

## Tesis de Posgrado

# Las anfibolitas de la sierra de San Luis (Hojas Saladillo y San Francisco) : Estudio de muestras de las colecciones del Doctor F. Pastore

Brancato, Blanca

1955

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Naturales de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

**Cita tipo APA:**

Brancato, Blanca. (1955). Las anfibolitas de la sierra de San Luis (Hojas Saladillo y San Francisco) : Estudio de muestras de las colecciones del Doctor F. Pastore. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0844\\_Brancato.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0844_Brancato.pdf)

**Cita tipo Chicago:**

Brancato, Blanca. "Las anfibolitas de la sierra de San Luis (Hojas Saladillo y San Francisco) : Estudio de muestras de las colecciones del Doctor F. Pastore". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1955.

[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0844\\_Brancato.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0844_Brancato.pdf)

**EXACTAS** UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



**UBA**

Universidad de Buenos Aires

I. 19. 3.

REPUBLICA DE CHILE

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Señala para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales.

LOS ANFIBOLITAS DE LA SIERRA DE SAN LUIS

(Rojas Salasilla y San Francisco)

Resultado de muestras de las colecciones del Dr. F. Pastore.

por:

Blanca Bruchato

*Res. de Tesis 844*

# FOENSA

Resumen de la Tesis para el doctorado, rama geología.

Titulada:

## LAS AMPHIBOLITAS EN LA SIERRA DE SAN LUIS

(Estudio de muestras de las colecciones del Dr. F. Pastore)

Por: Blanca Brando.

El estudio del indicado conjunto de rocas fue realizado para servir a la vez como un segundo complemento de la descripción geológica y petrográfica de la Sierra de San Luis expresada años atrás por el profesor Franco Pastore, pues una anterior fue otra tesis de la cátedra de Petrografía, referente a las rocas micacitas.

Comienza esta segunda con una reseña de la forma y distribución de las amphibolitas en la sierra nombrada, y señala que de su composición y relaciones genéticas se deduce que dichas rocas verdes son resultantes de los efectos sufridos por viejas intrusiones de rocas ígneas básicas interpuestas en los esquistos antes del progreso del metamorfismo regional que causó la nueva naturaleza cristalina de unas y otras. La descripción de las muestras define concretamente sus cualidades, precediendo el estudio microscópico detallado, el cual ha puesto de manifiesto los componentes primarios de la roca ígnea plutónica primitiva y sus alteraciones o destrucciones, así como la formación de nuevos componentes secundarios, por la regeneración metamórfica. Entre los primeros, se reconocen restos de pl-

# FOFNA

roxenos rómbico o monoclinico, a veces olivino, hornblenda, plagioclasas típicamente gábricas, biotitas, también cuarzo, espinelo, pirrotina y magnetita; entre los segundos, hornblenda secundaria, pegmatite piroxeno diopsídico, plagioclasa nueva pobre en calcio, epidoto, titanita, zoisita, calcita, clorita, serpentina.

Se han conservado visibles relictos de la primera estructura gábrica o peridotítica; pero en general son dominantes en el campo microscópico de las preparaciones los aspectos de las asociaciones granoblásticas más o menos esquistosas, constituidas por los individuos minerales menores, redondeados, desarrollados en las condiciones físicas y químicas que rigieron su nueva formación.

En el cuadro demostrativo están expresados los nombres que caracterizan a las varias orto-amfibolitas investigadas, y lateralmente los que corresponden, según claros indicios, al viejo cuerpo ígneo de que cada una ha derivado por la transformación metamórfica. En la mitad de los casos la masa antigua era una intrusión de granito con higroclasto; en los restantes de gabro o de peridotita.

La parte final del estudio comprende una breve referencia esencial de los procesos ígneos pre y post metamórficos de la región orogénica central argentina, cuyas relaciones geológicas y sucesivos productos intrusivos muestran la misma evolución magnética bien conocida en el orogéno alpino (terciario) y en el del sur de Noruega (paleozoico inferior, como sería el nuestro). La comparación (algo

# PERU-BA.

más impreciso todavía en la parte de las invasiones magnéticas vie-  
jas) alcanza sin duda también al larguísimo cordón andino, de edad  
alpina.

*Blanca F. Brancato*

*Agosto 1955*

-----000000-----

MINISTERIO DE EDUCACION

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES.

Facultad de Ciencias Exáctas y Naturales

Tesis para optar al Título de Doctora en  
Ciencias Naturales.

LAS ANFIBOLITAS DE LA SIERRA DE SAN LUIS

(Hojas Saladillo y San Francisco)

Estudio de muestras de las colecciones  
del Dr. F. Pastore.

por:

Blanca Brancato

TESIS N°: 844

1944

I . W D I C E

	Pág.
1 -- Objeto del trabajo . . . . .	1
2 -- Posición y relaciones geológicas de las anfibo- litas de la Sierra de San Luis . . . . .	3
3 -- El estudio microscópico . . . . .	11
4 -- Descripción de las muestras - Indicios geológi- cos que proporcionan . . . . .	13
5 -- Resumen de los resultados . . . . .	86
6 -- El proceso ígneo pre y post metamórfico central argentino - Comparación con los de otros oro- genos . . . . .	89
7 -- Bibliografía . . . . .	97

-----oooOooo-----

## 1 - Origen del trabajo.

El estudio emprendido me fué recomendado con la intención práctica de que el trabajo efectuado pueda a la vez constituir un capítulo complementario de la descripción geológica y petrográfica de la sierra de San Luis, labor de conjunto cuyo progreso constante va siendo una obra interesante y útil. Comprende la parte más un sector litológico menor cuyo conocimiento había que hacer adelantar, posiblemente como el de los otros, mediante un poco de investigación metódica, en la cual mi trabajo inicial ha sido <sup>el</sup> reconocimiento detallado, identificación y descripción microscópica de las muestras. Estas que me fueron prestadas atentamente al efecto por la Dirección Nacional de Minería, forman parte de la colección documental del Dr. Pastore, correspondiente a sus comisiones de estudio y relevamiento geológico, efectuadas entre los años 1936 y 1939 al servicio de dicha repartición. Utilicé también algunos duplicados existentes en el aula de petrografía de la Facultad. La orientación en las laboriosas y diversas interpretaciones, en las que al comienzo podía yo decir muy poco, ha correspondido principalmente al profesor, y la discusión de múltiples pequeñas y mayores cuestiones ha sido para mí una utilísima ejercitación que debo a su infaltable asistencia y atenta revisión de todo el trabajo. Las referencias del terreno, en general ya publicadas, me fueron completadas por el Dr. Pastore con numerosas informaciones locales y



datos concretos especiales. Deseo expresar mi alto reconocimiento por la enseñanza recibida del profesor, y también mi honrosa satisfacción de que los temas analizados ofrezcan información para los estudiosos, conforme el propósito señalado en las primeras líneas.

Agradezco la facilitación del material de estudio acordada por la Dirección de Minería. En la larga y minuciosa tarea de las investigaciones microscópicas saqué provecho en gran parte de la cooperación voluntaria de mi discípula Dra. Ada Fumaroni de Carnovali, interesada también en el exámen interno de estas rocas; la comparación de impresiones ópticas contribuyó a ahondar las revisiones y discutir los detalles observados, beneficio amistoso que le agradezco mucho.

-----oooOooo-----

## 2. - Posición y relaciones geológicas de las anfíbolitas de la Sierra de San Luis.

Dada la imposibilidad de visitar como sería necesario la vasta región de procedencia de las rocas estudiadas, para compilar una referencia directa de su repartición, condiciones de yacimiento y relaciones geológicas, tomé en primer lugar como base general de consulta la breve información y explicación contenida en la sección anfíbolitas de las descripciones de las hojas geológicas "Saladillo" (bibliog. nº 12) y "San Francisco" (bibliog. nº 14) que extractan las nociones petrográficas de origen y naturaleza y consignan observaciones de campo debidas principalmente a las exploraciones del doctor Pastore, quién en verdad, revisó el original y corrigió pruebas sólo de la hoja Saladillo. Como es comprensible, la consideración somera y superficial de las rocas anfíbolíticas, dispensable en dichas reseñas generales, hacía que el profesor se considerase en deuda en lo referente a ellas como capítulo del estudio concreto y detallado emprendido por él en la Sierra de San Luis, en el cual perseveró largos años con entusiasmo y prolijidad. Es por ese motivo que, en la misma disposición de continuar el trabajo útil, se propuso ocupar parte de su tiempo dirigiendo mis observaciones microscópicas y deducciones petrográficas a fin de lograr informaciones realmente necesarias. Gracias a estos resultados, que en parte estimaba previsibles y proporcionan ahora varias confirmaciones, y también novedades, se ha ganado

bastante en el conocimiento de las anfibolitas y sus relaciones geológicas, respecto de las cuales el autor de ambos relevamientos geológicos manifiesta que en los días un poco lejanos de la preparación del texto explicativo de la hoja San Francisco, quedó por examinar un esbozo insuficiente de ese tema como también de las andesitas cuya revisión y ampliación estaba convenida con el colega relator, aunque al fin, no hubo lugar para efectuarla ... La desventaja de esa ocasión perdida ha hecho que sea en este trabajo adicional de la geología de San Luis donde tengana expresión los respectivos complementos y enmiendas. La presente compilación de las apreciaciones geológicas y resultados de campo referentes a las anfibolitas tiene así entera revisión del profesor.

Las grandes unidades de rocas metamórficas que componen esencialmente el gran cuerpo emergente e interno de la Sierra de San Luis son: las llamadas micacitas gnéissicas, por su gran riqueza en mica, con aspecto escamoso grueso, y las micacitas biotíticas finas, cuyas variaciones principales son los tipos sericíticos, filíticos y pizarrosos. Ambas unidades alternan lateralmente en amplias y muy largas fajas y muestran marcada esquistosidad, constante dirección norte-sur y fuerte inclinación al este. En el gran sistema de dichos esquistos se intercalan con variable frecuencia pequeños cuerpos más o menos alargados de rocas metamórficas anfibólicas, es decir anfibolitas, a menudo repetidos en vecindad lateral, o a lo largo.

A las nombradas rocas esquistosas viejas se asocian también numerosas interposiciones ígneas básicas premetamórficas (noríticas, gabbricas y aún más básicas) cuyos cuerpos chicos en extenso sistema de repartición paralela se destacan principalmente en la alta falda oriental del cordón orográfico mayor. Son estas rocas las que después de su dividida introducción en el gran conjunto esquistoso, con la común compresión violenta y prolongada degradación metamórfica, sea marginal, sea total, han originado orto-anfibolitas de diversa composición y aspecto. En la gran región que consideramos estas anfibolitas de origen ígneo constituyen la inmensa mayoría de los esquistos anfibólicos. Pero son muchos los cuerpos intrusivos noríticos, gábbricos y también peridotíticos que conservaron bastante visible sus primarias cualidades de plutonitas básicas y merecen por lo tanto la correspondiente calificación.

Por otra parte, se ve también con cierta frecuencia, sobre todo en la sección sur (hoja Saladillo) que algunas de estas intercalaciones ígneas repartidas en delgadas fajas sufrieron una verdadera dilusión y mezcla con el material de las micacitas finas semidisueltas, lo que dió lugar a un producto confuso, diversamente esquistoso con alteración intensa y también manchas de impregnación sulfúrica; ferruginosa y cuprífera. En tales ejemplos muy notables en los valles de los arroyos al sur del Cerro Quijada, se reconoce más o menos claramente la conservación de la estructura micacítica. Otra alteración

de algunas masas gábricas en condiciones hidrotermales, que tampoco es anfibolítica, originó un esquisto talcoso con impureza de clorita, actinolita y pequeños cubos de martita (Manantial de La Mesilla, Pancanta<sup>etc.</sup>).

Las anfibolitas de origen sedimentario (para-anfibolitas) insignificantes por su pequenez y rara dispersión en la Sierra de San Luis, debido a condiciones materiales de formación que luego señalaré, son como las orto-anfibolitas, resultado de la elaboración metamórfica pero los estratos productores sufrieron la transformación con renovación mineral completa, es decir acabada.

Todas las rocas metamórficas tuvieron su transformación con temporáneamente, y según la apreciación del doctor Pastore élla correspondería al ciclo Caledónico (Silúrico-Devónico); la mayoría de sus colegas sigue sosteniendo que fué un proceso mucho más viejo (Ciclo Hurónico). La disidencia espera aún indicios aceptables de solución. En la coordinación geológica que hace el primero, concluída la compresión y el metamorfismo en el orógeno central argentino, se produjo el ascenso e invasión amplia del grandioso material magmático granítico, el cual con la riqueza en vapor de agua y notable fluidéz de sus altas penetraciones, se introdujo y repartió diversamente entre los esquistos, causando disoluciones de ellos y grandes volúmenes de mezclas, lo que también hicieron y en grado más admirable las masas de su espuma pegmatítica y aún aplítica, con derroche de solucio-

nes fácilmente volátiles, energía química y temperaturas entre más de 900 y menos de 600 grados. Las variadísimas formas de esta intervención magmática, ya sea clara y directa o fina y dispersa, ha sido recientemente descrita e ilustrada en los textos de las hojas Saladi-  
llo y San Francisco y detallada después en los más notables ejemplos, en el estudio de las micacitas de la Sierra de San Luis por Emma T. de Pereira (bibliog. nº 15).

Pero si la solubilización llegó a grados extraordinarios en las micacitas finas, en cambio las penetraciones más difíciles en las anfibolitas son comunmente inyecciones por fisuras más o menos agrandadas, llevando el material magmático su microclino como más visible testimonio de la forzada introducción, favorecida con frecuencia por desarreglos tectónicos. Es lo que hace ver la fotografía de Pastore publicada en la lámina V,2 (Hoja 23 g, San Francisco).

El proceso formador de las ortoanfibolitas es objeto de atención especial más adelante durante el estudio detallado de la serie de ejemplos investigados microscópicamente, y respecto de su origen ígneo, las breves relaciones generales que ya he expuesto, tienen en el mismo su particular averiguación.

En cuanto a la deducción de lo que fué el material originario formador de las paraanfibolitas, es bien natural y posible la explicación de que se tratase de estratificaciones menores intercaladas con frecuencia relativa entre los depósitos marinos generales, que en

nuestro caso se transformaron en esquistos micacíticos; pero mientras que éstos eran según los indicios, arcillosos (oligoclásicos) arenosos finos y biotíticos, las pocas y pequeñas formaciones lenticulares delgadas, debieron ser además calcáreas, algo dolomíticas y limoníticas. De tales moléculas habría tenido lugar a lo largo del metamorfismo regional la nueva cristalización de tanta hornblenda, acompañada de plagioclasa sensiblemente calcosódicas y varios accesorios concordantes (titanita, epidoto, granate, magnetita, apatita, diópsido, calcita, cuarzo, etc.). Se trata indudablemente del mismo proceso regenerador que, donde partió de detritos cálcicos muy concentrados debió formar las calizas cristalinas que llamamos puras y también las que tienen inclusiones, manchas o formaciones marginales anfibolíticas, unas y otras calizas con numerosos minerales accesorios propios, sin contar naturalmente otros minerales ulteriores, secundarios, debidos a reacciones metasomáticas, del tiempo del metamorfismo de contacto, ejercido por las emisiones graníticas y pegmatíticas, entre los que algunos habrían repetido su cristalización. Pero de ese crecido y variado número de productos, los más agrupados y frecuentes son los silicatos ferromagnésicos y cálcicos, que en amplias asociaciones de color verde constituyen muchas veces pasajes a anfibolitas.

Es por ello que las paraanfibolitas suelen ser compañeras laterales o frecuentes vecinas de las calizas cristalinas. Estas relaciones de coexistencia y vinculación genética son una característica .

de la Sierra de Córdoba que el doctor Pastore ha descrito e ilustrado en la representación geológica de las Hojas 20 i "Córdoba" (bibliog. nº 9) y 19 i "Capilla del Monte" (bibliog. nº 13). La lectura y comparación de ambas descripciones regionales con las otras dos de la Sierra de San Luis es útil porque, entre todas, las analogías constituyen corroboraciones, y las diferencias facilitan la explicación de algunas correspondientes particularidades. Así por ejemplo, la abundancia de los cuerpos de caliza cristalina figurados en las dos hojas de Córdoba y la frecuente compañía de anfibolitas de indicios sedimentógenos ayuda a sostener la convicción de que ~~no~~ haya prácticamente paraanfibolitas en la región de las dos hojas de la Sierra de San Luis, dado que en ella la sedimentación extraordinariamente monótona, no tuvo tampoco detritos calcáreos para formar calizas.

En el mapa de la Hoja 20 i, que comprende gran parte de la Sierra Chica de Córdoba, el doctor Pastore logró distinguir con relativa seguridad las para de las orto anfibolitas y usó para ellas dos tonos del color verde; pero señaló en el texto algunos casos de seria duda, por ejemplo, el de la faja cercana a La Calera (pág. 27). En el trabajo de la hoja de Capilla del Monte desistió del empleo de dos colores, viéndose en dificultad por la ausencia de típicas ortoanfibolitas. Después, en los relevamientos de San Luis debió mantener esta conducta práctica y prudente, pero esta vez debido a la falta de paraanfibolitas significativas. Tal es así que en la selección de mues-



tras de las dos hojas geológicas no encontré ninguna paraanfibolita microscópicamente definible.

Esto no quiere decir que la ausencia deba considerarse total; además el recurso del análisis cuantitativo y computación química podría confirmar indicios ópticos escasos que se vean en alguna dudosa excepción.

Consecuentemente con la filiación expresada, se vé que las anfibolitas que se destacan en la Sierra de San Luis afloran preferentemente, con, junto, o cerca de los cuerpos de plutonitas básicas que asoman sus puntas angostas entre las micacitas, en los cortes profundos del alto flanco de la montaña, situación que es principalmente notable en el primero de los dos mapas geológicos publicados. La evolución metamórfica muy desigual que afectó a los viejos y pequeños cuerpos ígneos, hace que en el mismo ambiente de micacitas se hallen, noritas, gabbros o peridotitas sólo aplastadas y poco transformadas, otras reducidas a núcleos bastante uralitizados a los que rodea una gran envoltura verde, y en tercer grado las completas anfibolitas. Los núcleos de carácter norítico son los más comunes, dos o tres estaban rotulados como gábricos, pero alguno más de éstos se ha conocido ahora mediante expresa investigación; también surgió que alguna anfibolita era originariamente una roca muy olivínica, o piroxénica, como en la descripción se verá.

### 3 - El estudio microscópico.

De las anfibolitas se suele tratar brevemente en los estudios y descripciones geológicas y petrográficas; no tienen en general condiciones de rocas principales; al simple exámen no parecen presentar mayores cambios que interesen la curiosidad; se piensa que se verá poco en compensación de lo que se trabaja en hacer y en escudriñar lenta y prolijamente las preparaciones microscópicas. En nuestro caso, el profesor me propuso este estudio precisamente por que faltaba hacerlo, pero fundó la conveniencia del tema anticipando que no tendría toda la aridez que aparenta. Resultó que dándose a la tarea de investigar, la paciencia aumenta a medida que surge algo y retrocede la opinión del poco interés. El estudio de estas rocas que es un tanto especial, ejercita la capacidad de apreciar el estado de los minerales, su modo de formación y de regresión y lo que ha quedado; además definir los procesos sufridos, lo que es la roca y lo que antes fué. Como el ejercicio repetido enseña a ver y a deducir, he logrado reunir y relacionar un buen número de observaciones que son algo para el conocimiento de estas rocas, de modo que el trabajo tiene su relativa utilidad, la ha tenido para mi preparación y también como él lo dice para la ejercitación del profesor.

En las descripciones se pueden seguir los pasos de los detalles vistos y las ideas que el material me ha llevado a exponer.

Son ahora particularmente definidos y concretos los datos de composición, origen, grados de modificación y naturaleza primaria de las anfibolitas más representativas de los dos tercios, centro y norte, de la Sierra de San Luis; salen de esta gran región principal, el extremo noreste y los bloques menores más alejados al sur, cuyos rasgos esenciales son los mismos, aunque no explorados en detalle.

-----oOoOo-----

4 - Descripción de las muestras.

Indicios geológicos que proporcionan

-----oooOooo-----

180 - Ortoanfibolita algo rica en plagioclasa.

Falda norte del cerro Virorco.

H. Saladillo.

El yacimiento de esta importante masa de anfibolita asoma su piedra verde en cuatro amplias áreas en la parte alta del cerro Virorco, bordeado al sur por el arroyo del mismo nombre. Su situación esta bosquejada en la Hoja Saladillo. Lo mismo que los otros cuerpos anfibolíticos idénticos que se repiten en la pendiente serrana hasta tres leguas al noreste, el de esta muestra está encerrado en una dilatada área de mezcla formada en las micacitas finas por la invasión pegmatítica. Pero el fluido magmapegmatítico, que penetró materialmente, se difundió, disolvió, circuló y modificó diversamente a los esquistos tan ricos en fina biotita, sólo causó inyección de fisuras en las anfibolitas; parece que más bien acentuó algo sus procesos de alteración por los efectos del contacto; lo que ha facilitado la división y destrucción superficial que presentan.

La muestra de este yacimiento hace ver que la roca verde negruzca, de grano variable, más bien menudo, tiene una textura esquistosa bastante apreciable. En las superficies de fractura se ven brillar los clivajes de individuos mayores de hornblenda que miden casi un centímetro de largo. Se observa también que la roca presenta pocos indicios de alteración y se destacan en una masa casi negra los

pequeños cuerpos blancos desiguales y abundantemente distribuidos del material feldespático.

En el examen microscópico encontré que consta de hornblenda, iroxeno, plagioclasa, biotita, epidoto y óxido de hierro.

Hornblenda. Esta ocupa como los tres cuartos, si no más del rea de la preparación, en secciones incompletas y mal limitadas, de color verde, con pleocroismo en tonos que van del verde azulado al verde amarillento más pálido. Tiene en general formas irregulares, y tamaño relativamente uniforme, exceptuando los frecuentes grandes individuos sembrados en la masa. Por su distribución puede decirse que los granos comunes alternan con la plagioclasa, o están agrupados donde esta escasea. Los individuos grandes de hornblenda son también de contornos incompletos, con pronunciadas entrantes y salientes, y extremos carcomidos; aparte de estas reducciones se ven en ellos pequeñas ribas rellenas por diminutos cristales diversos. También es notable la cantidad de individuos de plagioclasas de las más variadas formas y tamaños que se hallan incluidos en estas grandes secciones de la hornblenda. La presencia del feldespato dentro del anfíbol es contraria al orden de consolidación de las rocas ígneas, lo que hace pensar que el anfíbol es de regeneración granoblástica, vinculado genéticamente con los granos de plagioclasa pobres o carentes de maclas que parecen de ser de contemporánea formación, mientras que la plagioclasa de

hábito gábrico que el anfíbol ha envuelto aparece con áreas visiblemente reducidas y contornos particulares resultantes de una notable disolución. Además es muy frecuente ver incluidos en la hornblenda granos de óxido de hierro, y también biotita en pequeñas láminas de transparencia parda o rojiza, a veces distribuidas en cierto arreglo paralelo al eje  $a$  del anfíbol, lo que es más notable con las finas partículas del primero. Por último es común hallar calcita en la hornblenda como producto de alteración ocupando pequeñas zonas, rellenan do cribas o procedente de infiltración de fisuras.

El tipo uniforme que presenta todo el anfíbol corresponde a la hornblenda común, pues aparte de mostrar en varias figuras de interferencia el ángulo  $2v$  propio de ella y el signo óptico negativo, la relación  $\gamma : \alpha$ , obtenida en varias secciones llega hasta  $24^\circ$ .

Piroxeno. Dado el grado de transformación metamórfica de la roca, el reconocimiento de este mineral, sea él relíctico, sin urilitización o regenerado y escaso, es precario y difícil.

Después de largo buscar descartando restos déformes, encontré un pequeño individuo en sección basal relativamente completa, límpida, pardo clara, levemente pleocroica con visibles trazas del clivaje (110) y también algunas gruesas de la partición (100) propia de la dialaga.

La figura de interferencia permitió ver su ángulo  $2v$  como de  $60^\circ$  y signo positivo.

Plagioclasa. Se diferencian con cierta claridad dos tipos del feldespato. Ante todo se destacan en mayor proporción secciones más bien grandes con el hábito gábrico muy característico, son amplias y cortas, con maclas en lindas tablitas anchas. Este feldespato no muestra alteraciones, pero sufrió algunas reducciones marginales por acciones disolventes.

En unas cuantas buenas secciones la medida del ángulo  $\alpha:M$  dá el valor de  $438^\circ$ ; lo que indica que se trata de bitownita, con 73 % de anortita.

Es notable una formación en el límite entre algunas secciones de hornblenda y de la plagioclasa gábrica, que debería su origen a leve destrucción y regeneración conjunta de ambos minerales por reacción química e invasión recíproca de sus materiales, lo que dió lugar a la formación intercalar de pequeñas zonas mixtas de fina repartición casi lineal o bacilar, alternamente verde y blanca, con caracteres de una local estructura diablastica.

El segundo tipo feldespático corresponde a numerosas secciones pequeñas de aspecto y relación cristaloblastica, que aparecen a menudo como individuos simples, no maclados o con diversos aspectos de geminación; así se encuentran pequeñas secciones redondeadas sólo macladas en dos mitades; se ve en otras que la macla del periclino es casi tan común como la de la albita, o la reemplaza del todo. Las orientaciones desfavorables y las variables y complejas relaciones han hecho



difícil, a pesar de varias tentativas, la determinación de la composición de esta plagioclasa, sin duda regenerada, para confirmar la sospecha de que su contenido de calcio sea algo menor que el del feldspato primario de la roca.

Oxido de hierro. Este componente frecuente con aspecto de magnetita se observa distribuido en toda la preparación en granos redondeados de tamaño muy variado.

Biotita. Se halla de tanto en tanto en pequeñas secciones de escasa birrefringencia, con el color pardo típico de la biotita de roca gábrica, irregularmente distribuida en la preparación como componente independiente, e incluida en la hornblenda en las citadas hojuelas ordenadas.

Epidoto. Se encuentran algunas inclusiones con birrefringencia de pistacita en las plagioclasas viejas, y parecen un producto de su local y escasa alteración.

Estructura. Vista la preparación con el más pequeño aumento se advierte ayudándose por momentos con la intercalación del polarizador un cierto arreglo paralelo que es más sensible, en las secciones del anfíbol cuya regeneración parece total. La alineación de sus finas granulaciones férricas entre los largos clivajes ayudan en este reconocimiento.

Resulta también algo sensible que la plagioclasa alterna con las fajas de alineación notadas en la hornblenda.

Las condiciones observadas permiten definir que la estructura granoblástica de esta roca, con idioblastos bastante mayores de hornblenda, revela cierta esquistocidad de cristalización.

Parece probable que la masa intrusiva que originó esta anfíbolita fué una roca gábrica con dialaga, hornblenda y biotita.

### 358 - Ortoanfíbolita.

Vecindad noroeste del cerro Virorco.

H. Saladillo.

La muestra fué tomada del afloramiento que se extiende ampliamente hacia el noroeste de la cumbre del cerro. Pertenece a la región de donde años antes fué sacada la muestra n<sup>o</sup> 180, como 10 cuerdas más al este, y cuyas relaciones geológicas preceden a su descripción.

A simple vista la roca es muy compacta, de color gris negruzco con tinte verdoso, fuertemente brillante, parecería que la muestra no contiene biotita sino solamente anfíbol, esto se debe a que siendo aquella muy oscura y poca, su presencia queda completamente confundida entre la hornblenda. También los feldespatos son muy poco visibles y forman pequeñas masas blanquecinas repartidas entre los cristales de hornblenda, la cual es completamente dominante y además ha desarrollado frecuentes individuos grandes de hasta 7 milímetros de longitud, que se destacan con su superficie de clivaje.

La esquistosidad de esta roca tan compacta es poco pronunciada. Aparentemente la alteración es insignificante.

En la preparación microscópica los componentes de la roca son; hornblenda, biotita, plagioclasa, cuarzo, óxido de hierro.

Hornblenda. Aparenta ser el único componente ferromagnésico; consta principalmente de individuos grandes con secciones de forma alargada e incompletas, cuyos límites son bastante confusos, su distribución es desordenada, y hay partes donde la hornblenda está más bien agrupada en pequeñas zonas que excluyen al feldespato. Salvo algunos indicios de disolución, el mineral no está atacado, carácter que indicaría su regeneración y formación nueva en mayor cantidad que la primaria, a expensas de piroxeno, ahora inexistente. También como efectos parciales en el área marginal de la hornblenda, nunca en el interior del mineral, se observan cribas más o menos de igual dimensión que por ser de tamaño muy pequeño no permiten reconocer el mineral minúsculo que las rellena. Estas zonas de los bordes están plagadas de granos y partículas de óxido de hierro (hematita) que deben su origen a segregación de la misma hornblenda, lo que permitió también su salida. Los cristales del anfíbol no presentan nunca caras terminales; alrededor de ellos hay material menudo desordenado y triturado debido a acción tectónica posterior al metamorfismo cuyo tiempo podría suponerse que fué el de la granitización del orogeno. El clivaje (110) se vé con mayor nitidez y regularidad en las secciones transversas al eje  $\sigma$ ,

en otras longitudinales, las líneas son irregulares, esfumadas o muy poco visibles; hasta noté que sus trazas faltan por completo en una sección paralela a (100) de extinción recta; mejor dicho no se ven a causa de la incidencia tan oblicua.

También se encuentra un individuo en macla intercalada según (100), visible en una sección larga que debe corresponder al 2º pinacoide y por consiguiente al plano de simetría, en ésta como en varias otras el ángulo de extinción  $\gamma : c$ , no ha pasado de 18º. El pleocroismo varía del verde pardusco pálido al verde grisáceo. En una sección cíclica comprobé el ángulo  $2v$  grande y el signo negativo. De todas las secciones examinadas y cualidades observadas, se puede afirmar que se trata de hornblenda común, que no presenta alteraciones y que si tiene áreas irregulares de distribución del color, será debido a la mayor o menor proporción de óxido de hierro.

Dentro de la hornblenda hay muchos individuos de plagioclasa de renovación metamórfica, es decir granoblástica y con menor frecuencia laminitas de biotita provenientes de la plutonita originaria. Uno de los pequeños cristales foliáceos contiene un grano de zircón con aureola y una columnita de apatita.

Plagioclasa. Su proporción llegará a cerca de un tercio del anfíbol, en distribución desigual, pues en algunas partes sus cristales un poco corroídos están alternando con la hornblenda, en otras partes se ven formando mas bien zonas en que impresiona el aspecto

granoblástico. Se distinguen así en la preparación dos tipos de plagioclasa; la más destacada que ha de conservarse de la roca gábrica, es la que muestra típicas secciones más bien anchas y cortas, con maclas de uniforme amplitud y bien marcadas. Eligiendo las mejores y más perpendiculares al eje cristalográfico  $a$ , la medida del ángulo de extinción  $\alpha'$ :M repite el valor de  $\pm 31^\circ$ , por lo que se trata de labrador con 58 % de anortita. La figura de interferencia obtenida en una sección cíclica de esta plagioclasa da una isogira notablemente curva y el signo óptico es positivo. Hay partes donde se redujo visiblemente el área de las secciones de sus granos y están carcomidas por efectos de disolución a causa del metamorfismo, que también dió lugar a que se formase en sus regiones periféricas una masa granular confusa que podría ser calcita y óxido de hierro.

No se observan secciones zonales.

El otro tipo de plagioclasa es la regenerada, que se distingue por ser sus granos de traza muy redondeada. Presenta en general pocas maclas, en algunas secciones se ven difusas, otras carecen de ellas. Las relaciones con el anfíbol muestran que su formación no ha respondido al orden magmático de consolidación y que participan en una asociación típicamente granoblástica. En algunas de estas secciones logré medir el ángulo de extinción  $\alpha'$ :M obteniendo alrededor de  $\pm 20^\circ$ , valor que corresponde a andesina con 37 % de anortita, e indica una basicidad muy inferior, que la de la plagioclasa del tipo anterior

mente descripto, todos estos caracteres nos permiten afirmar que se trata de plagioclasa de renovación metamórfica.

Al transformarse la roca en anfíbolita, la disolución parcial y la regeneración total de otros individuos de la plagioclasa, dió lugar a la formación de nuevos granos redondeados, algunos libres y muchos incluidos en la hornblenda.

Como inclusiones en estas plagioclasas pueden observarse, viceversa individuos de anfíbol pequeños y granulaciones de óxido de hierro. En las partes carcomidas de la plagioclasa vieja, hay calcita originada por los citados procesos de disolución.

Biotita. La presencia de ésta se debe sin duda a que existía en la roca original, tal vez norítica, dado que hay en la vecindad noritas con hornblenda y biotita y aquí se presenta también incluida o asociada a la hornblenda. Se la observa en secciones grandes a pesar de su frecuencia muy relativa, y es de fuerte pleocroismo con tonos del pardo al rojizo característicos de la biotita de dichas plutonitas.

En pocas partes de élla se revela alguna acción de cloritización o deferrización. Como inclusiones tiene poca plagioclasa, hornblenda y zircón.

Cuarzo. Este mineral muy escaso está en individuos límpidos redondeados. Su presencia podría, es cierto, deberse a infiltración metamórfica en la anfíbolita, pero hay que tener presente que ya la

norita era algo cuarcífera, según los conocimientos locales.

El óxido de hierro abunda en granulaciones de color negro, asociadas en general a la hornblenda y biotita.

Estructura. La observación microscópica de la sección delgada revela un predominio de la estructura granoblástica de granos equidimensionales con contornos bastante redondeados; la masa de esta roca está formada esencialmente por los minerales dominantes, hornblenda, feldespato, y en ella son muy subordinados la biotita, el cuarzo y el óxido de hierro.

Como se ha visto, esta roca pudo haber sido primariamente una norita.

350 - Margen urilitizado y esquistoso de un pequeño cuerpo norítico.

Curso superior del arroyo de Las Aguilas, camino a El Salto.

H. Saladillo.

El afloramiento que solo aparece en el lecho del arroyo con menos de 10 mts. de amplitud se pierde bien pronto entre las micacitas de sus orillas norte y sur. La muestra ha sido extraída del margen más externo donde la roca norítica presenta una apariencia modificada, textura levemente esquistosa y aspecto de pasaje lateral a la micacita biotítica finamente foliada de la región.

A simple vista se percibe en la masa compacta levemente alterada correspondiente a la parte externa del pequeño cuerpo intrusivo

cuyo grano es algo menudo, la participación un poco notable de escamitas de mica rojiza que agregan algunos reflejos pardos a la coloración negruzca de la asociación principal norítica, en la cual alcanzan a verse algunas partículas de pirrotina de brillo bronceado.

La preparación microscópica confirma la supuesta incorporación de materiales del esquisto biotítico, si bien que estos alcanzan en la muestra estudiada una participación muy escasa.

Se ven los siguientes minerales, hornblenda, piroxeno, plagioclasa, biotita, cuarzo, óxido de hierro, zircón.

Hornblenda. forma ésta la masa principal de los minerales ferromagnésicos; en una asociación de individuos medianos cuyas secciones incompletas presentan coloración que pasa del verde amarillento claro al verde más obscuro, con la extinción oblicua propia de la hornblenda común.

Realizando un examen general se observa que este anfíbol abundante cuya naturaleza uniforme parece más bien metamórfica que uranílica, presenta escasas alteraciones en sus partes extremas con formación de escamas actinolíticas en disposición de abanico. Otra particularidad que llama la atención es la muy frecuente existencia dentro de las secciones amplias de la hornblenda de repetidos individuos foliáceos de biotita cuyas menores dimensiones son algo variables notándose comunmente que tienen un límite difuso. En cortes de la hornblenda próximos al primer pinacoide, impreciona la biotita interpuesta



mostrando cierta orientación regular; parece que las hojuelas biotíticas límpidas dispuestas como pequeñas ventanas tienden a la posición en que su clivaje es paralelo al eje  $c$  y al primer pinacoide de la hornblenda.

Después de estas observaciones que revelan efectos de disolución, penetración y tendencia de ordenamiento entre la biotita y la hornblenda encontré además en el anfíbol algunas notables inclusiones de cuarzo transparente de lindo contorno redondeado, reconociendo dentro de una de ellas la diminuta traza cuadrilátera de un individuo verde de hornblenda que al recristalizar dentro del cuarzo fluido, adoptó la orientación concordante con la del gran cristal del anfíbol continente mayor.

Las dos relaciones señaladas parecen explicables por los efectos de disolución e intercambio ocurridos según se podría pensar, después de la formación de la hornblenda metamórfica, tal vez a continuación de su misma formación.

Alguna pequeña sección redondeada de plagioclasa, figura también entre las inclusiones de la hornblenda.

Piroxeno. Interpuesto en la asociación con hornblenda y plagioclasa, de aspecto gábrico, muy relíctico a consecuencia de fuertes disoluciones, aparece en considerable proporción piroxeno rómbico en restos de grandes individuos, de relieve destacado, coloración pardo rosada y pleocroismo que varía hacia el gris verdoso. Algunas am-

plias ruinas de sus secciones basales muestran los clivajes (110) y (100); en áreas fragmentadas de sus secciones largas da extinciones rectas, y entre éstas donde la birrefringencia es mínima la figura de interferencia es biáxica negativa, de ángulo muy pequeño. Se trata por consiguiente de hipersteno. Pero también se encuentra con menos frecuencia algunas secciones de piroxeno a primera vista poco diferente, que son de dialaga, según se comprueba por su birrefringencia más elevada, extinciones oblicuas bien notables y birrefringencia positiva.

Plagioclasa. El feldespato de la roca norítica se reconoce todavía claramente porque sus secciones aunque corroídas más o menos y afectadas por perceptible fracturación cataclástica, están poco alteradas y conservan sus típicas maclas.

El cambio más notable que se vé en sus límites corroídos lindando con el anfíbol, es un cierto aspecto de reacción destructiva algo fibrosa en una delgada faja casi incolora que recuerda un poco las formaciones quelifíticas.

La medida del ángulo  $\alpha$   $\epsilon$  : M es  $+31^\circ$  lo que corresponde a labrador con 58 % de anortita.

Pero se reconoce plagioclasa regenerada en número más o menos equivalente aunque de secciones desiguales granoblásticas, con menos maclas y cuya medida del indicado ángulo  $\alpha$   $\epsilon$  : M, con  $+18^\circ$  acusa un contenido de anortita de 35 %.

En algunos lugares se encuentran secciones de plagioclasa algo dilatadas de contorno irregular que muestra una extinción zonal notable pero difusa.

La impresión que se saca hace pensar que se trate de restos de disolución del viejo labrador que han experimentado un nuevo crecimiento zonal cuya composición exterior varía ampliamente en sentido albitico, crecimiento que correspondería naturalmente a la formación tipomorfa.

Biotita. Este mineral que participa muy notablemente como ya se ha dicho en la constitución de la roca, se halla también desigualmente repartido.

Presenta frecuentes secciones foliáceas grandes sus contornos están en parte corroídos pero es en general una biotita parda muy poco alterada cuyo ángulo  $2v$  es muy pequeño.

Muestra asociación granoblástica visible especialmente en ciertas áreas con el anfíbol y el cuarzo.

Cuarzo. La cantidad de este mineral llama la atención lo mismo que su acumulación local; estas dos condiciones son probablemente consecuencias del intercambio que se ha producido entre el material norítico y la micacita lateral.

Estructura. Los relictos de la anterior estructura gábrica son evidentes sobre todo en la permanencia de las grandes ruinas del piroxeno; las condiciones de la asociación granoblástica dominan en el

resto, con las modificaciones causadas por la señalada incorporación de un poco del material lateral micacítico.

349 - Ortoanfíbolita de origen peridotítico; muy olivínica.

10 cuadras al norte del cerro Virorco.

H. Saladillo.

En la región de semiplanicie que se extiende en la vecindad norte del cerro Virorco llama la atención el curioso afloramiento de una roca con apariencia de anfíbolita, totalmente dividida por la acción destructiva en infinidad de pequeños cuerpos más o menos poliédricos con dimensiones generales comprendidas entre 2 y 5 centímetros, los cuales cubren completamente el suelo casi desprovisto de vegetación, en una superficie que tendrá más de 100 metros de ancho por unos 200 de norte a sur. El correspondiente detrito desmenuzado constituye el terreno un poco rojizo superficial que oculta a la roca profunda.

Los fragmentos de esta particular división parecen estar limitados principalmente por los 6 planos de un tosco paralelepípedo.

En la superficie externa muy áspera, carcomida por las acciones atmosféricas se ven brillar los clivajes de pequeños individuos de anfíbol verde y una incrustación limonítica rojiza constituye el tono dominante que cubre el color interno obscuro de la roca.

La masa de ésta es granular menuda y el peso de la piedra

sensiblemente elevado.

En la preparación microscópica el aspecto de esta roca difiere notablemente de todas las otras estudiadas, pues no contiene ni vestigios de feldespatos y sus componentes son, en primer lugar olivina y serpentina, luego hornblenda y en tercer lugar óxido de hierro.

Olivina. Los frecuentes individuos de este mineral ofrecen pequeñas secciones más o menos atacadas por parcial alteración en serpentina. Algunas son relativamente idiomorfas, otras redondeadas a veces también reducidas a contornos ovalados o todavía a pequeñas masas como ruinas lentiformes, de diámetro largo paralelo al eje  $c$ . En las regiones no alteradas tiene esta olivina transparencia verdosa muy pálida y alguna pigmentación rojiza periférica. Los clivajes característicos se ven en las secciones mejor conservadas.

El relieve y los grados de birrefringencia son también característicos, y las figuras de interferencia en sección cíclica producen una isogira poco curvada, con el carácter óptico negativo propio de la olivina fayalítica.

La alteración serpentinoso ha afectado a veces sólo parcialmente a sus cristales dando lugar a la típica estructura de malla fibrosa que respeta las formas y dibujo de sus clivajes.

La alteración completa en serpentina fibrosa constituye una gran masa que tiene más bien la disposición de relleno intersti-

cial, amplio en muchos lugares, habiendo éste pasado a ocupar muchas fisuras y partes disueltas del anfíbol.

La observación sin analizador muestra una coloración amarillenta de la masa fibrosa general de la serpentina, que probablemente es causada por óxido de hierro limonítico impregnante.

Pero como la segregación de óxido de hierro ha sido muy abundante, éste se presenta por allí formando corpúsculos negros opacos en asociaciones lineales o marcos correspondientes a límites de olivina destruida.

Hornblenda. Este componente, que fué sin duda originario de la plutonita está en cantidad sensiblemente menor que la de olivina; sus individuos bastante afectados por destrucciones rupturales más que disolventes ofrecen secciones generalmente mayores que las de la olivina, que conservan sus clivajes con óptimo reconocimiento en los cortes basales. Se trata de una hornblenda de transparencia pálida cuyos tonos de pleocroismo varían entre el pardusco muy claro para  $\mathcal{L}$  y el gris verdoso para  $\mathcal{Y}$ .

El ángulo  $\mathcal{Y} : c$  parece llegar a  $22^\circ$ .

En asociaciones periféricas contiene pequeñas secciones de óxido de hierro y penetraciones de serpentina fibrosa ya nombradas.

Oxido de hierro. La existencia de éste como mineral primario de la roca puede deducirse por la observación de frecuentes secciones dilatadas negras opacas.

Estructura. En la asociación granosa algo menuda se conservan las relaciones y caracteres morfológicos de la roca plutónica ultra básica originaria.

Los individuos del anfíbol están dispuestos con cierta irregularidad envueltos por la masa de olivina y de serpentina de transparencia amarilla rojiza sembrada ésta de acumulaciones grandes y pequeñas casi siempre muy irregulares de óxido de hierro negro rojizo.

Para deducir la composición y naturaleza originaria se debe tener en cuenta que esta roca no contenía plagioclasa, tampoco biotita, ni piroxeno; debió ser por consiguiente una peridotita de olivina con serpentina y hornblenda.

201 - Ortoanfíbolita muy esquistosa.

Lomas del oeste del puesto de La Bolsa, Río Grande.

H. Saladillo.

El afloramiento forma amplias fajas, la roca es granular, compacta, de color gris verdoso oscuro, en general brillante, de marcada esquistosidad y con ligeras flexiones. Se percibe el tamaño de los individuos de hornblenda que en las superficies del clivaje muestran dimensiones de 2 a 3 mm, y en el fondo oscuro alternan finas puntuaciones blanquecinas que han de corresponder a la participación del feldespató en la roca.

En la preparación microscópica se reconocen los siguientes:

omponentes; hornblenda, plagioclasa, apatita, cuarzo, óxido de hierro.

Hornblenda. Esta constituye casi completamente la masa de la roca, con individuos de dimensiones relativamente uniformes, sólo algunos se destacan por ser algo mayores que la generalidad. Presenta siempre secciones incompletas aunque se caracterizan fácilmente en sus principales orientaciones por sus clivajes y extinciones. Se trata a primera vista de hornblenda común cuyo color de transparencia varía con el característico pleocroismo del verde amarillento claro, al verde pardusco.

El ángulo  $\gamma_{2c}$  llega a  $22^\circ$ , y la figura de interferencia en las secciones cíclicas da el signo negativo y el ángulo  $2v$  grande lo que comprueba que se trata de la variedad común.

En la hornblenda hay frecuentes inclusiones de óxido de hierro de transparencia algo rojiza y pequeños cristales de apatita.

Es muy común y visible en las amplias secciones de la hornblenda un cambio de color hacia un verde azulado muy claro, limitado a zonas parciales; la birrefringencia es en ellas muy baja y casi se pierde el pleocroismo. Esto se debe a un principio de alteración del mineral, pero no se observa la formación de productos secundarios.

En toda la preparación no se encuentran restos de piroxeno; parece que su completa desaparición debió haber sido seguida por una eliminación del anfíbol uralítico, cediendo a la total regeneración.



Plagioclasa. Ella alterna notablemente en la preparación, y se presenta en individuos alotriomorfos de contornos marcadamente redondeados. Aparentemente son todos de la misma naturaleza o formación granoblástica; la mayoría presentan la macla en el plano de la albita y carecen de maclas en el plano del periclino. En las secciones perpendiculares al eje cristalográfico a, el ángulo  $\angle M$  mide en general  $\pm 19^\circ$  lo que indica que se trata de andesina con 36 % de anortita. En menor número se encuentran también individuos de feldespato más o menos pequeños límpidos que no presentan maclas.

Los caracteres señalados hacen deducir que toda la plagioclasa de esta roca ha sido regenerada por el metamorfismo.

El principal mineral accesorio es apatita, se observa en individuos muy pequeños la mayor parte en secciones redondeadas, otras con la traza de columnas cortas, ovoidales; su color blanco es a veces levemente azulado. Este mineral se encuentra incluido en la plagioclasa o en la hornblenda.

El óxido de hierro aparece con bastante estasez, principalmente en granulaciones, incluidas en la hornblenda.

Cuarzo. Este mineral que es escaso, alotriomorfo y límpido, se encuentra interpuesto en forma desordenada en el área de la preparación, y no parece posible sospechar con fundamento si perteneció a la roca plutónica, o habrá sido introducido durante el metamorfismo.

Estructura. En completa concordancia con la textura esquistosa antes referida, la estructura microscópica puede definirse como granoblástica, con esquistosidad de cristalización relativamente marcada, cuyos elementos principales, hornblenda y plagioclasa, están asociados con relativa uniformidad.

Los caracteres brevemente señalados implican que los indicios del origen ígneo de esta anfibolita son casi nulos.

Pero las relaciones geológicas regionales dadas por la ausencia completa de calizas cristalinas y la notable frecuencia y vecindad inmediata de los pequeños cuerpos ígneos en forma de interposiciones noríticas, parcial o completamente uralitizadas constituyendo anfibolitas, en las cuales los relictos de la plutonita básica suelen ser indudables, constituyen factores que nos llevan a la conclusión de que también ésta debe ser una ortoanfibolita, sólo que la transformación metamórfica la dejó totalmente renovada y cristaloblástica, lo que hace su aspecto aparentemente más dudoso.

366 - Ortoanfibolita con olivina.

Parece que en origen fué un gabbro olivínico con hornblenda, biotita y cuarzo.

La Bolsa; lecho del río Grande, frente al puesto.

H. Saladillo.

Es una roca de grano grueso un tanto desigual, en cuya masa

compacta verde negruzca se destacan individuos de hornblenda con superficie de clivaje brillantes que miden más de 2 cm en su mayor dimensión.

No se reconoce a simple vista la existencia de plagioclasa. Se ve que la hornblenda está acompañada escasamente por escamitas de mica parda de reflejos bronceados cuya distribución es irregular y aparece también en escamas de notables dimensiones.

El contenido de piroxeno solo puede sospecharse por ser irreconocible y esto ocurre también con la olivina; las granulaciones de brillo metálico revelan un pequeño contenido de magnetita y de sulfuro de hierro.

La esquistocidad de esta roca es poco marcada y su aspecto indica que ha sufrido muy poca alteración.

Al microscopio presenta, anfíbol, plagioclasa, piroxeno, olivina, óxido de hierro, biotita, apatita.

Hornblenda. Este componente es tan abundante que por lo que se ve en la muestra y en la preparación parece formar como el 70 % o algo más de la masa de la roca, sus individuos grandes constituyen esencialmente la masa granosa gruesa general, en la cual se destacan frecuentes cristales tan desarrollados, que se ha procurado evitarlos al hacer la preparación microscópica. La limitación de las secciones es muy incompleta y no muestra otras trazas de orientación que las de los clivajes característicos.

Por el color verde y el pleocroismo del tipo de hornblenda común y sus demás cualidades correspondientes es visible que todo el anfíbol tiene el mismo aspecto y composición, lo que no permite distinguir una antigua parte primaria que la roca gábrica sin duda alguna ha tenido y la otra de formación uralítica, perdidas ambas (la segunda tal vez totalmente) en la gran masa de regeneración.

La medida del ángulo  $\gamma$  es aproximadamente de  $24^\circ$ , y en las figuras de interferencia se observa siempre que el signo óptico es negativo.

Sus inclusiones son poco frecuentes, entre ellas se encuentran algunas de plagioclasa tipomorfa, es decir de formación metamórfica, y también una que otra de biotita, la cual por su parte parece estar asociada a algunas menores secciones de hornblenda, en relación propia de ser ambos minerales primarios de la plutonita. Además hay incluidos o separados del anfíbol, granos pequeños, opacos negros de magnetita y en menor proporción pirita.

Aunque aparece en general inalterada, algunas secciones de la hornblenda muestran notables indicios de haber sufrido un proceso de resorción destructiva en la cabeza del cristal por efectos de la cual han quedado gran número de partículas de óxido de hierro señalando el límite hasta el cual el individuo alcanzaba y jalando todavía el dibujo fibroso de la hornblenda.

Piroxeno. Este mineral se halla sólo en forma de restos de

diversas medidas y contornos que revelan su destrucción, distribuidos en la masa esencialmente anfibólica, que se destacan por su relieve fuerte y color pardusco muy claro. A pesar de que generalmente estas áreas del piroxeno están rodeadas por el anfíbol no se reconocen señales de la orientación común y estructura lineal característica de la uralitización; la preparación microscópica un tanto gruesa dificulta la observación de estas relaciones, pero parece más bien que la uralita haya sido eliminada por la renovación anfibólica.

Se reconoce alguna sección basal del piroxeno bastante incompleta que sin embargo deja ver los clivajes del sistema de trazas (110); se destaca además la existencia del clivaje (100) con pocas líneas gruesas algo imperfectas, y su orientación paralela al primer pinacoide es segura porque en la posición de extinción de la sección basal de este piroxeno monoclinico, quedan paralelas a un hilo del retículo.

En general las secciones de este mineral carecen de inclusiones finas, ferríferas y su pleocroismo muy débil, sube apenas a tonos levemente rosados.

En secciones aproximadas al plano del segundo pinacoide el ángulo  $\gamma$  :c, llega a  $38^\circ$ . En la figura de interferencia se observa el carácter biáxico positivo, y el ángulo  $2v$  parece menor que  $60^\circ$ .

En resumen este componente es dialaga. En áreas limitadas interpuestas entre sus restos todavía bastante nítidos se observan

como envolventes pequeñas masas algo fibrosas de coloración pardo verdosa constituyendo asociaciones un poco radiadas de aspecto confuso, relieve menor y birrefringencia más baja, que parecen ser formaciones de bastita; su existencia ha de deberse a la alteración de la dialag, de la cual proceden sin duda las frecuentes granulaciones de óxido de hierro que se asocian al producto fibroso, como también una local impregnación de calcita, que hace más confusa y elevada la coloración de la supuesta bastita. No he podido reconocer que haya ningún resto de piroxeno con caracteres de hipersteno.

Olivina. Este componente de la roca gábrica, que no era abundante, se halla todavía bien conservado, casi totalmente sin serpentinización en individuos relativamente pequeños carentes por completo de idiomorfismo y repartidas irregularmente revelando cierta agrupación local. Sus secciones muestran el relieve y la birrefringencia típica. En numerosas figuras de interferencia he visto deficientemente que el ángulo  $2v$  es muy grande, como corresponde; pero no encontré una sección aproximadamente cíclica que me permitiera determinar por medio de la isogira el signo óptico.

Plagioclasa. Se distinguen en la preparación dos tipos de plagioclasa. Los granos que debieron pertenecer primariamente a la roca gábrica, que no desaparecieron a pesar del metamorfismo, son generalmente los mayores, de hábito gábrico característico con sus secciones anchas y tablas de maclas bien marcadas. Las relaciones corres

pendientes a una cristalización posterior a la de los componentes ferromagnésicos resultan difícilmente visibles por-que llegaron hasta esos lugares más o menos las disoluciones y movimientos de límites.

En las mejores secciones perpendiculares al eje cristalo-gráfico a, el ángulo  $\alpha':M$  tiene un valor de  $\pm 34^\circ$ , lo que indica que corresponde a labrador con 65 % de anortita. La figura de interferencia en una sección cíclica muestra una isogira poco curva y el signo óptico positivo; cualidades que corroboran la composición averiguada por el ángulo de extinción. Las observaciones antes apuntadas y la composición, apoyan la idea de que éste es el feldespató primario de la plutonita. No son raras adentro de esta plagioclasa, pequeñas masas de un mineral verdoso pardusco muy claro, de alto relieve y birrefringencia anómala que forma relleno granular y tiene aspecto de epidoto, el cual debe considerarse como producto secundario de la escasa alteración que ha sufrido el viejo feldespató. El otro tipo de plagioclasa presenta generalmente granos de menor tamaño, de secciones redondeadas, con bordes lisos y contornos sinuosos; algunas son sin maclas, otras con pocas y esfumadas. En repetidos ensayos de medida del ángulo  $\alpha':M$ , obtuve resultados no muy precisos que promedian un contenido de anortita apenas menor, es decir casi igual al del feldespató antiguo, lo que podría significar que las reacciones motivadas por el metamorfismo no tuvieron condiciones y capacidad para causar mayor pérdida de óxido de calcio al material feldespático. Es-

tas plagioclasas menores de aspecto tipomorfo, límpidas y sin alteraciones, participan en una estructura granoblástica y se las observa dentro y también envolviendo a los minerales ferromagnésicos.

biotita. Este mineral que fué sin duda del gabbro originario, está repartido con notable frecuencia, sea en hojuelas asociadas a la hornblenda, en la cual he visto por ejemplo una inclusión biotítica transparente de gran longitud, paralela a la dirección del eje  $\sigma$ , o también en láminas ámplias independientes de hasta 7 mm, con transparencia pardo obscura y pleocroismo de variaciones rojizas.

En sus áreas se observa alguna inclusión de la plagioclasa nueva, granulaciones de óxido de hierro y agujas de rutilo, formadas a expensa de la biotita.

Como componente adicional que por relaciones genéticas puede atribuirse más bien a la roca gábrica que al resultado del metamorfismo regional, queda por mencionar una reducida cantidad de cuarzo que se encuentra diseminado en pequeñas secciones límpidas y muy poco afectadas por acciones cataclásticas.

En la estructura de esta roca predominan los caracteres de la primitiva masa intrusiva gábrica, sobre todo en el hábito y asociación de los mayores individuos de plagioclasa; pero tales relaciones son menos visibles, como simples relictos locales, en los componentes ferromagnésicos, incluyendo la olivina cuyas secciones inalteradas parecen haber conservado su contorno sin idiomorfismo pero de



Límites natos.

La modificación granoblástica causada por el metamorfismo regional es principalmente evidente en el aspecto y asociación de los individuos menores y redondeados de la plagioclasa regenerada y se aprecia también en las vueltas del contorno de las hornblendas contiguas.

Los indicios de lo que ha sido la roca plutónica original, que el metamorfismo regional transformó en esta anfibolita, destacados prolijamente en la descripción que antecede y atestiguan de modo tan completo su anterior naturaleza y composición, que sin temor a dudas, la derivación la he consignado en el título.

El pequeño cuerpo aflorante no está representado en la Hoja Saladillo, por la carencia de espacio y dificultad de impresión en tan reducida escala, en la que 200 metros importan un milímetro. Queda situado dentro de la manchita parda de la roca norítica de La Bolsa, hacia el borde sureste. La anfibolita que figura allí muy cerca en la curva del río, es la otra idéntica descrita luego (n.º 207).

El conjunto de revelaciones que se suman ahora a los restantes conocimientos referentes a las rocas noríticas y peridotíticas de La Bolsa, nos hace saber que antes del metamorfismo habían ascendido también prolongaciones intrusivas de gabro (hasta hoy solo sospechadas) en homología con las arriba mencionadas y que, así como la peridotita (harzburgita) con hipersteno, olivina, hornblenda, biotita y pirrotina, asoma en forma de nú-

cleo en el NO del área de norita hipersténica, el gabbro, desfigurado, con dialaga, olivina, hornblenda y biotita, apunta en pequeña cresta en la margen SE.

207 - Ortoanfíbolita; con olivina.

Vuelta del río Grande; aguas abajo del puesto de La Bolsa.

H. Saladillo.

La pequeña masa intercalar de esta anfíbolita entre la micacita del tipo fino, cruza el lecho del río Grande aguas abajo del puesto de La Bolsa y su distancia de los afloramientos de la roca norítica y peridotítica del mencionado lugar no pasará de unas cuatro cuadras.

El cuerpo muy compacto y tenáz de esta roca verde casi negra se compone esencialmente de grandes individuos de hornblenda, de aparente contorno ovoidal con espejos de clivajes que miden hasta 2 centímetros, asociada en posición desordenada, entre los cuales el material de relleno es principalmente hornblenda más menuda.

La existencia de plagioclasa se adivina apenas por puntuaciones claras de la masa menuda. No se reconoce a simple vista que tenga piroxeno ni sulfuros de hierro, cuya existencia caracteriza a las mencionadas rocas vecinas. La textura es masiva, gruesa sin ninguna apariencia de esquistosidad. La masa resistente de la piedra muy poco alterada, sólo presenta algunas manchas rojizas de infiltra-

ción limonítica.

En el reconocimiento microscópico los componentes de la roca son; hornblenda, piroxeno dudoso, olivina, plagioclasa, biotita, óxido de hierro.

Hornblenda. Se destacan granos muy grandes; la sección de un individuo llega casi de un borde al otro del campo microscópico con objetivo 1, tiene ella muy escaso pleocroismo y es aproximadamente cíclica, lo que permitió comprobar un signo óptico negativo y el ángulo  $2v$  grande.

En las otras secciones menores de un solo clivaje, con pleocroismo que va del verde amarillento muy pálido al pardusco claro, el mayor valor del ángulo de extinción  $\gamma$  es de  $24^\circ$ . Estos son caracteres de hornblenda común, mineral que es absolutamente dominante y constituye una asociación de individuos grandes, con clivajes densamente repetidos, en la que se hallan interpuestas agrupaciones pequeñas de granos menores del anfíbol, con los cuales en general alterna el feldespató. Las secciones del anfíbol no presentan ninguna limitación terminal, algunas de aspecto más o menos criboso tienen los agujeros ocupados por plagioclasa con aspecto de restos insulares muy disueltos.

Además hay partes en que el color disminuye localmente y hasta en algunas regiones extremas es casi incolora la hornblenda y con formación de tablitas en abanico, lo que puede ser un pasaje a

actinolita.

No se notan diferencias o indicios de que quede en esta roca algo que corresponda a la vieja hornblenda primaria, que presumiblemente debió pertenecer a la primitiva roca gábrica. En cambio, alcanzan a verse en pocos individuos del anfíbol inclusiones como núcleos irregulares de relieve mayor, color levemente pardo, sin notable pleocroismo y de birrefringencia más alta. Aunque no presentan clivajes reconocibles, uno de esos núcleos permitió ver la figura de interferencia biáxica positiva, de ángulo pequeño (dialaga ?); pero no se puede excluir que en tales ruinas haya también restos de hipersteno. En casi todas las secciones de hornblenda hay pequeños poros y vetas rellenadas por calcita originada por lo menos a expensa del piroxeno y depositada por infiltración.

Olivina. Este mineral aparece sólo en pequeñas áreas principalmente rodeado por el anfíbol con una limitación muy lisa y redondeada; se destaca por su alto relieve y elevada birrefringencia. La figura de interferencia en la sección más cíclica muestra que su ángulo  $2v$  podría ser como de  $80^\circ$  y el signo óptico positivo, luego no es rica en hierro.

En ninguna sección la olivina muestra signos de alteración.

Plagioclasa. La proporción de este componente es muy escasa. Presenta en todas partes los caracteres de feldespato regenerado, granoblásticamente según lo atestiguan su falta de hábito gábrico, sus

formas marcadamente redondeadas, sus frecuentes individuos sin maclas, y también su composición empobrecida en anortita.

En un buen número de secciones, que presentan nítida la marca de la albita, el ángulo de extinción  $\alpha$  : M ha dado  $\pm 22^\circ$ , correspondiente a andesina con 40 % de anortita. La plagioclasa es generalmente límpida, fresca y casi sin inclusiones. Pero a veces se reconoce en ella la presencia de calcita, en pequeñas masas granulares y sobre todo ocupando fisuras. Por su situación es un producto sobrante de relleno, que no se debe a alteraciones de este feldespatos de nueva cristalización, y ha de proceder de la solución general que otros minerales enriquecían al sucumbir (labrador básico ? dialaga ?).

Biotita. Este mineral que era probablemente componente de la plutonita, se halla muy escasamente representado. Sus pequeñas secciones de pleocroismo bastante intenso que sube al color pardo rojizo, están asociadas o incluidas en la hornblenda.

El óxido de hierro es poco e irregularmente distribuido, se halla especialmente junto al anfíbol en granos de color negro, aislados o formando agrupaciones finas.

Respecto de la estructura, la preparación microscópica de esta roca tan gruesa deja poco que ver, y aunque los relictos de la asociación gábrica parecen faltar, son limitadas y pequeñas las regiones de indicios granoblásticos, lo cual no obstante ha de ser una deficiencia que mejoraría en otra preparación, dado que el grano de la

roca es tan grueso.

La correspondiente intrusión premetamórfica era gábrica ?  
con olivina, hornblenda y biotita.

383 - Ortoanfíbólita, de origen gábbrico.

San Antonio; camino de la Toma a la Puerta.

El afloramiento correspondiente constituye dos áreas amplias situadas entre el camino y el puesto de San Antonio.

H. Saladillo.

Se trata de una roca granosa bastante gruesa, muy uniforme y compacta, constituida a simple vista por gran número de individuos de hornblenda de aspecto fresco, que en sus superficies de clivajes brillantes muestran contornos comunmente redondeados u ovalados con dimensiones poco variables que llegan casi hasta 2 cm.

Una masa compleja menuda o fina que según sus variaciones de composición presenta tintes verdosos o blanquecinos, se interpone entre los grandes cristales de anfíbol formando una delgada envoltura clara que se destaca contra el negro de la hornblenda y constituye además un material de relleno que ocupa también más grandes espacios. La esquistosidad es casi irreconocible en la muestra.

Aunque el material anfibólico, tal vez secundario, se presenta casi inalterado, no se perciben restos de piroxeno y solo en las citadas envolturas blanquecinas de la hornblenda es de sospechar que

subsisten restos de plagioclasa, sin duda escasa que tenía la roca plutónica. No se reconoce que contenga biotita, olivina ni visibles partículas de magnetita o sulfuros.

En la preparación microscópica se reconoce que sus componentes son: hornblenda, plagioclasa, olivina, cuarzo, titanita, biotita y óxido de hierro.

Hornblenda. Este componente que es el principal y altamente predominante está en grandes y pequeños cristales, estos últimos diseminados o formando agrupaciones en la totalidad del corte, entremezclado con piroxeno y el material feldespático con sus derivados. En general los grandes individuos de hornblenda están bien conservados y permiten observar el pleocroismo que varía del color verde amarillento al verde, así como también la relación  $\gamma:c = 19^\circ$ . En la figura de interferencia se prueba el signo óptico negativo y el ángulo  $2v$  grande; todos estos caracteres identifican a la hornblenda común. En las secciones grandes de hornblenda cuyos límites son incompletos y sobre todo afectados en sus extremos por haber sido roídos a causa de efectos destructivos sufridos durante el metamorfismo, se destacan numerosos pequeños minerales incluidos. Uno de ellos notable por su aspecto y frecuencia en el epidoto común, pistacita; su forma y tamaño varía por tratarse de un componente secundario, originado a expensas de la alteración del anfíbol. Este mineral muestra a veces el contorno poligonal de la cabeza de sus pequeños cristales, o hace ver

que es una masa de relleno de límites irregulares con frecuencia alargados paralelamente al clivaje de la hornblenda. En general el color de este epidoto es parduzco muy pálido, con débil pleocroismo, tiene relieve marcado, produce vivos y variados colores de birrefringencia, y en las figuras de interferencia se aprecia que es biáxico de ángulo mediano y signo óptico negativo.

Participando lateralmente en un par de los rellenos mayores con este epidoto se presenta un depósito menor residual silíceo de calcedonia con sus típicas fibrillas radiadas, de elongación negativa.

Dentro de la pistacita constituyendo un núcleo interno, o como pequeño individuo de formación independiente y aislada dentro del anfíbol se reconoce claramente por la diferencia de sus cualidades otro epidoto con las características de la ortita.

Sus pequeños individuos a veces idiomorfos sea verdosos claros y transparentes con birrefringencia poco menor que la pistacita, o algo parduzcos, más o menos turbios y con aspecto de goma arábiga, impresionan entonces por su relieve fuerte y por la gran disminución de su birrefringencia conjuntamente con la formación de una intensa aureola de reacción en la hornblenda que la contiene. Con la rotación de la platina, llevando la hornblenda a la posición de máxima iluminación es muy sensible un halo negruzco que rodea a la ortita y demuestra que este mineral gracias a sus elementos radioactivos ha



# ROTHA

producido una perceptible alteración en el anfíbol.

En otros lugares de las grandes secciones de la hornblenda, principalmente rellorando áreas irregulares de corrosión marginal se destaca otro tipo de epidoto, también producto de alteración de la hornblenda que muestra los caracteres de la clinozoisita.

Sus masas irregulares de color verdoso muy pálido y relieve poco destacado tienen una birrefringencia muy variable según los lugares del mismo individuo, entre tonos azulados verdosos y levemente amarillentos, efectos que suelen atribuirse a disminuciones en el contenido de óxido de hierro. En las mayores áreas de tono cromático más bajo y uniforme la figura de interferencia revela claramente el signo óptico positivo.

Otro mineral frecuentemente incluido en el anfíbol es la titanita; su origen de no ser primario puede también atribuirse a la alteración de la hornblenda, la mayoría de sus pequeñas secciones son típicamente romboidales, otras en granos pequeños pueden a primera vista confundirse con los mencionados individuos aislados de ortita, aunque luego se reconoce que su coloración parda clara es constante y también su elevada birrefringencia.

Parece probable que tanto los individuos grandes de la hornblenda como los menores repartidos más bien intersticialmente sean componentes regenerados; se podría considerar que los primeros tan notables y numerosos sean porfiroblastos, mientras que los segundos for-

man con los piroxenos también menores reciprocamente parciales envolturas.

Plagioclasa. El feldespató debió ser un componente escaso en la roca originaria, pues las áreas que ocupa su material destruído y alterado son reducidas y parecen conservar la disposición de formación intersticial.

En los lugares en que sus secciones están menos afectadas muestran hábito gábrico, habiendo algunas con lindas maclas de la albíta y periclino, en la que el clivaje (001) se destaca con perfecta nitidéz; ellas permiten determinar que el ángulo  $\alpha' : M$  mide  $+42^\circ$ , valor que corresponde a bitownita con 84 % de anortita.

Entre las intensas <sup>y</sup> difundidas acciones destructivas que han afectado a la plagioclasa se reconocen efectos de metamorfismo dinámico, fuertes disoluciones, alteraciones y reacciones formadoras de nuevos productos correspondientes al proceso de saussuritización. Según los lugares se observa la plagioclasa turbia, manchada por granulaciones de calcita y pigmentación ferruginosa; las maclas se han borrado casi totalmente y las pequeñas formaciones escamosas de caolín se destacan por sus laminitas birrefringentes de extinción oblicua.

Pero el producto más notable, especialmente donde la plagioclasa quedó reducida a ruinas limitadas por grietas de corrosiones irregulares, es una zoisita de relieve intenso y coloración parduzca pálida, que dá colores de birrefringencia anómala de tintes azules

muy intensos. A veces este mineral secundario reemplaza a una ruina del feldespató cubriendo toda su área, aunque quedan vestigios de las tablitas de maclas.

Entre el material granular fino de aspecto muy confuso que ocupa los huecos del corroído feldespató se destacan pequeñas secciones de cuarzo transparente y de contornos sinuosos que probablemente es de formación secundaria.

Piroxeno. Es relativamente abundante, la mayoría de sus trazas son incompletas por corrosiones y acciones destructivas de escaso pleocroismo. En las trazas basales muestra el clivaje (110) y se reconoce también, la existencia del otro clivaje grueso (100) característico de dialaga. No hay piroxeno uralitizado, pero en cambio es frecuente observar diqlaga con anfíbol adentro que ha adoptado variados e irregulares límites de interpenetración. Podría esto corresponder a relaciones granoblásticas con la hornblenda regenerada.

Algunas secciones menores del piroxeno son idiomorfas, lo que por otra parte parece indicar su nueva formación.

Olivina. Este mineral inobservado al principio fué reconocido después por el contorno redondeado y liso de sus secciones repartidas con frecuencia en el campo de la preparación, presenta su color débilmente verdoso, relieve alto y birrefringencia muy variable según la orientación de sus cortes; también ausencia de clivaje o sólo visible en líneas muy finas. En todas partes tiene nitidez y transparencia.

Este conjunto de cualidades corresponde a olivina y para su necesaria verificación obtuve varias figuras de interferencia eligiendo las mejores secciones cíclicas a fin de lograr los ventajosos reconocimientos mediante una isogira centrada; el resultado es que dicha curva indica un ángulo  $2v$  grande y signo óptico negativo, propio de una olivina rica en hierro.

Por la mencionada limpidéz y transparencia de esta olivina, no hay en ninguna parte indicios de serpentización, ni tampoco alteración ferrífera.

Esto hace pensar que el mineral ha conservado su estado primario.

Cuarzo. Este componente escaso se halla en individuos irregulares, que tiene aspecto intersticial de límites sinuosos, causado por disoluciones y parece que debido a éstas tomaron carácter granoblástico. Podría proceder de la roca original.

Titanita. Su frecuente existencia ya ha sido mencionada como inclusión en la hornblenda.

Biotita. Era ésta un componente escaso de la roca gábrica, sus cuerpos escamosos, pequeños, de relieve muy bajo y pleocroismo de los tonos pardos característicos, acompañan o están incluidos en hornblenda.

Oxido de hierro. Hay muy poco y se presenta principalmente segregado en granulaciones pequeñas.

Estructura. Como se reconoce ya a simple vista en la fractura limpia de la roca, también al microscópio se destacan los granos grandes de hornblenda más o menos asociadas con los restos de piroxeno formando áreas dilatadas de contornos muy roídos y dentados.

En los espacios intersticiales, como masas menores envolventes y separatorias de las grandes áreas mencionadas, se halla el conjunto granoblástico de individuos menudos y composición variada en que se reconocen los restos de plagioclasa y sus productos de alteración, la zoisita, y el cuarzo más o menos dividido.

La composición descrita indica que la roca originaria de esta ortoanfibolita era un gabro olivínico, con dialaga, hornblenda, biotita y cuarzo.

#### 225 - Ortoanfibolita.

Un kilómetro al noreste de El Peñón; extremo sur del valle de La Carolina.

H. San Francisco.

En el pequeño relieve de El Peñón, la masa pétrea conserva mucho el aspecto de una intrusión gábrica; pero éste se ha atenuado en el vecino afloramiento del noreste.

La muestra de allí es una roca compacta de grano relativamente uniforme con dimensiones que llegan a un centímetro, y de esquistosidad casi imperceptible. La participación de plagioclasa se dis

tingue apenas en forma de puntuaciones claras entre la masa más menuda que rodea a los individuos mayores del anfíbol.

La alteración de esta roca es muy visible; la separación de hidróxido de hierro que circuló por las fisuras ha dado un color de reflexión pardo al anfíbol produciendo también muchas manchas ferruginosas.

En la preparación microscópica se reconocen los siguientes minerales; hornblenda, piroxeno, plagioclasa, cuarzo, apatita, óxido de hierro.

Hornblenda. Es el componente superabundante, pero se presenta en individuos confusamente limitados, de modo que hay pocas secciones nítidas, para ser bien estudiadas; no obstante se encuentra alguna con los dos clivajes, que caracterizan a la traza transversa al eje  $c$ , hasta con extinción recta, lo que significa en ese caso que es perpendicular al plano de simetría y en consecuencia paralela al eje cristalográfico  $b$ .

Casi todas las secciones que muestran más o menos claramente un solo sistema de trazas de clivajes, son en general muy incompletas en los extremos. En los diversos cortes se observa que las condiciones de absorción y pleocroísmo son:  $\alpha$ , amarillento verdoso muy claro,  $\beta$ , verde,  $\gamma$ , verde pardo.

El ángulo de extinción  $\gamma : c$ , obtenido en las mejores secciones correspondientes al 2º pinacoide, llega a 19º.

Debido a procesos destructivos partes de la hornblenda se presentan adelgazadas o cribosas y también con locales formaciones radiales o estrelladas, que sin analizador muestran el leve color verde y poco pleocroismo característico de la actinolita. No se observa cloritización del anfíbol, y la separación de óxido de hierro no es muy evidente.

Es frecuente encontrar individuos de plagioclasa en general de bordes redondeados incluidos en la hornblenda.

Piroxeno. La proporción de éste es incomparablemente menor que la del anfíbol y aún respecto de la plagioclasa; sus secciones más o menos destruidas se destacan por su marcado relieve, escaso pleocroismo, fuerte birrefringencia y el característico clivaje (110), al cual se agrega otro de líneas gruesas y un poco imperfectas, paralelas al primer pinacoide (100), que son también más escasas. La existencia de éstas es indicio de la variedad dialaga. Algunos de los individuos comunmente incompletos presentan bordes transformados por uralitización en anfíbol verdoso. Entonces aparece el piroxeno como resto nuclear en vuelto por anfíbol y los clivajes del primero se continúan en éste, aunque no tan fácilmente perceptibles. De esta relación puede deducirse que el piroxeno sea remanente de la originaria roca gábrica.

Plagioclasa. Parece que ya no quedan en la roca individuos del feldespato que debió tener primeramente la plutonita de la cual se originó. Pero la plagioclasa sin hábito gábrico sumará más de un

cuarto del área de la preparación. Está en general en individuos pequeños con carácter de componente tipomorfo, es decir renovado granoblásticamente; esta condición concuerda con la relación antes señalada de que algunos individuos de plagioclasa se hallan incluidos en el anfíbol.

En la revisión general ha sido posible encontrar algunas secciones perpendiculares al eje cristalográfico  $a$ , en las cuales el ángulo  $\alpha$   $\angle M$  tiene un valor de  $\pm 22^\circ$ , lo que corresponde a andesina, con 40 % de anortita. Esta proporción de mezcla poco cálcica parece deberse a que es regenerada, ya que para ser de la roca originaria haría pensar que fuese más básica, es decir con mayor por ciento de anortita.

Son pocos los individuos del feldespato que han perdido las maclas en la renovación, y en general su transparencia no es enturbada por alteraciones.

Cuarzo. Este se destaca en pocas secciones pequeñas, limpiadas, más o menos redondeadas, es decir con caracteres granoblásticos. Es admisible que este mineral hubiese sido un escaso componente de la vieja roca gábrica, particularidad que es conocida, antes que suponer que sea introducido durante el metamorfismo.

Apatita. En la preparación se observa un cristal relativamente grande, en sección paralela al eje, y de bordes suavemente redondeados.



Oxido de hierro. Por su aspecto y distribución éste tiene más bien apariencia de hematita derivada de la roca ígnea y está rodeada de pigmentaciones limoníticas.

La estructura es granoblástica algo menuda; pero en su masa bastante uniforme se destacan numerosos individuos de hornblenda formando idioblastos de mayor tamaño.

Los indicios referidos hacen pensar en el origen gábrico de esta roca.

238 - Ortoanfíbólita rica en plagioclasa. Antigua roca gábrica muy uralitizada.

Falda NE de la Loma de la Verdura; al sur de la Cañada Honda.

H. San Francisco.

En el surco de los arroyos se destacan repetidos cuerpos escalonados de esta roca metamórfica verde, granosa, compacta, formando interposiciones paralelas a la micacita escamosa de aspecto gnéi-sico.

En la muestra, aparte del predominio del anfíbol, se nota una cierta distribución irregular de los componentes claros que están en parte agrupados en pequeñas zonas más o menos notables en la superficie limpia de fractura.

Los constituyentes esenciales son; hornblenda, piroxeno,

plagioclasa, en segundo lugar biotita, espinelo.

Hornblenda. Su frecuencia y masa sobrepasa muy notablemente a la de la plagioclasa, por mas que la plutonita originaria era rica en feldespato; sus secciones son mal terminadas en los extremos, bastante rotas y carcomidas.

Por su aspecto general, durante las primeras observaciones de la preparación parece tener todo el anfíbol el mismo origen, porque no se perciben marcadas diferencias.

Sin embargo teniendo en cuenta las características de las rocas gábricas, y noríticas del orogeno central argentino, que son ya bastante conocidas en las provincias de Córdoba y de San Luis, es lógico admitir, que la roca ígnea tenía alguna hornblenda primaria, la cual no resulta ahora reconocible ni diferenciable de la formada después, por la uralitización y por la recristalización independiente metamórfica.

Pero a pesar de la aparente monotonía y uniformidad, el examen detallado pone en evidencia cualidades correspondientes a dos variedades de hornblenda; una relativamente pálida y de escaso pleocroismo verdoso, localizada principalmente en las envolturas de los núcleos del piroxeno, constituyendo más bien superficies reducidas y mal limitadas, se caracteriza además por el signo óptico negativo que es tan general y por el ángulo  $\gamma : c$  de unos  $16^\circ$ .

Los caracteres señalados permiten que esta hornblenda pálida .

se califique como uralítica, en transición hacia la actinolita.

La otra variedad de hornblenda, que es la formación nueva, mayor, y cuya diferencia respecto de la uralítica se percibe inicialmente sólo por su coloración sensiblemente más oscura, verde azulada, y pleocroismo más notable, presenta los matices azulados repartidos en amplias manchas o tramos de longitud con límites difusos. Su ángulo

$\gamma$  se es aproximadamente  $22^\circ$ ; luego al obtener la figura de interferencia de las mejores secciones cíclicas, encontré y confirmé que su signo óptico es positivo.

Estas observaciones llevan a definir que se trata de la variedad de hornblenda llamada pargasita. Entonces, la previsible hornblenda de cristalización magmática, gábrica, habría quedado escondida entre la de generación metamórfica, o entregado su material a disolución, pues era poco. Es comprensible además que también el anfíbol uralítico haya contribuido con su parcial disolución.

Piroxeno. Este se observa en la preparación con relativa frecuencia; se presenta en agrupaciones de granos residuales, ó disperso en masas de mayor tamaño, como núcleos rodeados por el anfíbol cuya relación revela que dichos núcleos son restos de la general uralitización, correspondiente según parece, al primer paso o comienzo del metamorfismo.

Dentro del anfíbol uralítico los fragmentos ruinosos del piroxeno se perciben por su refracción más alta y se nota el débil

pleocroismo que sube apenas a tonos rosados muy pálidos.

Al recorrer toda la preparación con el propósito de averiguar mejor la naturaleza del piroxeno fué posible hacer las siguientes observaciones, aunque los individuos de este mineral están muy destruidos y de figura incompleta, en las secciones transversales se observa más bien el hábito de diópsido por el desarrollo casi igual de las trazas del primero y segundo pinacoide; tales cortes tienen el clivaje diagonal característico (110) aunque se presenta más o menos afectado por deformaciones. Pero prestando mayor atención se reconoce la existencia de otra traza de clivaje que corta con ángulos iguales a las líneas diagonales ya mencionadas y que es paralela al primer pinacoide; sus líneas son poco numerosas pero gruesas y un tanto imperfectas.

Son comunes las extinciones oblicuas, por lo que no es piroxeno rómbico. Lo indicado, unido al color pálido y leve pleocroismo, son indicios de dialaga, pero la figura de interferencia inservible no permite completar el reconocimiento óptico. No se observan dentro del piroxeno inclusiones laminares de óxido de hierro titanífero que a veces se encuentran en este mineral, y se podría pensar también que las haya perdido por los efectos sufridos a consecuencia del metamorfismo. Se puede afirmar que el piroxeno es de origen primario, aunque indudablemente modificado por parciales reacciones alteradoras, que pueden ser pérdidas de los óxidos de hierro, magnesio y calcio y

tal vez también de titanio.

Debido al proceso de uralitización se observa que sus individuos han sufrido grandes reducciones y por ello se presentan en fragmentos de formas irregulares y límites curvos dentro del anfíbol; además muchas de sus secciones tienen manchas ferruginosas y visibles segregaciones de óxido de hierro.

Plagioclasa. El feldespato ocupa, podría decirse poco menos que la mitad del área de la preparación.

Por los caracteres se pueden diferenciar dos tipos; llaman la atención las secciones grandes que presentan numerosas maclas bien marcadas de uniforme amplitud y que por su contorno bastante conservado muestran hábito gábrico, es decir de dimensiones casi iguales en largo y ancho. En algunas se observan las leyes de macla de albíta y periclino, a veces también la de Carlsbad.

El valor del ángulo  $\alpha$  se da repetidamente  $\pm 34^\circ$ , lo que indica que se trata de labrador con 65 % de anortita. La figura de interferencia acusa, como corresponde, signo óptico positivo. La composición determinada concuerda con los caracteres que revelan una plagioclasa primaria que se ha conservado de la roca plutónica original. Contiene este feldespato gran número de inclusiones, entre las que predominan las del anfíbol a veces idiomorfas, las de piroxeno y también de espinelo y apatita; además hay calcita como producto de alteración, ocupando posiciones intersticiales y también unida al pi-

roxeno incluido, como restos de una solución acompañante de él. La repartición dentro del feldespato es en general desordenada.

Sin embargo este feldespato gábrico remanente debe haber sufrido algún efecto del metamorfismo, que ha reducido algo sus límites o contornos por corrosiones, ocupadas después por calcita o por el avance del feldespato y anfíbol de la nueva formación. Puede verse además que las secciones del viejo labrador han perdido en parte su limpidéz.

El otro tipo de plagioclasa está representado por individuos menores cuyas secciones presentan pocas maclas, a veces esfumadas, o le faltan por completo y además tienen contornos redondeados. En las mejores secciones perpendiculares al eje cristalográfico  $a$ , el valor del ángulo  $q' : M$  llega a  $\pm 22^\circ$ ; lo que indica una composición notablemente menos cálcica que la del feldespato antiguo, pues corresponde a andesina con 40 % de anortita. Los pequeños individuos de este feldespato de origen metamórfico son completamente cristaloblásticos, con trazas bastante uniformes y frecuentemente se ven agrupados en la vecindad del feldespato primario del cual se diferencian también porque no muestran alteraciones, y sus inclusiones son muy escasas. Algunos de ellos pueden verse destacando su transparencia dentro de los minerales ferromagnésicos o reciprocamente envolviéndolos por ser de contemporánea regeneración.

La cantidad de este segundo feldespato tipomorfo es menos

abundante que la del primitivo.

Espinelo. Es frecuente observar distribuido en toda la preparación y con dimensiones diversas teniendo en general bordes redondeados, un mineral notable de color verde intenso y de relieve alto, que es isótropo; sus secciones tienen forma variable, sinuosa y algunas veces toscamente octaédrica. Todos estos son caracteres del espinelo variedad pleonasto, mineral que suele encontrarse en las rocas gábricas, formado en la cristalización inicial, y también en las anfibolitas derivadas, debido a reacciones metamórficas de alta energía que atacaron a los componentes ferromagnésicos. Su composición química es  $(Mg, Fe)(Al, Fe)_2O_4$ . Justamente se ve que acompaña al piroxeno y se encuentra también en la hornblenda algunas veces con aspecto de ocupaciones poiquilíticas, otras mostrando formas de penetración que señalaré después por tratarse de notables efectos estructurales.

Titanita. Su presencia se revela en algunos cristales de apreciable crecimiento y trazas más o menos romboidales de muy elevada refracción y birrefringencia; en tales secciones se reconoce el clivaje, la posible extinción recta, el plano de los ejes ópticos, el ángulo  $2v$  pequeño y el signo positivo.

Se le puede considerar en nuestro caso más bien como mineral secundario, formado probablemente a expensa del piroxeno, que está tan destruido y que contenía el silicio, el calcio y el titanio.

Por otra parte en los gabbros, la titanita no es caracterís-

ticamente mineral accesorio, como ocurre en las dioritas.

Biotita. Esta es muy escasa, sus pequeñas escamas parduscas con pleocroismo fuerte, hasta el tono rojizo, se hallan dispersas en aparente asociación primaria.

Es muy probable que fuese componente particular de la vieja roca gábbrica.

El óxido de hierro, representado por granulaciones negras muy pequeñas y también granos medianos, dispersos o agrupados, está en general más concentrado en los piroxenos o en zonas próximas a ellos.

Estructura. Para definirla conviene señalar que se notan en la roca dos aspectos que se entremezclan, aunque sin embargo hay regiones en donde cada uno de ellos es más dominante y destacado.

El primero corresponde a las cualidades primarias de la roca gábbrica y se caracteriza sobre todo por el tamaño y el hábito de los cristales antiguos de plagioclasa.

Es más o menos notable que acompañen a este componente viejo las asociaciones uralíticas con núcleos de dialaga, todo en evidente estado relíctico.

En segundo lugar se reconoce la porción granosa, visiblemente más menuda, en que se destacan las secciones de la plagioclasa granoblástica secundaria, con menos maclas, más limpia y pobre en inclu-



siones.

Entre ella se ven en compañía pequeños individuos mejor limitados de la hornblenda más verde, siendo probable que todo el anfíbol de este tipo sea resultado de la regeneración metamórfica.

Llama la atención que en algunas amplias áreas del anfíbol pargasítico que encierran a grandes restos de la dialaga, éstos ocupan el centro de una laguna clara de intenso desteñido de la hornblenda, hacia cuyas orillas de reacción un tanto distantes, parecen haber sido destacados formando un frente desplegado, curvo y continuo, gran número de pequeños individuos del espinelo verde, los cuales contrastan en el fondo pálido de la llamada zona lagunar por sus bordes vivos lisos, alargados o verniculares y tienen una marcada disposición radiada, como si una parte de su principal material, óxidos de Mg, Fe<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup>, hubiese partido desde el piroxeno, yendo la solución a combinarse a cierta distancia con el complemento de alúmina adquirida en la invasión a través del anfíbol claro, circundante, en el cual dicha solución excavó profundamente los pequeños bolsillos propios y exclusivos.

Como está expresado en el título, se trata sin duda de un primitivo gabbro con dialaga, hornblenda y biotita.

486 - Roca gábbrica metamorfizada.

Estancia de Pancanta; vecindad sureste de la casa.

H. San Francisco.

El afloramiento es bastante amplio y extenso de sur a norte. Tiene además limitación borrosa por un pasaje confuso y mezclado a la micacita lateral. Para un observador atento las masas de esta roca impresionan por el aspecto compacto y sólido de sus cuerpos emergentes del terreno, debido a una notable resistencia a las acciones destructivas atmosféricas.

La coloración externa de la piedra gris pardusca induce a creer que se trata de una roca ígnea básica, lo que no es erróneo. Para partirla y conseguir fragmentos que muestren la fractura interna hay que utilizar martillos pesados y pegar poderosos golpes que lleguen a verber la extraordinaria tenacidad de la piedra.

Las muestras obtenidas con insistentes trabajos, tienen el aspecto de una roca plutónica pesada.

Su coloración es gris obscura ligeramente verdosa y muestra un grano mediano como de 5 mm, cuya agregación constituye una masa muy compacta, aunque ha adquirido una esquistosidad perceptible acompañada de cierta torcedura reconocible en sus formas de división y partición.

En la indicada coloración gris de la fractura fresca participan tres componentes visibles que son la hornblenda, no muy obscura,

la plagioclasa gris blanquecina y la mica biotítica pardo negruzca con reflejos bronceados.

El orden indicado corresponde a la proporción de estos componentes.

Se perciben además pequeños granos de brillo metálico con reflejo piritoso pardo y mediante el imán se comprueba también un apreciable contenido de magnetita.

Resumiendo las cualidades indicadas, puede agregarse que la muestra tiene el aspecto de un gábbro afectado intensa, pero no profundamente por el metamorfismo, dado que revela mayormente acciones tectónicas y uralitización.

La alteración es poco manifiesta, aún en sus partes superficiales.

En la revisión microscópica sus componentes son; hornblenda, piroxeno, plagioclasa, biotita, cuarzo, apatita, zircón, óxido de hierro y pirrotina.

Hornblenda. Supera ésta notablemente la proporción de la plagioclasa; sus individuos de tamaño poco variado están agrupados o en distribución alternada con los de feldespato y biotita. Presenta numerosas formas tabulares con márgenes algo irregulares que alcanzan o que conservan todavía un poco de idiomorfismo; otras áreas están completamente carcomidas.

El color de transparencia de la hornblenda es verde algo

oscuro, su pleocroismo escaso, varía del pardo muy claro casi incoloro para  $\alpha$ , al verde pardusco para  $\gamma$ . El valor del ángulo  $\gamma:c$  parece no pasar de  $20^\circ$ , y la figura de interferencia es biáxica negativa.

En general sufrió alteraciones que dieron origen a la formación de cribas y a una cloritización más o menos notable especialmente en las regiones periféricas y es así que algunas secciones sólo conservan hornblenda en la parte central. En algunos lugares de la preparación puede observarse otra alteración que afecta a las terminaciones de los individuos de hornblenda con formación de un material fibroso, fino, en pinceles y en asociaciones radiadas.

Por la birrefringencia muy baja y la extinción recta de los individuos lineales parece tratarse de una formación serpentinoso.

La presencia de óxido de hierro en las proximidades de los cortes del anfíbol parece indicar que éste haya sido segregado por ellos. Contenidos en la hornblenda se observan biotita, apatita, epidoto y feldespatos regenerados de pequeñas dimensiones.

Piroxeno. De este componente solo quedan algunos restos muy escasos cuyo estado de destrucción dificulta el reconocimiento. Pero encontré uno destacable por su relieve y suficientemente demostrativo, con los caracteres de dialaga.

Plagioclasa. El feldespatos cuya apreciable cantidad ya se ha mencionado se destaca en secciones de medida un tanto uniforme que

conservan cierto idiomorfismo, aunque la terminación y los bordes de los individuos son a menudo corroídos e irregulares.

En casi todos sus cortes se observan efectos de rotura con líneas frecuentes y cruzadas, que acusan el efecto de fuertes acciones cataclásticas, mucho menos visibles en los demás componentes. Al interponer el analizador se nota que los efectos cataclásticos no han perturbado mayormente las condiciones de birrefringencia y la forma de sus tablitas de maclas.

Son muy frecuentes las secciones de plagioclasas zonales que muestran amplia variación de composición, aunque sin límite de escalonamiento. En la región nuclear el valor del ángulo  $\alpha' : M$  llega a  $\approx 35^\circ$ , mientras que en la periferia el ángulo  $\alpha' : M$  es algo menor que  $\approx 28^\circ$ . En las primeras la composición corresponde a labrador, con 67 % de anortita, en cambio en las segundas llega a apenas a 50 % de anortita, límite inferior del labrador. Como alteración muy escasa de esta plagioclasa sólo se ven algunas granulaciones de calcita, laminillas de caolín y áreas muy parciales de epidoto.

Biotita. Este componente es notablemente abundante y presenta con frecuencia individuos independientes grandes.

También está incluida en el anfíbol.

Su color es pardo rojizo, y muy localmente se encuentra algo deferrizada. Nótase que las hojas amplias tienen bordes entrantes debido a disoluciones que se destacan formando golfos en los límites

con el anfíbol.

En figuras de interferencia, lindas, da el ángulo  $2v$  muy pequeño.

Hay óxido de hierro en las proximidades de la biotita y hornblenda como producto de resorción.

Apatita. Este mineral accesorio participa en la composición de la roca en forma verdaderamente apreciable. Se halla incluido ofreciendo secciones típicas dentro de la biotita, de la hornblenda y del feldespato, a veces de notable magnitud, cuyos márgenes están apenas algo corroídos. Llama la atención que en ambos minerales ferromagnésicos, en la región envolvente de la apatita se ha formado una intensa aureola oscura de pleocroismo, indicio de particulares reacciones radiantes.

Cuarzo. Este mineral se encuentra disperso en pequeños y escasos individuos, límpidos y redondeados.

Zircón. Es escaso, incluido en la biotita, la cual justifica su presencia.

Estructura. La forma y asociación de los individuos minerales conserva gran parte de los caracteres de la estructura gábbrica. El idiomorfismo de los cristales de plagioclasa es perceptible en tablas con sus maclas del plano de la albita, a veces también en dos mitades de Carsbald, y se percibe con frecuencia una extinción zonal

de límites difusos. Las relaciones primarias de limitación correspondientes a la vieja roca plutónica están parcialmente conservadas más bien entre la biotita y la plagioclasa, pocas veces con algunos márgenes angulares del anfíbol.

Este último componente con su mayor formación nueva y frecuentes consecuencias destructivas desordena la figura, aunque hay lugares donde permite reconocer más bien relaciones granoblásticas.

Como se ha visto la correspondiente masa intrusiva fué un gabbro con dialaga, hornblenda, biotita y cuarzo.

#### 482 - Ortoanfíbolita de origen peridotítico.

Vecindad sur de la mina La Verbena; Puerta de Pancanta.

H. San Francisco.

El cuerpo verdoso poco intenso de esta roca metamórfica se destaca como un pequeño relieve longitudinal visible principalmente en una extensión de sur a norte que tendrá cerca de medio kilómetro, con un ancho de una cuadra, y sus límites laterales con la micacita fina, que es la roca esquistosa ampliamente dominante en la región, son algo irregulares.

La masa pétrea muy compacta y pesada que a simple vista parece carecer por completo de cuarzo y también de feldespatos, está constituida muy principalmente por un mineral verde algo pardusco, que a primera vista tiene apariencia de hornblenda, el cual en su mayor par-

te está desarrollado en grandes individuos con amplias superficies de clivaje, con dimensiones de hasta 4 centímetros.

La observación atenta en la fractura limpia hace notar por el color y la reflexión que se trata de un anfíbol más pálido que la hornblenda común. El brillo del clivaje muestra que los límites de los grandes individuos son irregulares por efecto de destrucción, principalmente en sus extremos, sin duda intensamente carcomidos; además en las dilatadas superficies de reflexión se destaca una abundante interposición de pequeñas partes en relieve como si fuesen inclusiones ruinosas de otro ferromagnésico negruzco haciendo pensar que se trate de piroxeno. Repartido entre la asociación tan gruesa y desordenada del anfíbol más reconocible, se halla un material mucho más menudo en cuya masa granosa parece dominar también un anfíbol aún más claro, más o menos intermezclado con algún producto de alteración verdoso muy pálido.

En algunas partes de la muestra se observan formaciones de pequeñas escamas verdes fuertemente brillantes con aspecto de clorita.

La magnetita parece a simple vista escasear mucho; en cambio, alcanzan a verse pequeños granitos con brillo de pirita.

En la preparación microscópica se observa inmediatamente que el componente predominante en absoluto es el anfíbol de transparencia verdosa pálida y desigual, asociado en masas escamosas más o menos largas con disposición en abanico, cuyo conjunto podría formar



el reemplazo principal de los grandes individuos anfibólicos, que primariamente tenía la roca plutónica; tal mineral secundario principal tiene en general cualidades de actinolita.

Dejando para tratar luego las diversas variaciones y modificaciones locales del material anfibólico, la segunda observación notable que corresponde mencionar es que se advierte gran número de restos de piroxeno, siempre muy incompletos por efectos de destrucción. En su repartición y relación con el anfíbol no hay ninguna apariencia de procesos de uralitización.

No obstante las precarias condiciones para la observación morfológica y óptica, se reconoce que este piroxeno de pleocroismo muy débil, birrefringencia elevada, extinción oblicua marcada y signo óptico positivo, es dialaga.

Recorriendo la preparación se encuentra siempre como continuación de la parte más estrecha de las láminas actinolíticas que se afinan en asociación divergente, una modificación que en sus partes más notables, se caracteriza principalmente por ser casi incolora, cualidad correspondiente a la variedad casi sin hierro llamada tremolita. Donde se han separado algunos individuos lineales con hebras de este tipo casi incoloro, se percibe además de su fino clivaje longitudinal la notable partición transversa.

Otro material de alteración avanzada que llama la atención, forma masas escamosas en parte lineales terminadas en largas puntas y :

también con cierto aspecto de fibras, cuya asociación general es marcadamente entrecruzada. Su relieve es poco intenso, la coloración verdosa muy pálida; los elementos lineales dan extinción casi recta y la birrefringencia muy baja solo dá colores gris verdosos. Las cualidades señaladas llevan a la deducción de que ha de tratarse de serpentina de anfíbol. Las masas mayores de este producto se encuentran principalmente como relleno exclusivo de intersticios y notables nidos correspondientes más bien a lugares que eran la unión de las partes terminales de dos o tres individuos del anfíbol.

Pero es indudable que también el piroxeno ha dado lugar a la formación de este material que podemos llamar serpentina. Así se ve que algunas secciones del piroxeno contenidas en grandes áreas individuales del anfíbol, muestran una parcial y avanzada destrucción cuyo producto evidente es también el material escamoso fibroso arriba descrito, que ocupa el espacio del piroxeno destruido. Se ve también que un considerable sobrante de óxido de hierro ha quedado distribuido marginando por fuera al antiguo contorno del cristal. Aun más notable es la formación de una especie de zona lagunar comprendida entre la sección grande de un anfíbol y un individuo menor de piroxeno contenido en ella. Toda la amplitud del espacio entre uno y otro mineral está ocupada por el citado producto, y por su volumen y forma puede comprenderse que ambos minerales han participado en su formación.

Oxido de hierro. Es este un material que abunda en la prepa-

ración, y en todas partes evidencia por sus caracteres que es un producto secundario debido a las reacciones destructivas que han sufrido todos los componentes ferromagnésicos, la magnetita inclusive, que poseía la roca plutónica; tiene color negro sin ninguna transparencia rojiza, formas completamente irregulares, sus secciones mayores están generalmente acompañadas de muy numerosas partículas dispersas, y su repartición y situación revelan claramente que se trata de un material extraído y expulsado por soluciones hidrotermales de alta temperatura, realizando una especie de lavado del óxido de hierro a través de los cuerpos del piroxeno y de los más numerosos del anfíbol.

Ya me he referido a las visibles separaciones de óxido causadas al piroxeno; las producidas a expensas de los individuos y masas anfibólicas son parecidas, demostrando también la expulsión del óxido, tanto que éste pasó en parte a alojarse hasta entre las formaciones escamosas y fibrosas de la citada serpentina de anfíbol.

Pero en el ataque que sufrió el anfíbol que le ha dejado notables cambios de aspecto como grandes manchas de límites casi siempre bruscos y netos, llaman la atención principalmente las diferencias de color que son claramente atribuibles a diferencias del mencionado proceso de lavado. Aparte de la existencia de áreas de coloración verdosa pálida alternantes con otras casi incoloras, merecen mención otras áreas del anfíbol en las cuales la coloración se ha vuelto parda

dentro de límites caprichosos alcanzados por las reacciones. El color y tonos de pleocroismo en tales lugares indicaría que ha habido allí una cierta adquisición nueva e importante de óxido de hierro, como si éste se hubiera re combinado con el mineral antes empobrecido.

Clorita. Una pequeña cantidad de este mineral secundario foliáceo verde con pleocroismo escaso y de muy débil birrefringencia, ha resultado también de la destrucción, más imputable al anfíbol, y aparece generalmente en íntima compañía con las pequeñas áreas irregulares del óxido de hierro expulsado por los procesos destructivos.

Calcita. En diversos lugares de la masa anfibólica se encuentran notables formaciones de relleno que llegan a dimensiones mayores que 1 milímetro, que se destacan en el fondo verde claro de la actinolita, pues las áreas del carbonato tienen un margen negro de óxido de hierro continuo y poco irregular, de modo que lo que ocupan la mayor parte de su espacio es calcita, depositada visiblemente después del óxido de hierro, por las soluciones del lavado antes referido.

La estructura de esta anfibolita merece el calificativo de lepidoblástica; las partes escamosas radiadas o entrecruzadas son completamente dominantes por la carencia de feldespato y el estado de las transformaciones del anfíbol. La composición e indicios de modificaciones mineralógicas observadas, permiten deducir que esta roca que todavía está constituida exclusivamente por anfíbol y piroxeno, debió

ser originariamente un estrecho cuerpo intrusivo ultrabásico, es decir sin plagioclasa, pues la carencia de feldespato era absoluta, ya que no se encuentra ni el menor producto de alteración.

Por otra parte la ausencia de olivina, de la cual ni siquiera queda ningún resto serpentizado al estado de crisotilo, indica que se habría tratado de una peridotita que solo tenía hornblenda y dialaga, magnetita y pirrotina.

Para considerar las diversas modificaciones que debió haber sufrido en dos ocasiones esta vieja intercalación peridotítica interpuesta en una importante faja de la micacita fina, es forzoso tener en cuenta que el gran proceso del metamorfismo regional (supuesto por el profesor Pastore, silúrico - devónico) hizo de la roca plutónica una ortoanfibolita con restos de dialaga, roca metamórfica constituida sin duda principalmente por hornblenda del tipo común, la cual aparentemente se habría mantenido en muy grandes individuos, según lo muestra la observación macroscópica.

Más tarde después de quien sabe cuantos miles de años, cuando envejecido el orogeno, tuvo lugar el ascenso y la acción ígnea de vecindad del granito con su espuma pegmatítica, ocurrió un segundo proceso modificador, que es el metamorfismo de contacto; entonces los grandes individuos de la hornblenda parecen haberse convertido en una especie de pseudomorfosis actinolítica con un avance de modificación tremolítica y destrucción en asbesto de anfíbol al mismo tiempo que

la faz hidrotermal del importante proceso habría causado el lavado deferrizante que hemos observado en el anfíbol y también en el piroxeno remanente.

La inmediata procedencia y gravedad de las acciones modificadoras (tal vez con ofensivas repetidas que se adjudican al segundo proceso es decir a las acciones de contacto) se comprenden sin extrañeza teniendo en cuenta la situación del yacimiento de esta roca; del otro lado de la estrechísima intrusión granítica axial de la sierra de San Luis, que con sus vetas pegmatíticas acompañantes fué capaz de difundir allí enfrente su energía neumatolítica formando en las vecinas micacitas del margen del este, productos tan notables como la estaurolita, la sillimanita, la cianita y la turmalina.

El aporte magmático que se infiltró especialmente en el margen de micacitas del oeste, distante apenas un kilómetro es una fina impregnación de scheelita, (Mina La Verbena) acompañada de turmalina menuda (Puerta de Pancanta). Un ensayo químico cualitativo de tungsteno realizado en la anfíbolita de que nos ocupamos, dió resultado negativo, lo que indica que las soluciones correspondientes que se encontraron con tan fácil difusión en las solubles micacitas adyacentes, no penetraron en la roca anfibólica.

504 - Ortoanfíbolita de origen norítico.

Un kilómetro al sur suroeste del Peñón Colorado; Carolina.

H. San Francisco.

El afloramiento de esta roca de apreciable magnitud aparece dividido en tres largas porciones por la interposición de pegmatitas que forman un sistema de listas paralelas en el este del Cerro Camutal, y de las cuales la mayor eleva el extremo norte de su cuerpo más voluminoso, conocido como Peñón Colorado. No obstante la gran capacidad de ataque de penetración infiltrante que es característico del magma pegmatítico, se vé allí que éste no pudo producir inyección en la ortoanfíbolita.

En la muestra obtenida en la parte interna y limpia de la roca se reconoce que ésta tiene una masa muy compacta y pesada cuya coloración gris obscura tiene cierto tinte pardo más bien que verdoso; en ella se destacan con el reflejo de su superficie de clivaje, individuos cristalinos que miden hasta más de un centímetro, desordenadamente asociados en la masa general de grano menor y desigual.

Aunque la primera impresión hace suponer que el mineral ferromagnésico sea principalmente hornblenda; la observación con buena luz de los citados espejos de clivaje hace sospechar la posible presencia de hipersteno con ligera alteración bronceada y parece también que la dudosa hornblenda se confunde en el conjunto por tener una coloración parduzca en lugar de verdosa o negra.

El contenido de feldespato se ve apenas repartido en pequeñas manchitas blanquecinas. Además se ven brillar gran número de partículas con reflejos bronceados y apariencia de pirrotina.

La roca tiene una gran tenacidad, no presenta visibles alteraciones y debido a su esquistosidad casi imperceptible aflora en cuerpos de formas redondeados.

La preparación microscópica hace ver que los componentes son: hornblenda, piroxeno rómbico, dialaga, plagioclasa, apatita, rutilo, óxido de hierro.

Hornblenda. Podría decirse que este mineral ocupa el segundo lugar entre los componentes de la roca, superado por el piroxeno, con el cual en parte se confunden sus masas menores entremezcladas. El color de este anfíbol llama la atención por su tono de transparencia muy claro de tinte pardo pálido, apenas algo verdoso; su pleocroísmo es también muy débil. Morfológicamente presenta secciones bastante incompletas o algo desgarradas, con todo las basales son claras y típicas. El ángulo de extinción  $\delta:c$  llega a  $25^\circ$ , y en las figuras de interferencia muestra su ángulo  $2v$  grande y signo negativo.

La coloración tan pálida de este anfíbol podría haber sido causada por pérdida de óxido de hierro, del cual por otra parte se ven secciones pequeñas incluídas, marginales o asociadas a la hornblenda.

Piroxeno. Se destaca que la roca plutónica originaria contenía más piroxeno rómbico que monoclinico.



Las secciones del primero relativamente enteras y de las cuales se destacan algunas de notable longitud, correspondiendo a cristales prismáticos esbeltos, muestran a pesar de su perceptible alteración, relieve pronunciado, coloración pálida grisácea y pleocroismo muy débil que varía levemente al tono pardo rosado. En las secciones basales algo destruidas se reconocen los clivajes (110) y también (100). Los cortes longitudinales dan en general extinción recta y la birrefringencia es poco notable, en parte también por los efectos de alteración.

Retirando el analizador se reconoce paralelamente a las trazas del clivaje vertical una pigmentación pardo oscura fina y linealmente repartida que se suele atribuir a hematita titanífera.

Los datos mencionados corresponden al hipersteno, aunque deja alguna duda la escasez de pleocroismo; pero las secciones pinacoidales largas de baja birrefringencia muestran con toda claridad el carácter biáxico negativo y el ángulo  $2v$  como de  $50^\circ$ .

Dentro del hipersteno se destacan por su más alta birrefringencia frecuentes inclusiones del piroxeno monoclinico en finos individuos prismáticos dispuestos alternamente en asociación paralela en coincidencia con el eje cristalográfico  $c$ , de modo que en la traza general del  $2^\circ$  pinacoide las barritas incluidas destacan su extinción oblicua.

A veces sólo aparecen en las secciones largas del hipersteno varias áreas menores insulares de dialaga de límites curvos y difusos.

También se ve en algunas secciones basales, cómo la dialaga ocupa partes laterales o periféricas de las trazas subcuadradas del hipersteno.

Las granulaciones de óxido de hierro que acompañan al hipersteno suelen ser más frecuentes y obscurecen principalmente a los extremos de las secciones, que comúnmente terminan en punta obtusa.

La alteración en serpentina del tipo de bastita es poco pronunciada; se nota principalmente en las márgenes de la partición plana basal.

Dialaga. Como la estructura de la roca gábbrica está relativamente conservada, el piroxeno monoclinico muestra cierto idiomorfismo principalmente en las trazas basales, las cuales algo menores que las del hipersteno, se destacan por su relieve fuerte, clivajes y birrefringencia elevada.

Aunque este piroxeno ha formado asociaciones dentro del hipersteno, no se ve que contenga inclusiones de él.

No es reconocible que la dialaga haya sufrido la sustitución uralítica.

Plagioclasa. Este componente cuya proporción es apreciable, dado el origen gábbrico de la roca, se halla en gran parte en secciones que han conservado las cualidades características del feldespató de la plutonita originaria, con sus maclas características en los planos de la albíta y periclino y también se destaca a veces la división en dos mitades según Carlsbad. Algunas secciones muestran cierta extinción.

ción zonal bastante difusa.

El ángulo de extinción  $\alpha$  ' : M, obtenido en un buen número de los mejores cortes normales al eje  $a$  da con pequeñas variaciones alrededor de  $+ 40^\circ$ , valor correspondiente a bitownita con 78 % de anortita.

Se reconoce que los cristales del feldespato han sufrido disoluciones que redondearon o redujeron algo los contornos visibles.

La alteración escasa sólo ha formado localmente pequeñas granulaciones de calcita y laminitas de caolín.

Son frecuentes las trazas que muestran numerosas inclusiones más o menos incoloras de contornos un tanto redondeados y confusos; entre ellas se reconocen principalmente las de apatita que en su distribución ofrecen cierta alineación paralela al eje  $c$ . Se destacan además algunas largas agujas rectilíneas con el relieve y birrefringencia positiva de rutilo.

A diferencia del feldespato primario, se destaca en cantidad menor y asociación diferente otra plagioclasa con apariencia de ser regenerada; sus secciones relativamente pequeñas y límpidas tienen límites redondeados y también contornos de relleno, y las medidas del ángulo de extinción  $\alpha$  ' : M con valores que oscilan alrededor de  $+ 32^\circ$ , muestran un contenido de anortita de 60 %.

Accesoriamente, se observa al microscópio apatita mucha, y diversamente repartida y también frecuentes secciones negras y opacas.

de óxido de hierro y otras con reflejos bronceados correspondientes a la pirrotina.

La estructura es visiblemente gábbrica, caracterizada por las secciones de la plagioclasa antigua, así como también por un buen número de las de dialaga e hipersteno.

La modificación granoblástica se reconoce sólo localmente por efecto de la limitación redondeada, y sinuosa de los granos generalmente más chicos que los de la estructura primaria.

La composición y los caracteres descritos indican que esta roca debió ser originariamente una norita con hipersteno, dialaga, hornblenda, magnetita y pirrotina.

---oooOooo---

5 - Resumen de los resultados.

El cuadro siguiente muestra en el conjunto de los ejemplos estudiados (1) la correspondiente denominación sistemática y lo que se reconoce que ha sido la roca premetamórfica que dió lugar a su formación.

Indicios visibles de las correspondientes rocas ígneas viejas.

nº	Localidad.	Calificación.	Primariamente fué
180	Falda norte del Cerro Virorco.	Ortoanfibilita, con dialaga.	Roca gábrica, con dialaga, hornblenda y biotita.
358	Vecindad norte del Cerro Virorco.	Ortoanfibilita, sin restos del piroxeno.	Roca norítica con (hipersteno ?) hornblenda, biotita y cuarzo.
350	Curso superior del Arroyo de las Aguilas.	Margen uralitizado y esquistoso de un pequeño cuerpo de norita	Norita con hipersteno, dialaga, hornblenda y biotita.
349	10 cuadras al norte del Cerro Virorco.	Ortoanfibilita, muy olivínica.	Peridotita de olivina y hornblenda.
201	Lomas del oeste del Puesto de La Bolsa.	Ortoanfibilita muy esquistosa, sin restos del piroxeno.	Roca norítica con (hipersteno ?) y hornblenda.

(1) Según el prof. Pastore, son mucho más que estos bien visibles, los pequeños afloramientos de rocas noríticas y gábricas disimuladas por aplastamiento intenso, uralitización, mezclas y alteraciones.

nº	Localidad	Calificación	Primariamente fué
366	Lecho del Río Grande, frente al Puesto de La Bolsa.	Ortoanfibolita, con olivina.	Gabbro olivínico con dialaga, hornblenda, biotita y cuarzo.
207	Vuelta del Río Grande de aguas abajo del Puesto de La Bolsa	Ortoanfibolita, con olivina.	Gabbro olivínico con dialaga, hornblenda y biotita.
383	San Antonio, camino de La Toma a La Puerta.	Ortoanfibolita, con olivina.	Gabbro olivínico con dialaga, hornblenda, biotita y cuarzo.
225	1 km. al NE de El Peñón, extremo sur del Valle de La Carolina.	Ortoanfibolita, con dialaga.	Gabbro con dialaga, hornblenda y cuarzo.
238	Falda NE de la Loma de la Verbena, <sup>dura</sup> al S de Cañada Honda.	Ortoanfibolita, con dialaga; rica en plagioclasa.	Gabbro con dialaga, hornblenda y biotita.
486	Estancia de Pancanta, vecindad SE de la casa.	Roca gábrica metamorfizada.	Gabbro con dialaga, hornblenda, biotita, cuarzo y pirrotina.
482	Vecindad sur de la mina La Verbena, Puerta de Pancanta	Ortoanfibolita con dialaga.	Peridotita de hornblenda y dialaga, con magnetita y pirrotina.
504	1 km. al SSO del Peñón Colorado; Carolina.	Ortoanfibolita, con hipersteno y dialaga.	Norita con hipersteno, dialaga, hornblenda, magnetita y pirrotina.

Los datos del origen ígneo especificados contribuyen al enriquecimiento del inventario de las viejas plutonitas básicas de las sierras centrales, cuyo conocimiento va siendo cabal, aunque tengan que aparecer más ejemplos, en las provincias de Córdoba y San Luis, en las cuales la exploración metódica ha marcado progresos que habrá que extender a las regiones homólogas, siendo muy deseable que esto se haga sin mayor demora.

Si recordamos que también pertenecen a las peridotitas pre-metamórficas las grandes masas de serpentina con broncita de la región de Alta Gracia y la serie de cuerpos hermanos bastante ricos en cromita que siguen por el sur de la Sierra Chica de Córdoba, la existencia de una invasión muy temprana del orogéno central argentino (Caledónico ?) por materiales magmáticos de diferenciación ultrabásica y básica, es una manifestación eruptiva ampliamente visible y adquiere marcada significación.

-----oooOooo-----

6 - El proceso ígneo pre y post metamórfico  
central argentino.

Comparación con los de otros orógenos.

Las observaciones iniciales de esta relación eruptiva y tectónica data de 1922 y se sucedieron en los diversos trabajos de exploración para la carta geológica nacional realizados por el doctor Pastore (bibliog. nº 9, 10, 11, 12, 13 y 14) en las provincias de Córdoba y de San Luis.

Los indicados primeros productos eruptivos, que pueden suponerse de antigüedad silúrica, sufrieron poco menos que completamente los efectos del metamorfismo, no así la siguiente serie de intrusiones dioríticas, tonalíticas (dioritas cuarcíferas) y graníticas, pues sólo algunas pocas y viejas de ellas quedaron aplastadas y alteradas. Claramente post tectónicas son casi todas las masas de dioritas cuarcíferas, y absolutamente las granodioritas y el granito. Los nombrados términos mesosilícicos son de la Sierra Chica de Córdoba; los pequeños cuerpos tonalíticos aflorantes, serán allí cerca de cincuenta.

Análogas son las características eruptivas bien conocidas y aclaradas en detalle en el orógeno alpino, donde la actuación tectónica, que es reciente y muy conservada ayudó a los especialistas a reconocer que las sucesivas emisiones de diferenciación ígnea han dependido, química y mineralógicamente de las formas de presión y dislo-



cación del mecanismo tectónico. Niggli (bibliog. nº 6) es en este sentido el que hizo las más notables investigaciones, abarcando toda el área mediterránea, en 1922.

En el estudio del orogeno caledónico de Noruega, V.M. Goldschmidt señaló (bibliog. nº 2) ya en 1916, la existencia de un viejo tronco eruptivo premetamórfico, cuyas intrusiones básicas y lavas verdes principalmente silúricas, se convirtieron en esquistos verdes y anfibolitas, las cuales consideró equivalentes de las rocas verdes del ciclo alpino, tan dominantes en la llamada zona pennínica. Pero también describió del sur de Noruega el tronco eruptivo de las Opdalitas y Trondhjemitas, producto que por su composición y características geológico-tectónicas es evidentemente homólogo de las tonalitas y dioritas afines tan comunes en los Alpes orientales.

Confirmando aun más y valorizando esos indicios de que se encuentran en diferentes cordones montañosos de muy distintos tiempos, análogos troncos de diferenciación de rocas intrusivas, este autor afirmó en el mismo trabajo: "para mí no hay ninguna duda de que las granodioritas de la cordillera norteamericana, y las Andendiorite y rocas afines de los Andes sudamericanos, son análogos del tronco de las Opdalitas - Trondjemitas".

Las exploraciones y contribuciones al progreso de las ciencias geológicas sufrieron una sensible reducción y mucho se restringió la difusión de lo publicado desde la primera contienda mundial, así he-

mos ignorado por largos años el interesante trabajo noruego. Pero el eco merecido llegó oportunamente en el libro de L. Kober, Der Bau der Erde, 2ª edición, de 1928 (bibliog. nº 5). Este eminente investigador alpino, profesor de Geología en Viena, tratando en el valioso libro el tema de las series magmáticas en los orógenos, extrajo la parte principal de las varias explicaciones y comparaciones de Goldschmidt y también las citadas conclusiones de Niggli derivadas de sus resultados determinativos químico-geológicos, y formuló en concordancia el siguiente resumen que relaciona también de manera decisiva el origen y diversificación de los productos magmáticos con las modalidades visiblemente influyentes de la tectónica que causó tan variadas consecuencias físicas. Expresa Kober (pág. 69). Encontramos así en diferentes cadenas de montañas de tiempo geológico completamente distinto la presentación de troncos eruptivos análogos ligados causalmente con los procesos orogénicos. Los tres troncos de las dioritas de Klausen y tonalitas alpinas, de las granodioritas andinas y de las opdalitas y trondjemitas caledónicas, son característicos cada uno para su montaña. Entre sí ellos son semejantes, pero no idénticos. Su existencia está ligada a determinadas montañas de plegamiento en las cuales ellos se pueden seguir por muy grandes extensiones, pero nunca afuera en el Vorland. La presencia regional de estos troncos petrográficos está presuntamente ligada a las mismas causas que determinan la formación orogénica. A causas locales no podemos recurrir para responder sobre la

aparición de esas rocas eruptivas. No podemos hacerlas derivar de receptáculos magmáticos locales, pues un reservorio que desde la Antártida llegase hasta Alaska, no sería ya local. Tampoco podemos entender esos troncos petrográficos como efecto de locales o regionales fusiones de sedimentos en geosinclinales. A ello se oponen la unitaria condición y la aparición repetida del mismo producto.

Como rocas de la llamada serie Pacífica se reúnen tipos que pertenecen al tronco de las dioritas micáceas y al de las lavas verdes en el sentido de Goldschmidt. Aquí hay que situar el grueso de los granitos, dioritas, de las tonalitas y de las rocas verdes, que se encuentran en el orogeno. Las rocas pacíficas forman la masa principal de las conocidas intrusivas y extrusivas de zonas orogénicas.

Ellas tienen relativamente alto contenido de Si O<sub>2</sub> y de Ca y se dividen en miembros ácidos y básicos; se encuentran en relaciones tectónicas complicadas. También puede decirse que los miembros básicos son más viejos que los ácidos. Los más tempranos toman parte en la formación montañosa, los últimos son mayormente post-tectónico. Así las rocas verdes de los Alpes fueron llevadas consigo por el plegamiento, en cambio las tonalitas del Adamello, del Iffinger, son post tectónicas (postalpinas). Las rocas verdes son también señaladas como apófisis de cobijaduras, como masas magmáticas que llegan a ser desgarradas y arrastradas en grandes superficies de corrimiento.

Como estas orto rocas verdes tienen en los Alpes una partici.

pación e importancia geológica muy considerable y bien estudiada, gracias a condiciones de conservación de la montaña tan favorables, el tronco eruptivo que ellas representan en el correspondiente orogeno terciario joven, es su viejo término ígneo básico, tomando como tipo en las homologías magmáticas hasta ahora reconocidas, que debemos principalmente a Goldschmidt. Entonces para valernos del tipo, a fin de concluir en forma algo concreta el esbozo comparativo de la naturaleza y posición de las intrusivas básicas de Córdoba y San Luis, conjuntamente con sus derivadas metamórficas, debo antes exponer someramente los datos que caracterizan al referido tronco alpino, cuyo producto variado son las llamadas ofiolitas, Este es el nombre general de las viejas rocas verdes alpinas, casi todas esquistasas, de origen ígneo ultrabásico y básico. El metamorfismo cambió intensamente sus cualidades; algo más de la mitad de ellas se han transformado en masas de serpentina, muchas evidencian origen gábbrico, otras parecen anfíbolitas derivadas de diabasas, y se distingue allí además un particular producto de alteración hidrotermal de gabbros, en el cual se formó plagioclasa secundaria albitica, clorita, epidoto o actinolita, conocido con la denominación de prasinita. Hay por último esquistos talcosos. El conjunto de las ofiolitas acompaña a los esquistos mesozoicos inferiores de origen marino de la Zona pennínica de los Alpes, en una extensión de mil kilómetros, en arco desde la costa de Liguria hasta la Carintia. Ellas forman dentro de los esquistos repetidas intercalaciones.

delgadas, pero también grandes cuerpos de montes alpinos célebres, como el Viso, el Grivola o el de la Disgrazia. Revisando el extenso trabajo de R. Staub titulado, Ueber die Verteilung der Serpentine in den alpinen Ophiolithen (bibliog. nº 17), he entresacado las siguientes relaciones y conclusiones expuestas en la cuidadosa descripción de este autor. En la estructura pennínica, llena de fajas dislocadas con cobijaduras corridas hacia el norte, los cuerpos ultrabásicos de la serie eruptiva, las serpentinas, abundan y crecen del norte hacia el sur y ocupan sobre todo más internamente los sinclinales y las grandes raíces o embriones del corrimiento; los productos de diferenciación gábrica avanzaron hacia el norte llevados más cerca de las porciones frontales de las cobijaduras. En todas partes se observa que las grandes masas ultrabásicas quedaron en su lugar primario en las secciones australes internas. El hogar de la intrusión estaba al sur, en cada cobijadura; los magmas más pesados, básicos quedaron allí en las partes profundas de los lacolitos, los más ácidos gabbroides, más livianos, migraron a las regiones más externas hacia el norte. Los resultados de las observaciones muestran que la diferenciación de las masas magmáticas se cumplió según los pesos específicos y obedeció al mismo tiempo a las marcadas condiciones tectónicas. La intrusión de las ofiolitas es notablemente más vieja que el principal paroxismo terciario de la formación de las cobijaduras alpinas, el cual tomó a las eruptivas en condición pasiva, como a las otras rocas alpinas; pero la in-

trusión muestra relaciones con la fase embrional del plegamiento, por lo que es probablemente cretácica. Las ofiolitas no son derivadas de sedimentos fundidos, son de origen magmático, como lo muestra la indicada diferenciación dentro de los lacolitos; ellas proceden de las grandes masas magmáticas del sima.

La primera comparación con las intrusiones ofiolíticas alpinas la hizo Goldschmidt, señalando en el sur de Noruega su tronco de las lavas y rocas intrusivas verdes, que es basáltico-gabbroide, hasta norítico y también peridotítico, y aparece metamorfozado en esquistos verdes, anfibolitas y serpentinas, en forma de filones-capas y prolongaciones lacolíticas. Los cuerpos de sus efusiones e intrusiones, silúricas según él, están deformados por la orogénea caledónica, y además esas rocas verdes presentan analogías de repartición, aunque no siempre tan claras, con las que ascendieron a través de los sinclinales alpinos.

La información comparada, aunque sea todavía escasa, sobre todo respecto de los troncos pretectónicos, va demostrando que los orógenos de diversos países y continentes, y de distintos ciclos, tienen los mismos procesos y resultados esenciales; lo que ocurrió en los Alpes y en los Andes, ocurrió primero en Noruega y en la región central argentina. No faltan tampoco ejemplos, europeos de homologías hercínicas. Si ahora volvemos nuestra atención a los conocimientos

que hemos señalado en las páginas 88 y 89, sobre las plutonitas viejas, ortoanfibolitas y esquistos peridotíticos de Córdoba y San Luis, pocos todavía es verdad, encontramos no obstante que ellos indican solamente concordancias (de esencia, origen geológico, historia y situación) con las referidas rocas verdes alpinas y noruegas y otras homólogas, como las que señala Staub de las estructuras variscas de la Europa central. Las analogías petrográfico-tectónicas conservan en general sus caracteres destacados; lo que más cambia son naturalmente las condiciones de presentación y las dificultades de estudio que oscurecen las relaciones cronológicas.

-----000000-----

## 7 - B I B L I O G R A F I A

- 1 - Artini E. - Le rocce. Concetti e nozioni de petrografia,  
Milano 1941.
- 2 - Goldschmidt V. M. - Geologisch-petrographische Studien im Hochge-  
berge des südlichen Norwegens. Videns. Skrifter I.  
Math. Nat. Klasse 1916. Kristiania.
- 3 - Grubenmann V. - Niggli P. - Die Gesteinsmetamorphose, Berlin 1924.
- 4 - Harker A. - Metamorphism, London 1939.
- 5 - Kober L. - Der Ban der Erde. Eine Einjührung in die Geotekto-  
nik. Berlin 1928.
- 6 - Niggli P. - Der Taveyanazsandstein und die Eruptivgesteine  
der jungmediterranen Kettengebirge. Schweizezische.  
Mineralogische und Petrographische Mitteilungen.  
II Band 1922.
- 7 - Niggli P. - Lehrbuch der Mineralogie, Berlin 1924.
- 8 - Pastore F. - Eléments du massif cristallin dans le centre de la  
République Argentine. Liége 1922.  
Conocimientos sobre la composición y orogenia del  
macizo cristalino central de la Argentina. Anales  
de la Sociedad Científica Argentina. Tomo CVIII.
- 9 - Pastore F. - Hoja 201 del Mapa Geológico de la República Argen-  
tina, Dirección de Minas y Geología, Bol 36, 1932. .



- 10 -Pastore F. - Informes Geológicos sobre dos proyectos de diques en la provincia de San Luis, Dirección de Minas y Geología, Bol. 41, 1935.
- 11 -Pastore F. - Informe Geológico y Petrográfico para el proyecto de dique en La Huertita, sobre el río de Quimes, provincia de San Luis, Dirección de Minas y Geología, Bol. 48, 1940.
- 12 -Pastore F.- Huidobro O. - Descripción Geológica de la Hoja 24 g (Saladillo) San Luis, Dirección Nacional de Minería, Bol 79, 1952.
- 13 -Pastore F.- Methol E. - Descripción Geológica de la Hoja 19 i (Capilla del Monte) Córdoba. Dirección Nacional de Minería, Bol 79, 1953.
- 14 -Pastore F.- González R.- Descripción Geológica de la Hoja 23 g (San Francisco) San Luis. Dirección Nacional de Minería, Bol. 80, 1954.
- 15 -Pereira, E. Taverna de - Descripción de micacitas y esquistos filíticos de la Sierra de San Luis (Hojas Saladillo y San Francisco) colección de Museo de la Dirección Nacional de Minería. Tesis 1953.
- 16 -Rosenbusch - Wüfing - Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Band I. Zweite Hälfte. Stuttgart 1927.

- 17 -Staub R. - Ueber die Verteilung der Serpentine in den alpinen  
Ophiolithen. Schweizerische Mineralogische und  
Petrographische Mitteilungen. II Band 1922.
- 18 -Weinschenk E. - Die Gesteinsbildenden Mineralien Spezieller Teil.  
Freiburg in Breisgau. 1915.
- 19 -Winchell A. - Elements of Optical Mineralogy, New York 1933.

Agosto 1955.

*Blama F. Bramato*

*Frances Pastore*

-----ooo0ooo-----

Lámina I

1 - Muestra nº 358.

Ortoanfíbolita - Vecindad noroeste del cerro Virorco.

2 - Muestra nº 349.-

Ortoanfíbolita de origen peridotítico; muy olivínica. Diez cuadras al norte del cerro Virorco. (Toda dividida en pequeños cuerpos).

3 - Muestra nº 201.

Ortoanfíbolita muy esquistosa - Lomas del oeste del puesto de La Bolsa; Río Grande.

4 - Muestra nº 383.

Ortoanfíbolita de origen gábbrico - San Antonio; camino de la Toma a la Puerta.



1



2



3



4

Lámina II

1 y 2 - Muestra nº 482.

Ortoanfíbolita de origen peridotítico -  
Vecindad sur de la mina La Verbena;  
Puerta de Pancanta. (1 - Es un pequeño  
bloque de la división esferoidal; algo  
menor que el tamaño natural).

3 - Muestra nº 504.

Ortoanfíbolita de origen norítico - Un  
kilómetro al sur suroeste del Peñón Co-  
lorado; Carolina.

FOETIA



1



2



3