

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Revista
del
Instituto N. de Agronomía
de
MONTEVIDEO

SEGUNDA SERIE — N.º 3. — DICIEMBRE DE 1918



SUMARIO

Dr. K. Walther

Líneas fundamentales de la estructura geológica
de la República O. del Uruguay

MONTEVIDEO

Tipografía Moderna. — Calle Cerrito, 691-693

1919

DR. KARL WALTHER

**Profesor de Mineralogía, Geología y Agronomía del Instituto
N. de Agronomía**

LINEAS FUNDAMENTALES DE LA ESTRUCTURA GEOLÓGICA

DE LA

REPUBLICA O. DEL URUGUAY

(Con 3 planas geológicas, 13 láminas con 34 fotografías y 8 figuras en el texto)

PREFACIO

Parece una tarea arriesgada redactar una obra con el epígrafe indicado, obra que, siendo el primer ensayo de una geología nacional, tendría que reposar sobre una base extensa y sólida de observaciones en el campo y de estudios en el laboratorio. Nunca me ha faltado, durante los diez años de mi estadía en este país, la voluntad de construir un fundamento capaz de ser el andamiaje sólido sobre el que puedan construirse trabajos geológicos posteriores, como lo demuestran las publicaciones que he hecho en ese lapso de tiempo: pero en cambio los medios con que conté para la realización de tal obra fueron exigüos, especialmente el rubro de viáticos, arma elemental e indispensable sin la que no se puede abordar la exploración científica de un país, sobre lo que descansa el análisis del laboratorio. Ciertamente me hubiera resultado más fácil restringir mis actividades a la sola explicación de un texto o a la compilación de un nuevo, conciso y cómodo para el estudio; pero siempre he mantenido la idea fundamental, bajo los auspicios de la cual se ha fundado el Instituto de Agronomía en Montevideo, de que la función del profesorado no debe ser únicamente la de «dictar cursos», sino de realizar estudios originales en bien del país y de la misma enseñanza. Fue por eso que se puso a contribución de tal finalidad, hace diez a doce años, una cantidad de extranjeros, espe-

cialistas, que si bien, como se ha dicho (1), «incorporaron a la enseñanza americana los viejos planos de sus viejas escuelas y aún, lo que es mucho peor, dictaron los cursos con textos europeos y con programas europeos», tenían en cambio la preparación necesaria para realizar la finalidad primordial de toda institución de enseñanza superior: es decir, para la investigación, sin la cual queda desnaturalizado el carácter de enseñanza superior.

Más, aún la preparación más sólida y la voluntad más firme de hacer lo suyo en dicha tarea, se vuelven estériles sin la ayuda financiera. Con esto vuelvo al tema. Mientras que en la primera parte de mi estadía el fondo de la Sección Geología, si bien modesto (\$ 25 a 30 mensuales), se mantenía a una altura que permitía no sólo hacer algunas adquisiciones para el laboratorio y la biblioteca, sino efectuar durante las vacaciones una que otra corta excursión al interior del país, resultó que después de la reducción a menos de la mitad de la cuota mencionada, se inició aquel estado de cosas que el lector puede figurarse sin necesidad de hacer mucha fantasía. Esta opresión de mi actividad fué al cabo aliviada en parte con las concesiones otorgadas (\$ 1300 en total) a fines de los años de 1915 y 1917 por los Srs. Ministros AMÉZAGA y HELGUERA (2), las cuales me permitieron efectuar algunas excursiones de estudio, aunque con ellas no podían adelantar en nada la biblioteca ni la instalación del laboratorio.

o puedo olvidar de mencionar los grandes servicios que me prestó, en el sentido de la preparación para dichas excursiones, la colección de piedras recogidas por el Sr. A. FLOS DORF en Buenos Aires, colección que fué regalada por el Dr. A. GALLINAL, a la Sección Geología del I. de Agronomía. Fué esa la única contribución particular con que pude regocijarme durante toda mi estadía en el país. E delamentar que el alto patriotismo en estos países sudamericanos no se haya incorporado en esta forma práctica que ocurre en muchas partes de Europa y Norte América, donde institutos de enseñanza, de investigación y también museos etc., se mantienen esencialmente y a veces exclusivamente a base de medios particulares.

Se comprende que los resultados de los viajes realizados con tan poca frecuencia son inferiores a los que hubiera obtenido, si los medios hubieran sido distribuidos con regularidad durante todos

(1) Revista del I. de Agronomía, II.ª Serie, N.º 1, pág. 9.

(2) La última concesión se hizo efectiva durante el Ministerio del Sr. Dr. JIMÉNEZ DE AMÉZAGA

estos años: pero al fin me han permitido acercarme a mis modestos propósitos que consisten en crear un fundamento para trabajos tanto científicos como prácticos, posteriores.

Al mismo tiempo — y quiero llamar la atención sobre este punto — tengo el propósito de redactar la presente obra a base de ideas y métodos modernos, de tal que ésta sirva, sea sólo en la mano del profesor o también en la de los estudiantes, como texto de la enseñanza sobre la estructura geológica nacional. Es en esta parte de mi publicación, en que me dirijo especialmente a los estudiantes del I. de Agronomía, que, habiendo dedicado durante el primer año a adquirir los conocimientos generales de Mineralogía, Petrografía y Geología, completan sus estudios en el segundo año con la Geología nacional y la Agrología.

Es por el fin prevalentemente didáctico de estas líneas que sólo las publico en castellano y dejo del lado en general citas y críticas de autores (1).

Los trabajos geológicos en el Uruguay tienen que luchar con un gran inconveniente que es indispensable vencer antes de que pasen su actual estado preliminar. Se trata de la falta de una base topográfica auténtica. Quedan como suspendidas en el aire las observaciones del geólogo, del mineralogo y del minero, si no puede marcarlas con toda exactitud en un mapa, pues justamente el registro en un mapa, presta nuevos resultados reproduciendo las investigaciones que se efectúan. La escala del mapa que sirva como base topográfica, no debe descender a más de 1:200.000 y el mapa debe ser realizado en curvas hipsométricas. Para el levantamiento geológico de parajes de estructura geológica complicada y para cuestiones de minería se necesitará la escala de 1:25.000 (2), o una proporción mayor aún.

Levantar mapas geológicos sin base topográfica auténtica, resultaría más absurdo todavía que levantar agrologicamente sin base geológica.

El mapa más completo del país es el del Dr. R. JANNA CH, (segunda edición, Leipzig, 1912) en 1:1.000.000 (3), que se vendió durante algún tiempo en Montevideo. Además hay que mencionar el Mapa de la Rep. O. del U. por O. ARAÚJO en 1:700.000 (segunda

(1) Esto lo haré en una publicación futura.

(2) Véase por ejemplo el mapa geológico de una parte de la Sierra de la Ventana en ##.

(3) Spezialkarte von Santa Catharina, Rio Grande und Uruguay.

edición, MOURY CIA. (1)) y La Red de lo camino principales de la Rep. O. del . (Dep. de Ingenieros, Div. de Catastro) en 1:75.000, plano levantado en alguno departamento . D de poco tiempo hallan a la venta reproduccion en escala reducida (MONTEVERDE CIA., editores).

Yo voy a terminar e.ta líneas preliminare: sin reiterar aquí mi agradecimiento a lo: numero:so señores tancieros, chacarero , comerciant , etc., que, con la hospitalidad proverbial del campo uruguayo, me dieron hospedaje y a vario señor Jefes Políticos y Comisarios de Policía que me di pen aron u ayuda valiosa y eficaz. Si me fué posible llegar con mi estudios ha ta cierto fin modesto, lo debo en gran parte a dicha. persona . Pero, para estudios geológico. algo má especial, es indispensable llevar peonaje con carpa y viver s. Economiza, con esto, mucho tiempo y largos camino upérfluos.

Me grato además agradecer en este lugar los servicios importantes que me prestó el Sr. M. FONTANA, Ayudante de la Comisión Ingeniería Rural y Agrimensura del I. de Agronomía en la elaboración de los planos y cróqui. que acompañan ta línea. También quedo agradecido a lo. Sres. P. MENENDES LEES y J. BARRIOLA por haberme hecho el último retoque de e.tilo. Dicho señor. tenía el gusto de ver, en lo años de 1916 a 191 , entre mis discípulo .

I INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista geológico, el Uruguay no es nada más que un apéndice al Brasil, donde la línea geológicas e estructurales se vuelven má complicada. Mientras que se in ertan allá sedimentos fosilífero. marinos (silúrico, Devónico y Carbonífero superior) entr el Fundamento cristalino que forma el zócalo del continente y los vastos depósitos continentales de la así llamada Formación de Gondwana, no se ha demostrado en el Uruguay, hasta ahora, la presencia de semejante horizontes, definibles según su edad (2). Por lo que respecta a lo: estratos antiguo semicristalino de origen idimentario y la comparación entre ellos en lo: aflora-

(1) El precio es más del triple del mapa de JANNA

(2) Lo que dice B. G. POSADA, en su "Album de la Rep. O. del Uruguay", Montevideo 192, sobre las formaciones del país (por ej. el Jurásico con *Ichthyosaurus communis*, en el Salto y Payсандé!!) es palabra por palabra mera fantasía.

miento de di tintas parte del país , en un lado y yacimiento. de otro país es en otro lado, hay que indicar que semejante comparación e puede realizar, aquí como generalmente en el mundo, sólo según caractere petrográfico . Parece que falta todo indicio de fósil. , de manera que hay que suponer que una gran parte de lo depositado de tiempo ya tan remoto , sean continentales . Resultaría de esto, que semejante facies , empezó temprano, y duró con una interrupción reducida, hasta la actualidad.

El resultado directo de la facies indicada, la gran semejanza litológica de productos muy distantes, según su edad, y separado , entre sí, por grandes distancias. Sólo de pués de haber revelado las líneas estructurales geológicas más elementales, es posible, separar por ejemplo conglomerado muy viejo, de lo correspondiente de la Formación de Gondwana y esto del Terciario superior fluviogéneo. se acentúa más e a dificultad, cuando se trata de cuarcita y arenisca . En nuestro caso sólo me ha sido posible disponer de un número muy reducido de perfil de perforaciones , que tanto valor han tenido para el establecimiento de la edad de las capas Gondwánicas brasileña .

Otras con secuencias del reino continuo de la facies indicada, con la denudación fuerte y la descomposición profunda. No sólo lo componente rocoso del Fundamento cristalino, sino también la roca más moderna sedimentaria, se despojaban ya temprano de su conexión y se transformaron en una cantidad de afloramiento aislado , muchos de ellos muy distantes entre sí, cuya comparación, ya por la ausencia de resto orgánico se hace tarea muy difícil. A las alturas montañosas del departamento septentrional , alturas que se van a describir más adelante, son los restos de una capa sedimentaria antiguamente mucho más extensa. Respecto de las rocas eruptivas , el microscopio enseña, cuanto ha avanzado en ellas la transformación, aún cuando macroscópicamente aparecen frescas. Esto tiene lugar especialmente con lo componente importante para la clasificación, por ejemplo los feldepatos y los llamados minerales básicos . Sólo después de haber definido la relaciones geológicas y estructurales del país, se hizo posible, separar miembro del grupo eruptivo más moderno, generalmente mal conservados, cloritizado y oxidados, de formaciones mucho más antiguas con las cuales tienen de común, a veces, la misma estructura. Además era necesario primeramente la investigación en el territorio y luego la microscópica, para distinguir

cierta rocas eruptivas, aparentemente independientes y de edad menor, de diferenciaciones lamprofidica, perteneciente a granitos antiguos. Es claro que, respecto de la edad de las rocas eruptiva, muchos problema no se van a resolver nunca con seguridad y esa dificultad será mayor, cuando no se puede descubrir con exactitud la relación de la roca eruptiva con sedimentos bien definibles según su edad.

Quedando, entre los resultados de los estudios petrográficos y estratigráficos muchos puntos poco aclarado, se ve que hay todavía mucho que hacer con esta materia. Se comprenderá además que las investigaciones respecto del yacimiento geológico de los productos aplicable en la minería (Lagerstättenkunde), todavía se están por realizar. Relativamente de menor interés es la paleontología, si bien hallazgos ocasionales de restos de vertebrados pérmicos o de mamíferos en el limo pampeano, pueden dar lugar a estudio interesantes. Sólo el Terciario superior incluye en pocos puntos una fauna, si bien rica en individuos, e pobre en géneros.

El tema lo trataremos distribuido en los capítulos que se indican al final de este trabajo.

A. CONFIGURACIÓN DE LA SUPERFICIE

El carácter más prominente del paisaje uruguayo es el de una gran uniformidad y monotonía. Por leguas y leguas de distancia se presenta el mismo aspecto: una estepa de superficie débilmente ondulada, cubierta con gramíneas o con mata de compositáceas (*Baccharis*, vulg. Chirca), carácter que se acentúa más hacia el norte, cuanto menos poblada es la región, cuya monotonía sólo se mitiga por afloramientos del fundamento rocoso o por algunos grupos de árboles o por los espesos monte naturales formados por arbustos de hoja perenne, espinos, montes que bordean los innumerables corriente de agua. En la región Este del país, las alturas son un poco mayores, especialmente en la parte Oeste del Dep. de Maldonado (Pan de Azúcar) y entre este departamento y el de Mina, como también en los alrededores de la ciudad del mismo nombre, y finalmente en el límite entre los Dep. de Florida y Treinta y Tres. Otros paisajes con elevaciones de relativa importancia con respecto a la totalidad de la región, se encuentran en el norte: en los Dep. de Paysandú, Tacuarembó, Rivera y Cerro Largo hacia

la frontera brasileña. Fuera de estos terrenos relativamente extensos, hay pocas partes, por ej. cerca del Río Uruguay y del Río de la Plata, como también en la costa atlántica, que son completamente planas. En general, domina la superficie ondulada, como consecuencia de la historia geológica del país, que ya hemos indicado. La denudación producida de tiempos remotos se acentúa por la fuerte nivelación, resultante de la capa limosa neozoica, e decir de aquellos productos, que se extienden hacia el Norte y el Este desde la vasta regiones pampeanas de la Argentina, pasando el Río de la Plata y el Río Uruguay y llegando a nuestro país. Más mientras que allá se ha alcanzado casi completamente el estado de equilibrio, el Uruguay se encuentra todavía en marcha hácia el peneplain.

El carácter sénil de la superficie del país se manifiesta en la gran escasez de direcciones bien marcada, longitudinales, producidas por la historia del origen del material rocoso que componen las alturas. Así las cadenas montañosas reproducidas como largas orugas en los mapas extranjeros y nacionales ⁽¹⁾ bajo el nombre de «cuchillas», no representan más nada que la separación de las aguas (divortium aquarum) no nivelada todavía entre corrientes de agua. No les corresponde de ninguna manera el término indicado. Una dirección longitudinal pronunciada, sin embargo, existe, por ejemplo, en la parte meridional del Dep. de Maldonado, donde una cantidad de arroyos se dirige, poco distanciados, el uno del otro, en corriente paralela, hacia el mismo término, en este caso a la costa del Río de la Plata (véase la figura 1, donde las «cuchillas» e han reproducido por líneas punteadas). En algunos pocos casos el mencionado término parece justificado, como en las alturas llamadas

(1) Por ej. en el mapa de OASVALD ARAUJO, en el Atlas escolar del mismo autor y en el Mapa escolar de S. CONTRAS (aceptado por la Dirección General de Instrucción Pública en la licitación de fecha de Mayo de 1907). Este mapa tiene en recompensa a la falta de una escala, particularidad ortográfica, como Cerro Berdón, C. Malvajar y Banco Medusa, e indica la posición del pueblito Latorre (2 o 3 casas), no menos de 36 km al NW de su situación verdadera! También en el Atlas escolar mencionado, los mapas de los distintos departamentos carecen de toda escala, apesar de que se han reproducido en proporción distinta (véase por ej. Soriano y Flores). El plano del Dep. de Cerro Largo está lleno de errores. Según el mismo, el Río Tacuarí nace en pendientes septentrionales del O. Guazunambí y se dirige de allá en dirección E N E hacia la desembocadura con el A. Conventos. Los cursos de los arroyos Fraile Muerto, Quebracho, Tupambaó y Tarariras, son completamente falso. En vista de este estado de cosas parece extraño que la extensión de los departamentos se indique con dos decimales de exactitud. En el mapa de pared de LUIS MOXONELL, Cónsul General del Uruguay en Francia, es verdad que las «cuchillas» no se presentan tanto en forma de orugas que en otros mapas. En cambio la red ferroviaria nacional revela rasgos originales, como en una línea de Nico Pérez a Treinta y Tres (sin pasar a Corrales) y de allí a Melo, y otra línea directa de Montevideo sobre Mercedes a Fray-Bentos, llamado todavía «Independencia».

en el mapa de O. ARAUJO « tierra Cabral » y « tierra de Pereyra », en el Dep. de Maldonado. La reproducción no es correcta, porque la primera de las Sierras mencionada, no cambia su dirección, empezada en su parte más meridional al dirigirse hacia el N W ⁽¹⁾, sino se prolonga en dirección al NE hacia el A. Caracoles. Esta dirección no es nada más que el rumbo de una cuarcita muy dura, astillada, fuertemente levantada, perteneciente al Fundamento cristalino, que se levanta como el lomo de un cuchillo, o como un muro. Se prolonga de esta manera a gran distancia. Con propiedad, pero con algo de extravagancia, en el plano de Catastro se le llama Cordillera a esta cadena. Se pronuncia en su comienzo meridional por una pequeña prolongación que penetra en el Río de la Plata, la Punta Ballena. El A. Maldonado se ha cortado su camino a través de la Cordillera, en la Estación Abra de Perdomo formando un pequeño valle transversal. El término de « Abra » que se encuentra algunas veces más al N, indica el carácter de la rotura, y a penas el camino y la línea férrea encuentran sitio al lado del arroyo. La dirección de la corriente del arroyo se explica por su edad geológica reducida. Resulta, pues, que secundariamente el arroyo adquirió la dirección general hacia el E, mientras que el curso original era de N hacia el W. Una ojeada sobre nuestro cróquis fig. 1. demuestra ya por el cambio de la dirección característica de las dos « cuchillas » entre el A. Maldonado y el A. Matajo, que en tiempos anteriores el A. Matajo desembocó en la Laguna del Mancebo. El agua del A. Maldonado fué « trasegada » (angezapft) probablemente por una corriente rica en agua y bastante inclinada, proveniente de la Abra de Perdomo, que se encauzó hacia atrás y se puso bajo el dominio de aquél. En analogía se vé en las dos Abras más al N, como el arroyo al E de la « Cordillera » se esfuerza en anexarse el territorio del W.

Una cuchilla de origen análogo, si bien no tan marcada, cuyo material rocoso es de interés en sentido estratigráfico, se presenta en la « Cuchilla Cabo de Horno » en el Dep. de Canelones. Bajo esta denominación el mapa de ARAUJO, indica esquemáticamente la separación de las aguas entre el A. Mosquitos (ramal del A. Mancebo Chico) y el A. Mancebo Grande. En realidad se trata de un cordón montañoso que comienza, afectando la forma de una altura aislada,

(1) Es verdad que se encuentra una separación de aguas dirigida hacia el N W entre el A. Matajo y el A. de la Mina, pero es muy insignificante.

al W de la Estación Piedra de Afilas, y se prolonga al N de la línea férrea en dirección N V (véase la fig. 2), de modo que sólo después, en realidad, representa el *divortium aquarum*. La roca en este caso es una cuarcita más moderna, con rumbo al SW, roca que sorprende por el levantamiento tectónico que ha sufrido. Gracias a éste, se destaca como una cresta que merece el nombre de Cuchilla (véase lám. 1, fig. 1).

Si ahora queremos hacer el ensayo de agrupar esquemáticamente las formas positivas del relieve uruguayo que todas tienden a la pampa ondulada, resultaría lo siguiente:

A. Formas con cúspide bombeada

I. Formas mayores (Gro formen)

a) Con planta aproximadamente circular

b) Idem, con planta alargada

II. Formas menores (Kleinformen), como resultado de I.

Acumulaciones de bloques más o menos densas

B. Formas con cúspide plana

Ejemplos del grupo I a, se encuentran en gran cantidad y se explican por la preponderancia de roca granítica. El Pan de Azúcar, ya mencionado, muestra especialmente bien esta forma montañosa muy conocida (véase lám. 1, fig. 2), forma que persiste, aún cuando haya avanzado la denudación de la superficie (véase lám. 1, fig. 3). En el N del país, dicho tipo se encuentra a veces representado por pequeños conos melafídicos, que, a veces, son el resultado de la destrucción de efusiones en grietas de gran extensión longitudinal.

Formas con planta alargada y cúspide bombeada, aparecen por ej. en los alrededores de Minas, como también en las regiones septentrionales, ocupadas por las rocas cristalinas. En el paraje indicado en primera línea, el C. Campanero muestra especialmente bien la configuración indicada que se podría llamar «ataudiforme». Aspecto análogo presenta el C. Largo, en el departamento del mismo nombre. Se comprende fácilmente que gneises y también cuarcitas, decir pizarras cristalinas, generalmente muy resistentes, tienden a la producción de semejantes formas, mientras que de la filita impura tan abundante en el E, sólo resultan formas bombeadas, de las cuales se levantan a menudo pequeñas crestas para-

lelas, correspondientes a interposiciones más duras. En los casos muy raros, en que areniscas y cuarcitas más modernas presentan un levantamiento tectónico fuerte, tan común entre los miembros de

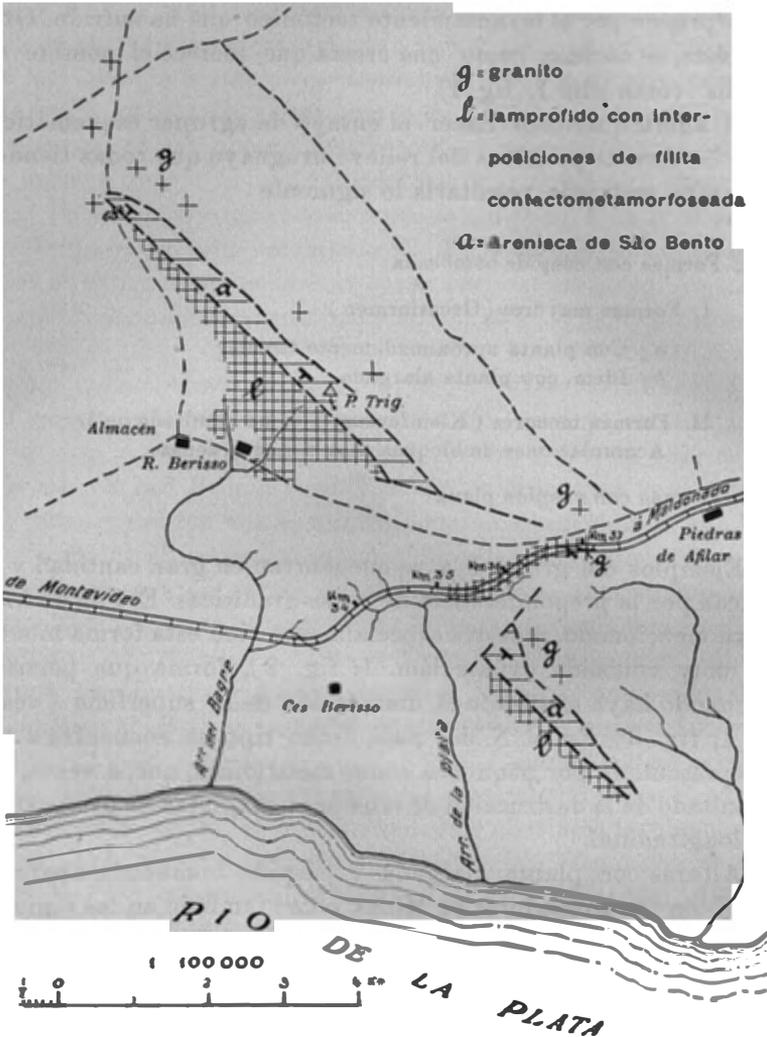


Fig. 2. Zona dislocada de Piedras de Afilar.

las pizarras cristalinas, resultan formas que también pertenecen al grupo en cuestión. Por lo que respecta a las formas menores de la configuración superficial bombeada, es claro que representan nada más que un estado más avanzado de desagregación y descomposición

de rocas esencialmente granítica. Estas rocas, por resquebrajamiento cascariforme y por disipación de la roca, según dos direcciones más o menos verticales entre sí, se transforman en lo que se llama « mares de rocas » (véase lám. 2, fig. 1). De este mar de rocas destacan generalmente numerosos arbustos de hoja perenne y chos cactus, lo que junto con la abundancia de pájaros que en ellos tienen su nido, da a dicho yacimiento granítico el aspecto de una pequeña isla amena dentro del campo raso y monótono. Pero allá, como en los alrededores de Chico Pérez, donde vastas partes presentan este tipo de paisaje, también fatigan al viajero a causa del cambio constante de peñascos ásperos con interposición de innumerables arbustos. Sólo el granito completamente macizo, preferido por los cactus, se transforma en los ya mencionados mares de roca, mientras que el gneis más fácilmente descomponible, suministra, en general, menos bloques.

Formas menores de descomposición que corresponden completamente a las que se observan en el granito, las ofrece una brecha muy maciza y gruesa, de gran edad geológica, que se encuentra en el Dep. de Maldonado (véase lám. 2, fig. 2). La analogía con la descomposición del granito es por eso tan grande, porque se encuentra también aquí, como se conoce en la fotografía, un resquebrajamiento cascariforme de las partes marginales. Los peñascos de una altura a veces de varios metros, se encuentran amontonados los unos sobre los otros, separados entre sí por una vegetación espesa de arbustos siempre verdes, ocupando un terreno extenso, bastante pintoresco, especialmente en la falda oriental de la Sierra de las Animas.

Las formas montañosas con cúspide plana representan, como es conocido, el resultado de la denudación de capas sedimentarias con posición horizontal, o de masas efusivas napiformes, que han aceptado, por eso, el aspecto de rocas sedimentarias.

Las areniscas de São Bento bien estratificadas proporcionan ejemplos muy buenos del tipo de alturas en cuestión, que corresponde completamente, como se entiende, al que caracteriza la región meridional del Brasil. Como allá, también en nuestro territorio, las alturas mesetiformes, más reducidas gradualmente, se transformaron en elevaciones cóniformes, cuya desaparición completa sólo se impide por un banco más resistente, que protege la cima como un paraguas (véase lám. 3, fig. 6). El importe del desgaste de estas capas de arenisca originalmente mucho más

extensas, se lo puede calcular observando la fotografía de los Tres Cerros, Dep. de Rivera, o de los Cerros de Clara, llamados también Once Cerros en la parte W del Dep. de Tacuarembó (véase lám. 3, fig. 7). Un banco de arenisca de má o meno 10 metros de altura forma la «tapa» de la altura mencionada primeramente, altura que repre entan uno de lo paisajes más característico del Uruguay.

Es posible que haya que atribuir la fuerte denudación y modelación de las alturas me etiforme , a un clima anteriormente árido, como se ha comprobado por . PASSARGE, respecto de ciertas partes de Sud Africa.

Se comprende, pues, que el tipo me etiforme, donde se trata de sedimentos con e tratificación menos vi ible, e presenta meno característico. 'emejantes productos se encuentran amenudo en la parte inferior de la Formación de . anta Catharina. El C. Ombú (Dep. de Tacuarembó) y el C. de las Cuenta (Dep. de Cerro Largo) figuran como ejemplos de dicho carácter.

Como imágen muy imperfecta del tipo de paisaje mesetiforme, que apenas merece el título de « Cerro », hay que clasificar restos aislados de depósitos fluvioyéneos, que por parte consisten de una arena junta por un cemento de color rojo vivo (Arenisca de Palacio).

Mucho má pronunciado que en los casos últimamente mencionado , se pre ntan las altura mesetiformes, cuando se componen de rocas efusiva de edad di tinta, es decir, de cuarzófidos y ortó-

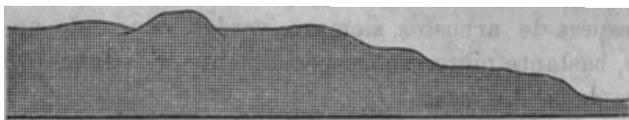


Fig. 3. Perfil de las alturas al N E de San Antonio (visto desde el camino de Aiguá al P. de las talas del A. Alfóres)

fidos, más o menos vitrofídicos y además de meláfidos. Las vistas lám. 4, fig. 9 y 10 muestran el C. Arequita cerca de Minas. El perfil reproducido en la fig. 3, corre pendiente a las altura al N E de an Antonio (Aiguá) en la parte más septentrional del Dep. de Maldonado — perfil que fué levantado según una fotografía y su altura triplicada — ilustrará lo dicho. En mayor abundancia que en e tas rocas correspondientes al Fundamento cri talino, el tipo de alturas en cuestión se presenta entre las rocas eruptivas de rra Geral, porque en este ca o las napas efusivas, debido a su

menor edad geológica, se han conservado en mayor extensión. Los departamentos del N W ofrecen numerosos ejemplos de semejantes « mesas » elaboradas por cincelamiento de las napas y todavía no niveladas. En una publicación anterior (91, lám. I, fig. 1 - 3), se ha reproducido semejante formación, que está desapareciendo; la vista lám. 5, fig. 11, muestra una de esas alturas melafídicas que se levantan en el paraje al W de Tacuarembó.

Resumiendo lo dicho, vemos que la gran mayoría de las formas positivas se ha producido por denudación, es decir, por fuerza exogéneas. Más se debe tener en cuenta que, tratándose del Fundamento cristalino, fuertemente denudado, se hace apenas posible constatar, si existen partes positivas, esenciales, del relieve que deben su origen a fuerzas prevalentemente endogéneas (plegamientos, dislocaciones a base de fallas).

Una monotonía análoga a la de la superficie del país, se manifiesta por la configuración de la costa uruguaya. Se le puede caracterizar bien con el término « arquiforme ». Mientras que los puntos de sostén de los arcos están compuestos por rocas del Fundamento cristalino resistentes, (véase por ej. los filones aplítico - pegmatíticos en la Punta Brava o Carretas de Montevideo), las bóvedas generalmente consisten de arenales, que son el residuo de la destrucción de rocas cuarcíferas. Así se han formado las Puntas características de la costa, conocidas bajo el nombre de Martín Chico, Colonia, Jesús María, Tigre, Espinillo, Brava, Inglés, Ballena, del Este, José Ignacio, Santa María y de Polonio y utilizadas, en varios casos, para la colocación de faros. La simplicidad de la costa uruguaya presenta fuerte contraste con la de las así llamadas « costas de Rías » comunes por ej. en el otro lado del continente sudamericano.

B. LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS

La distribución de las formaciones geológicas en el país sólo se puede registrar hasta ahora en líneas aproximadas en un mapa con una escala tan reducida, que el escaso número de observaciones no se pone tan de manifiesto. Se eligió por eso la escala de aproximadamente 1:2.800.000 obtenida de la reducción del mapa de O. ARAUJO, y sólo se registraron los puntos topográficos mencionados en el texto. Las formaciones neozoicas no se separaron y fué necesario proceder a él — apesar de la importancia que tienen como

suelo casi únicamente cultivado en el país — por la escasez de observaciones respecto a su extensión. Hay que entender, pues, que las formaciones reproducidas en el mapa, están en el mayor o menor grado cubiertas por el Neozóico.

Este hecho dificulta mucho el trazado del límite de la extensión entre las rocas del Fundamento cristalino y las de la Formación de Gondwana en el N, y esta dificultad es especialmente mayor para la zona comprendida entre el R. Uruguay y la Estación de Villasboa y de ésta al C. Malbajar. Solamente se han tenido en cuenta más detalles en la ubicación de los yacimientos de caliza cristalina y también al estudiar la Formación de Gondwana, donde hemos ensayado comparar los estratos de Tubarão y Paqueta a Dois, de los de São Bento. Los límites geológicos, correspondientes al territorio brasileño, son sólo aproximados.

I. EL FUNDAMENTO CRISTALINO

Como ya se ha indicado, más arriba, la falta de fósiles en las pizarras semicristalinas infrapuestas en discordancia a los sedimentos más modernos, impide comparar formaciones geológicas bien definidas según su edad, y nos obliga a emplear el término general que sirve como epígrafe de este capítulo.

El Fundamento cristalino, cuyos afloramientos más importantes se encuentran en los alrededores de Montevideo y en los departamentos del Este, se compone de pizarras cristalinas y de rocas eruptivas. En cuanto a la relación de la edad de los dos tipos, diremos que las primeras son las más antiguas. Ya en los alrededores de Montevideo se confirma esto, al observar frecuentemente filones pertenecientes al granito que penetran y perforan las pizarras, observación que se puede hacer también en muchísimos otros puntos.

El efecto del metamorfismo de contacto ejercido por rocas eruptivas sobre pizarras cristalinas, comprueba la exactitud de lo dicho. Tal vez más gráfico todavía es lo que enseña un afloramiento en las canteras de la Teja, cerca de Montevideo. En este paraje, el granito biotítico es atravesado por un filón aplítico de más o menos 10 metros de espesor, filón que incluye grandes cantidades de trozos irregulares de anfíbolita (véase lám. 6, fig. 13). Respecto de la edad de las rocas eruptivas antiguas, hasta ahora no se puede decir nada más, que son postcámbricas y prepérmicas, pues

dichas roca: en ninguna parte penetran los edimentos de la Formación de Gondwana. Comparando nuestras formaciones geológicas más antiguas con los yacimientos más cercanos de la Argentina, vemos que en la Prov. de Buenos Aires se distinguen, según el geólogo del vecino país, dos categorías: una, yacente, de edad precámbrica, compuesta de pizarra cristalina, con rocas eruptivas que la perforan, y otra, pendiente, que sigue en discordancia y se compone de edimento silúrico-devónico.

El valor medio tomado de una gran cantidad de observaciones del rumbo de las pizarras cristalinas en el país, indica que la dirección preferida, que se debe considerar como «general», es la de NW a NE y de W a E . Ya hemos mencionado un ejemplo bien característico del rumbo dirigido a NE y una ojeada en el croquis lám. 15, fig. 36, nos demuestra el arreglo de los yacimientos de caliza cristalina interpuesta entre la filita tan comunes en el país, en la cual el rumbo general es el ya indicado, y bien el rumbo parcial se dirige, a veces, de E a W (Montevideo), o de SE a NO , siendo muy raro el caso en que la orientación se manifiesta hacia el W . Fuera de la zona del Este del país, caracterizado por la unión entre filita y caliza, parece que existe otra más al W , y bien es conocida hasta ahora sólo en su parte final: al N y al NE . En la región de Mal Abrigo, entre Nueva Helvecia y Rosario y también no lejos de Conchillas, se observa que la filita y la filita cuarcítica acompañan bancos de mármol. Es posible que la prolongación de estos yacimientos se encuentra mucho más al E , y en efecto, en el Cerro Calera (Dep. de Rivera), y en la naciente del $r. Manguera$ (Estancia Buena Vista del $r. E. CARVALHO$), aparecen afloramiento de caliza cristalina muy cubierta por formaciones más modernas. La dirección hacia el E , como lo ha demostrado J. W. EVAN, se encuentra muchas veces representada en el norte del Brasil, en los Estados de Bahía y Minas Geraes. Las lagunas en la observación entre este estado y el territorio del Uruguay, se rellenan por los apuntes de E. DE OLIVEIRA. Este autor divide el edimento predevoniano del Estado de Paraná en dos partes: una yacente, consistente en gneis y en otras pizarras cristalinas, y otra pendiente, llamada serie de Asunguy, cuyo carácter petrográfico consiste en la unión íntima de pizarras filíticas y cuarcíticas con caliza cristalina. El rumbo general se dirige hacia el E .

Ya D'ORBIGNY demostró, en qué grado el contorno del continente sudamericano depende de las líneas estructurales. La di-

rección NW- E. que siguen las tierras de la Prov. de Buenos Aires y el mismo Río de la Plata, no encuentran su equivalente — como se ha dicho hace poco, siguiendo a A. D'ORBIGNY — en parte del Fundamento cristalino del Uruguay, sino en formaciones mucho más modernas.

Nuestra dirección de E coincide con el «Système Brésilien» del sabio francés, que según él, se extiende hasta las puntas del Río Negro. Dicho plegamiento pertenece probablemente a la Formación silúrica y es comparable, según su edad, con el conocido, bajo el término de caledónico. La analogía en la composición de grandes partes del Fundamento cristalino uruguayo con el brasileño de cierta región, es evidente. Así, como en el primero ciertas pizarras micritalinas, y especialmente filitas calcíferas, desempeñan un rol importante y están acompañadas por cuarcitas, pizarras hematíticas y yacimientos de minerales de manganeso, así se encuentran desarrollado, en el Estado de Minas Geraes, Bahía y Poyaz, productos en parte muy análogos a los nuestros. O. A. DERBY lo llama en el Estado de Minas Geraes, «Formación itacolúmica», atribuyéndole una edad cámbrica, lo que también debe corroborarse a través de las rocas. Probablemente se trata más exactamente de formaciones precámbricas, y aquí debemos recordar la analogía entre nuestra cuarcita grunerítico-magnetítica con productos análogos bien conocidos, algonkiana, del Canadá y de los Estados Unidos. Es muy posible que además existan componentes más antiguos, pero sin duda el «tema brasileño» es el más característico a este respecto.

La inclinación de las pizarras micritalinas se manifiesta en muchos casos bajo un gran ángulo, pero es notable el hecho de que los miembros probablemente más modernos (filita con mármol), muestran a menudo una posición poco alterada (véase lám. 5, fig. 12).

1. Pizarras cristalinas

a. Gneis, Gneis cuarcítico, Cuarcita, Cuarcita filítica.

Al tratar el gneis, muy común en todas partes, lo que no interesa estudiar primeramente, es de qué productos proviene. Para esto no valdremos de la conservación de ciertas estructuras características en las rocas eruptivas, especialmente la porfídica y la aplítica. Además no proporcionan datos, las diferenciaciones leu-

CUADRO DE LAS PIZARRAS CRISTALINAS MAS IMPORTANTES

(Con referencia especial a los yacimientos uruguayos)

CUARZO	FELDSPATO	MICA (Biotita, Muscovita)	ANFIBOL	ACTINOLITA	PIROXENO	CLORITA	TALCO	SERPENTINA	CALEXITA DOLOMITA	MAGNETITA HEMATITA ILMENITA	GRAFITO SUSTANCIA CARBONOSA	GRANATE	
✠	✠	✠	+		+	+				+	+	+	Gneis
✠	+	+				+				+	+		G. cuarcítico
✠										+	+		Cuarcita
✠		+				+			+	+	+		C. filítica
✠		✠				+				+	+	+	Filita
✠		+				+				✠			Micaesquistos
✠		+				+			✠				Itabirita
✠		+				+			✠				Filita calcárea
+		+	+		+	+		+	✠		+		Mármol calcítico
													M. dolomítico
	✠		✠		+	+				+		+	Anfibolita
+			✠			+				+			Hornblendesquistos
				✠									Nefrita
			+			✠			+	+			Cloritoesquistos
+						+	✠						Talcoesquistos

có - y melanócratas, que a veces sobreviven, y también los efectos producidos por metamorfosis de contacto. Todas estas conclusiones se prueban de que la mayoría de los gneises son «Orto-» y no «Para-» rocas. Se puede caer en error cuando—como ya se observa cerca de Montevideo y también cerca de Rico Pérez, en un depósito cerca de la estación y de aquí en la línea férrea a Melo (km 344 entre Tupambaé y Cerro de La Cuentas)—el «gneis biotítico» pasa aparentemente a «micasquistos biotíticos» y también a rocas que contienen óxido de biotita. La clave para averiguar la naturaleza del «gneis» reside en la separación en productos globulares con estructura concéntrica, lamelar y el acompañamiento de filones aplíticos y lamprofídicos. El granito «ionítico» pasa así del tipo gneis ortocristalino a «micasquisto» y no es nada más que una modificación metabólica.

Otros ejemplos de ortogneis típico afloran en la línea férrea de Rico Pérez a Treinta y Trece, entre el pueblo de Rico Pérez y la Estación de Zapicán. En dicho sitio se encuentra una hermosa granitita con estructura porfídica, debido a grandes criolitas de feldespato de color encarnado, roca que, en parte fuertemente cloritizada, pasa a «gneis de ojos» y por disminución de los componentes claros pasa a «cloritoesquisto». Se observa lo mismo en el área cerca de Cuñapirú, Corrale y Zapucay, donde granitos biotíticos acompañados por lamprofido y aplitas, pasan a «cloritoesquisto» que constituyen la roca madre de los filones de cuarzo con su pirita aurífera.

Igualmente como en los casos citados, el paso de gneis a un tipo mica - y cloritoesquistos, puede inducir a conclusiones erróneas, también en otros casos la posición alternante entre banco de gneis y de mármol, parece señalar el origen sedimentario del gneis. Este yacimiento afloran en varios puntos por ej. en el norte del Dep. de Maldonado, en la Zanja del Tigre (véase fig. 1). El acompañamiento del gneis—que se caracteriza bajo el microscopio por linda uniones. (Verwachsungen) microméfica—por diferenciaciones lamprofídicas, también en este caso demuestra su origen eruptivo.

Pertencen además a este grupo gneises encarnados de grano igual, rocas bastante comunes en los Dep. de Maldonado, Treinta y Trece y Cerro Largo. Dicho tipo representa probablemente nada más que granitos aplíticos semejante a los de los alrededores de Montevideo, que han emanado bajo presión lateral. Así, por ejem-

plo, en el campo del Sr. DOROTEO NAVARRETE, 15 km al de Melo, comprendido en el rumbo de las pizarras cristalinas del C. Largo y del C. Pelado al E de Melo (véase adelante), el origen eruptivo del gneis se demuestra por la presencia de un producto de contacto, parecido a piedra córnea.

Las cuarcitas pueden estar formadas por miembros muy heterogéneos, y son rocas que por su contenido ocasional en minerales de Fe y Mn, las trataremos con más detalle en el capítulo relativo a los yacimientos metalífero del país. En algunos casos, por ej. en los alrededores de Corrale, Dep. de Rivera, se trata de pseudo-cuarcitas, quiere decir de miembros de la familia de las pizarras cristalinas, sustituidas hasta la totalidad, por infiltraciones de cuarzo, observación, que es de interés para la determinación del origen de los minerales metalíferos. En otro caso, por ej. en la cuarcita férrica del Cerro Valentín (Estación Valentiné) y en sus alrededores, deberían pertenecer, por la aparición simultánea de pizarras filíticas, rocas sedimentogénea, tal vez metamórficas de contacto. Otras cuarcitas magnetíticas en los Dep. de Minas y Maldonado, se caracterizan por una hornblenda grunerítica y son también de origen probablemente sedimentario. Para cuarcitas magnetíticas, por parte con interposiciones de caliza cristalina, a veces se encuentran, incluídas en gneises, por ej. en los Cerros de Areicuá y Chato (Dep. de Rivera). Además pertenecen a este grupo cuarcita: y pizarras cuarcíticas parcialmente grafíticas o parcialmente maganesíferas de los alrededores de Montevideo. Yacimientos de esta índole se encuentran en el pié Este del Cerro (1) y en una pequeña isla en la desembocadura del A. Pantano o. El color obscuro del primer yacimiento ha dado lugar a especulaciones respecto al hallazgo de carbón y grafito, y se han registrado denuncias bajo el nombre de « minas » en el Registro de Hacienda.

Menos dudoso es el origen de miembros del grupo rocoso en cuestión que están en íntima relación con filitas cuarcíticas. También ellos llevan a veces un contenido de componentes férricos. El contenido en hierro de estas rocas se manifiesta, cuando se componen, al formar un suelo de color rojo vivo (puntas del A. Fraile

(1) Por ej. en las calles IV y Perú (véase el croquis, lám. 14, fig. 36), donde la cuarcita rica en substancia grafítica y muy descompuesta, se encuentra incluída en una aplita. Otros yacimientos de este tipo se encuentran entre las calles de Inglaterra y Norte América y cerca de un corral en el pié Sud. Por su reducida extensión no ha sido posible fijarlos en el plano, con excepción del yacimiento llamado en primera línea.

Muerto, parajes entre el A. Barriga Negra y la línea férrea a Treinta y Tres). De igual manera como ya se ha mencionado, una parte del cuarzo es de procedencia secundaria y este fenómeno se acentúa hasta la remoción de los otros minerales. Se comprende fácilmente que semejantes rocas amenudo hayan perdido toda división pizarrosa, y los terrenos que forman, son estériles. En las proximidades occidentales de Minas, aparece una zona rica en estos productos, dirigida al N E y que comprende, también, el Cerro Verdún, zona que ya desde lejos se destaca por la aspereza de sus formas.

En otros casos, la arenisca original metamorfoseada en cuarcita, aparece sin infiltraciones. La roca más compacta, y al mismo tiempo más pura entre estos productos, es la cuarcita astillosa, con fractura cortante como un cuchillo, ya mencionada de la Abra de Perdomo y de su prolongación hacia el N E y W. El espesor de la roca inclinada verticalmente es más o menos de 100 metros. Hacia el W siguen, destacándose bien del campo, diversas zonas paralelas compuestas de una cuarcita más impura y algo filítica, bien estratificada. A dichos tipos intermediarios entre cuarcita y filita, pertenecen pizarras de una divisibilidad plana extraordinaria. Se encuentran al sud de Minas en el valle del A. San Francisco superior y su explotación ha originado numerosas canteras, una de las cuales lleva el nombre muy gráfico de «El Libro Gigante». Las placas obtenidas tienen una superficie que a veces excede a un metro cuadrado, y se han empleado para veredas, entre otros puntos, en Minas (véase la placa delante de la Confitería, en la Plaza Artigas). Hoy en día se prefieren en general las veredas de piedras artificiales acanaletadas, que no presentan el inconveniente de la primera, de volverse lisas y resbaladizas por el uso.

Pizarras análogas se encuentran en gran cantidad en las «cuchillas» al N de Treinta y Tres—si bien menos plaquiformes—conjuntamente con filita, y en los alrededores de Conchillas, Dep. de Colonia, con talcooquistos. El contenido de algunas de dichas pizarras en substancia carbonosa, ha motivado especulaciones y hasta perforaciones en busca de hulla (!).

b. Anfibolita, Hornblendesquist, Cloritoesquist.

Como una gran parte de las rocas descriptas en el capítulo precedente, pertenece a la zona superior (epi-), y en parte, también, a la mediana (me o-) del metamorfismo de profundidad, también se trata, entre las formaciones que mencionamos ahora, de yacimientos que se «reacuñaron» en profundidades costrales relativamente reducidas, convirtiéndose el material original en pizarras cristalinas. E o se revela por su acompañamiento ocasional de filitas y, además, por la observación, no muy rara, de estructuras mecánicas (véase lam. 7, fig. 15.)

La descripción de las filitas se haría con provecho anexándola a la de las cuarcitas; pero conviene describir desde ya un grupo de rocas, que, como el primero, empieza con productos que se derivan esencialmente de roca eruptivas.

Yacimientos de pizarras anfibólicas de muy poca importancia se encuentran en los alrededores de Minas (Almacén Luis ЧАМІЛ, camino de Minas a Pan de Azúcar), donde se intersertan entre filitas y representan nada más que productos de la metamorfosis de filones lamprofídicos, tan comunes en aquel paraje.

Los yacimientos más extenso de pizarras hornbléndicas se encuentran en las costas del Río de La Plata, cerca de Montevideo y de Colonia, y ya ЧН. S. WЕІSS, en 1827, las caracterizó bien, poniendo de relieve la analogía de la formación rocosa del Cerro y del Cerrito, e indicando, también, su aparición en el Paso de las Duranas (A. Miguelete). El problema de la relación de la anfibolita con el hornblendesquist y su origen, se concentra para nosotros en la formación del material rocoso de las alturas recién mencionadas.

Tres razones inducen a reconocer como material original de las pizarras en cuestión, una roca plutónica diorítico-gábbrica, hecho tantas veces observado en el mundo, y estas razones son: el alto contenido en hornblenda verde, uralítica de todas las pizarras, la observación de un gabbro dialagífero en conexo con rocas casi puramente hornbléndicas (hornblendita con contenido de biotita) y la manera de unión entre la roca de la cima del Cerro y las formaciones de sus partes más bajas. La hornblenda verde, a veces también azulada, no es nada más que la llamada hornblenda «junco-sa» (schilfig), hecho que explica la tenacidad del hornblendesquist

(llamado «ba alto») y su empleo para pedregullo, por ej. en las canteras del Cerrito. El mineral se encuentra también en porfidoblastos, que muchas veces se conocen ya macroscópicamente. La roca se vuelve así manchosa, hasta nodulosa (p. ej. en el Camino Reyes cerca del Barrio de Juanicó), textura que se vuelve más visible por descomposición del tejido fundamental. La interposición de zonas con hornblenda de semejanza a: pecto, se hace generalmente de modo completamente irregular; a veces, sigue al rumbo de los e quistos, lo que se observa e pecialmente en la parte superior de la zanja marcada por los afloramientos del fundamento rocoso, zanja que se dirige desde las parte alta del Cerro hasta la calle Grecia (véase lám. 14, fig. 35). La definición óptica de la naturaleza de la plagioclasa, se hace casi siempre imposible, debido a su avanzada descomposición. En ciertos casos a: lados, e pudo, no obstante, definir miembros situados entre oligoclasa-andesina y labradorita. El cuarzo en gran parte es de origen secundario y su inyección se debe a fenómenos hidrotermales, pegmatíticos, que eran, como creo, los más importantes factores de metamorfismo. Una fotografía de semejantes roca hornbléndica infiltradas con cuarzo, se encuentra en 92, lám. II. Por salida del mineral, la roca se vuelve a veces: característicamente agujereada (l. c. lám. III). Otros minerales que figuran como accesorio, son: magnetita, ilmenita (frecuente en su transformación leucoxénica, llamada «huevos de insectos»), rutilo, apatita y otros. Respecto a este último mineral, véase lo que se dice más adelante.

Cerca del pasaje del camino a la Tablada, llamado camino lienra, sobre el A. Pantano, surge de la capa limosa una pequeña ma a eruptiva. La roca completamente descompuesta en su periferia, se caracteriza como gabbro por el mineral de dialaga, transformado parcialmente en hornblenda. Fuera de este punto no he encontrado ningún otro donde se haya conservado el piróxeno original. Existen, también, varios lugares, en donde la pizarra criсталina se nos aparece tan compacta como una roca eruptiva. Esto se observa en el hornblendesquistito de la cumbre del Cerrito (92, lám. III) y en dos lugares indicados en el croquis lám. 14, fig. 35).

Lo que induce e pecialmente a a reverar el origen eruptivo de las rocas que forman el Cerro, son las zonas y estrías obscura, es decir, pobres en feldespato, que se observan en muchísimos puntos en las partes más bajas del Cerro.

Estas zonas corresponden al hornblendesquisto que forma la cima de la altura alrededor del fortín y que allá se destaca en forma de pizarras sumamente áperas (92, lám I). Relaciones análogas, como las del Cerro, las encontramos en el Cerrito, y no solamente se limitan a estos dos puntos, sino que se observan en muchas partes, donde se encuentran las pizarras anfibólicas. Así, por ej., en la playa, desde el cementerio viejo en dirección al Este; en el Paso de las Duranas; en el camino Reyes, casi a la altura, predomina esta — como lo definimos — diferenciación original magmática en zona oscura, específicamente périda, y resistentes contra la descomposición y en partes más clara, por su contenido feldespático y por eso más liviano y más fácilmente decomponibles. Gracias al material de la primera composición, la cumbre del Cerro ha resistido a la denudación y a menudo se observa una roca bastante fresca, mientras que en las faldas tapadas con mucho limo, hay pocos afloramientos y sólo rocas de composición. La fotografía en 92, lám. IV, fig. 1, que intento se haya reproducido tan deficientemente, indica una de semejantes zonas oscuras (entre el martillo y 27 mm a la izquierda). Circundado de rocas más claras, el punto respectivo está situado en la esquina de las calles Uiza y Viscaya.

El croquis lám. 14, fig. 35, levantado en los años de 1908-09, época en que las « calles » de la Villa del Cerro, generalmente, no estaban bordada todavía con alambre, reproduce todas estas relaciones. El rumbo E - W, general en los alrededores de Montevideo (véase lo dicho anteriormente) se conoce por la interposición de emanaciones aplíticas en parte gneisoideas. Su inyección en el material original de las pizarras cristalinas se ha efectuado junto con la « acuñación » de su textura metamórfica característica.

En muchos puntos la hornblenda se ha transformado en clorita, habiéndose observado un caso en donde las fibras del mineral se arreglan, vistas bajo el microscopio, bajo el mismo ángulo de más o menos 124° , que representa un corte básico de un cristal de hornblenda. La unión de la hornblenda, afectando el aspecto de junco entrecruzado (schilfiges Gewebe), se substituye, de esta manera, por la abanicoidea, semejante a las flores de hielo (eisblumenartig) de la clorita. En otros casos la roca es atravesada por cintas cloríticas más o menos paralelas, que consisten en manojo fibrosos retorcidos (gedrehte Faerbüschel). En los lugares en que tiene lugar este enriquecimiento, la roca toma un aspecto algo ce-

roideos y en los sitios aislados en que la clorita prevale en la textura fundamental, resulta un lustre sedoso. La fotografía lám. 8, fig. 18, muestra una parte de un preparado microscópico correspondiente a una de estas zonas cloríticas de 2-3 cm de anchura y de contorno muy irregular, zona que atraviesa el hornblendesquistito del Cerro. Se ven en la textura fundamental clorítica numerosos granos de apatita ⁽¹⁾ y porfidoblastos de hornblenda, que sorprenden por su contorno idiométrico. Es notable que estos minerales y el tejido fundamental, estén atravesados helicíticamente por zonas paralelas de sustancias metalíferas (véase lám. 8, fig. 18). Sólo el análisis químico puede decir si dicha textura es indicio de una eventual procedencia sedimentaria y si existe analogía química entre la pizarra en cuestión y un hermoso Garbenschiefer (esquistito de gavilla) hornbléndico de aspecto bastante macizo que se encontró cerca del pueblo San Lorenzo en el Camino Burgues, antes de ser macadamizado. La especie de sedimentación reproducida en 92, lám. IV, fig. 2, no indica sedimentación: no es nada más — como me he convencido — que una consecuencia de la alteración de la roca.

Un esquistito hornbléndico que posiblemente se deriva de tufas se encuentra junto con bancos de mármol cerca de Polanco, Dep. de Minas. Visto bajo el microscopio, la roca de grano fino, se compone de un cambio alternativo en camadas de hornblenda verde secundaria y de cuarzo.

Es notable que la transformación de la anfíbolita y del hornblendesquistito en cloritoesquistito (esquistito verde) se demuestra de preferencia en los alrededores más cercanos a aquellos filones gneisoideos de estructura aplítica y granitoporfidica que se indicaron

(1) Es este el mineral según las experiencias de dos profesionales, uno químico y el otro geólogo (véase « El Día » del 14 de Abril de 1918), bajo cuya forma « posiblemente » se presenta aquel fósforo que provocó una especie de pánico en el Cerro, temiéndose una actividad volcánica. Según el descubrimiento de las dos personas citadas « la concentración de fósforo, que origina el fenómeno de las llamas y desprendimiento de humo, es máxima en los materiales de alteración que cubren la roca, que es donde se ha evidenciado la presencia de fósforo libre ». Otra opinión expresada por un profesional, geógrafo, nos enseña (« La Razón » del 15 de Abril de 1918), que « los habitantes de ciertas regiones de España, Noruega y Canadá, donde abundan las cristalizaciones de apatita, ven continuamente fenómenos como el del Cerro » (¡ qué felices !). Finalmente merece ser tenido en cuenta la opinión del cuarto técnico nacional, meteorólogo, de que « se trata de piedras saturadas de fósforo, simplemente » (« El Plata », del 15 de Marzo de 1918). Recomendando abstenerse de todo comentario y esperar con impaciencia el futuro! Resulta, pues, que los dos técnicos primeramente citados « proseguirán sus estudios, a fin de hacer no sólo el análisis cualitativo de la roca, sino el cuantitativo y ver de ese modo la forma de explotación del citado mineral ».

en el croquis lám. 14, fig. 35 (1). El llamado esquisto cristalino generalmente descompuesto, a menudo se une íntimamente con la roca filoniforme también frecuentemente mal conservada. Es posible que la transformación indicada de la roca hornbléndica sea simplemente el efecto de la descomposición en un lugar especialmente accesible a sus factores. Pero parece más probable que por la intrusión de la roca filoniforme se preparó al menos la cloritización.

Yacimientos de importancia secundaria sin valor práctico son los de una anfibolita epidótica y de rellenos de fisuras en la anfibolita de asbesto hornbléndico en el lado izquierdo del A. Pantanoso cerca de su desembocadura. Hay también, procedentes del Dep. de Minas, muestras de un asbesto de fibras largas, pero broncas; mas no conozco el yacimiento de autopsía.

Por lo que respecta a la extensión del cloritoesquisto, material aquí, como en todas partes tan heterogéneo, hay que decir que carece de importancia, lo que hace suponer su derivación general de rocas eruptivas filoniformes. Una extensión superficial relativamente más grande, tienen los productos ya mencionados como facies marginal durbaítica de granitos gneisoideos, biotíticos y hornbléndicos. Se encuentran en la región de Corrales y Zapucay, como también en la línea férrea de Nico Pérez a Treinta y Tres. Comparados con estos productos, los cloritoesquistos, que se derivan probablemente de lamprófidos, casi no merecen más la denominación de roca. Por su extensión reducida se encuentran en todas partes en un estado avanzado de descomposición, de manera que ni la investigación microscópica puede revelar nada esencialmente nuevo. Así por ej. en secciones delgadas pertenecientes a rocas de Maldonado (cantera General Burgueño, Mina Uruguay, al E de la misma, y y en el camino a Pan de Azúcar) se distinguen fenocristales de plagioclasa cloritizada en una masa fundamental rica en clorita, clinzoisita y calcita.

(1) Cerca de la playa se encuentran afloramientos característicos entre las calles IV y Perú, como también en las dos pequeñas islas. En el punto indicado primeramente, la roca filoniforme incluye una gleba (Scholle) chica de cuarcita carbonosa (véase el croquis) y se reduce, al acabar en punta, a simples infiltraciones de cuarzo. En la pequeña isla que se encuentra en la desembocadura del A. Pantanoso, reina un conjunto interesante múltiple, de anfibolitas y de filones gneisoideos granitoporfídicos, que han penetrado según y a través del rumbo de aquellas y se diferencian marginalmente una parte en aplitas, y otra se presenta atravesada por éstas. Dichas infiltraciones no se han indicado en el croquis.

c. Micaesquisto, Filita, Filita grafitica, Esquisto hematítico, Filita calcárea, Mármol.

Con excepción de las rocas indicadas más arriba como facies marginal básica de granitos gneísicos y biotíticos, se trata aquí siempre de productos sedimentogéneos. El yacimiento más característico de un micaesquisto se halla cerca de Montevideo, en las inmediaciones del Dique Cibils. La pizarra se inclina hacia el N, inmediatamente a un fuerte filon pegmatítico que tiene el mismo rumbo de W-E y pasa hacia el E (la playa), a filitas acompañadas por anfibolitas. El micaesquisto muy pizarroso se caracteriza por su riqueza en granate. Las hojas moscovíticas y biotíticas presentan una bella estructura de ojos alrededor de los granos del granate, cuyo tamaño decrece desde la pegmatita hacia la playa. Generalmente están envueltos por un fino manto azulado - gris de cianita (retizita) muy carbonosa.

Una pizarra parecida a la mencionada se encuentra con el rumbo característico de NNE en el Cerro Pelado, 5 km al E de Melo, en el camino al puente del Chuy. El yacimiento forma una pequeña isla cristalina de pocos metros cuadrados, incluido en las formaciones sedimentarias. Botánicamente el punto en cuestión se manifiesta enseguida por su riqueza en cactus, plantas que faltan en los alrededores. Por su tamaño reducido no ha sido posible indicar el yacimiento cristalino en el croquis lám. 15, fig. 36, sólo se ha indicado el rumbo mencionado.

La influencia pneumato - contactometamórfica de la pegmatita turmalinífera sobre el micaesquisto del Dique Cibils es sin duda manifiesta. Se observa, pues, fuera de la pegmatita de un espesor de 5 - 10 metros, otro filón paralelo en una distancia de 20 - 30 metros, de carácter más aplítico hasta transformarse en exudaciones de cuarzo, muy variable en su espesor y entrando en las pizarras por medio de una gran cantidad de apófisis muy ramificados y serpeados. Un yacimiento análogo se observó cerca del A. Ombú en las nacientes del A. Corrales, Dep. de Minas. Aquí una filita oscura, bastante cristalina, que ya se mencionó anteriormente, incluye bancos de mármol y pasa al lado de interposiciones de cuarzo débiles en micaesquisto. El hecho de que estas inclusiones de cuarzo son de origen secundario, se conoce no lejos del punto indicado, en el camino que va desde el pueblo de

Zapicán, pasando por la Capilla de Olascoaga, al límite del departamento. En este lugar el esquisto, cuya posición ha sido poco alterada, y fuertemente impregnado con filones de cuarzo, está transformado en micaesquisto bien cristalino. El carácter de metamorfosis se presenta todavía más pronunciado en los esquistos hematíticos que se describirán en el capítulo sobre los yacimientos meta-líferos. Otras filitas más cristalinas a consecuencia de la silificación padecida, se observaron en el Dep. de Canelones, en las alturas ásperas y pedregosas al NW del pueblo de Mosquitos. Ciertas rocas que sólo por su aspecto macroscópico podrían tomarse como « gneis », no representan otra cosa, que una filita que a consecuencia del fenómeno de cuarcificación resulta tanto más maciza, cuanto más cristalino.

Si, pues, como parece, los yacimientos de micaesquisto del país no son nada más que formaciones locales metamórficas de contacto o de inyección, entonces se comprende que en su distribución quedan muy detrás de la filita más o menos cuarcítica o calcífera. La unión entre filita y caliza cristalina (mármol) es tan constante, que en cada yacimiento de filita se puede esperar también la caliza correspondiente. Así ya en los yacimientos cerca de Montevideo muy reducidos consistentes en una filita gris oscura ⁽¹⁾ bien apizarrada, se une la filita (véase el afloramiento mencionado en la nota al pie en primera línea), con pequeñas cantidades de caliza. La zona filítico - calcárea principal dirigida al N N E, comienza en las inmediaciones de la costa del Río de la Plata, cerca del pueblo de Piedras de Afilas (Dep. de Canelones), donde, en interposiciones de filita contactometamorfoseadas, el contenido original en carbonato de calcio de aquella, se manifiesta por grandes cantidades de epidoto (véase más adelante). Poco más al Norte, en el Dep. de Maldonado, es decir en la cantera de mármol llamada « General Burgueño » y en sus alrededores, la unión entre filita y mármol se observa con toda claridad, lo mismo que en muchos puntos de la Sierra de Carapé. Los alrededores de Minas son muy ricos en filita y también la región de Polanco. Cruza la zona en cuestión la línea férrea de Nico Pérez a Treinta y Tres entre las

(1) La pizarra se encuentra cerca del fin N W del camino Propios en el lecho del A. Miguelete y especialmente en el rincón formado por el Camino Burgues y el A. Casavalle. El color mencionado del esquisto cristalino ha provocado especulaciones sobre presencia de carbón (y además de petróleo), productos de una fantasía desenfrenada, que dieron motivo a la creación de la « Mina La Montevideana » (!). « El Día » se refiere a estas supuestas riquezas de nuestro subsuelo en su número fecha 16 de Enero de 1912.

Estaciones de Zapicán y Corrales, siendo la filita en dichos lugares, como se constata tantas veces, de composición algo cuarcítica. Los yacimientos de filita de gran extensión más septentrionales, los observé cerca de las puntas del A. Fraile Muerto, del Río Tacuarí y del A. Parado como también hacia el lado W del C. Largo, 30-40 km al S de Melo.

El grado de cristalinidad de la filita es bien distinta; se observan tipos que sorprenden por su semejanza con sedimentos (camino de San Carlos - Dep. de Maldonado - a Minas), como también representantes de brillo cristalino. Esta cristalinidad aumentada se manifiesta a veces por pequeños granates (A. Miguelete), y está en conexo con inyecciones de cuarzo, o es consecuencia de presiones mecánicas (arrugamiento de la roca). La coloración de la filita, casi siempre oscura, provoca esperanzas sobre hallazgo de fósiles y tanto más en los lugares de mayor concentración de substancia carbonosa. Desgraciadamente no se ha encontrado hasta ahora ningún resto orgánico. Un contenido algo más grande de grafita se encuentra en un pequeño afloramiento cerca de Mosquitos, y otro en el camino de Minas a Mataojo (Campo P. SILVEIRA en las puntas del A. Mataojo de Solís), yacimiento que ya ha dado origen a múltiples especulaciones.

Filitas calcáreas del tipo de las que se encuentran p. ej. en el camino de Minas a S. Antonio, en las inmediaciones del paso sobre el A. Campanero Grande. forman los miembros intermedios entre filita y caliza cristalina, roca, que como ya se dijo, es altamente significativa en la zona filítica del Este del país. En lo que respecta a las relaciones de edad entre las calizas cristalinas uruguayas y los yacimientos de la Provincia de Buenos Aires (Sierra Baya) hay que decir, que estos últimos se distinguen de los primeros por su aspecto más sedimentario. Es seguro que son de edad geológica menor, probablemente silúrica.

La variabilidad del aspecto de las rocas en cuestión es muy grande, más todos pertenecen al mismo yacimiento geológico, es decir interposición de lentes y fajas más o menos aplastados entre esquistos filíticos y anfibolíticos. En la superficie, la caliza se caracteriza por sus colores a veces casi negros, provenientes de una tapa delgada de algas y muy pequeños líquenes.

La variedad de mármol más común es una roca de un color gris-claro hasta oscuro, colores sucios, también de tintes brunos y rojizos, de aspecto debilmente cristalino y que se usa en la

fabricación de cal viva y en la del cemento portland (canteras al pié del C. Verdun). El producto se halla muy a menudo atravesado por zonas fanero cristalinas y de filones de contorno muy irregular de cuarzo o de cuarzo con feldespato, ambos de naturaleza pegmatítica. Dichas infiltraciones pueden producir, siguiendo su contorno una especie de veteamiento en la roca (canteras en las puntas del A. Molles de Aiguá). Los alrededores de Minas; las alturas entre esta ciudad y el Dep. de Maldonado; la región de Polanco (Dep. de Minas); una zona comprendida entre este pueblo y el de Nico Pérez; en la línea férrea entre Nico Pérez y el pueblo de Zapicán; finalmente parajes entre Treinta y Tres y las nacientes del A. Fraile Muerto, del Río Tacuarí y del A. Parado, todos estos lugares son ricos en caliza cristalina. Su explotación en muchos casos se hace imposible porque, si bien los bancos se intersertan en gran cantidad entre las filitas, en cambio tienen un espesor demasiado reducido.

Análisis de rocas pertenecientes al grupo en cuestión se han ejecutado por el Dr. J. SCHRÖDER (72, pág. 45). Se trata de rocas de color en parte gris-azulado, en parte rojizo, de aspecto poco cristalino, tipos que fueron recogidos al pié del C. Verdun y cerca del A. Molles de Aiguá (véase los análisis bajo 1 a 3).

	1	2	3	4
Si O ₂	3,10	3,70	7,55	2,90
Al ₂ O ₃	0,25	—	0,45	} 0,93
Fe ₂ O ₃	0,80	1,12	1,35	
CaO	49,45	50,05	46,40	51,44
MgO	3,80	3,03	2,25	2,05
CO ₂	42,50	42,10	41,80	42,51
S.	n.d.	n.d.	n.d.	0,10
	99,90	100,00	99,80	99,93

Una roca análoga a las mencionadas, igualmente oscura y de grano muy fino, roca proveniente del A. de La Plata, 10 km al SW de Minas, la describe R. MARSTRANDER. La composición química es la indicada bajo el número 4.

A consecuencia de la finura del grano generalmente los bordes de los cristales se tapan, en el preparado microscópico, de manera que es difícil indicar, si los granos tienen contorno rectilíneo, es decir si son cristalográficamente definido e dente-

llado. Parece que prevale este último contorno. El tamaño del grano varía entre 0,04 y 0,1 mm.

En las nacientes del A. Pan de Azúcar (almacén FRANCISCO DE LEONE en el límite de los Dep. de Minas y Maldonado, y además cerca de Polanco (Capilla Doña Rosa de Fuentes) como también en muchos otros puntos, se interponen como un refinamiento de la caliza gris - azulada, bancos a veces débiles, a veces más gruesos, de un mármol blanco como la nieve, muy atravesado por vetas pegmatíticas (segundo grupo). Su grano es tan fino que resulta un brillo debilmente ceroideo y no se nota, ni aún con el auxilio del lente, estructura granulosa y si solamente algunas exfoliaciones del carbonato. Vistos bajo el microscopio estos productos revelan una granulación en algunas zonas más pareja, que los tipos del primer grupo. Los contornos de los granos parecen ser en su mayoría rectilíneos y su tamaño aumenta en las zonas de infiltración pegmatítica.

Análogo a estas calizas cristalinas, si bien de un grano no tan fino es el mármol de la cantera ya varias veces mencionada de General Burgueño en el Dep. de Maldonado. La roca explotada en bloques en partes muy grandes, se emplea para quemar, en la refinería de azúcar, en la fabricación de jabón, y desde hace ya algunos años, también para la decoración esencialmente interna de edificios. El material que en algunas partes es de color blanco nieve, se distingue en otras partes por un veteamiento rojizo - amarillento, gris o verdoso, colores que, una vez pulida la roca, le dan tonos bien cálidos. Más no se sabe hasta ahora si estos resisten a los atmosferilios. La coloración se produce por interposición de componentes de óxidos de hierro o grafiticos y cloríticos. La composición química de una muestra completamente blanca recogida y analizada por mí es la de una caliza muy pura (97, 97 % CaCO_3). Bajo el microscopio se manifiesta con grano casi igual, el tamaño del cual varía entre 0,01 y 0,06 mm; resulta difícil indicar con seguridad el aspecto del contorno de los cristales. Parece que prevale la unión dentellada (Verzahnung).

El tercer grupo de rocas que, como se entiende, está ligado íntimamente con el anterior, consta de mármoles en parte blancos, en parte rojizos y azulados, unicolores o manchados, que ya macroscópicamente, ya ciertamente bajo la lupa, muestran una estructura sacaroidea e incluyen muy a menudo minerales

del grupo anfibólico. Su distribución en la roca indica la estratificación de las filitas o esquistos hornbléndicos acompañantes. El yacimiento más típico de esta naturaleza lo encontré al E de Minas, en las puntas del A. Molles de Aiguá. Aquí las agujas del así llamado « amianto », de color blanco de nieve, arreglados en buquets densos, llegan a tener una longitud de 10 cm o más aún, y se unen íntimamente con el mármol. El aspecto bajo el microscopio de secciones básicas del mineral, permite definirlo con seguridad como miembro del grupo indicado de silicatos. El análisis (J. SCHRÖDER 72, pág. 45) dió

SiO ₂	. . . . .	63,82
Al ₂ O ₃	. . . . .	1,66
Fe ₂ O ₃	. . . . .	—
CaO	. . . . .	12,75
MgO	. . . . .	19,81
K ₂ O	. . . . .	0,31
H ₂ O	. . . . .	0,22
		<hr/>
		98,57

Sorprende aquí el alto contenido en SiO₂ y el porcentaje relativamente bajo de MgO junto con una cantidad muy reducida de sesquióxidos. Los análisis de tremolita indicados por C. DOELTER (23, II, 1, pág. 592) son todos, aún estando presentes el Al y el Fe, más ricos en MgO, que nuestro mineral. Las variedades estructurales de la tremolita, actinolita y miembros intermedios, llamados « Zillerita » son, si bien en parte muy pobres en MgO, notablemente más ricos en FeO. Además, la roca se caracteriza por su alto contenido en agua químicamente retenida. Tal vez en nuestro caso se trata de una transformación parcial en talco, bajo salida de MgCO₃. También parece que el material del análisis no era puro o se encontró algo descompuesto, pues se menciona fuera de los componentes indicados arriba, un contenido de CO₂ — 1,38 %. Entre los análisis de hornblenda citados por C. HINTZE, (40, II, pág. 1233) se encuentran varios en parte correspondientes a tremolitas, con un contenido de sílice, superior a 59 %, sin que, siendo el porcentaje de Fe y Al bajo, la cantidad de MgO sea más o menos análoga a la nuestra.

Mineral fibroso actinolítico parecido al mencionado, pero de color verduzco se encuentra incluído en un marmol de grano grueso proveniente de la Cuchilla Grande, cerca del pueblo

Saca Chispa. También el mármol de los alrededores más lejanos de Polanco, Dep. de Minas, en parte se muestra rico en interposiciones asbestoideas.

El tamaño del grano de las rocas en cuestión permite la definición exacta de su contorno. Sólo ví una roca, proveniente del pié S W del C. Arequita cerca de Minas, cuyo preparado microscópico demuestra una estructura típica de mosaico con granos articulados entre sí por líneas dentelladas (véase la fig. 2 en 93). El análisis realizado por el Dr. J. SCHRÖDER (72, pág. 45) antes de los estudios microscópicos contenidos en 93, revela un contenido de MgO de sólo 2,20 %, lo que está conforme con el hecho conocido, de que mármoles caléiticos tienden a la formación de la estructura en cuestión, mientras que los mármoles dolomíticos, generalmente se caracterizan por la estructura llamada por ROSENBUSCH « panidiomorfa ». Si los pocos preparados practicados permiten abrir un juicio, también las rocas del extenso paraje marmólico en las puntas del A. Mataojo (Dep. de Maldonado), debén demostrar la estructura recién indicada. Estos mármoles a veces están fuertemente mezclados con minerales accesorios, en primera línea con cuarzo. El paraje fué investigado, especialmente desde un punto de vista práctico, por R. MÅRSTRANDER. Los análisis de 31 rocas distintas indican que se trata sin exclusión de mármoles dolomíticos; el contenido de MgO no es inferior al 16 % y oscila generalmente hasta un 20 %. La cantidad de SiO₂ se eleva a casi 24 %. El autor indicado resume que las rocas, si no se pueden extraer en estado completamente fresco, resultan practicamente casi sin valor alguno. De las observaciones geológicas respecto de la posición y del origen de los mármoles se hablará más adelante.

Otros yacimientos de grano mediano, en parte unicolores en parte manchados, son los del A. Barriga Negra que ya mencionó WEISS. Pertenecen finalmente al grupo en cuestión los yacimientos más septentrionales mal aflorados en el C. Calera (Dep. de Rivera) y al N de este punto. Merece especial mención la roca que forma el miembro más septentrional de la serie de mármoles en el Este del Uruguay. El yacimiento queda del lado izquierdo del A. Chuy superior, cerca del pueblito de Ñandú, y forma como él del C. Pelado en el camino de Melo a Artigas, una pequeña isla en la que aparece el Fundamento cristalino a flor de tierra, circundado por todos lados por sedimentos de la Formación de Gondwana. La roca gris maciza que carece de estratificación visible, se empleó en

Melo en otras épocas; se distingue por numerosos cristales de calcita más grandes, que tienen el aspecto de granos de cuarzo y producen el brillo cristalino del mármol.

El cuarto grupo de mármoles nacionales lo constituyen rocas de estructura sacaroidea. El grano mide aquí 1 mm y aún más de diámetro. Pertenecen a esta categoría el mármol dolomítico blanco cereano al pueblo de Polanco, producto que se caracteriza por sus manchas verdosas y que se inserta entre esquistos hornbléndicos. El contenido de MgO alcanza aquí a un 20,50 %. La piedra en algunos puntos se muestra rica en interposiciones de un mineral incoloro de fuerte refracción, que según sus cortes básicos, su doble refracción fuerte, como también el ángulo de extinción, resulta ser un diópsido. Se ha transformado en gran parte en serpentina amarillento-verdosa, presentando una buena estructura de rejas. Mientras en las anfibolitas que acompañan al mármol, la augita original se ha transformado en hornblenda, el mismo mineral en el yacimiento geológico de la roca oficalcítica, aparece como piróxeno diopsídico. Merece mención además una roca descrita por MARSTRANDER, proveniente de un gajo del A. Pan de Azúcar superior (campo de ANDRÉS ACOSTA). El diámetro de los granos es de 1 a 2 mm y se trata, según la composición química, de un mármol calcítico puro que es transparente hasta el espesor de 2 cm.

Al quinto y último grupo pertenecen productos con grano de 5mm en diámetro. Siempre se trata de yacimientos limitados en su extensión, que son por una parte nada más que rellenos de fisuras (cantera al pié del C. Verdún) por otra parte, inclusiones de poco espesor en pizarras cristalinas. Así MARSTRANDER menciona un mármol calcítico proveniente de los alrededores de la « Fuente del Ruma » (campo E. ARIZA), cerca de Minas que representa un yacimiento de 60 a 80 m de espesor. La colección FLOSSDORF contiene una muestra proveniente del C. Areicúa, muestra que sorprende por el tamaño de su grano y corresponde a una roca que, según la etiqueta, constituye una inclusión de más o menos 4 m de espesor dentro de una cuarcita magnetítica.

Como término de este capítulo, voy a hacer algunas indicaciones respecto de la especie de metamorfosis, a la cual deben su origen las rocas mencionadas. Desde el punto de vista del metamorfismo regional (de profundidad), la mayoría de nuestras rocas interpuestas en yacimientos de poco espesor especialmente entre pizarras filíticas, corresponde a la zona Superior (epi-rocas) de

la teoría de VAN HISE y U. GRUBENMANN. Ya la coloración gris-obscura tan común, como además la presencia de productos escato-loideos (1), dan indicios en dicho sentido. Además, según dicha teoría, los mármoles calcíticos y dolomíticos bien sacaroideos, de aspecto más macizo, tendrían que corresponder a la zona Mediana y los yacimientos raros, de grano grueso, tal vez a la zona Profunda (kata -) de los autores mencionados. Dicha explicación del origen de la cristalinidad de los mármoles seduce por su sencillez, pero no se le puede aplicar en nuestro caso.

En cuanto se refiere en primer lugar a las rocas de estructura cristalina más gruesa, se trata aquí de productos metamorfosados por contacto y por inyección. Bien se conoce en el yacimiento cerca de Minas, como los bancos de mármol se orientan alrededor de un pequeño macizo de granito, roca, que penetra en ellos por medio de prolongaciones pegmatíticas y lamprófidas. El mármol se manifiesta, cuanto más cerca al granito, tanto más de grano cristalino grueso.

El yacimiento situado en el Dep. de Rivera no lo he visitado en mis giras; más hay que tomar en cuenta que la cuarcita mencionada incluye otro yacimiento de mármol de un grano de 1 a 2 mm de diámetro. Esta roca se distingue por sus componentes de óxido de hierro, los que le dan un aspecto salpicado blanco-oscuro. El estudio microscópico demuestra que se trata de un yacimiento de oficalcita, si así se le puede llamar, puesto que las manchas no son verdes, sino brunas. Resulta, pues, que una olivina muy rica en hierro, se ha transformado en serpentina, al mismo tiempo que se han formado grandes cantidades de óxidos de hierro.

En el grupo de los mármoles macroscópicamente más o menos sacaroideas, componentes accesorios que aparecen como productos de contacto, desempeñan un papel bastante secundario; ya se han mencionado hallazgos aislados de diópsido, actinolita y tremolita. Apesar de esto, al menos en tres casos, no existen dudas respecto del origen contactometamórfico de la roca. La caliza cristalina actinolítica ya mencionada se encuentra, según GUILLEMAIN, atravesada por el granito, que le ha transformado en un mármol amarillento, granudo. Por lo que respecta a la roca de grano grueso sacaroideo de Polanco, las relaciones entre éste y el granito son ínti-

(1) R. MARSTRANDER llama la atención sobre el olor feo, que el material de la cantera Las Bochas en la Zanja del Tigre (Dep. de Maldonado) produce al romperlo.

mas. El primero está colocado en parte directamente al lado del granito y se halla perforado por filones aplíticos y de cuarzo, y por otra parte, se encuentra en estratificación alternante con bancos de granito gneisoideo. Relaciones análogas se observaron en el C. Largo, entre el ortogneis y la filita visiblemente endurecida por contacto, y además la caliza cristalina.

MARSTRANDER ha hecho una constatación análoga respecto de la rareza de minerales de contacto. Le causó sorpresa encontrar en las rocas que estudió, entre los productos mencionados, sólo wollastonita, y aisladamente diópsido, aún cuando están en íntimo conexo con numerosas intrusiones de granito. Compárese en este sentido el perfil levantado por dicho autor, cuya parte oriental se halla reproducida en la fig. 4. La ausencia de tales minerales

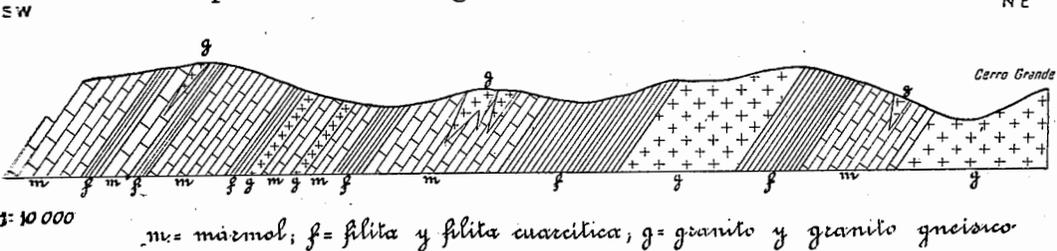


Fig. 4. Perfil de las pizarras cristalinas calcíferas en la Sierra de Carapé (según MARSTRANDER).

sorprende tanto más, cuanto que la presencia del cuarzo en algunas rocas, permite la formación de nuevos minerales. El hecho de que hubo una tendencia en dicho sentido, se revela en el mármol cuarzoso de la cantera Las Bochas (véase anteriormente). Aquí todo grano de cuarzo aparece envuelto en un manto de mineral fibroso, es decir de diópsido. Esta observación es análoga a una constatación de MARSTRANDER. El observó que en el mármol dolomítico gris azulado del A. Mataojo (el yacimiento más oriental en el perfil fig. 4), a un alto contenido de SiO_2 (14, 71 %), corresponde un porcentaje demasiado bajo de CO_2 (34, 10 %), cantidad insuficiente para saturar el CaO (29, 32 %) y MgO (19, 70 %). El estudio microscópico de la roca reveló, en efecto, una cantidad de diópsido, mientras que el cuarzo falta.

Si pues MARSTRANDER indica como resultado de sus estudios que los esquistos acompañantes tienen un aspecto poco cristalino, y que los mismos mármoles tienen, a veces, un grano fino, entonces resulta de esto y de lo que ya he afirmado, que las rocas en

uestión, con sus caracteres metamórficos, en general debilmente expresados, aunque bien visibles, forman los miembros intermedios con los productos que ya se describiéron en el primero y segundo grupo. El carácter poco cristalino de estos mármoles — apesar de la sensibilidad de las calizas contra influencias metaformoseantes — es análogo al de las pizarras, que los incluyen. Su transformación (Umprägung) en filitas, se ha producido mediante presión unilateral ⁽¹⁾, infiltración de productos de diferenciación aplítico-pegmatíticos, reducidos frecuentemente a simples exsudaciones de cuarzo, y finalmente por el tiempo. La importancia de los fenómenos citados en segundo término y su influencia, aún en el caso de estar muy distante la roca intrusiva correspondiente, no es una mera suposición, sino que es un hecho comprobado por muchas obsevaciones.

d. Inclusiones en las pizarras cristalinas: Serpentina, Epidosita, Talcoesquisto.

Delos productos que aparecen más bien como minerales incluidos entre las rocas metamórficas, se mencionó ya un yacimiento de asbesto, situado cerca de Montevideo. Pertenece también a este grupo una serpentina, hallada en el campo del Sr. Luis MELONÓ cerca de Minas que se compone en partes del mismo mineral y en parte de actinolita. Además la roca contiene ortita y bastante cantidad de cromita. Dicha formación se deriva probablemente de un lamprófidio por ser esta roca en algunos puntos rica en olivina. Además hay que mencionar una epidosita proveniente del camino de la Cuchilla Grande entre los Dep. de Minas y Maldonado (cerca de las dos cruces en el campo del Sr. N. VILLEMUR.) Como sucede en otras partes del mundo, también en este caso, la roca no es nada más que una especie de anexo a las calizas cristalinas, pues el paraje indicado se caracteriza por un cambio continuo entre filita y bancos de mármol.

Con más detalles describiremos el talcoesquisto de Conchillas (campo M. NARANCIO, Dep. de Colonia), yacimiento cuyo estudio motivó ya una publicación anterior (95).

(1) Por casualidad, debido solo a la descomposición de la caliza cristalina homogénea, se nota la presión que ha sufrido la roca (véase fig. 16, lám. 7). Estas estructuras tectónicas se revelan con gran nitidez en la superficie pulida.

El Fundamento cristalino de los alrededores del yacimiento se compone de pizarras cristalinas en parte ya mencionadas (anfíbolitas, filitas, cloritoesquistos y cuarcitas, tanto filíticas como grafiticas y calcíticas) y de rocas eruptivas (granitos, granitófidos, filones melanó -y leucócratos). La importancia práctica del yacimiento se explica por la pureza extraordinaria del material, de color blanco como nieve, pureza que se confirma por el análisis químico que va a seguir más adelante. Se emplea este material en Buenos Aires, en parte para fines cosméticos (polvo de MENNEN) en parte en la fabricación del papel y del jabón. El interés científico se despierta por el hecho que es posible demostrar el origen del yacimiento. La averiguación del origen no « tendrá que ser fundado en teorías muy hipotéticas » como opina el Sr. MONTROSE L. LEE, ex-Ingeniero de Minas del Instituto de Geología y Perforaciones (véase « El Día » del 27 de Octubre de 1914), pues en contra de las suposiciones de este autor respecto del origen del talcoesquisto, mi explicación con sus deducciones prácticas se confirmó integralmente por una perforación practicada por el instituto mencionado. Es éste al mismo tiempo un modesto ejemplo para ilustrar la verdad reconocida como innegable en otras partes, de que trabajos geológicos deben apoyarse en estudios científicos, y tanto más, cuando se efectúan en un país « eminentemente práctico. »

En el año 1913 en el yacimiento del talcoesquisto, ya existía una excavación de 15 a 20 metros de ancho, de 30 a 40 metros de largo y de 16 a 20 m de profundidad. Se acompaña el esquisto en el lado oriental por pizarras claras cuarcíticas, que están a flor de tierra en la esquina Sudeste de la excavación, mientras que en el lado occidental las rocas acompañantes no están a flor de tierra. La aparición de una especie de roca de transición indica también aquí que termina el material explotable.

Mientras, pues, la parte central de la excavación de valor técnico, muestra una roca puramente blanca en parte poco estratificada, de estructura fibrosa sumamente fina, de tacto muy grasosa, la estratificación hacia el W se manifiesta más clara, apareciendo ya macroscópicamente visible, junto con la coloración sucia, gris-verde, un aumento de las fibras.

Una prolongación del esquisto talcoso, blanco, hacia el N en dirección a un valle chico, dirigido más o menos vertical al rumbo, queda de suponer, pero la capa de limo sobrepuesta, ofrecerá dificultades a la explotación. Ya en la parte más baja del vallecito y

especialmente al lado septentrional del mismo aparece una roca eruptiva, un granitófido, separado en bancos gruesos. Más perspectiva a éxito tiene tal vez la persecución de los trabajos hacia el lado opuesto, meridional, desapareciendo, sin embargo, aquellas formaciones que acompañan el yacimiento que voy a describir junto con otro afloramiento. Se observaron éstas, como he oído, de la misma manera durante la excavación.

Se trata pues de una interposición lentiforme de talcoesquistos de poco espesor, entre pizarras cristalinas y no de un miembro normal del último grupo de rocas.

Respecto a la composición petrográfica de la roca hay que mencionar que no todas las partes dentro del material de valor técnico tengan el mismo color blanco puro y la misma blandura y grososidad. Se destacan, pues, interposiciones de una substancia dura, marmoloidea de grano muy fino, a menudo de color débilmente verdoso, además blanco, que apesar de su dureza se muelen y se emplean prácticamente. Mientras que estas partes no muestran un arreglo fijo, sinó alternan irregularmente con el talcoesquisto, se destacan trozos de tamaño a veces más grande que una cabeza, arregladas en zonas verticales, paralelo con la división pizarrosa ocasionalmente visible. En la figura adjunta a 95, se conocen algunos de estos trozos, por ej. en una zona indicada por una flecha que se dirige desde el márgen de la excavación derecho hacia abajo.

Consisten estos pedazos en parte de substancia silícea y son por otra parte lindas géodas, cuyas paredes interiores se tapan con cristales de calcita, mientras que pasan a la roca vecina, hacia afuera, por aumento de la substancia talcosa.

Formando la parte periférica de la drusa, y a veces tiñendo la parte inferior de los cristales, viene primero una zona irregular interrumpida, de espesor de 1 a 2 mm y después una mezcla cristalina de caliza blanca marmoloidea con un mineral débilmente rosado. El hecho de que se trata aquí de rodocrosita se demuestra en aquella zona oscura por numerosas manchas e interposiciones negras, que, tratadas con HCl concentrado, producen cloro, y corresponden, pues, a un mineral de manganeso sequi-o peroxídico, que se formó desde el espato de manganeso.

Pero la substancia silícea mencionada no solamente se encuentra en pedazos y trozos irregulares, sino se observa también que impregna la roca en fajas y en vetas salientes de éstas, finas ramificadas en forma de árbol.

Separado de la cantera por una distancia de 800 a 1000 metros, casi libres de afloramientos, se observan algunos peñascos aislados que a primera vista se demuestran como productos transformados por fenómenos secundarios. Su carácter, que se va a describir más abajo, hace suponer, que también en este lugar, bajo la superficie se encuentran yacimientos de talcoesquisto.

En primera línea sorprenden bloques irregulares de una roca abotagada, no estratificada, con superficie característica de aspecto corroído, agujereada. Mientras que en parte consisten sólo de substancia silícea que atribuye a la roca recién cortada un lustre resinoso y lo impregna en nidos, fajas y vetas irregulares, aparecen en otras partes acumulaciones de un mineral escamoso, verdoso, y una distribución igual a la de hojas finas de mica. Es probable que se haya formado la mencionada superficie agujereada por la destrucción de los nidos del mineral llamado hace poco.

Los bloques, por su dureza, salen del suelo en peñascos chicos y están separados uno del otro por partes libres en afloramientos. En éstas se destacan a veces crestas débiles de una roca densa bastante dura, que siendo en la superficie cubierta de una corteza de substancia limonítica, tiene en el interior una coloración casi blanca hasta débilmente verdosa. Macroscópicamente uno podría determinarla como piedra córnea de calcio (Kalksilikathornfels). Se ve además, que la roca allá, donde fué tocada con el martillo, se descompone en una harina fina de tacto sedoso. La determinación exacta del material sólo se puede efectuar por medio de la investigación microscópica.

Al fin de esta parte voy a dirigir la atención a un yacimiento reducido de una roca eruptiva oscura, basaltoidea muy descompuesta, que se encuentra en la vecindad. Es, como vamos a ver más abajo, de importancia para averiguar el origen de la silificación de las rocas cristalinas.

Como resulta del estudio microscópico, los minerales comunes al talcoesquisto como a las interposiciones duras de color débilmente verdoso y a los esquistos marginales de color gris verdoso (1) son talco y otro mineral que bajo el microscopio se muestra casi isótropo y resulta de ser penina. La participación de los dos minerales es ésta, que prevalece el talco en la roca llamada en primera línea, mientras que en los otros dos, especialmente en C, retrocede

(1) Los tres materiales se van a abreviar en las líneas siguientes con A, B y C.

a los gastos del mineral casi isótropo, que, en B, está acompañado con bastante cantidad de cuarzo, lo que explica la dureza de la roca respectiva.

El análisis químico, efectuado por mí, declara la roca A, como es de esperar según su coloración blanca y según el exterior petrográfico, como el material técnicamente más importante, como una substancia de pureza extraordinaria (1). Resultaron los valores siguientes :

SiO ₂	62,44
Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , Mn ₃ O ₄	1,24
Ca O	trazos
Mg O	31,99
Pérdida al rojo	5,07
	<u>100,74</u>

Resultado completamente distinto se produce, como se había de esperar según el aspecto microscópico, por el análisis de la roca C.

SiO ₂	41,56
Al ₂ O ₃	14,87
Fe ₂ O ₃	2,69
FeO	0,56
MnO	0,34
CaO	0,91
MgO	20,63
K ₂ O)	3,54
Na ₂ O)	
H ₂ O bajo 110°	0,51
Pérdida al rojo	<u>14,82</u>
	100,43

Un mineral muy parecido a la penina, común en las roca A y B, es la delesita. La definición con seguridad no se pudo efectuar, antes, que habiéndolo observado en aquel yacimiento que es característico para él: como primer revestimiento de espacios huecos, que se llenaron después con substancia silícea. Vemos pues, que la coloración débilmente verdosa de las rocas B y C depende de su contenido de mineral clorítico, que, en C, se encuen-

(1) La composición casi coincide con la ideal del talco, correspondiente a 63, 5 % Si O₂, 31,8 % Mg O y 4,7 % H₂O.

tra en abundancia, mientras que en la roca dura no estratificada B, se une con preferencia con cuarzo.

Hay que recordar además a la roca oscura muy descompuesta, brevemente citada arriba que según el aspecto macroscópico se podría definir como basalto. La investigación microscópica demuestra que se trata, como en las rocas de las canteras de Conchillas, de un producto de diferenciación lamprofídica de un granito, es decir, de una spessartita.

Resumiendo los estudios microscópicos descritos en 95, se ve, que los minerales que albergan al talco, son en primera línea miembros de la familia de la clorita, de la mica y de la actinolita. Esto lo hemos observado en el septentrional de los dos yacimientos, donde se pudo constatar la presencia de sericita y clorita y donde la presencia anterior de un anfíbol fibroso se pudo derivar de una pseudomorfosis de delesita según un mineral fibroso del grupo de la actinolita. Más claro todavía se manifiestan los acompañantes en el yacimiento meridional, donde, es verdad, la presencia del talco sólo era de suponer, pero donde los minerales hojosos ya se pudieron constatar macroscópicamente, mientras que la actinota, se encuentra formando una roca (gesteinsbildend).

Sobre la naturaleza del material rocoso original todavía no estamos en plena seguridad, porque la clorita tan importante se deriva puede de un componente de una roca o tufa eruptivas, sabiéndose que los cloritoesquistos provienen tanto de rocas eruptivas, como de sedimentos. Habla en favor de la derivación de los últimos el alto contenido de Al_2O_3 del análisis mencionado arriba en segunda línea, pero es más importante todavía la presencia copiosa de cuarzo original, que hace gran papel en la roca B. Por el cuarzo se aproxima nuestro talcoesquisto a la serie de los carbonatos de magnesia y en esta serie a la listvenita.

Más abajo se va a discutir más sobre la proveniencia del cuarzo para confirmar la mencionada analogía.

Si pues, según lo dicho, podemos suponer que nuestro lente de talcoesquisto representa una impregnación local de esquistos cristalinos sedimentogéneos por soluciones de silicato de magnesia, entonces surge el problema, cómo se creó el sitio necesario para el nuevo material y cuál producto fué sustituido.

La contestación a dar a este problema se apoya, como se va a explicar enseguida, de un lado en observaciones geológicas ya descritas y del otro lado en la naturaleza de las impregnaciones.

posteriores carbonático - silíceas y dice: El yacimiento de talcoesquisto de Conchillas representa una pseudomorfosis de sustitución según un mármol dolomítico cuarzífero y pertenece al tipo « Häuselberg » (cerca de Leoben, Stiria), en una modificación que dice: transformación directa de dolomita en talco.

Si, pues, decimos, que nuestro yacimiento se originó por sustitución de un yacimiento lentiforme de un mármol dolomítico impuro, intercalado entre filitas, entonces encontramos la confirmación de esta opinión en la impregnación secundaria del talcoesquisto por medio de soluciones carbonatadas, de manera, que las drusas de calcita son nada más que partes de este mármol supuesto, que, todavía escondido en la profundidad, por medio de emanaciones hidrotermales, se disolvió y subió hacia la superficie.

Dicha opinión se confirmó plenamente por el resultado de la perforación que el propietario de la cantera hizo efectuar mucho después de mi visita en aquel lugar, desconfiando, como persona práctica, de semejantes deducciones hipotético - fantásticas, publicadas en 95. En la perforación se encontró a la profundidad de 20 a 21 metros un mármol grueso dolomítico, resultado que el Sr. MARSTRANDER tuvo la amabilidad de comunicarme particularmente.

No quiero dejar sin mencionar otra explicación del origen. Es posible que el descrito yacimiento lentiforme de talcoesquisto, se derive de la transformación de cantidades copiosas de un mineral que pertenece a los grupos anfibólico - piroxénicos interpuestos en el mármol dolomítico. En la descripción de los mármoles ya se indicaron varios casos de esta índole. La observación mencionada anteriormente, de deslita pseudomorfa según actinolita, como además la constatación de piedra anfibólico - asbéslica (Amphibolasbestfels⁽¹⁾), inducen a dicha explicación. Y se corrobora la justeza de esta explicación con la observación (en las muestras de la perforación mencionada, que consisten como se ha dicho, de mármol dolomítico), de pequeñas interposiciones de un mineral blanco, fibroso, parcialmente serpentizado (?).

La transformación hidrotermal - postvolcánica del mármol dolomítico original en talco, se acompaña por la silificación par-

(1) De esta manera hay que determinar la roca ya mencionada, de aspecto macroscópico parecido al « Kalksilikathornfels ».

cial del último, fenómeno que pertenece, pues, según su edad, al Fundamento cristalino y no, como se dijo en 95, a la Formación de Gondwana.

Si desde ya es permitido dar un juicio definitivo respecto de la naturaleza de las pizarras cristalinas del Uruguay, se puede establecer de la manera siguiente: Dejando del lado como derivada de rocas eruptivas antiguas, la mayoría de los productos gneísicos y anfibolíticos, nos quedan las formaciones sedimentogéneas cuyo troquel cristalino les fué imprimido esencialmente en profundidades reducidas de la corteza terrestre, al mismo tiempo o poco después de la intrusión de las rocas eruptivas. Hay que deducir eso del hecho, que la edad de una gran parte de las pizarras cristalinas es reducida — precámbrico - cámbrica — y que en consecuencia ellas tenían relativamente poca ocasión de ser alteradas en sentido tectónico.

Anexo a las pizarras cristalinas.

Hay que recordar aquí una formación que ya se mencionó brevemente al principio de esta publicación, formación sobre cuyo origen y relación con las pizarras cristalinas sólo se pueden emitir suposiciones. Ya CH. DARWIN y G. AVÉ LALLEMENT se han interesado respecto a esta cuestión.

En la vecindad de la cantera de mármol « General Burgueño », se observa que las filitas que incluyen el mármol, abrigan, en algunos puntos, partículas extrañas bastante grandes, especialmente granos de cuarzo. Parece pues posible que la pizarra cristalina se transforme poco a poco en una brecha gruesa que se encuentra con extensión en los alrededores, roca a la que nos referimos en seguida. Dicha opinión se corrobora por la observación de que la misma brecha se vuelve en algunos lugares de aspecto filítico y porque el rumbo de este producto tiene el mismo sentido, NNE, como filitas cercanas (Paso Orqueta).

Respecto al carácter petrográfico de la roca, diremos que se trata de una brecha o de un conglomerado muy macizo, de aspecto muy antiguo bien distinto de aquel de materiales psefíticos provenientes de los estratos de la Formación de Gondwana. Los trozos extraños en parte son angulosos, en parte redondeados, y se componen de granitos grises y rojizos, pórfidos y pedazos de

cuarzo, rocas que afloran en la vecindad. Muy común es el hallazgo, entre dichos trozos, de una piedra densa de color rojo - vino, que, vista bajo el microscopio, se manifiesta idéntica con un ortórido muy descompuesto (Tonsteinporphyr) original de la región comprendida entre Minas y Aiguá. Supongo que dicho producto tome parte también en la composición de la Sierra de las Animas.

El tamaño de los trozos es a veces mayor que el de una cabeza; el cemento consiste de los mismos componentes en estado triturado y cloritizado.

Respecto de la extensión de la roca en cuestión hay que decir que aflora en un trecho de varios kilómetros en la pendiente Oriental de la Sierra de las Animas. Otro yacimiento se encontró en la falda meridional, en el camino a Pan de Azúcar. De acuerdo con apuntes de R. MARSTRANDER, parece que la roca se halla otra vez unos 20 km al N de la mencionada cantera de mármol, en el camino desde el llamado pueblo, en dirección al límite de los Dep. de Maldonado y Minas (campo del Sr. ANDRÉS ACOSTA). Según dicho autor se hallan en este lugar conglomerados con posición vertical junto con mármol y pórfido cuarzoso. Las mismas circunstancias que se presentan en los yacimientos más meridionales, es decir sobreposición de una capa limosa bastante fuerte y vegetación densa, complican también aquí la constatación de las relaciones geológicas. Aparentemente la roca muestra estratificación visible, pues MARSTRANDER indica el rumbo como N 70 - 80°E. Parece, pues, que se trata también en el caso presente de un miembro de la serie de las pizarras cristalinas. Idea que me pareció bastante verosímil. Más la convicción ya expresada respecto de la relación de la edad entre pizarras cristalinas y rocas eruptivas, corroborada en todos mis viajes, me obliga a afirmar que la brecha debe ser más moderna que el Fundamento cristalino. Representa, como me parece probable, los productos de la denudación de vastas partes, en primer lugar de la Sierra ya mencionada, productos soldados por presiones tectónicas posteriores de naturaleza todavía desconocida, y amasados con las rocas fundamentales. Tal vez una observación de MARSTRANDER da un indicio respecto de la explicación del producto en cuestión. Según él, en el paraje mencionado se manifiesta bien una falla importante dirigida de N a S.

2. Rocas Eruptivas

De igual manera que en el capítulo sobre las pizarras cristalinas, aquí también sólo podemos hacer el ensayo de indicar algunas ideas fundamentales respecto a la naturaleza de las rocas eruptivas que pertenecen al Fundamento cristalino. Queda reservada a un porvenir, probablemente muy lejano, la descripción sistemática a base de análisis suficientemente numerosos y de mayor cantidad de secciones delgadas.

El resultado más importante de la investigación moderna respecto de las rocas eruptivas antiguas, lo constituye la descripción hecha por mí en 1911 (92) de un representante filoniforme de la serie alcalina (atlántica, si se quiere aplicar este término), proveniente de los alrededores de Montevideo. Pocos años después aparecieron las investigaciones más detalladas de K. WILLMANN (101) sobre una cantidad de rocas eruptivas recogidas en el Sud y Este del país. La publicación respectiva confirma la aparición de ambas grandes familias rocosas.

Parece que se intersertan entre los representantes de carácter decididamente atlántico y los de carácter pacífico, miembros intermediarios (las así llamadas rocas subalcalinas), que por la predominancia de pertita y albita se aproximan a los granitos alcalinos, sin ser necesaria la presencia de hornblenda sódica etc. Posiblemente esto quiere decir que las dos familias rocosas no son muy distintas según su edad geológica, cuestión que, por otra parte, no se puede resolver. Y el problema se complica aún más, desde que no se puede decir con bastante seguridad respecto de la edad de las rocas eruptivas antiguas nada más, que pertenecen a las formaciones postcambricas y prepérmicas. A las rocas sódicas del Cabo Frio y de otras partes de la costa brasileña se les atribuye una edad carbonífera. Trataré de separar en lo que sigue la fila cálcica-sódica de la sódica. Hay que recordar aquí que los límites a consecuencia de la presencia de miembros intermediarios, que vamos a tratar conjuntamente con los de carácter atlántico, naturalmente no son bien exactos y todavía no se pueden definir con certeza.

a. Rocas Alcalino - Calcáreas.

Los yacimientos más importantes de este grupo se encuentran, más o menos cubiertos por el limo pampeano, en innumerables puntos de los departamentos del Sud. Se indicarán algunos lugares, donde el granito abunda como representante principal del grupo en cuestión: Los alrededores de Montevideo y de Minas (canteras en el camino a Pan de Azúcar, donde la roca gris y rojiza, en parte de estructura porfídica, se distingue por indicios de influencia mecánica (extinción ondulosa del cuarzo, encorvadura de los cristales de plagioclasa y formación de microclina); además, la costa del Río de la Plata hacia el W, sobre Colonia a Carmelo, y hacia el E en las inmediaciones del límite de los Dep. de Canelones y Maldonado; además, en los alrededores de Mal Abrigo y de aquí siguiendo la «Cuchilla» entre el Río de la Plata y el Río Yí, especialmente en la vecindad de las Estaciones de Arroyo Grande y Juan Jackson; además, vastos parajes en los Dep. de Florida (parte meridional y oriental), Durazno (alrededores de la capital y parte S E del Dep.), Treinta y Tres, especialmente en la Cuchilla Grande, por ej. cerca de Nico Pérez; finalmente, en el E del Dep. de Cerro Largo y en el Dep. de Rocha (por ej. el granito biotítico empleado en la construcción de la antigua fortaleza de Santa Teresa).

También en las dos islas ⁽¹⁾ compuestas por el Fundamento cristalino, situados en el N del país, la de Cuñapirú - C. Vichadero y la situada al lado izquierdo del Río Negro, isla que incluye el C. Aceguá, dominan o al menos prevalecen, los representantes de la familia pacífica. Pertenecen a este grupo, entre otros también, los granitos gneísicos ya mencionados, cuya biotita muy cloritizada da origen, por enriquecimiento del mineral, a la aparición de «cloritoesquistos».

Sólo se pudo constatar con seguridad la presencia de los miembros más ricos en SiO₂, los granitos con representantes efusivos y diferenciaciones melanó- y leucócratas. Según todas las observaciones el granito biotítico predomina casi en absoluto, y sólo como excepción se encuentran granitos hornbléndicos, pero respecto a estos últimos hay que tener en cuenta que la mayoría pertenece a la serie de los tipos alcalinos y subalcalinos.

(1) Están en relación entre ellas por medio de pequeñas salientes graníticas al lado izquierdo del Río Negro. En el croquis tectónico lám. 16, fig. 37 se dibujaron juntas.

Sobre las rocas biotíticas es poco lo que hay que decir. El tamaño del grano es mediano, raras veces grueso. La tendencia a la estructura porfídica es muy general (p. ej., en la Sierra de Ríos; en las canteras extensas cerca de Puerto del Sauce y Carmelo; en los productos amenudo gneísicos entre Nico Pérez y Treinta y Tres). El contenido de biotita oscila notablemente. Aumentado el porcentaje de biotita, resultan rocas bastante oscuras, que se emplean en Montevideo como pedregullo. Bastante frecuentemente dicho silicato se acumula en nidos de mayor o menor tamaño ⁽¹⁾. O aparece distribuido en capas, lo que representa talvez, una estructura fluidal o se ha producido por efecto de piezocristalización. Toma el granito de esta manera un aspecto gneísico y se presta para elaborar cordones de veredas (p. ej., en las canteras de la Playa Ramírez). En un desmonte próximo a la Estación de Nico Pérez, observé una segregación de la roca en capas concéntrico-esferoidales (kugelig-schalig). Los productos, irregularmente configurados, de tamaño en parte mayor que el de una cabeza, consisten principalmente en mica oscura, análoga al ya mencionado « micaesquisto », que proviene del mismo lugar y no es nada más que un granito muy durabajítico, fuertemente apizarrado.

Una granitita, cuyo mineral oscuro se sustituye en gran parte por hornblenda, al mismo tiempo que aumenta la cantidad de plagioclasa ácida, resulta ser la roca madre de los filones de cuarzo auríferos y cupríferos, del Arroyo Soldado en el Dep. de Minas. Aspecto parecido muestra el granito del desmonte mencionado. Indica, visto bajo el microscopio, de estar fuertemente influido por presión mecánica, hecho que explica también la formación de macas en la titanita algo pleocroítica. La analogía de este mineral con un preparado microscópico perteneciente a un gneis hornbléndico, proveniente de Stengerts (Spessart, Alemania), se puede decir que es completa.

Como pórfidos graníticos muy apizarrados, en parte de poco espesor, en parte ampliados, como pequeños macizos, ya se mencionaron (92, pág. 43, lám. II, fig. 1) yacimientos numerosos de los alrededores de Montevideo, que se intersertan generalmente entre

(1) Dichas concentraciones del mineral oscuro producen manchas irregulares en la superficie de los bloques elaborados. Si bien no es fácil de elegir un material completamente libre de dichas manchas, éstas no se deben encontrar en tanta cantidad como aparecen en los bloques del Palacio Legislativo. En este caso hay que recordar que semejante concentración de biotita facilita, en ciertos puntos de la roca, su atacabilidad por la acción de los atmosferillas.

pizarras hornbléndicas. En el croquis geológico lám. 14, fig. 35, se ha reproducido una cantidad de filones reducidos; es muy posible que varias de estas rocas se tengan que definir como aplitófidos. El cuarzo y el feldespato se presentan en estado de fenocristales. Entre los feldespatos se encuentra con preferencia una micropertita de aspecto turbio, rica en inclusiones. Fenocristales de microclina, arreglo lenticular (glanduloso), de la mica y zonas de trituración mecánica (Mörtelzonen) indican las condiciones bajo las cuales se realizó la intrusión de la roca. Resulta de interés un tipo en el que la masa fundamental microgranítica incluye grandes cantidades de plagioclasa, lo que hace suponer un magma original más básico que el del granito.

Aplitas y granitos filoniformes apliticos, frecuentemente gneisoideos, se encuentran en muchos puntos como facies local de granitos y se pueden estudiar en los alrededores de Montevideo. Así en las canteras de la Unión un granito en parte macizo, en parte gneisoideo y por eso muy descompuesto, incluye varios filones apliticos con el mismo rumbo W - E que el "gneis" (1). Entre las aplitas, sólo según su aspecto macroscópico, se pueden distinguir dos tipos: uno, de color blanco, gris, raras veces debilmente rojizo, y el otro, de fuerte color encarnado. Hay que suponer de antemano que este tinte de la roca, debido a su descomposición, proviene de un feldespato, raras veces presente en los miembros de la primera categoría, como además en los granitos biotíticos. En verdad, el examen microscópico demuestra que las rocas rojizas se caracterizan por un alto contenido de micropertita, generalmente turbia, mientras que los otros feldespatos, ortosa, microclina muy amenudo secundariamente formada, a partir de la ortosa y casi siempre sorprendentemente fresca — y plagioclasa, en parte albita, están representados en ambos grupos. El hecho de que el contenido en feldespato pertítico representa en parte una facies local, lo demuestra la siguiente observación: que en donde el granito biotítico se atraviesa por filones y vetas con carácter pegmatítico o alcalilamprofidice, muy amenudo se observan, en la zona de contacto, las mencionadas coloraciones encarnadas, provenientes de un estado de oxidación especial correspondiente al hierro de la biotita, hierro, que se mezcló con el feldespato. Así los apófisis de sólo

(1) La roca en una parte de las canteras es muy quebrada, siendo las dos direcciones prevalentes de W - E y de S S W - N N E.

pocos milímetros de espesor de la camptonita (véase más adelante) con sus colores de descomposición flavo - azullosos, se manifiestan por tonos rojizos del granito perforado. Aparecen éstos en algunos lugares en zonas angostas irregulares paralelas y verticales a la salbanda del lamprófido, zonas que se pueden perseguir hasta una distancia de 10 cm.

Algunas de las rocas tienen un contenido débil de fluorita que se manifiesta macroscópicamente por colores azules y en sección delgada por partículas isotropas unidas con interposiciones de óxidos de hierro paralelas a las zonas de mica. También se encuentra a veces turmalina.

Es posible que una parte de los tipos mencionados pertenezca a rocas intrusivas alcalinas. La ausencia, o el hallazgo todavía no observado, de miembros característicos de las familias piroxénico-anfibólicas, no permite un juicio seguro. Lo mismo resulta con las aplitas graníticas coloradas que ha descrito K. WILLMANN, procedentes del Dep. de Minas y partes adyacentes del Dep. de Florida

Las pegmatitas están en conexo íntimo con las aplitas. Se les encuentra en abundancia en el Sud del país, a tal punto que es rara la cantera de granito y poco frecuente un afloramiento de cualesquieras pizarras cristalinas, en donde no se observen vestigios de los filones; frecuentemente resulta una casiimpregnación por las zonas cuarzo-feldespáticas, tan características, y vetas de cuarzo derivadas de aquellas. La importancia de estos productos como factores de metamorfosis ya se ha indicado y el estudio geológico de los alrededores de Montevideo proporciona ejemplos instructivos. Las figuras 2 en lám. I y 2 en lám. II de la publicación 92 ilustran el asunto más ampliamente. La uralitización del piróxeno en el material original de las pizarras hornbléndicas de dicho paraje es debida, sin duda, en gran parte a la metamorfosis de contacto hidro-termal.

El gran filón pegmatítico en el Dique Cibils ya mencionado, con sus grandes cristales de chorlo negro es el yacimiento más típico que conozco en el país. El feldespato siempre blanco es de naturaleza micropertítica; la mica clara se arregla, a veces de manera plumiforme, otras — y eso es lo que sucede en la mayoría de los casos — falta, y se limita a acumulaciones nidiformes. Aisladamente, así en las canteras de la Playa Ramirez y en una excavación en la ciudad (Calle Paysandú), se encontró una mica

en hojas bastante grandes, mineral que tiene un contenido de Li_2O 0,45 %. También las aplitas encarnadas pasan, p. ej. las de la Punta Carretas, a pegmatitas. Su feldespato también tiene el carácter de micropertita.

De las rocas filoniformes lamprófidas ya se mencionó un yacimiento de spessartita. Se observan estos productos especialmente en las canteras de granito de Conchillas, donde tienen un aspecto muy parecido a basalto y se descomponen fuertemente. La estructura panidiomorfo-granular se sustituye a veces por la porfídica, debido a fenocristales de plagioclasa. Los individuos del anfíbol aparecen en dos generaciones, de las cuales la efusiva se reduce a agujitas finas. Pequeñas cantidades de cuarzo forman el último relleno. En un pequeño afloramiento cerca de la cantera de talco del punto mencionado, el anfíbol se substituye por pirógeno.

Otros representantes de la serie vogesítico-odinítica de ROSENBUSCH, aparecen en los alrededores de Zapucay en filones fuertes, desgraciadamente, como sucede muchas veces con las rocas de dicho paraje, en estado muy descompuesto. Semejante roca muy dislocada, de color verde sucio que, según el aspecto macroscópico, se podría tomar como un clorófido (Chlorophyr), se encuentra bien aflorada en el lecho de un arroyo entre el A. Laureles y Zapucay. Se acompaña de una especie de gneis. La hornblenda del lamprófido aparece en dos generaciones y es de tipo uralítico. El estado de descomposición de la roca impide emitir juicio acerca de la naturaleza del feldespato, en la masa fundamental. En otros productos filoniformes, provenientes también de los alrededores de Zapucay, el componente oscuro, que aparece junto con feldespato como fenocristal, está representado por una biotita muy cloritizada. En numerosos cristales más chicos, participa en la composición de la masa fundamental. Todo el aspecto de kersantita revela, ya macroscópicamente, una roca de peso específico alto, roca que se encuentra filoniforme en los pórfidos de la Sierra de Animas, cerca de la Estancia BONOMI. Al descomponerse, da origen a productos esferoidales con corteza agujereada, con color de ferrumbe. Bajo el microscopio se ve, que la roca que macroscópicamente aparece fresca ha sufrido los efectos de la descomposición. Se observan plagioclasa listoniforme, a veces porfídica (teniendo, según la extinción \perp * y ϵ , la composición Ab_1An_1 hasta Ab_2An_3), restos de biotita oscura, casi monoácica, que se

ha cloritizado parcialmente con copiosa separación de óxidos de Fe y un mineral prismático perteneciente a los grupos piroxénico-anfibólicos, transformado en talco a tal punto que no se le reconoce más. Además se encuentra serpentina, en productos de contorno irregular, mineral, que, como supongo, proviene de olivina.

A un grupo más básico que pasa a porfirita picrítica, pertenecen dos lamprófidos grünteinoideos. El uno, del campo del Sr. MANUEL ZUASNABAR, 5 km SW de Minas, incluido como filón en esquisto sericítico, se compone esencialmente de epidoto y clinzoisita, productos de alteración, junto con calcita, clorita, zoisita y hornblenda uralítica. El otro, se caracteriza por su estructura amigdaloides y proviene del borde SW de la ciudad de Minas, cerca del Paso del Campamento. En ese paraje se le encuentra formando un filón de más o menos 2 metros de espesor y de rumbo W-E, dentro de aplita gneílica, que incluye, también, bancos de caliza cristalina. Otro ejemplo de la misma categoría, pero de un espesor más grande, se observa en el pie del C. Redondo, afloramiento interesante por su yacimiento de piedra de corindón (véase más adelante). Todo indica que este paraje es muy rico en estos productos de diferenciación melanócrata, pertenecientes a magmas graníticos.

Una roca que ya se definió (94) como diabasa, proveniente de los alrededores de Piedras de Afilar (Dep. de Canelones) es de naturaleza más básica todavía y por eso se le debe considerar, como porfirita picrítica (Pikritporphyrit). El estudio de las relaciones geológicas interesantes del paraje indicado ofrece muchas dificultades. Para conocer con seguridad que se trata realmente sólo de un producto de diferenciación melanócrata que se deriva del granito que aflora en la vecindad (véase la fig. 2), fueron necesarias cuatro excursiones, como además por una parte un estudio microscópico comparativo entre la roca en cuestión y los productos ya mencionados y, por otra, una cantidad de muestras de rocas eruptivas más modernas. La consecuencia directa de este resultado de estudios en el campo y en el laboratorio, fué, que la pizarra oscura (1) de dicho paraje, que ha sufrido en el contacto con el lamprófido una metamorfosis sorprendentemente intensa, pertenece, — a pesar de su aspecto poco cristalino y de su

(1) Dicho color ha provocado también en este paraje especulaciones y « minas » en busca de carbón, grafito u otras riquezas de ese estilo.

posición encima de la arenisca de edad mucho más moderna — sin embargo al Fundamento cristalino (véase página 29).

De la metamorfosis de contacto y de la posición de la roca esquizolítica se hablará más adelante; aquí sólo llamaremos la atención respecto a su espesor, parecido al de una roca efusiva. El plano de Catastro, sumamente deficiente, sólo permite, medir aproximadamente semejante altura, y teniendo en cuenta una inclinación de 20° (observada en el desmonte entre km 35 y 36), resulta de 400 a 500 metros, siendo bastante posible que reina una estructura monoclinas. Se puede observar dicha roca con interrupciones, en un trecho de varios kilómetros. Grandes cantidades del material de descomposición, bruno - oscuro, separado, como es característico, en productos irregularmente esferoidales, se observan en desmontes entre los km 35 y 37, como además al Norte, arriba de la estancia del Sr. R. BERISSO, donde la roca aflora en zanjas.

Según su aspecto microscópico, resultan ser lamprófidos olivínicos ciertas rocas filoniformes de separación irregularmente prismática, rocas bien expuestas en desmontes del Ferro-Carril cerca de la Estación de Nico Pérez (véase lám. 6, fig. 14). La estructura intersertal típica coincide enteramente con la de rocas melafídicas mucho más modernas del Norte del País, de manera que la sólo investigación microscópica en este caso podría inducir a errores respecto del carácter de la roca (1). Su unión con granitos y su tendencia a diferenciarse tanto hacia el lado melanócrato, (facies marginal durbaítica, véase anteriormente) como leucócrato (filones aplíticos acompañantes) y finalmente la ausencia, en dicho lugar, de testigos de la Formación de Gondwana, obligan a clasificar la roca, como lo hemos hecho. Otro yacimiento de lamprófido plagioclásico-piroxénico está constituido por una roca de estructura amigdaloides que se encuentra incluida en un granito situado entre Illescas y Nico Pérez. También el aspecto en este caso es semejante al de un meláfido de las rocas eruptivas de Serra Geral.

Representantes del grupo en cuestión, muy oxidados, que aparecen también en la forma de rocas amigdaloides, los encontré

(1) Lo mismo hay que decir respecto de los « meláfidos » que he descrito de los alrededores de Montevideo (22, pág. 48). Ya de antemano la probabilidad de encontrar en dicho paraje, compuesto, (además del Neozóico) únicamente por los representantes del Fundamento cristalino, a miembros eruptivos de la Formación de Gondwana, es incomparablemente menor que la de encontrar un producto de diferenciación básica de aquellos (véase lám. 14, fig. 35).

entre Minas y San Antonio a ambos lados del A. Penitente, y de allí, en dirección E en el camino que va a Lascano, cerca del C. Potros, antes de pasar el A. Alférez. Las rocas en dicha parte parecen tener gran extensión.

De las rocas efusivas ricas en SiO_2 , hay que mencionar pórfidos cuarzosos de aspecto por parte como liparita, por parte como pórfido descompuesto (Tonsteinporphyr), provenientes del C. Arequita, al NW de Minas. La masa fundamental de las rocas siempre contiene partes amorfas, contenido que se aumenta notablemente en los pórfidos negros retínticos. La extensión horizontal de las rocas en cuestión no es grande; ya se mencionó que yacimientos más extensos se hallan no lejos del pueblo de San Antonio (Dep. de Minas). Aún más al W, en dirección a las puntas del A. Barriga Negra, se observan las rocas efusivas y las he encontrado cerca del A. Tapes. Ya CH. DARWIN menciona este arroyo y habla de sus rocas amigdaloides y productos intermediarios entre "Tonsteinporphyr" y traquita. Me sirve como ejemplo de los tipos de dicho paraje un felsófido de carácter débilmente córneo, pobre en fenocristales, roca, cuyo componente obscuro, se ha oxidado completamente. Dicho tipo resulta salpicado por numerosas almendras rellenas con cuarzo y calcedonia y además por partículas rojo-brunas de aspecto del "Tonsteinporphyr". Semejantes productos de fractura concoidea también se intersertan en filones de un espesor de 2 a 3 metros entre la caliza cristalina, orientada al NE cerca de la estancia del Sr. CARLOS CASTRO en el camino de Minas a San Antonio de Aiguá. La estructura es típicamente microfelsítica. Yacimientos más extensos afloran en el campo del Sr. J. ZUASNABAR, cerca del A. Los Chanchos y por el aspecto exterior, de peñascos con perfil en forma de escalera ("Treppe" en alemán; compárese "trapp") se puede afirmar que se trata de napas efusivas. Sus colores son más claros que los de las rocas ya mencionadas. Bajo el microscopio se observa una separación magmática más avanzada entre productos xenomórfos cuarzo - feldespáticos y se distinguen numerosos fenocristales de orto- y plagioclasa, como también de cuarzo, que no representan más nada que individuos de mayor tamaño de la masa fundamental.

De los extensos yacimientos de pórfidos, en parte intrusivos y en parte efusivos que componen la Sierra de Animas en el Dep. de Maldonado, ya habla CH. DARWIN. Hay aquí una serie de alturas relativamente grandes que forman el divorcio de las aguas del A.

Solís Grande y del A. Pan de Azúcar. Las alturas cercanas a la costa, entre las cuales se encuentra el C. Pan de Azúcar y sus vecinos, se pueden considerar como los centinelas más avanzados hacia el S; como cordón de elevaciones, la Sierra de Animas sólo comienza al N de la línea férrea a Maldonado, desde donde sigue en dirección septentrional hacia el límite de los departamentos de Maldonado y Minas. En este último, tiene lugar una disolución en alturas bastante distantes entre sí (C. Caperuza, C. Blanco, y ultimamente el C. Verdún, que consiste, como ya se indicó, de filitas cuarcíticas silificadas. Afloramientos instructivos para revelar la composición petrográfica de la Sierra, se presentan en el Abra de Castellanos, en el camino de Mosquitos a la Cuchilla de Carapé, como también al lado de la línea industrial abandonada, de trocha angosta, entre la Estación La Sierra y la cantera de mármol « General Burgueño ».

Más adelante se explicará que en la composición de la Sierra de Animas, especialmente en sus partes meridionales, participan miembros de la familia de rocas alcalinas y subalcalinas. Como se sabe, los equivalentes efusivos de los granitos y sienitas, se distinguen por su escasez relativa en componentes básicos, y revelan, en nuestro caso, una descomposición bastante avanzada. Se comprende, pues, que no es posible, desde ya, proceder a la separación de tipos atlánticos y pacíficos, sin la investigación microscópica de una gran cantidad de muestras de rocas. Una nevadita (pórfido rico en fenocristales), común en los alrededores del Abra mencionado, presenta una roca de estructura típicamente granofídica, en algunos lugares de arreglo esferolítico, roca, cuyo mineral oscuro, probablemente hornblenda, se ha epidotizado completamente. K. WILLMANN describe un producto análogo encontrado en el C. Arequita.

Rocas que también pertenecen a las nevaditas se recogieron en el llamado ramal industrial (Pozo del Abra) como además en el borde Sud de la propia Sierra de Animas al N de la línea férrea a Maldonado (C. de las Animas y Chico). Tienen muy pocos fenocristales de cuarzo o están exentos de ellos; el feldespato es una pertita rojiza. La formación de herrumbre y la cloritización ocultan la naturaleza del componente oscuro. La masa fundamental gris, de grano igual, fino y holocristalino, tiene estructura microgranítica. En general carece de plagioclasa, aún cuando ésta pueda hallarse raramente.

También en la región de las rocas cristalinas antiguas, situada en el Norte del País, los pórfidos más o menos cuarcíferos desempeñan un papel importante. Se encuentran cerca de Zapucay y contribuyen a la composición de los C. Chato y C. Blanco en las nacientes del A. Caraguatá. De esta manera una roca poco fresca recogida en el lado W de la altura mencionada primeramente, muestra en el interior de una masa fundamental microgranítica, rica en girones de biotita (?) completamente descompuesta, numerosos fenocristales de feldespato perfitico, raras veces también plagioclástico y cuarzo. Productos de este carácter, de grano fino, a veces hasta muy grueso, se hallan también en la Sierra de Rios al N de Melo, donde se les pueden observar en el camino entre dicha ciudad y el pueblito de Latorre (Centurión) en la frontera brasileña.

Como apéndice a las rocas efusivas, voy a mencionar una brecha gruesa rojiza, que se halla en la parte superior del A. Marmará. Se observa dicho producto ya cerca de una pulpería en el campo del Sr. MANUEL ZUASNABAR, en el camino de Minas a Aiguá, donde aparece embutida entre pizarras cristalinas. La altura situada al W, en el ángulo de los caminos de Minas a Aiguá y a Santa María, se compone de la misma formación. Se trata de un pórfido herrumbrado, cuyos trozos han sido cementados nuevamente por masas efusivas posteriores.

b. Rocas subalcalinas y alcalinas.

K. WILLMANN menciona algunos granitos procedentes de la región comprendida entre Minas y Nico Pérez, que por su predominio en pertita y albita, pasan a los granitos alcalinos. Se les ha llamado por eso, rocas subalcalinas.

Un granito del Paso Carpintería (A. Carpintería, en el límite de los Dep. de Tacuarembó y Rivera), presenta analogía con las rocas mencionadas. El Pan de Azúcar y sus alrededores constituyen la región más importante para el estudio de las rocas alcalinas. Productos intrusivos análogos se hallan en el Dep. de Minas y se encontrarán también en el territorio del Norte ocupado por las formaciones cristalinas, como resulta probable por la constatación de una paisanita.

Entre las rocas intrusivas, el tipo más rico en SiO_2 parece ser un granito rojizo-amarillento, arfvedsonítico-biotítico bien porfídico por cristales de cuarzo y feldespato, proveniente del lado N

del C. de los Toros. Bajo el microscopio se conoce, que los fenocristales de feldespato consisten de albita con borde peritítico o de pertitita sola. Presenta analogía con el tipo mencionado el granito rojizo del C. Penitente, cerca de Minas que se caracteriza por su grano grueso y sus manchas negras producidas por los componentes básicos. Ya el aspecto de la piedra indica que en general consiste de una mezcla de biotita con hornblenda arfvedsonítica. Bajo el microscopio la roca revela los efectos de fuertes presiones (unión dentellada y extinción ondulosa de los granos de cuarzo, dislocación y rotura de los listones de plagioclasa etc.). Siguen inmediatamente granitos nordmarquíticos. Primero, un tipo bastante rico en cuarzo, proveniente del lado E del Pan de Azúcar con una hornblenda sódica en parte arfvedsonítica gris-azulleja, en parte con color azul de prusia; segundo, la conocida hermosa roca encarnada de grano bastante grueso, más pobre en cuarzo, proveniente de La Paz. Bajo el microscopio se ve estructura granítica poco desarrollada. Entre los feldespatos predomina una pertitita muy turbia constituida por granos muy irregulares, sobre la albita con contornos cristalográficamente definidos, mineral que se ha conservado mucho más fresco. Además de la biotita como componente obscuro, hay que mencionar una hornblenda de tipo en parte arfvedsonítico, en parte barqueviquítito - hastingsítico y de un mineral acmítico.

La nordmarquita fuertemente colorada proviene de las canteras poco distantes al W de la línea férrea, mientras que la roca con los tipos hornbléndicos, mencionados en segundo y tercer lugar, se explota inmediatamente a los dos lados de la línea férrea cerca de la estación. En ambos yacimientos se encuentran con frecuencia concentraciones de mayor o menor tamaño de los componentes oscuros. Sorprende bajo el microscopio la riqueza en titanita.

La sienita arfvedsonítica del Pan de Azúcar es, por una parte, una roca bien colorada, del lado meridional de la altura, y por otra, un tipo de color muy claro, del lado E, que lleva egirina. El análisis químico muestra la relación característica de las rocas alcalinas: % Mol. Al_2O_3 (10,00) < $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ (10,67) ⁽¹⁾.

Entre las rocas efusivas correspondientes a los tipos intrusivos mencionados se encuentra un keratófido cuarzoso, que muestra en una pasta fundamental áspera, de grano fino y de color gris rojizo,

(1) Valor Mol. = $\frac{\% \text{ (en Peso)}}{\text{P. M.}}$

numerosos fenocristales grandes de feldespato (pertita) encarnado. La roca penetra en filones de 3 a 6 metros de espesor en la sierrita arfvedsonítica del lado Sud del Pan de Azúcar y se halla también en los Cerros Burros y Teros. El keratófido del último punto contiene una parte negra brillante como brea, con fenocristales chicos de feldespato.

Pertenece a los productos filoniformes de diferenciación aplítica una tinguaita del pie del Pan de Azúcar, roca que se compone de una pasta fundamental gris, de grano fino y fenocristales no muy abundantes de feldespato encarnado. La formación de granos irregulares de arfvedsonita y egrina demuestra que se trata de un producto de la serie alcalina de las rocas eruptivas. Un representante de la misma categoría lo encontré en el territorio cristalino del Norte. Se trata de una roca filoniforme (?) que aparece en cantidades al lado Sud del C. Blanco no lejos de la estancia del extinto Sr. HONORIO LEITE (Dep. de Rivera). Al descomponerse, presenta tonos brunos-sucios. Por la riqueza de sus fenocristales oscuros muy chicos, de contorno irregular, alojados en una pasta fundamental clara, demuestra macroscópicamente una semejanza notable con la roca de grano algo más grueso, conocida en la literatura y proveniente de la Isla de Ailsa Craig (Escocia). La masa fundamental, observada al microscopio, está constituida por muy pequeños individuos de feldespato listoniformes hasta rectangulares, muchas veces con estrias de maclas polisintéticas embutidos en substancia cuarzosa, que extingue uniformemente. Dicha mezcla se une en estructura poiquilítica con esqueletos de cristales de hornblenda. Tienen pleocroísmo entre un profundo azul-verdoso (casi negro) y verde de hierba, hasta verde-brunoso. Los fenocristales muy raros consisten de cuarzo y feldespato.

Como «diabasas analcímicas» (teschenitas) clasifica K. WILLMANN a rocas filoniformes lamprofidicas, de color casi negro y de grano igual, fino que se encuentran en el camino de Minas a San Antonio (pulpería JOSÉ PALACIOS, actualmente Escuela pública y en el lado Sud del A. Campanero Grande). Bajo el microscopio en mayor o menor extensión, estas rocas muestran estructura ofítica, producida por el arreglo de la plagioclasa (labradorita-bytownita), mineral que atraviesa una augita titánica de color rojizo-violeta. La analcimá forma una especie de mesóstasis. Muy parecido a este tipo, si bien de grano algo más grueso, es una roca

negra hallada por mí en el camino entre las minas de oro del A. Soldado (Dep. de Minas) y el pueblo de Polanco, como además una muestra de la colección FLOSSDORF, proveniente del A. de las Pavas (Dep. de Treinta y Tres). El contenido de magnetita en dichas rocas es a veces alto, lo que produce un peso específico elevado. Dicha propiedad, junto con el color negro y la densidad del material, que le hace sonar al ser golpeado con el martillo, ha hecho creer a uno de los estancieros más conocidos del Dep. de Minas, de que poseía la riqueza de las riquezas de nuestro subsuelo, quiere decir una mina de hierro puro.

El análisis de la roca proveniente de la llamada Escuela pública muestra el retroceso fuerte de K_2O contra Na_2O (1,24 y 4,43 (1)). Este corresponde esencialmente a la analcima por la falta de ortoclasa y el carácter básico indicado de la plagioclasa.

Hay que suponer que se trata en los casos mencionados de un grupo de rocas de estructura diabásica, que se deriva de los lámprofidos camptoníticos y demuestra analogía completa con las rocas alcalino-calcáreas. La denominación de diabasa analcímica (Analzimdiabas) caracteriza la estructura y la composición de las rocas, pero no su aparición geológica, lamprofídica. Empleando el término de teschenita, se piensa en rocas intrusivas teralíticas de las que todavía en el Uruguay no se conoce nada.

Por tratarse aquí de rocas en parte no mencionadas en los libros de texto usados en la enseñanza de Mineralogía y Geología, en el país, voy a dar aquí una pequeña sinopsis de los tipos más comunes sin indicar la composición química-mineralógica (véase el anexo 2).

Como ya se dijo, la primera descripción de representantes filoniformes lamprofídicos pertenecientes a la familia alcalina de las rocas eruptivas, se hizo junto con el estudio del Fundamento cristalino de los alrededores de Montevideo (92). Se observan dichos filones, por ej., en la Tablada, cerca de la cantera de granito aplítico-rojizo, punto donde atraviesan, en vetas muy delgadas de un color característico pálido-azul, a un granito biotítico muy descompuesto (véase pág. 50); además, mejor expuestos, en el granito de las canteras de la Teja, como también en el lado izquierdo del A. Pantanoso, cerca de su desembocadura (véase lám. 14, fig. 35). Especialmente favorable para el estudio de dichos filones es un

(1) Indicado en porcentaje molecular.

CUADRO DE LAS ROCAS

SERIE ALCALINO-CALCAREA

ROCAS EFUSIVAS
Magma solidificado en la superficie de la tierra

ROCAS INTRUSIVAS Y FILON
Magma solidificado int

« Paleovolcánico »	« Neovolcánico »	Rocas de diferenciación (esquizolíticas)		Estructura porfírica	Estructura granular (hipidiomorfa)					
		Lamprófidos (melanócrato)	Aplitas (leucócrato)		Granitos	Sienitas	Dioritas	Gabbros	Peridotitas	
Cuarzofido microgranítico granofidico felsofidico Vitrófido	Liparita (Riolita) Nevadita Perlita Obsidiana Piedra pómez Retinita	Minette Kersantita Vogesita Spessartita	Aplita Alsbajita	Granitofido	Granitita Granito anfíbólico piroxénico					
Ortófido	Traquita Hialotraquita		A. sienítica	Sienitofido		S. anfibólica S. biotítica S. piroxénica				Monzonita eua Monzonita M. nefelínica M. olivínica
Porfirita P. cuarzosa P. labradorítica Propilita Hialoporfirita	Andesita y Dacita anfíbólica biotítica piroxénica Hialoandesita		A. diorítica	Dioritofido D. cuarzoso			D. anfibólica » » biotítica » biot. cuarzosa Granodiorita Tonalita D. augítica D. hipersténica			
Meláfido, p. p. olivínico Navita Toleyita Diabasa, p. p. olivínica D. porfirítica Variolita Rocas amigdaloidicas	Basalto plagioclásico B. plagioclásico olivínico Hialobasalto		A. gábrica	Gabbrofido				Gabbro G. olivínico Norita N. olivínica G. anfíbólico		Essexita
Picrita								(Anortosita, Tita- nomagnetita etc.)	Peridotita Dunita Serpentina Piroxenita Hornblendita etc.	

ROCAS ERUPTIVAS

ANEXO II

SERIE ALCALINA

FILONIFORMES (ROSENBUSCH)
 formado intratelericamente

ROCAS EFUSIVAS
 Magma solidificado en la superficie de la tierra

					Estructura porfídica		Rocas de diferenciación (esquizolíticas)		« Neovolcánico »		« Paleovolcánico »	
							Aplitas (leucócrato) Lamprófidos (melanócrato)					
					Sienitas		Granitos					
Iyolita					Teralita, Shonquinita							
					Nordmarquita		Granitita Granito G. piroxénico (egirínico) G. anfibólico (ribeq. y arvfeds.)		Granitófido alcalino		Liparita sódica (Comendita)	
					S. egirín. y sodal. Laurdalita, Larviquita				A. Nordmarquítica Bostonita A. nefelínica Tingualta T. nefelínica » leucítica Paisanita		Keratófido cuarzoso	
					S. eleolítica, S. leucit. » » biotítica » » anfibólica » » piroxénica				Camptonita Monchiquita Alnoeíta		Keratónido Porf. Larviquítico	
											Fonolita Lencitófido Fonolita leucítica	
					Teralita Shonquinita						Traquidolerlita	
											Tefrita nefelínica » leucítica Basanita nefelínica » leucítica	
											Meláfido y Diabasa esexitico y teralítico	
Iyolita Misgurita Jacupirangita									Pórvido Iyolítico		Nefelinita Leucilita Basalto nefelínico » leucítico » melilitico Limburgita Augitita	

(morfa - granular), E. granitoídea

nit cuarzosa
 nit
 felínica
 vínica

essexita

paraje cerca de las canteras de la Playa Ramírez. Los filones casi verticales que llegan en las dos localidades últimamente citadas a tener un espesor de casi un metro, se destacan allá, con rumbo de casi E - W de los alrededores, como pequeños restos de muros, por no haber sido explotados cuando se sacó el granito vecino. Se presentan enseguida como lamprófidos por su color oscuro y su riqueza en biotita. A pesar de la vecindad del granito biotítico en todos los puntos mencionados, hay que afirmar que no pertenecen al séquito de esta roca alcalino - calcárea. Esto sorprende, pues se observa como lo atraviesan (Teja) y aparecen irradiar de él (A. Pantanoso). Numerosas inclusiones extrañas en el interior de la roca filoniforme, muy resorbidas, suministran pruebas para la verdad de las relaciones de edad mencionada. En primer lugar, hay grandes individuos de feldespato, probablemente de proveniencia pegmatítica, y además, pedacitos de una roca aplítica, y finalmente trozos irregulares de una pizarra filítica.

Bajo el microscopio, el silicato indicado revela lindos bordes de reacción (reaction rims). Así se ve como la zona marginal de una pertita, zona bien destacada de más o menos un milímetro de ancho, se compone de substancia feldespática triturada en la cual se prolongan las agujas de hornblenda de la masa fundamental del lamprófido. Dicha zona de trituración con las agujas mencionadas, se ha introducido, siguiendo fisuras, en el feldespato; se destaca ya macroscópicamente por su color rojizo y su aspecto que resulta ser más mate comparándole con el del feldespato restante.

Alla, donde los filones llegan a su altura máxima, en el A. Pantanoso y en la Playa Ramírez, se muestra una diferenciación característica de la roca, pues el interior del filón consiste en el lugar últimamente citado, de una roca frágil, abrigada de biotita. La superficie está agujereada y tiene manchas de color pardo mohoso, mientras que ambas salbandas que tienen un espesor de 1 a 2 dedos, se distinguen en algunas partes por su riqueza en columnitas de un mineral amarillento - verdoso y por su color característicamente azul flavo, que se presenta especialmente cuando cesa la estructura porfídica. Si disminuye el espesor de los filones— como por ejemplo en las canteras de La Teja y especialmente en la Tablada — entonces desaparece la diferenciación entre el centro del filón y la salbada y se encuentra, sea solamente la roca del primero (Teja) o la del margen (Tablada), impregnando en el

último caso — lo que vale también para los apófisis finos de los filones de la Playa Ramírez, y del Pantanoso — íntimamente la roca vecina, jaspeándola con puntos y vetas azulejos.

La composición de la salbanda distinta de la del centro del filón, es por eso de interés, porque aquí, tratándose de una estructura típicamente porfídica, la hornblenda aparece sólo en una generación, es decir en la pasta fundamental que consiste, entre otros minerales, de un tejido denso del mineral arfvedsonítico, mientras que, contrariamente a lo supuesto, los fenocristales son de augita. La formación de este mineral seguramente ha empezado muy temprano, como augita titánica, producto distinto a los posteriores. De esta manera se pueden caracterizar numerosos cristales fuertemente corroídos y cloritizados, que contienen todavía aquí y allá núcleos de un mineral azul-violeta y de estructura zonal. Es fácilmente posible, que entre estos fenocristales muy transformados se hallen también productos semejantes olivínicos. Hay que dudar respecto de si el tejido fundamental contiene sustancia vítrea, más se reconocen numerosos granos muy chicos, que, como supongo, hay que definir como nefelina y en parte también como feldespato.

La roca central se caracteriza por el hecho de que la estructura porfídica se vuelva menos neta, de manera que casi no se puede hablar más de dos generaciones de hornblenda. Un tejido fundamental se forma por grandes cantidades de sustancias nefelínicas y en éstas se encuentran numerosas hojitas de biotita, fibras más o menos grandes de hornblenda y algunos prismas de augita. La hornblenda sódica marginalmente verde, en su interior bruna, extingue, comparada con el eje vertical, con ángulo bastante grande y tiene los colores || b azul-verde oscuro, respectivamente bruno-oscuro casi negro, || c azul-verde hasta verde azulado o de oliva, hasta verde-brunoso, y || a amarilló-verdoso o amarillo claro-bruno. En el tipo indicado primeramente aparecen a veces los tonos || a rojizo-gris y || c azul-gris hasta azul claro verde, coloración que ya se nota macroscópicamente en las impregnaciones de la roca perforada, salientes de la salbanda, tonos que se explican como derivados de la descomposición del mineral.

Resumiendo lo dicho, se conoce que se trata en el caso presente de rocas « vacilantes entre el carácter basaltoideo y lamprofidico » (H. ROSENBUSCH, Mikr. Phys. II, 1, pág. 697; 1907). Igual-

mente como se hallan nefelinitas como diferenciación entre basaltos nefelínicos, así se observa en nuestro afloramiento de la Playa Ramírez, que la roca de la salbanda aparece, a veces, también como producto de diferenciación de la camptonita.

Pertenece probablemente a los lamprófidos sódicos en cuestión, dos tipos del C. de los Burros transformados en «Grünstein». Característica es la aparición de augita titánica. El análisis da % Mol. $K_2O = 0,74$, mientras que el valor correspondiente de Na_2O llega a 4,95. En la proyección gráfica de OSANN se muestra claramente la gran analogía con la diabasa analcímica de la Escuela pública.

Los estudios litológicos hechos en las rocas eruptivas antiguas del Uruguay establecen puntos intermediarios entre las conocidas rocas nefelínicas tanto ácidas como básicas del Brasil (Cabo Frío cerca de Río de Janeiro, Serra de Mendoha, Estado de São Paulo) y tipos descritos por O. STIEGLITZ de la Precordillera desde el Río Mendoza en el Sud, hasta el confin septentrional del Paramillo de Uspallata. La edad de las rocas argentinas es carbonífera. Se componen, como en nuestro caso, de granitos y sienitas sódicos, con acompañamiento de filones. Se extienden dichas formaciones más al Sud, pues se describieron por P. QUENSEL (67), provenientes de la Cordillera patagónica desde el grado 40 de latitud meridional, rocas sódicas, entre las cuales, en contraste con las más septentrionales y las nuestras, prevalecen miembros más básicos, por ej. del grupo de las essexitas.

Influencias de metamorfosis de contacto, motivadas por el granito que es el miembro más importante de las rocas intrusivas, sobre pizarras cristalinas, se observaron bastante raras veces, excepto donde se trata de calizas. Se recogieron algunas rocas córneas, por ej. en el camino de Corrales a Zapucay, de la Cuchilla Grande (Dep. de Treinta y Tres) y del campo del Sr. DOROTEO NAVARRETE más o menos a 15 km al Sud de Melo. Las rocas metamorfoseadas tienen una estructura densa, típicamente cornoidea, en algunos puntos, otras, por ej. en el punto últimamente citado son de grano más grueso, y aparecen, vistas bajo el microscopio como una brecha fina con numerosos trozos por ej. de plagioclasa y de ilmenita. La roca eruptiva correspondiente es un granito gneísico aplítico rojizo. A la misma roca hay que atribuir también en el C. Largo al Sud del campo mencionado, la influencia metamórfica sobre las pizarras cristalinas del mismo lugar.

Como hallazgos aislados hay que mencionar un micaesquisto noduloso (Glimmerknotenschiefer) del campo del Sr. PEDRO CARABAJAL cerca de Minas y una filita andalucítica bastante compacta y cristalina que se encuentra al lado de un granito en el campo del Sr. LUIS MELONO en el camino de Minas a Pan de Azúcar. Abundan los casos, donde al lado de filones de roca eruptiva y en exsudaciones de cuarzo, se ha producido una alteración, tomando la roca un aspecto frito, que se manifiesta a veces también, por un aumento del aspecto cristalino en la roca perforada.

Un caso de metamorfosis de contacto especialmente interesante por su yacimiento geológico y por la intensidad de la transformación, se presenta no lejos de la Estación Piedras de Afilar y fué observado primeramente al pié de una altura, situada al Sud del Ferro - Carril a Maldonado, altura que se caracteriza por una cantera de arenisca de São Bento, hoy abandonada (véase más adelante). La piedra córnea epidótica (Epidothornfels) — pues se trata de este producto de metamorfosis — se encuentra incluida en pizarras más o menos oscuras, cuyo contenido original en calcita se ha transformado en grandes cantidades de minerales del grupo del epidoto y de clinozoisita. Los individuos de esta familia se acumulan en masas compactas granudas, en parte poco transparentes y dificultan grandemente su estudio, a causa de su pequeñez extraordinaria. Se necesita siempre un aumento de 400 hasta 500 veces para la observación microscópica.

Los dos silicatos de calcio mencionados se unen de esta manera: el mineral casi siempre granudo (epidoto) forma el centro, mientras que la variedad siempre cristalográficamente contornada (clinozoisita) da el manto, de espesor muy desigual, faltando a veces, en algunos puntos (véase fig. 5 *b* ⁽¹⁾).

El epidoto muestra aún en las partes más delgadas del preparado microscópico, color amarillo y alta birefringencia.

El carácter de los cristales de clinozoisita muy pequeños, pero bien tallados, es prismático. Raramente se encuentran cortes según el plano de simetría, alargados en la dirección del eje vertical que recuerdan vivamente a los cortes correspondientes de ortita (véase fig. 5 *a* ⁽²⁾). El mineral generalmente incoloro presenta a veces tonos débilmente azullejo - verdosos. Raras veces se

(1) Dibujado con el aparato de ABBE con aumento de 500 veces y agrandado luego 5 veces.

(2) Dibujado con aumento de 500 veces y agrandado al quintuple.

encuentran individuos más grandes de colores más intensos, cristales que presentan pleocroísmo. La doble refracción es muy baja. En secciones clinopinacoidales, empleando la « teinte sensible », se observa un ángulo de extinción muy chico hacia adelante.

La piedra córnea epidótica (Epidothornfels) se encuentra en una zona de contacto muy angosta al lado de una roca eruptiva que se describió anteriormente como lamprófidio picritoporfirítico. Los afloramientos al pie de la altura caracterizada por la cantera,

no son buenos, por eso vamos a dejar la descripción de la estructura tectónica para más adelante y nos ocuparemos del producto mencionado de la metamorfosis de contacto más intensa. La filita original se ha transformado en una piedra córnea sumamente dura de fractura concoidea con crestas cortantes. La división pizarrosa se borró completamente en esta transformación, y sólo se le observa, cuando la roca empieza a descomponerse. El color de la piedra córnea típica es un tono verdoso-amarillento, lo que hace suponer, ya por el aspecto macroscópico, que se

trata de una roca rica en epidoto. Bajo el microscopio se constata que se compone de un agregado de granos de cuarzo y epidoto con manchas algo redondas, incoloras. Consisten, como se comprueba empleando fuerte aumento, de cuarzo y epidoto con manchas algo redondas, incoloras. Se componen estas de cuarzo y grandes cantidades de fibras finísimas pertenecientes, tal vez, a la tremolita. Es posible que las manchas se deriven de restos de radiolarios.

Ampliando estas observaciones por los estudios en el campo, resulta que el yacimiento del « Epidothornfels » forma sólo un miembro de una zona de metamorfosis de contacto que ya se muestra más al N W cerca de la Estancia del Sr. R. BERISSO y que cruza la línea férrea entre los km. 35 y 36 (véase la fig. 2). Aquí, en

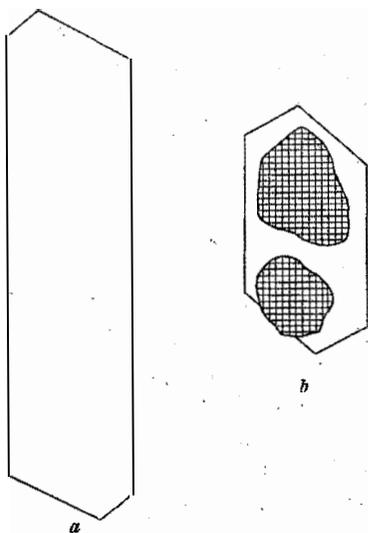


Fig. 5. Cristal de clinozoisita (a); unión de epidoto con clinozoisita (b).

un desmante, se ve que se trata de dos fajas de rocas metamorfoseadas con un rumbo de NW a SE, fajas que se han reducido, probablemente por presiones tectónicas, a yacimientos lentiformes incluidos en la roca efusiva lamproffídica. El yacimiento lentiforme occidental aflora cerca del paso del camino sobre el ramal del A. del Bagre, también a unos 100 a 200 metros al W de la estancia mencionada, a pocos pasos al N del camino, mientras que la faja oriental (tal vez el mismo horizonte geológico unido con la roca eruptiva por plegamiento monoclin) que aflora en el desmante, unos 20 metros al E de la occidental, encuentra su prolongación en yacimientos situados entre la estancia y la señal trigonométrica en la altura compuesta de la ya mencionada arenisca de São Bento. La metamorfosis representa un estado intermediario entre «fritamiento» (véase pág. 65) y metamorfosis de contacto verdadera. La primera se caracteriza por un endurecimiento extraordinario de la roca (análogo a aquel, del ladrillo calcinado respecto del material arcilloso original) y la estrechura de la zona transformada; la segunda, por la creación de silicatos como epidoto, tremolita, albita y granate. El espesor de la zona de contacto no excede en ningún lugar de dos metros y se encuentra, a veces, directamente al lado de roca normal. Entre la Estancia BERISSO y la señal trigonométrica, se hallan tipos intermediarios entre una piedra córnea muy típica, de color amarillento claro y una pizarra filítica oscura. La clasificación, en el lugar indicado, de la roca metamórfica como tal no presenta ninguna dificultad. Distinto es el caso en aquellos puntos, donde la piedra córnea, probablemente como consecuencia de un grano más grande de la substancia original, aparece en la forma de una roca maciza parecida a cuarcita, de color amarillento claro o gris. La sedimentación original de semejante «cuarcita» que aflora en el desmante del Ferro-Carril, y al S E como también al N E de la estancia, se puede reconocer en la superficie de la roca algo descompuesta.

Al final de este capítulo voy a mencionar los rasgos más característicos de un yacimiento de piedra de corindón (Korundfels) formada por metamorfosis de contacto pneumatolítico, yacimiento que me proporcionó tema para una publicación al respecto y al origen del esmeril. Ya R. MARSTRANDER brevemente se ha ocupado de aquel muy interesante producto nacional (57, pág. 38), que él y anteriormente el entonces Director del I. de

Geología, Dr. M. LAMME, habían estudiado en la naturaleza anunciando al mismo tiempo que pronto se publicaría un informe acompañado de un mapa geológico de la región; sin embargo, exceptuando las dos publicaciones de R. MARSTRANDER y los Informes y Relaciones del actual Director del I. de Geología, Arquitecto Sr. A. LLAMBIAS DE OLIVAR (54), nada de interés geológico ha publicado hasta la fecha, desde su fundación en 1912, el Instituto de Geología y Perforaciones.

El resumen final de la publicación citada, ilustrada con vistas, planos y microfotografías, es el siguiente. La formación del esmeril y la de la bauxita-laterita siguen distintos caminos. Es posible que por excepción proceda la formación de la bauxita por vía hidrotermal, más su sola composición no justifica la suposición de que sea la materia prima del esmeril. La formación de grandes cantidades de corindón dentro de pizarras cristalinas sedimentogéneas se manifiesta, ya en forma de yacimientos reducidos en la proximidad de rocas intrusivas (« Korundfels »), ya estratiforme como esmeril. En los dos casos se trata de fenómenos del metamorfismo contacto-pneumatolítico, que tienden a producir una amputación (Abspaltung) de alúmina de los minerales y rocas, ricas en dicho producto. Pero, mientras en el « Korundfels » tiene lugar una afluencia de nuevos componentes sólo en escala reducida, en el esmeril la formación es simultánea de grandes cantidades de substancia férrica, que deriva de la emanación del fluoruro o cloruro correspondiente. El hecho de que el corindón represente, donde se ha diferenciado del magma, un producto esencialmente pneumatolítico, queda demostrado por el acompañamiento ocasional de casiterita y zinnwaldita, y también por su relación con filones pegmatíticos, granitos turmalínicos y formaciones análogas. La formación del corindón pasa por el estado de fluoruro de aluminio; la misma combinación química $AlF_3 + aq.$, se halla en la naturaleza como fluelita. Se sabe que este mineral, junto con otras sales de fluoruro de Al complejas, entre ellas la criolita, como más conocida, es de origen típicamente pneumatolítico.