según antigorita y vermiculita tienen en sus bordes escamas de biotita que parecen productos de reacción.
- 3) Hay efectos de corrosión en los fenocristales de nefelina, pero sobre todo en los de feldespató alcalino. En algunos casos la corrosión es muy avanzada y ha dejado solamente remanentes lenticulares de feldespató.
- 4) La roca contiene agregados granulares hipidiomorfos de feldespató alcalino, con nefelina y piroxeno.

Estos agregados pueden ser considerados, desde un punto de vista teórico, como formados del siguiente modo: *a)* son glomerulos reunidos por adosamiento de cristales libres en el magma durante el movimiento de éste hacia su extrusión, o durante la etapa de quietud posterior al mismo; *b)* son fragmentos líticos arrancados por el magma, lo que significa la posible asociación del dique de tinguaita con tipos sieníticos nefelínicos de mayor volumen o profundidad; *c)* son fragmentos arrancados de una agregación cristalina profunda que puede interpretarse como cumulado formado durante el proceso de enfriamiento del magma que luego se movió hacia niveles más superficiales.

La primera explicación parece descartada por la textura hipidimorfa del agregado, resultante de la mutua interferencia en el crecimiento de los granos. La segunda y tercera en cierto modo son afines, por cuanto contemplan la asociación comagmática mediata o inmediata de facies texturales granosa y porfírica, y con ello abren la posibilidad de dar a la tinguaita un significado geológico algo mayor que el sugerido por el afloramiento.

Pero cabe añadir que la evidente corrosión de los fenocristales de feldespató alcalino de la tinguaita parece indicar que ha habido un desequilibrio entre las fases sólicas y el magma en cristalización, que si bien puede atribuirse en parte a una eventual concentración de volátiles (presencia abundante de zeolitas y biotita), muy bien puede sugerir la acción de un magma más básico, sobre el agregado feldespático-nefelínico. La asimilación de este tipo puede haber promovido a su vez la inestabilidad de la olivina y su reacción para dar biotita marginalmente.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AHLFELD, F. 1946. *Geología de Bolivia*.—Revista del Museo de La Plata (N. S.), Sec. Geol., III, pp. 5-370.
- y MOSEBACH, R. 1935. *Ueber Alkaligesteine in der bolivianischen Ost Kordillere*.—N. Jhrb. Mine, 69, A. pp. 383-414.
- ALDAG, A. 1913. *Petrographische Untersuchungen bolivianischer Andesit-und Diabas gesteine samt ihren Einschlüssen*.—Diss., Bonn.
- BEDER, R. 1923. *Los yacimientos de mineral de plomo en el Departamento de Yavi; de la Provincia de Jujuy*.—Direc. Gen. de Minas, Geol. e Hidr., publ. n<sup>o</sup> 38.
- BRACKEBUSCH, L. 1883. *Estudios Sobre la Formación Petrolífera de Jujuy*.— Bol. Acad. Nac. de Ciencias, Córdoba, V, pp. 137-184.
- CETRÁNGOLO, Z. DE. 1930. *Rocas magmáticas de la Sierra de La Ramada*.—Univ. Nac. Tucumán. Cuadernos Miner. y Geol. n<sup>o</sup> 6.
- FRENGUELLI, J. (1935). *Investigaciones geológicas en la zona salteña del Valle de Santa María*.—Univ. Nac. La Plata. Obras Cincuentenario Museo La Plata, 2, pp. 215-572.
- HAUSEN, J. 1925. *Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama*.—Bol. Acad. Nac. Ciencias Rep. Arg. Córdoba. XXVIII, pp. 3-95.
- H. (1930). *Geologische Beobachtungen in den Hochgebirgen der Provinzen Salta und Jujuy, Nordwestargentinien*.—Meddel. Abo Akademis Geologisk-Mineralogiska Inst., 11 (Avtryck ur Acta Geog., 3, 1), Helsinki.
- PEIRANO, A. 1939. *Ensayo sobre orogenia y tectónica general de las Sierras del de la provincia de Tucumán y del extremo suðcentral de Salta*.—U. N. Tucumán. Cuadernos Miner. y Geol. n<sup>o</sup> 6 y 7.
- RUIZ HUIDOBRO, O. 1930. *El Horizonte Calcáreo-Dolomítico en la provincia de Tucumán*.—Acta Geológica Lilloana, III, pp. 147-171.
- STAPPENBECK, R. (1921). *Estudios Geológicos e hidrogeológicos en la zona subandina de las provincias de Salta y Tucumán*.—Anales Min. Agr. de la Nación. Sec. Geol., Mineral, y Minería, XIV, n<sup>o</sup> 5.
- STELZNER, A. 1885. *Beiträge zur Geologie und Paleontologie der Argentinischen Republik*.— I Geol. Theil. Berlin.
- TANNAHUASER, F. 1906. *Petrographische Untersuchungen an jungvulkanischen Gesteinen aus der argentinischen Republik*. Neues Jahrb. für Minerl, geol. und Pal. — Beilage. Band XXII, pp. 555-638.
- TRÖGGER, W. E. 1959. *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale*. Stuttgart.
- TURNER, J. C. 1958. *Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy)*. Rev. de la Asoc. Geol. Arg. XIII, n<sup>os</sup>. 1 y 2, pp. 15-40.
- 1960. *Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias*. Bol. Acad. Nac. de Ciencias. Córdoba, XLI, pp. 163-96.

Manuscrito recibido mayo 1960