

**OBSERVACIONES GEOLOGICAS Y ESTUDIO PETROGRAFICO SOBRE 54 MUESTRAS
COLECTADAS POR EL Dr. LAUREANO RINCON, EN EL DEPARTAMENTO
DE NARIÑO EN LA VIA TAMBO, PEÑOL, POLICARPA**

POR
H. WOLFGANG NELSON
PETROLOGO JEFE

INFORME No. 1074

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
BOGOTA, 1962

CONTENIDO:

1. INTRODUCCIÓN	83
2. ANOTACIONES SOBRE LOS SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA	85
3. LOS ESTRATOS DE CHITA	86
4. EL "CRETÁCICO EN LA FACIES PORFIRÍTICA"	90
5. LAS SERPENTINAS AL NORTE DE EL TAMBO	91
6. LAS FORMACIONES MÁS MODERNAS (TERCIARIAS)	92
OBSERVACIONES GEOLÓGICAS A BASE DEL PRESENTE ESTUDIO PETROGRÁFICO	94

1. INTRODUCCION

Con el objeto de aumentar los datos sobre las formaciones en la cuenca del Patía, y con base en un levantamiento de ruta, fue colectada una serie de muestras por el ingeniero Laureano Rincón Orbezo, del Servicio Geológico y Minero de Pasto, a lo largo de la ruta Tambo-Peñol-Policarpa. Parte de éstas fue enviada a este Departamento para practicar el examen petrográfico; otra parte fue estudiada en el Departamento de Paleontología, sobre el posible contenido de microfósiles.

En el año de 1930 practicó un estudio detenido el doctor Emil Grosse, quien visitó la región entre Popayán y la ruta mencionada (El Tambo-Policarpa) durante más de tres meses, y consignó sus observaciones en el tomo III de la Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, con el croquis geológico correspondiente. Otro estudio de Nariño y Alto Putumayo fue realizado por el doctor José Royo y Gómez durante cuatro meses del año de 1940; tal estudio tenía especialmente un objeto económico, y sus resultados están consignados en el tomo V de la misma Compilación; a lo largo del presente informe nos referiremos con frecuencia a estos dos autores.

El presente estudio se limita principalmente a la descripción petrográfica de las muestras. Por no conocer la región personalmente, y además por la falta de datos precisos sobre la extensión, variación, posición geológica, etc., sería muy dudosa una interpretación geológica. Así parece, por ejemplo, que ciertas muestras pueden corresponder tanto a una formación hipoabisal como a una formación extrusiva. La clasificación en estos casos hemos tenido que darla arbitrariamente, según la idea que sugirió el croquis del levantamiento o la literatura mencionada arriba. Otras muestras pueden proceder tanto de guijos de un conglomerado como de bombas de un aglomerado volcánico o de una lava.

A pesar de esto, se trató la materia ordenándola según las formaciones geológicas de posible procedencia. En el último capítulo se ha hecho el esfuerzo de deducir algunas observaciones geológicas. El anexo contiene el estudio de todas las muestras según el orden del levantamiento.

2. ANOTACIONES SOBRE LOS SISTEMAS DE CLASIFICACION PETROGRAFICA.

En atención a las obras citadas en la introducción, de Grosse y de Royo y Gómez, y teniendo en cuenta los párrafos siguientes del presente informe, nos parece conveniente insertar unas palabras sobre la clasificación de las rocas ígneas. A esa clasificación se debe atender, porque sólo ella permite la comparación con rocas descritas por otros autores, e informarnos sobre la igualdad o las diferencias con rocas de diferentes lugares.

Toda clasificación se basa sobre una o más de las siguientes características:

- a) La clase y la cantidad proporcional de los minerales constituyentes.
- b) El modo como ellos están agregados, o sea su estructura.
- c) La composición química de la roca.

Las clasificaciones más adecuadas para reflejar la génesis y las modificaciones posteriores de una roca, son aquellas que contienen las primeras dos características, a) y b), es decir, los factores que, en general, se pueden determinar, ya macroscópicamente, ya con la ayuda del microscopio. En ciertas ocasiones, precisamente en rocas parcial o enteramente vítreas, los datos mineralógicos y estructurales pueden ser completados por datos químicos.

A pesar de este juicio bastante universal sobre la base de una clasificación petrográfica, se desarrollaron varios sistemas distintos, los cuales —en verdad—, a grandes rasgos van muy paralelos, pero para ciertos tipos de rocas se desvían en sus conceptos, dando como resultado una nomenclatura distinta. No se trata aquí de entrar en una discusión sobre los varios sistemas que por fin no son más sino meras convenciones.

La confusión se aumentaba por la opinión de ciertos autores de que era conveniente distinguir entre rocas paleovolcánicas (preterciarias) y rocas neovolcánicas, y expresar esa edad en la nomenclatura. De modo que rocas exactamente iguales (fuera de una posible y mayor descomposición en las rocas antiguas) recibieron dos nombres distintos, según su edad geológica. Este sistema rige especialmente en los países germánicos, aunque los motivos originales ya no se consideran válidos.

Conforme a esto, se observa que Grosse en su obra citada distingue entre “porfiritas” y “andesitas” para indicar una roca semejante, pero de distinta edad geológica, a saber paleovolcánica y neovolcánica; igualmente se hace la distinción entre “meláfiro” (paleovolcánica) y “basalto” (neovolcánica); entre “pórfido cuarzoso” y “riolita”; entre “porfirita cuarzosa” y “dacita”.

Fuera de que es poco deseable esta subdivisión y que a veces no puede realizarse porque se desconoce la edad geológica, debe tenerse en cuenta que los nombres "pórfido" y "porfirita" se utilizan por otros autores para indicar ciertos tipos de rocas hipoabisales ricas en ortoclasa y plagioclasa, respectivamente.

La nomenclatura empleada por el suscrito es la de P. Niggli, propuesta en los años de 1931 y 1935 (véase Schweiz. Min. Petr. Mitt., de los mismos años). En ella se prescinde de la subdivisión mencionada, empleando una sola clasificación para determinado tipo de roca, independientemente de su edad geológica. Lo mismo acontece en sistemas semejantes, usados en Inglaterra y en los Estados Unidos por el U.S. Geological Survey (véase A. Johannsen, a descriptive Petrography of igneous roks, vol. I/IV).

De acuerdo con esto, en adelante se hablará de riolitas, dacitas, andesitas, basaltos, etc., y de pórfidos y porfiritas para rocas hipoabisales.

Recorriendo la publicación citada de Royo y Gómez, el suscrito observó que este autor también distingue "porfiritas", "porfiritas cuarzosas" y "pórfido cuarzoso" de sus respectivas andesitas, dacitas y riolitas, pero en un sentido muy distinto al de Grosse. Se deduce de sus descripciones petrográficas que todas pueden referirse a rocas extrusivas (también a rocas hipoabisales) de cualquier edad geológica, pero que difieren en cuanto a la constitución de la pasta que es granuda en las primeras y vítrea en las últimas.

Me parece que esta diferencia subordinada no justifica una separación en las rocas. El desarrollo de la pasta depende primordialmente de la magnitud del cuerpo efusivo y además del lugar dentro de este mismo, con respecto a sus bordes. De modo que una pasta granuda a menudo pasa gradualmente a una pasta vítrea, y no sería muy conveniente aplicar dos clasificaciones para estos dos tipos, por lo demás exactamente iguales. En las riolitas, una sola sección delgada ya puede demostrar dos o más tipos de pasta, causados por la gran viscosidad de la fusión silicosa, que no permite una cristalización uniforme.

El concepto "*espilita*", usado por Grosse, también necesita una aclaración. Actualmente este nombre se utiliza únicamente para indicar ciertas rocas basálticas que contienen albita en vez de plagioclasas básicas ordinarias; esta albitización se debe a procesos metasomáticos. El concepto antiguo, sin embargo, es diferente; se utilizó el nombre para rocas basálticas muy densas o de un grano finísimo, a menudo con textura amigdaloides. En este sentido antiguo lo usa aparentemente Grosse. Aunque en el informe sobre la cuenca del Patía no da una descripción detallada de esta roca, la encontramos en la obra *Terciario Carbonífero de Antioquia*, del mismo autor (1926). Las descripciones de las "*espilitas*" en esta obra, se refieren todas a rocas básicas muy densas, y confirman nuestra suposición sobre el significado de este nombre petrográfico.

3. LOS ESTRATOS DE CHITA

Los estratos cubren una gran parte del terreno levantado, y el mayor número de muestras debe proceder de ellos; de esas muestras hablaremos en seguida, ordenadas según su carácter y su localidad.

A) *Las muestras entre Policarpa (Chita) y puente La Guasca.* Fuera de la muestra número 42, están representadas únicamente por rocas volcánicas y tobáceas. La falta de datos de campo no permite afirmar si las primeras se presentan como intercalaciones extrusivas entre las segundas o si representan sólo partes de bombas en estas tobas. En todo caso, forman una unidad petrográfica bien definida que consta de derrames volcánicos bastante básicos, precisamente andesíticos. De su edad paleovolcánica habla el hecho de que se presentan muy compactas y duras, a veces algo apizarradas; además, prevalece un color verde, por alteraciones a epidota, clorita, etc.; de modo que a veces son verdaderos "greenstones" en los que es difícil reconocer a simple vista el carácter original, tobáceo o extrusivo. El microscopio revela las siguientes extrusivas:

Andesita augítica (Nº 49-a), con sólo fenocristales de augita, a veces de estructura zonar; se destacan difícilmente en la masa, la cual es holocristalina y está constituida por plagioclasas y antigorita (derivada de augita); también es algo amigdalóide.

Andesita hornbléndica (Nº 44-b), en la que sólo hay pequeños fenocristales de hornblenda que se dejan observar también con un lente como agujas finas y negras. La masa está muy alterada, especialmente a sericita que se desarrolló en estructura más o menos paralela, demostrando así cierto dinamometamorfismo; la débil esquistosidad se aprecia también en la muestra.

Andesita augítico-hornbléndica (Nº 46), con fenocristales de estos dos elementos melanocratos y de plagioclasas. La masa es hialocristalina y algo amigdalóide.

Andesita plagioclásica (Nº 47), con fenocristales principalmente de plagioclasas y muy pocos de hornblenda y augita. La masa es hialocristalina y amigdalóide.

Las rocas tobáceas y compactas están integradas por los mismos elementos; por el tamaño muy diverso de sus componentes se clasifican como *tobas aglomeráticas andesíticas*; son las muestras 43, 44-a, 45, 48 y 49-b. Los componentes en general no pasan de 2 centímetros de tamaño; no se destacan fácilmente, y las rocas parecen más bien densas, a veces algo apizarradas; tienen color verdoso o abigarrado.

Sin embargo, el microscopio revela inmediatamente el carácter piroclástico; se observan fragmentos de una o más de las extrusivas mencionadas arriba, junto con fragmentos de cristales de las mismas, especialmente plagioclasas, augita y hornblenda o sus productos de alteración. El cemento es escaso y está constituido por productos secundarios o material cinéreo.

Finalmente, se anota una roca muy densa, de color gris verdoso, procedente de las inmediaciones de Policarpa (Chita): macroscópicamente no se pueden distinguir sus componentes. Al microscopio se observa su naturaleza clástica; está constituida por material volcánico en granos angulosos, bastante seleccionados en cuanto a sus dimensiones (varían entre 50 y 300 μ .); se distinguen plagioclasas alteradas y augita; además unos pocos granos de hornblenda y restos de rocas extrusivas ande-

síticas; tienen un cemento de productos de descomposición verdoso oscuro (clorita y leptocloritas). Debe haberse originado la roca en la redeposición de material tobáceo o en andesitas desintegradas. Se la clasificó *toba andesítica densa redepositada* (Nº 50).

La misma roca fue señalada por Grosse, del mismo lugar, como “roca densa, verdosa, porfirítica (es decir: andesítica!), sin señales exteriores de metamorfismo”. Está interpuesta entre las tobas aglomeráticas descritas. También Bergt (1899) describe rocas semejantes (clasificadas como “tobas diabásicas”); parecen estar bastante difundidas en esta región.

Merece anotarse que el carácter andesítico de este conjunto volcánico se refleja también en el modo de alteración de los cristales de plagioclasas, los cuales en las rocas examinadas se alteraron principalmente a sericita, luego a albita, epidota, etc.; se deduce de esto la composición poco básica de las plagioclasas.

B) *Las muestras entre puente La Guasca y El Peñol.*—Revisando las muestras de esta región, por cuanto se refiere a los estratos de Chita, se anota inmediatamente la preponderancia de *pizarras arcillosas*; son en su mayoría bien esquistosas y además bastante compactas; en general, el color varía del gris verdoso al gris oscuro o casi negro; son las siguientes muestras: 42, 41, 39, 35, 33, 31, 29-a, 28, 21 y 18.

Bajo el último número de esta serie (18), hay también *pizarras silíceas*; en ellas se observa un alineamiento fino que recuerda una estratificación sedimentaria antigua; es más o menos perpendicular a la esquistosidad metamórfica. Una observación semejante se puede hacer para el número 29-a.

De las pizarras arcillosas se elaboraron dos secciones delgadas correspondientes a las muestras 33 y 35; están constituidas principalmente por minerales arcillosos; una de ellas (Nº 35) demuestra además pequeños fragmentos de plagioclasas, en su mayor parte sericitizadas, rara vez también fragmentos de augita; su relación con las andesitas y tobas andesíticas mencionadas arriba, es evidente.

Las pizarras arcillosas parecen tener *interposición de esquistos abigarrados*, como los tenemos en las muestras números 37 y 40; en la sección delgada de la primera, un esquisto rojo violáceo muy duro, y al parecer algo silicificado, se comprobó una fina distribución de hematita como materia de pigmento. Bajo el número 40 se hallan esquistos rojos y verdes bastante blandos, a veces suaves y grasosos al tacto. El examen microscópico del esquisto verde demuestra su riqueza en minerales magnésicos, tales como talco, clorita y brucita (?), formando un agregado fibroso en el cual hay nidos de un carbonato (probablemente magnesita); otros componentes son cuarzo secundario y albita.

Luego se encuentra entre las muestras una *lidita* (Nº 29-b), bastante agrietada y de color negro.

Las demás muestras, que probablemente representan estos estratos de Chita (*desgraciadamente faltan datos más precisos del levantamiento*), son más bien arenosas y no arcillosas; entre ellas se anotan:

Una *toba andesítica redepositada* (Nº 34): es una roca gris verdosa y compacta, muy dura; tiene una débil esquistosidad; es de grano fino, y con una lente apenas se distinguen sus elementos. La sección delgada

demuestra su naturaleza clástica de material tobáceo; está constituida por plagioclasas bastante frescas y por fragmentos de rocas volcánicas andesíticas, en cantidades más o menos iguales y en estructura densa. Accesoriamente hay augita; no se encontró cuarzo.

Aparentemente es la misma roca que describe Royo y Gómez del conjunto verdoso-porfirítico como “roca cuarcífera verde” o como “areniscas duras de grano fino, verdosas” y que allá están bastante difundidas. Aunque es una roca arenosa (sedimentaria), se recomienda no denominarla “arenisca” o “cuarcita”, por la ausencia o escasez de cuarzo y por prevalecer en su constitución un material derivado de andesitas o sus tobas; esta circunstancia explica también el color verdoso y el hecho de que este “greenstone” sea tan semejante a extrusivas básicas de grano fino alteradas, precisamente a este tipo de roca que llama Grosse “espilita”. Royo y Gómez presume que Grosse confundió esas “rocas cuarcíticas verdes” con espilitas, error muy fácil en determinación macroscópica. Hay que anotar, sin embargo, que Grosse menciona ciertamente interposiciones de “areniscas túficas y de tobas porfiríticas (?) duras” en los estratos de Chita (página 152) y luego anota del “Cretácico porfirítico”: “entre las tobas porfiríticas (andesíticas!), las que son densas y cenizas tienen la mayor difusión en todas partes” (página 156).

Encontramos luego un *esquisto calcáreo pardusco-violáceo* (Nº 32), que, según el croquis del levantamiento, parece provenir también de los estratos de Chita; contiene cerca de 50% de calcita; luego granos de cuarzo y unos pocos de feldespato; el color se debe al material opaco ferruginoso o grafitico.

Finalmente, encontramos una roca arenosa de grano menudo, muy compacta y pesada, de color negro-azulado por impregnaciones metalíferas; es débilmente esquistosa. Se trata de la muestra número 22, *arenisca túfica negra, ferruginosa*; contiene, fuera de los componentes sedimentarios comunes (cuarzo y feldespatos), abundantes fragmentos pequeños de rocas volcánicas andesíticas.

En el cemento se hallan numerosas cintas o películas finas de material ferruginoso, orientadas paralelamente, curvándose por los granos mayores; parece a veces un sistema de grietas orientadas causadas por ligera presión tectónica, rellenas con un material ferruginoso y tal vez en parte con manganeso; tiñen la roca de color oscuro.

Ostentan ser rocas iguales a las encontradas por Royo y Gómez en la sierra de La Espada, entre Pasto y El Tambo, y descritas como “areniscas de grano muy fino, limoníticas”; parecen ser la roca constituyente o principal de esta sierra y, según este autor, pertenecen allí al conjunto verdoso porfirítico.

La última muestra de la zona aludida es una *diabasa augítica* (Nº 38). El croquis hace sospechar que no tiene relación directa con las pizarras arcillosas, sino que se trata probablemente de un dique que las corta. Está compuesta por plagioclasas y augita en estructura ofítica.

Resumiendo los tipos de rocas examinadas, se anota una gran concordancia con las descripciones dadas por Grosse sobre estos estratos de Chita.

Las muestras implican la idea de que existe una zona, precisamente entre puente La Guasca y Policarpa, en la que rigen, casi exclusivamente, rocas volcánicas compuestas especialmente por andesitas augíticas, luego

por andesitas hornbléndicas y por las mismas tobas aglomeráticas; además, anotamos una toba más densa de la misma composición; es obvio que esta zona corresponde a lo que Grosse llama "tercer conjunto".

Asimismo, hay coincidencia de la zona vecina entre el puente La Guasca y El Peñol, con los conjuntos II y I. Predominan entre las muestras las pizarras arcillosas oscuras, en parte silíceas (además, una lidita); parecen estar intercaladas por esquistos abigarrados y rocas arenosas tobáceas y duras.

En tanto que las pizarras arcillosas hacen sospechar cierta relación con las rocas volcánicas del conjunto III, por tener ocasionalmente fragmentos de plagioclasas y augita, se impone la idea de una relación íntima por el estudio de las intercalaciones. Las areniscas tobáceas son indudablemente prueba de una fuente volcánica del sedimento, especialmente cuando la contaminación con detritus común (cuarzo) es tan poca que transitan a tobas redepositadas de composición andesítica. Detritus más fino y semejante originó los esquistos verdes, ricos en minerales magnésicos.

Se impone ciertamente la idea de que estos estratos arcillosos tobáceos se derivaron del conjunto III o volcánico. Por consiguiente, desde este punto de vista petrográfico, deben representar estratos más modernos que éste y superiores a él. El abastecimiento del material volcánico fue variable, no sólo en cuanto a su grano promedio, sino también en cuanto a la proporción integrante del sedimento.

4. EL "CRETACICO EN LA FACIES PORFIRITICA"

En lo que se refiere al levantamiento en cuestión, esta formación aflora entre El Tambo y El Peñol, según los datos de Grosse. Está constituido esencialmente por rocas efusivas básicas y sus tobas, las cuales se deben a derrames volcánicos, tal vez submarinos. Los sedimentos parecen desempeñar un papel subordinado.

Las muestras de la colección estudiada que se reparten a lo largo del perfil cretácico porfirítico, son las siguientes:

Diabasa augítica (Nº 6), de estructura ofítica muy típica, constituida por plagioclasas y augita. Es de grano fino a medio.

Igual en cuanto a la composición es la muestra número 9, pero ésta demuestra claramente fenómenos de dislocación que dieron como resultado una cierta trituración de sus componentes.

Algo distinta es la muestra número 5, también *diabasa augítica*, de aspecto muy denso. Microscópicamente tiene más bien una estructura intersertal, con algo de vidrio. Nos parece el equivalente a lo indicado por Grosse como "espilita".

Como sedimentos encontramos los siguientes:

Esquisto arcilloso, de color gris oscuro casi negro (Nº 7) y *arenisca táfica negra* (ferruginosa) (Nº 8). Recuerda a la muestra número 22 (estratos de Chita) por su impregnación metálica. Está constituida por los mismos componentes, es decir, cuarzo y productos tobáceos, pero es de un grano más fino y por consiguiente más densa que la número 22; la superficie está cubierta por una película con débil brillo metálico par-

usco. Ya anotamos que Royo y Gómez encontró la misma roca bastante difundida en la Sierra de La Espada y la atribuye al conjunto verdoso porfirítico (Cretácico?).

Estas muestras no nos dan una impresión general del "Cretácico porfirítico". No figuran, por ejemplo, las extrusivas andesíticas que deben integrar esta formación, y entre las cuales distinguió Grosse: "porfiritas" augíticas, hornbléndicas, labradóricas y amigdaloides.

Observamos solamente "diabasas legítimas", como las llama Grosse. Estas diabasas nos parecen pasar a tipos de grano muy fino, densas, como lo encontramos en la muestra número 5; seguramente es la misma roca que denominó Grosse "*espilita*", en el sentido antiguo de ese nombre. Según sus observaciones, se extiende este tipo de roca desde el sur de El Tambo hasta El Peñol; en otras palabras, predomina a lo largo del perfil en cuestión. Esta observación explica muy bien la monotonía entre las rocas ígneas levantadas en esta región. Además, un motivo de duda es la suposición de Royo y Gómez de que Grosse tomó las "areniscas de grano fino verdoso" por "*espilitas*"; tal suposición se hace aún menos probable si se tiene en cuenta la circunstancia citada en el capítulo anterior de que Grosse menciona ciertamente rocas clásticas y tobáceas de otras partes.

Como se puede esperar después de lo dicho arriba, tampoco los sedimentos se presentan completos; así, no observamos lilitas ni esquistos violáceos entre las muestras en discusión. Anotamos aquí que los últimos sí fueron señalados por Grosse en combinación con las pizarras oscuras, a lo largo del perfil discutido.

5. LAS SERPENTINAS AL NORTE DE EL TAMBO

Dentro del "Cretácico porfirítico" discutido anteriormente, al norte de El Tambo se halla un macizo de serpentina. De él provienen las muestras números 1, 2 y 4; según el examen microscópico, parece que estas serpentinas están compuestas principalmente por el mineral antigorita al cual se asocia un poco de crisotilo, de manera especial en las grietas, y accesoriamente una hornblenda fibrosa, calcita y menas metalíferas. Sería interesante examinar estas últimas por medio de un diagrama de rayos X, para averiguar la posible existencia en ellas de elementos valiosos como Cr o Ni.

Las rocas son de color verde oscuro azulado; están bastante agrietadas y demuestran una esquistosidad débil. Según las observaciones de Grosse, la roca madre de esta serpentina es una peridotita que, en otro macizo cerca de Los Azules, se ha conservado en forma de núcleos en la masa serpentinizada. La edad de estos macizos no es conocida con seguridad; es probablemente postcretácica.

Entre las muestras examinadas hay un fragmento interesante: es de color blanco grisáceo (bajo el N^o 1), que se distingue por su gran tenacidad y dureza; al microscopio parece tratarse del anfíbol *nefrita*, el cual a menudo se halla incorporado como masas nodulosas o como filoncitos en los macizos de serpentina. La misma sección delgada contiene también prehnita. A veces se tiene la idea de que la nefrita se desarrolló a expensas de la prehnita.

También Grosse menciona estas inclusiones, pero las denomina (según clasificación macroscópica) "jadeitita". Esto indica su integración por otro mineral, igualmente fibroso, a saber: el piroxeno jadeíta, el cual puede formar una roca muy semejante a la nefrita, en cuanto a la dureza y tenacidad; para ambas rocas se emplea el nombre genérico de "jade", que por sus propiedades especiales constituía una materia prima para el hombre primitivo en la elaboración de ornamentos, utensilios, etc.

Aparentemente, del mismo macizo de serpentina es la muestra número 3; *por falta de datos de campo precisos* se la tomó como procedente de un dique, y de conformidad con eso fue clasificada como "*aplita diorítica*"; tal vez es un equivalente de los bloques de "pegmatita gábrica" encontrados por Grosse en el macizo de serpentina de Los Azules.

6. LAS FORMACIONES MAS MODERNAS (TERCIARIAS)

A juzgar por su naturaleza y su localidad, el resto de la colección debe provenir de estratos más modernos. Es imposible, sin conocimiento del terreno, discutir su posición geológica. En seguida tratamos brevemente sobre estas muestras, agrupadas según su clase:

a) *Conglomerados y graywackes.*

Tales rocas provienen del punto El Perejil. Refiriéndonos a los datos de Grosse, deben representar los estratos distinguidos como "piso medio de la sección inferior del Medioterciario" (b m i 2).

Es una serie muy interesante representada por las muestras números 12, 13, 14 y 17; tienen en común el carácter de ser rocas sedimentarias muy compactas y duras. El desarrollo varía de conglomerático a arenoso grueso o fino; forman una unidad en cuanto a su composición. En los conglomerados encontramos cantos poco redondeados hasta de 1 o 2 centímetros de material diverso en un cemento arenoso.

Al estudiar al microscopio la muestra número 13, se distinguen cantos pequeños y granos de liditas y de esquistos, luego de rocas volcánicas, especialmente andesitas básicas alteradas, pero también unos fragmentos de dacitas y de otras rocas más ácidas; cristales rotos de cuarzo y feldespatos y accesoriamente de augita y hornblenda; además, granos muy descompuestos.

Estas rocas conglomeráticas pasan, por la disminución de su grano, a rocas arenosas de color sucio, gris verdoso. Por su composición típica, en la que prevalecen productos de desmoronamiento de otras rocas sobre el contenido en cuarzo, las denominamos graywackes.

Es posible que la muestra número 11 pertenezca a la misma formación; la roca arenosa gris verdosa se presenta muy alterada y poco coherente; se distinguen granos de cuarzo, feldespatos alterados y productos secundarios (clorita, saussurita, etc.).

b) *Cuerpos intrusivos neovolcánicos (dacitas y andesitas).*

El afloramiento del "Cretácico porfirítico" está atravesado por cuerpos intrusivos de rocas neovolcánicas, al parecer dacitas y andesitas (véase el mapa de Grosse). Probablemente la muestra número 10 pro-

viene de uno de tales cuerpos, los cuales en sus tamaños parecen ser muy diferentes, variando de diques a lacolitos o cuerpos busiformes. Esta *dacita* tiene pequeños fenocristales de feldespato (hasta de cerca de 2 mm.) y de cuarzo. En la sección delgada se observan los mismos fenocristales; el feldespato es principalmente oligoclasa; en cantidad muy restringida se presenta también ortoclasa (perítica); los fenocristales de cuarzo pueden demostrar fenómenos de corrosión magmática; la masa es finamente granuda, constituida por los mismos elementos, junto con unas pocas escamas de biotita, el único melanocrato encontrado.

Anotamos aquí que las dacitas y andesitas descritas por Grosse son más ricas en melanocratos. Es interesante la observación de que las andesitas y dacitas forman una serie continua en la cual los tipos más básicos tienen principalmente hornblenda como melanocrato, mientras que en los tipos más ácidos llega a predominar la biotita hasta que finalmente en dacitas bastante cuarzosas constituye el único melanocrato. La muestra examinada (Nº 10), puede verse como continuación de esta serie a un tipo muy cuarzoso y leucocrato en el cual también la biotita llega a ser muy escasa; químicamente se aproximará a una riolita.

c) *La cubierta piroclástica "neoterciaria"*.

Algunas muestras provienen de localidades entre La Toma y Yuracueva o de lugares más al Norte, hacia el río Patía; son las señaladas con los números 23, 24, 25, 26 y 27, 30 y 36. Este terreno lo considera Grosse como Neoterciario; él anota, sin embargo, que la posición estratigráfica queda insegura y que el desarrollo es algo diferente que el del neoterciario más al Norte, en la cuenca del Patía.

Del total de siete muestras se clasifican cuatro como *andesitas hipersteno-augíticas*, a saber: los números 24, 26, 30 y 36; son rocas de estructura porfirítica, en las que se observan fenocristales pequeños de plagioclasas, blancas por alteración, sobre un fondo oscuro en el que se destacan más difícilmente los fenocristales de piroxeno; al microscopio las plagioclasas parecen ser andesina-labrador, de estructura zonar; tienen a menudo fenómenos de corrosión magmática y a veces inclusiones de vidrio.

El piroxeno es tanto ortopiroxeno (hiperstena) como clinopiroxeno (augita o más bien diópsido); en general, parece predominar el primero; muy accesoriamente se encuentran fenocristales de hornblenda basáltica, casi totalmente oxidados. La masa es de textura hialopilitica y está constituida por microlitos y vidrio volcánico.

La escasez de datos del levantamiento no permite sacar conclusiones sobre estas andesitas. El doctor Jesús A. Bueno, quien conoce esta ruta muy bien, me aseguró que se trata de afloramientos clásticos, es decir, aglomerados volcánicos y conglomerados; por consiguiente, estas muestras representan probablemente partes de bombas o de guijos.

Esa clase de andesita hipersteno-augítica no fue mencionada ni por Grosse ni por Royo y Gómez. El primer autor describe la composición del neoterciario como compuesto principalmente por estratos de tobas aglomeráticas entre cuyas bombas prevalecen andesitas de color gris claro o rojo; parecen ser andesitas distintas de las muestras muy oscuras; luego se asocian a estas tobas aglomeráticas, según ese autor, tobas ordinarias, areniscas túficas y conglomerados con guijos de andesitas, cuarcitas os-

curas, filitas, etc. También describe rocas semejantes de cerca del puente La Toma y hacia El Peñol; del sur del río Guambuyaco describe conglomerados con guijos gruesos preterciarios, a saber: de liditas, pizarras arcillosas, diabasas, tobas aglomeráticas cretácicas, etc.

Aunque por falta de un conocimiento más amplio de la región no podemos sacar conclusiones definitivas, nos parece que las andesitas hipersteno-augíticas pertenecen a *productos del volcanismo neoterciario*. No observamos sus equivalentes en los estratos del "Cretácico porfirítico".

Un producto semejante encontramos en la muestra número 27, *toba aglomerática* gris-amarillenta, con fragmentos de rocas extrusivas entre los cuales se anotan varios de andesita hipersteno-augítica, luego de cristales de plagioclasas, augita e hiperstena y unos pocos de hornblenda basáltica; todo unido por bastante cemento cenizoso.

Luégo vienen, de la región del "Neoterciario", un conglomerado con cantos de lidita (Nº 23) y una toba pulverulenta (Nº 25).

OBSERVACIONES GEOLOGICAS A BASE DEL PRESENTE ESTUDIO PETROGRAFICO

Ya se han hecho algunas observaciones en los capítulos anteriores. Así, se habló, durante la discusión sobre los "estratos de Chita", de ciertos motivos petrográficos por los cuales es muy probable que las formaciones arcillosas interpuestas por formaciones arenosas y túficas estén integradas por gran parte del material derivado de las formaciones volcánicas andesíticas. En otras palabras, los conjuntos I y II de Grosse se originaron probablemente en una parcial redeposición del conjunto III, y por eso constituyen estratos más modernos y superiores.

Este concepto está apoyado por una observación tectónica del mismo Grosse, cerca del puente La Guasca, que hace probable que las formaciones estén invertidas y por consiguiente también el orden de los conjuntos.

Recapitulando los datos sobre los "estratos de Chita" y sobre el "Cretácico porfirítico", se impone la gran semejanza entre estas dos formaciones. Las andesitas que describimos del "conjunto III" son exactamente iguales a las mencionadas por Grosse del cretácico porfirítico, a saber: andesitas ("porfiritas"), augíticas, hornbléndicas, labradóricas y amigdaloides. Lo mismo se puede decir en cuanto a las tobas aglomeráticas y densas intercaladas. Entre los sedimentos, ambas formaciones tienen en común: areniscas túficas negras, pizarras arcillosas oscuras, pizarras silíceas, esquistos violáceos y liditas.

Otro factor importante es que aparentemente el grado de metamorfismo es igual en ambas formaciones, precisamente de un efecto bastante ligero. En una palabra, las rocas de ambas formaciones se asemejan tanto que nos parece suficiente motivo para suponer sobre estas razones petrográficas que se trata de una sola formación.

La ausencia de fósiles fue especialmente lo que indujo a Grosse a ver los "estratos de Chita" como diferentes del Cretácico, generalmente fosilíferos. Esta escasez o ausencia de fósiles en los conjuntos I y II se debe posiblemente a circunstancias especiales regionales o a una fácil descomposición de restos animales durante la sedimentación, debido a la clase del material depositado. En todo caso, el metamorfismo es tan débil que

también hay que buscar explicaciones a la falta o escasez de fósiles en estas pizarras arcillosas cuando se las atribuye a otro período geológico.

Según la suposición hecha anteriormente, el basamento de esta parte de la cuenca patiana está constituido por el "Cretácico porfirítico". Parecen existir unas dislocaciones importantes en este basamento, posiblemente con carácter de subescurrimientos; tienen rumbo más o menos norte-sur. Una de estas líneas tectónicas pasa por El Peñol hacia El Rosario, en la cual está el contacto entre el "conjunto porfirítico" y el "conjunto pizarroso túfico". Dislocaciones de importancia secundaria están indicadas también por diabasas trituradas (entre El Tambo y El Peñol). Es notorio que a lo largo de la gran falla El Peñol-El Rosario, el "conjunto porfirítico" está constituido aparentemente sólo por diabasas y "espilitas" (diabasas de grano muy fino). Las anotamos entre El Tambo y El Peñol, y Grosse las menciona del sur y del norte de El Rosario. Las andesitas augíticas, etc., se hallan, al parecer, más al este de esas diabasas. Resolver la relación entre los varios tipos de rocas ígneas será de gran importancia.

Interesante es también la transición del "conjunto III" al "conjunto IV", como lo deducimos de los datos de Grosse. Mientras que este último conjunto está constituido casi exclusivamente por liditas y pizarras negras silicosas, transitan hacia arriba al "conjunto III" por interposiciones de tobas andesíticas. Son indudablemente los precursores de la acción volcánica.

En tal caso, parece muy probable que el perfil del "conjunto IV" (base) al "conjunto III", represente estratos más o menos completos. Por consiguiente, se iniciaría la actividad volcánica con derrames tobáceos y extrusivas andesíticas. No se observaron aquí diabasas.

Los componentes del "cretácico porfirítico" volvemos a encontrarlos en los conglomerados y graywackes muy compactos y duros que afloran cerca del punto El Perejil; tales afloramientos los atribuye Grosse al "medioterciario". La composición de estas formaciones difiere bastante de la del "conjunto pizarroso y túfico", también relacionado con el "conjunto porfirítico", pues en los conglomerados y en sus equivalentes más finos, los graywackes, se observan los productos de destrucción de toda la formación "cretácico porfirítica"; es decir, encontramos tanto cantos de liditas y de esquistos como de rocas volcánicas andesíticas; luego se asocian a ellos detritus de fuentes distintas, constituyendo fragmentos de dacitas, bastante cuarzo, etc.; se pueden explicar estas rocas sólo por aceptar un levantamiento o plegamiento de los depósitos "cretácicos" (tal vez a principios del terciario) y su erosión subsecuente.

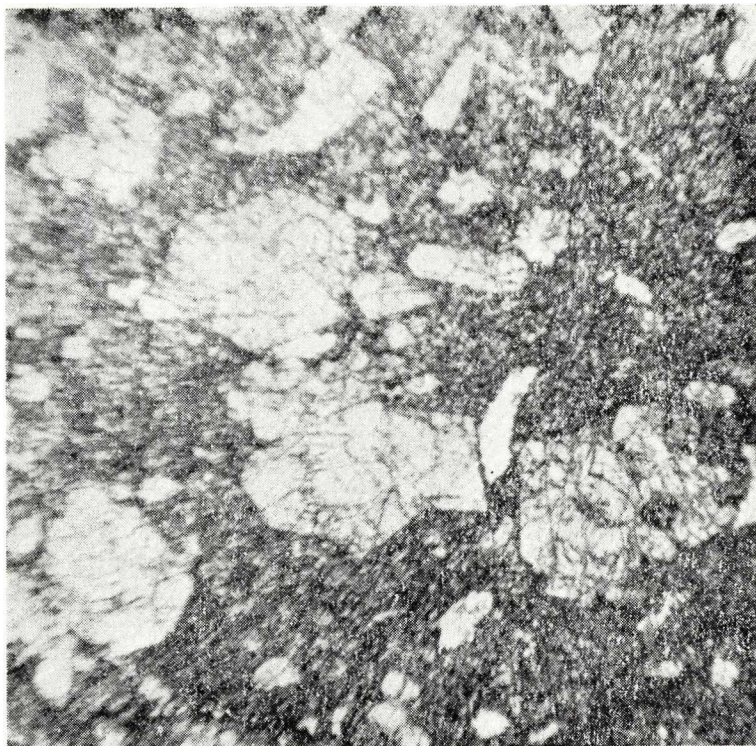
El estudio de los aglomerados volcánicos del "neoterciario" demuestra para esta época un volcanismo distinto del volcanismo del cretácico, mencionado arriba. Los productos piroclásticos "neoterciarios" se caracterizan por la presencia de un ortopiroxeno (hiperstena), luego por hornblenda basáltica; ninguno de los dos minerales fue observado en las extrusivas y aglomerados del "cretácico".

Finalmente, debemos decir algunas palabras sobre el grado de metamorfismo sufrido por el basamento. En el cuadro de la página siguiente, la primera columna contiene las varias clases de rocas distinguidas, y la segunda columna menciona la transformación sufrida.

<i>R o c a</i>	<i>Transformación sufrida</i>
Andesitas augíticas y hornbléndicas	Efecto muy poco; sólo los fenocristales de hornblenda están fracturados y los de augita bastante agrietados. En una muestra la masa está sericitizada y algo apizarrada.
Toba aglomerática	Se efectuó una compresión de la masa más fina, dándole forma de cintas caprichosas alrededor de los componentes mayores. A veces se abrieron grietas rellenas con productos secundarios. Epidotización y cloritización de la masa (pueden deberse también a meteorización). Las rocas compactadas pueden demostrar una débil esquistosidad.
Tobas andesíticas densas.	Son compactas; se presentan densas o ligeramente esquistosas. Formación de epidota, etc.
Diabasas	Transformación no perceptible. Tienen unas pocas grietas. (La trituración de la muestra número 9 se debe a una dislocación local).
Pizarras arcillosas	Los depósitos arcillosos se transformaron a pizarras bien esquistosas. Hay aún probables huellas de la estratificación sedimentaria.
Esquistos verdes	Recristalizaciones importantes en el sedimento magnesio-carbonático original a talco, clorita, brucita (?), magnesita, etc.
Areniscas túficas negras.	Débil esquistosidad. Los fragmentos de minerales no se rompieron más después de la deposición.
Liditas	Bastante agrietadas.

Se anota que el metamorfismo se restringe principalmente al apizarramiento de las rocas blandas y a la fractura de las rocas más duras. Transformaciones de importancia en la composición mineralógica se anotan sólo en las arcillas, ricas en elementos carbonato-magnésicos, cuya substancia es la más susceptible para recristalizaciones.

Es posible que también la epidotización y cloritización de la masa fina en las tobas densas y aglomeráticas hayan sido favorecidas por tal metamorfismo. Pero hay que tener en cuenta que la sola meteorización puede originar semejantes productos secundarios, como lo observamos en numerosas rocas ígneas básicas, sin señales de metamorfismo. El metamorfismo sufrido por esta serie del basamento, por consiguiente, fue de un efecto muy débil y corresponde apenas a la llamada "epi-zona".

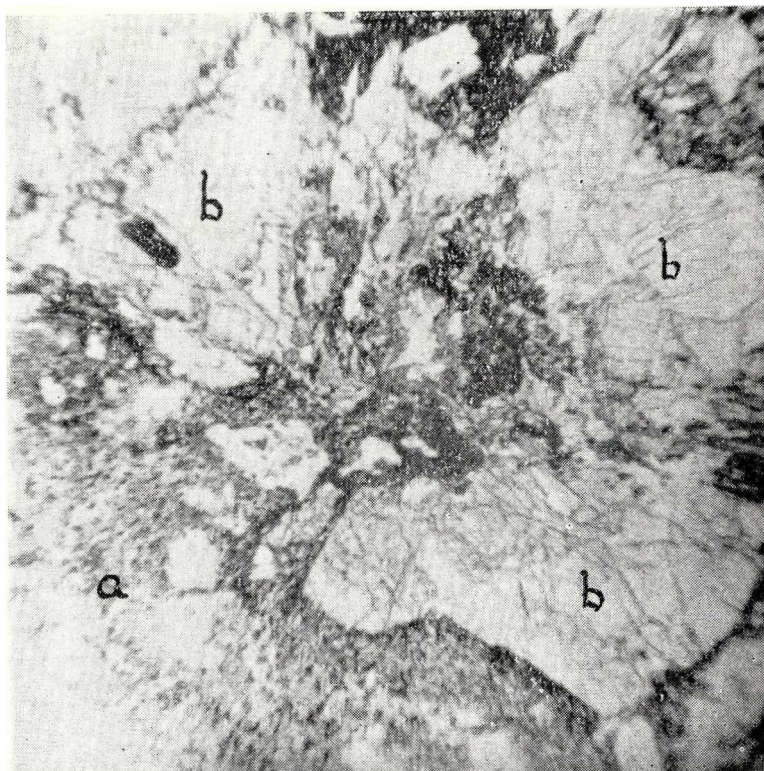


Microfoto de la muestra 49-a.

Andesita augítica.

Fenocristales de augita en una pasta fina y descompuesta.

(Nic. //, 35 X).



Microfoto de la muestra 43.

Toba aglomerática.

En el aglomerado volcánico se observan fragmentos de andesitas (a) y cristales de augita (b) en una masa volcánica más fina y descompuesta.

(Nic. //, 35 X).

Microfoto de la muestra 48.

Toba aglomerática.

Se ve un aglomerado de fragmentos de andesita augítica. Nótese las bandas curvadas debidas a la compresión de la masa fina (izquierda) y las grietas abiertas por el movimiento y rellenas con clorita. (a).

(Nic. //, 35 X).



Microfoto de la muestra 6.

Diabasa augítica.

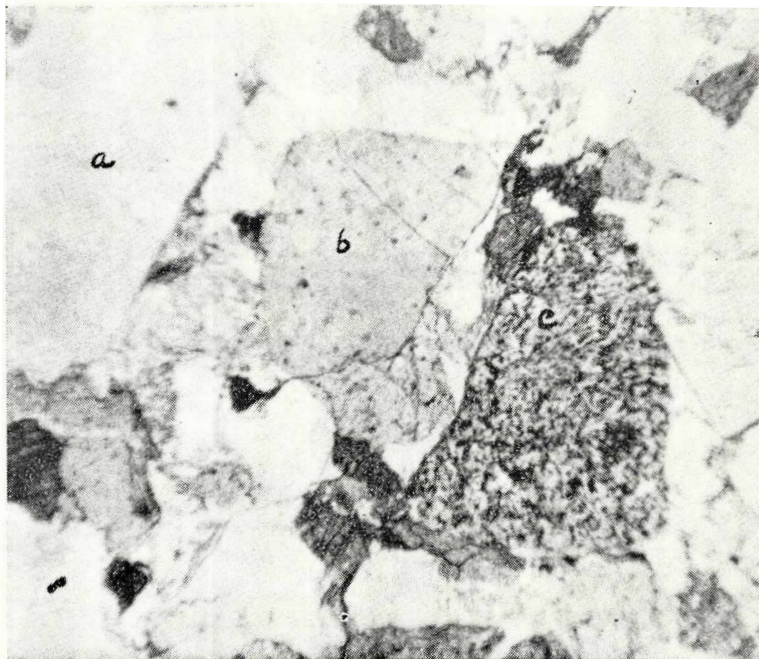
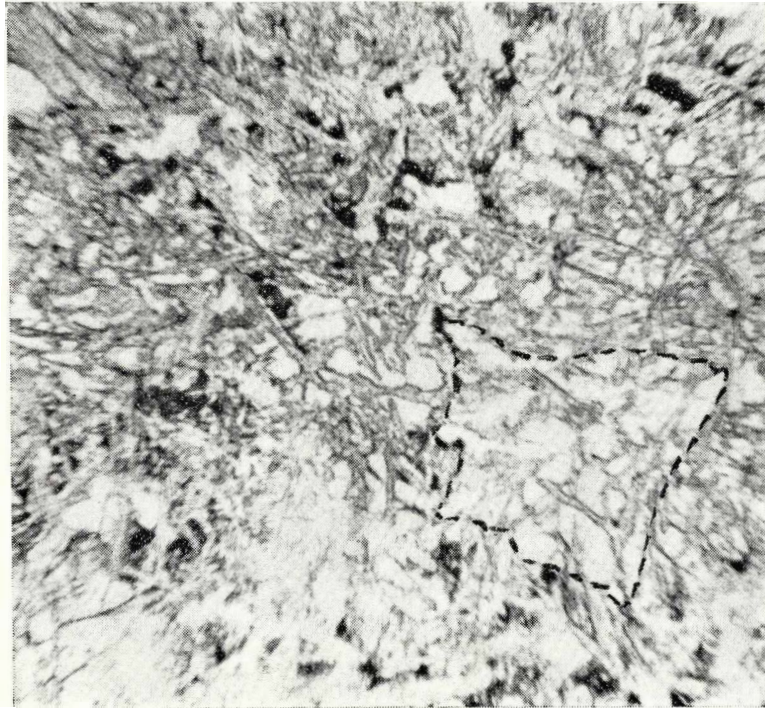
Estructura ofítica, en la cual prismas finos de plagioclasas cortan a los cristales mayores de augita. Estos últimos forman ópticamente una unidad y son coherentes en sentido tridimensional; uno de ellos está marcado por las líneas. Accesoriamente hay menas de hierro en granos pequeños.

(Nic. //, 35 X).

Microfoto de la muestra 5.
Diabasa augítica ("espilita").

La roca densa tiene estructura intersertal, formada por agujas finas de plagioclasas, entre las cuales hay cristales pequeños de augitas y una masa vítrea.

(Nic. +, 100 X).

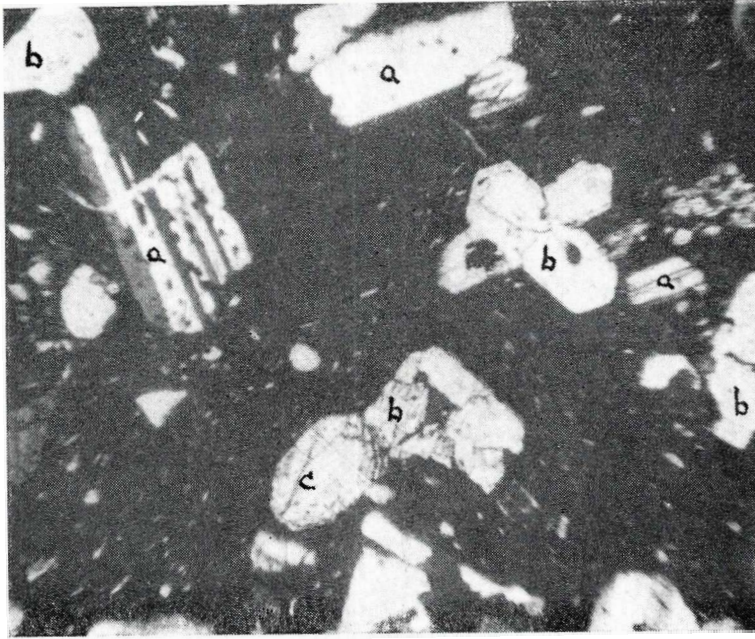


Microfoto de la muestra 13.

Conglomerado (graywacke).

Se pueden ver cantos pequeños de cuarzo (a), lidita (b) y roca volcánica (c) dentro de granos más finos y semejantes.

(Nic //, 35 X).



Microfoto de la muestra 24.

Andesita hipersteno-augítica.

Fenocristales de plagioclasas (a) con inclusiones pequeñas de vidrio y corrosión magmática; luego fenocristales de hiperstena (b) (nótese la macla de penetración) y de augita (c), (macla de repetición lamelar).

(Nic. +, 35 X).