

REVISTA

DE LA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

U A. J. AMOS, Estructura de las formaciones paleozoicas de La Rinconada, pie oriental de la Sierra Chica de Zonda (San Juan) ...	5
P. GROEBER, La serie « andesítica » patagónica. Sus relaciones, posición y edad.....	39
L. E. ARIGÓS, Los yacimientos de hierro en las regiones de Agua Negra y Leoncito. Departamento Iglesia (San Juan).....	43
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS.....	71

BUENOS AIRES
REPUBLICA ARGENTINA

1954

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

This One



UGWT-1NA-18Y1

Imprenta Coni, Perú 684, Buenos Aires

Inscripta en el Registro de la Propiedad Intelectual bajo el número 340.992

REVISTA

DE LA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

TOMO IX

BUENOS AIRES
REPUBLICA ARGENTINA

1954

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo IX

Enero de 1954

Nº 1

ESTRUCTURA DE LAS FORMACIONES PALEOZOICAS DE LA RINCONADA

PIE ORIENTAL DE LA SIERRA CHICA DE ZONDA

(SAN JUAN)

POR ARTURO J. AMOS

RESUMEN

El autor describe la estratigrafía de las formaciones eo y neopaleozoicas; con respecto a las primeras, intenta una explicación de la estructura de la pretendida «mezcla tectónica» de calizas Ordovícicas y sedimentos Gotlándicos, llegándose a la conclusión de que lo que primitivamente se había tomado como Gotlándico pertenece al Llandeilo-Caradociano y las lentes de calizas Llanvirnianas en el espesor de sedimentos anteriores han sido originados por deslizamientos dentro del geosinclinal del Ordovícico superior simultáneamente a la deposición de las sedimentitas clásticas de edad Llandeilo Caradociana («Tectónica de *ecoulement*»). Se discute, además, la edad de los depósitos del Paleozoico superior, en base a los hallazgos de floras fósiles citadas en la literatura geológica y a modernas colecciones; ubicando a estos estratos en el Mississípico o Carbonífero inferior. Finalmente se describen los movimientos que han afectado a esta región.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, tema de tesis de la Universidad Nacional de Buenos Aires, fue realizado durante los primeros meses del año 1953, en los cuales se efectuó el relevamiento geológico, utilizando para ello la ampliación al 1:12500 de la plancheta Rinconada-Carpintería de la Dirección Nacional de Minería escala 1:25000. Además de este mapa, que por razones de espacio no se publica aquí, se han efectuado 10 perfiles transversales a la estructura cuya ubicación se observa en el croquis (fig. 1).

RESEÑA HISTÓRICA DE LAS INVESTIGACIONES ANTERIORES

La región de La Rinconada y su continuación austral hasta Carpintería, ha sido estudiada en mayor o menor detalle por numerosos investigadores durante los últimos cincuenta años. El interés por la zona se despertó a principios de siglo con el descubrimiento de pequeñas intercalaciones carbonosas en las sedimentitas del Paleozoico Superior que, por algún tiempo, fueron exploradas en la esperanza de hallar mantos

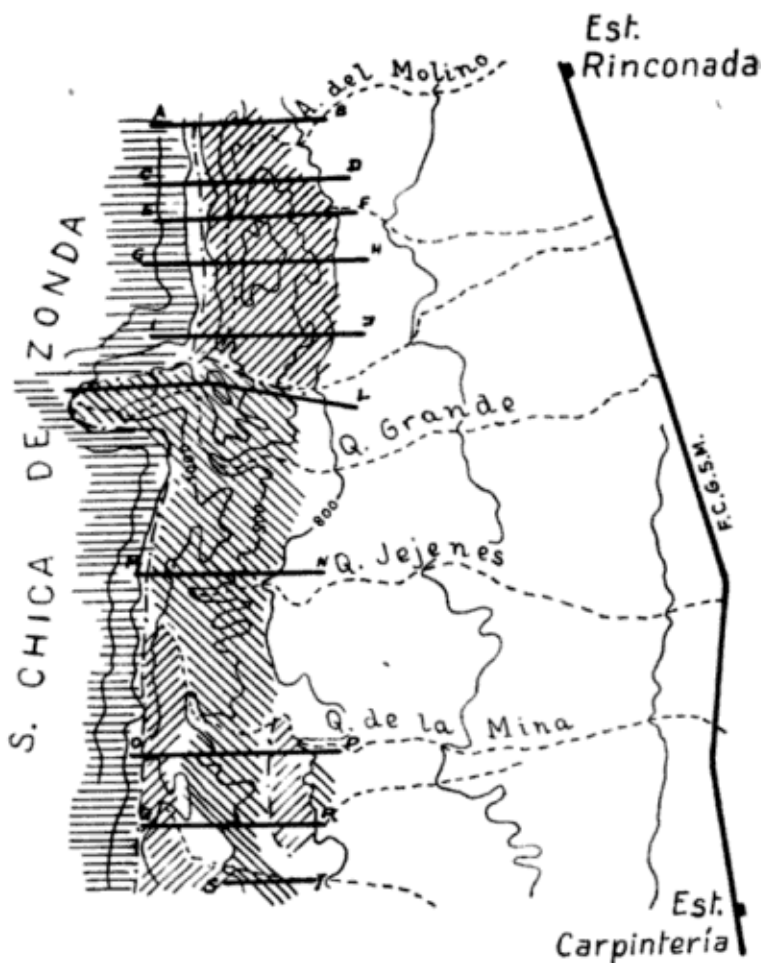


Fig. 1. — Croquis Geológico de La Rinconada, San Juan : — Calizas San Juan ; — Formación Rinconada ; ~ Formación Jejenes

de carbón explotables. Durante estos trabajos se hallaron restos vegetales bien conservados en varias localidades, y Bodenbender, atraído por estos descubrimientos, visitó la región, publicando, en 1902, la primer descripción geológica de la misma.

Las observaciones de Bodenbender, expuestas en tres páginas, son un tanto imprecisas y se refieren, ante todo, a las localidades plantíferas halladas por Fonseca, Salas y por él mismo en los lugares denominados « Cruz de Caña », « Los Jejenes », « La Rinconada » y « Pájaros Muertos ». La primera, al estar con Bodenbender, se encontraría a « una

distancia de legua y media al poniente del Cerro Valdivia ». La segunda, « cerca de cinco kilómetros al norte de la mina Cruz de Caña ». La tercera se menciona simplemente como « La Rinconada » y la última (Pájaros Muertos) como ubicada a « más de una hora a caballo » al oeste de Cruz de Caña, « muy cerca a la pendiente del cordón silúrico que forma la continuación austral del de la Zonda ».

Los restos de plantas fósiles hallados en las tres primeras localidades fueron identificados por Kurtz y mencionados en lista por Bodenbender (1902, pp. 211 y 212).

Las descripciones paleontológicas de Kurtz no vieron la luz hasta 1921, en una publicación póstuma dirigida por Hosseus, pero, con tan mala fortuna, que se omitió las láminas donde se ilustraba muchas de las especies nuevas propuestas por aquel investigador. Este hecho, unido a la vaguedad con que Bodenbender señaló la ubicación de las localidades fosilíferas, han impedido hasta ahora reconocerlas en el terreno, pese a los esfuerzos realizados en tal sentido por varios investigadores posteriores.

Bodenbender, en 1902, consideró que los estratos plantíferos de Cruz de Caña, Los Jejenes y La Rinconada ocupaban « un solo nivel » de edad Carbonífera, mientras que los de Pájaros Muertos, que sólo dieron restos indeterminables, podrían representar un horizonte algo más antiguo. Poco después, en 1904, Tornquist describió con el nombre de *Rhadinichthys argentinus* restos de peces hallados por Fonseca asociados a las Plantas de « Los Jejenes », asignándole también edad Carbonífera.

La imprecisión de Bodenbender y la falta de documentación de las identificaciones paleobotánicas de Kurtz, fueron el origen de confusiones y polémicas estériles acerca de la sucesión y edad de las capas neopaleozoicas de la región, aún no resueltas definitivamente.

La región que nos ocupa fué luego estudiada incidentalmente por Stappenbeck. En su clásica monografía publicada en 1910 hace algunas observaciones acerca de la misma y sus rasgos fundamentales aparecen delineados en el mapa geológico de la Precordillera, a escala 1 : 500.000, con que ilustró su obra. Stappenbeck señala que la Sierra Chica de Zonda está formada por calizas silúricas (= ordovícicas) y dibuja, en el pie oriental del cordón, afloramientos de rocas « devónicas » y de « Estratos de Paganzo » fosilíferos, asomando a través de una extensa cubierta de « Estratos calchaqueños ». Menciona en el texto las localidades fosilíferas de Bodenbender y llega a la conclusión de que allí existe mezcla de floras carbónicas y pérmicas.

Poco después, en 1914, la región de La Rinconada fué visitada por Keidel quien, sin embargo, no publicó sus observaciones hasta 1922. En esa oportunidad había comprobado ya la presencia de conglomerados glaciales en la zona, y cuando Coleman visitó en 1918 nuestro país con

el objeto de conocer personalmente los depósitos glaciales paleozoicos argentinos, le organizó un viaje a la Rinconada. Las observaciones de Coleman, un tanto someras y generales, fueron publicadas en 1918 y luego en 1926. Distinguió en la región dos grupos de conglomerados paleozoicos de naturaleza distinta, cuyas relaciones estratigráficas no pudo aclarar «debido a las complicaciones tectónicas que afectan a la sucesión». De las descripciones de Coleman surge que uno de estos grupos de conglomerados corresponde al banco basal de la sucesión neopaleozoica y es realmente de origen glacial. El otro, en cambio, corresponde a las intercalaciones conglomerádicas de la «Formación Rinconada» (véase págs. 13-20) que, como se verá más adelante, son de origen fluvio-marino.

Como hemos dicho ya, Keidel publicó sus observaciones sobre La Rinconada en 1922, como parte integrante de un extenso trabajo sobre la distribución de los depósitos glaciales del Pérmico en Argentina. Sus observaciones se refieren, pues, a la sucesión de capas neopaleozoicas que subdivide en dos «Series»: una inferior o «Estratos de Zonda» y una superior o «Estratos de Jejenes». Las descripciones de Keidel son excesivamente escuetas y apenas podemos colegir que los «Estratos de Zonda» «constan enteramente de sedimentos terrestres con dos camadas de morenas», una en el piso y otra en el techo, mientras que los de Jejenes, son «areniscas y esquistos carbonosos», también continentales, que contienen restos vegetales. Keidel paralelizó sus «Estratos de Zonda» con las capas de Talchir de la India y sus «Estratos de Jejenes» con los de Kaharbari, concluyendo que toda la sucesión correspondía al Pérmico. Y explicó la aparente «mezcla» de floras carboníferas y pérmicas como debida a «mezcla tectónica» de estratos carbónicos y pérmicos. Sabido es que Keidel interpretó la tectónica de la Precordillera como una estructura de corrimiento de tipo alpino pero de fecha hercínica. Y en 1922 consideró al conjunto de capas que llamaremos aquí «Formación Rinconada», como «una serie compleja y heterogénea a causa de una intensa mezcla por vía tectónica» (p. 251), donde aparecían pizarras y areniscas del Carbónico inferior mezcladas con calizas ordovícicas y «girones» de conglomerados glaciales pérmicos. Y supuso que la «mezcla» de plantas carbónicas y pérmicas se debía a yuxtaposición de capas de distinta edad dentro de esta sucesión «compleja y heterogénea», que estaba recubierta «en discordancia» (p. 250) por la sucesión «normal» de Estratos de Zonda-Estratos de Jejenes.

Keidel partió para sus conclusiones estratigráficas y tectónicas, de una premisa cuya validez no creyó necesario demostrar, ya que le parecía evidente y obvia: que todas las «morenas» neopaleozoicas del oeste argentino eran de fecha pérmica y equivalentes a los depósitos glaciales de Talchir en la India. Esta generalización, que hoy sabemos completa-

mente infundada, y las determinaciones paleontológicas de Kurtz publicadas en lista por Bodenbender, que hoy sabemos son en parte erróneas, le llevaron a conclusiones equivocadas, actualmente insostenibles.

El estudio de las capas neopaleozoicas de La Rinconada se reabre en 1927, al publicar Du Toit sus observaciones acerca de la sucesión estratigráfica del pie oriental de la Sierra Chica. Para Du Toit, los « Estratos de Zonda » y de « Jejenes » constituyen una sola unidad de unos 360 metros de espesor, con tres intercalaciones de conglomerados glaciales. Y señala que, entre la tillita basal y el segundo nivel glacial, las capas llevan *Rhacopteris szajnochai* y *Cardiopteris polymorpha*. Menciona haber hallado estos restos en el Río Grande... y haber efectuado las determinaciones comparando los ejemplares con los materiales de Kurtz en Córdoba, pero no los describe ni ilustra. Y basándose en estas identificaciones, llega a la conclusión de que la serie debe corresponder al Carbónico Superior (Estefaniano) y hasta, quizá, a la parte alta del Carbónico Medio (Westfaliano). Expresa la opinión de que los restos de *Glossopteris* hallados por Bodenbender, deben provenir de los mismos niveles, aceptando una « mezcla » stratigráfica de floras arto-carbónicas y de Gondwana, aunque admite la posibilidad de que los restos de *Glossopteris* puedan haber sido hallados en un nivel ligeramente más alto dentro de la misma sucesión. Para Du Toit, la sucesión carbónica se apoya en marcada discordancia angular sobre el conjunto de capas que llamaremos aquí « Formación Rinconada ».

Las observaciones de Du Toit fueron refutadas por Keidel en 1938 y 1940, insistiendo en su idea de « mezcla tectónica ». En el trabajo de 1938 menciona haber hallado restos de *Atrypina acutiplicata* y *Monograptus* sp. en lutitas verdes de lo que aquí llamaremos « Formación Rinconada ». Creyó confirmar así que esta formación es « una serie compleja y heterogénea a causa de una intensa mezcla por vía tectónica » como afirmara en 1922, pero considerando ahora que la masa principal de estas rocas, incluso los conglomerados intercalados cuyo origen glacio-marino aún sostiene, es de edad silúrica, con « enclaves tectónicos » de calizas ordovícicas y de areniscas y lutitas carbónicas.

En 1941, Frenguelli describe por primera vez restos de plantas de esta región. Se trata de una colección de Bodenbender depositada en el Museo de La Plata y etiquetada « Agua de Jejenes ». Todo hace presumir de que se trata de los restos mencionados por Bodenbender en 1902, cuya identificación por Kurtz mencionara en lista, ya que las determinaciones manuscritas en las etiquetas coinciden con aquéllas. Pero Frenguelli encuentra estas determinaciones incorrectas y luego de describir e ilustrar los restos, concluye que representan una flórmula del Carbónico Inferior, comparable con la del Culm europeo (Dinantiano).

En 1943, Fossa-Mancini discute el origen « glaci-marino » de los con-

glomerados « silúricos » de Keidel, es decir, de los que aparecen intercalados en la « Formación Rinconada » (de este trabajo), llegando a la conclusión de que se trata de depósitos marinos sin intervención de hielo. Al mismo tiempo compara las grauvacas, areniscas y lutitas de la Formación Rinconada con el Wildflysh de Suiza y las *Argille Scagliose* de los Apeninos.

Ese mismo año (1943) Frenguelli discute extensamente el problema de la edad de las floras neopaleozoicas del pie oriental de la Sierra Chica de Zonda y otras localidades del oeste argentino, reafirmando su convicción de que la flora del « Agua de Jejenes » corresponde al Carbónico Inferior.

En 1946, Bracaccini publica el resultado de sus investigaciones en la Precordillera, dedicando largas páginas a las series neopaleozoicas de La Rinconada y regiones vecinas, ilustrando sus conclusiones por medio de varios perfiles y bosquejos de mapas geológicos. En lo que respecta a la aquí llamada « Formación Rinconada » acepta la idea de Keidel de que se trata de una serie compleja y heterogénea, constituida por una mezcla tectónica de capas gotlándicas (= silúricas) y ordovícicas, recubierta en discordancia angular por una espesa serie neopaleozoica.

Estima que esta serie (los « Estratos de Zonda » y de « Jejenes » de Keidel) alcanza un espesor de 1300 a 1400 metros y que esta espesa sucesión « se extendería desde el Viscaño hasta incluir, probablemente, parte del Estefaniano (Uraliano) superior » (p. 86). Esta apreciación de la edad se basa en diversos hallazgos de plantas fósiles: 1°, en la Quebrada Grande, por Du Toit; 2°, en « Agua de Jejenes », por Bodenbender (clasificación de Frenguelli) y 3°, en el Río de la Virgencita, por Bracaccini mismo (clasificación de Frenguelli).

Bracaccini comunica también (p. 68) el hallazgo de plantas fósiles en la Quebrada de la Cantera de Mármol o Río de la Mina. Los restos fueron hallados por Dara al efectuar su trabajo de tesis (inédito) y, según Bracaccini, es ésta la localidad que Bodenbender denominara « Agua de Jejenes » o « Los Jejenes ». Los restos hallados por Bracaccini y Dara no han sido descriptos ni ilustrados, pero a la gentileza del segundo debo el poder disponer de algunos bien conservados y determinables.

Poco después, en 1948, Heim describe la región de la Rinconada y publica un mapa geológico de la misma, a escala 1:25.000, utilizando la misma plancheta topográfica relevada por la antigua Dirección de Minas y Geología (hoy Dirección Nacional de Minería) que ha servido de base a mi relevamiento. Heim, de acuerdo con Keidel y Bracaccini, interpreta también la « Formación Rinconada » como una « mezcla tectónica » de capas ordovícicas, gotlándicas (= silúricas) y devónicas, intentando dos ensayos de explicación mecánica no muy satisfactorios.

En lo que respecta a la sucesión neopaleozoica, Heim la estudia por

medio de varios perfiles y señala el hallazgo de escasos restos de plantas fósiles en las capas más altas de la misma, en el Río de la Mina, mencionando que Frenguelli ha identificado uno de ellos como *Calymnotheca* sp. nov. del Carbónico inferior. Por tal motivo acepta que la serie es equivalente a los « Estratos del Tupe » de Frenguelli y que su edad es infra carbónica. Conviene mencionar que el lugar del hallazgo de Heim es exactamente el mismo de Bracaccini y Dara, no existiendo al respecto ninguna duda.

El resto mencionado por Heim fué descrito poco más tarde por Frenguelli (1949), con el nombre de *Dawsonites heimi* Freng., y considerado como una psilophytaal del Devónico inferior, pese a conocerse su posición estratigráfica en las capas superiores de la sucesión neopaleozoica.

1. PALEOZOICO INFERIOR

En la región afloran dos grupos sedimentarios de edad ordovícica. El primero, que constituye la masa de la Sierra Chica de Zonda, está integrado por calizas mientras que el segundo, que se extiende al pie de este cordón en la zona de La Rinconada, consiste en sedimentitas elásticas de color predominantemente verdoso con intercalaciones importantes de calizas.

A. Calizas San Juan

1. *Historia.* — El nombre de « Calizas San Juan » fué propuesto recientemente por Harrington (trabajo inédito) para designar al espeso grupo de calizas que, en la literatura geológica sobre la Precordillera, suele llamarse « Calizas cambro-ordovícicas » u « ordovícicas ».

La primer mención de este conjunto calcáreo se debe a Stelzner quien, en 1876, describió muchos de los afloramientos distribuidos entre las cercanías de Mendoza y los alrededores de Jachal. Stelzner halló también los primeros fósiles en estas calizas que, estudiados por Kayser (1876), permitieron fijar la edad ordovícica de las capas.

Stelzner no recorrió la región aquí estudiada pero visitó los afloramientos calcáreos de la extremidad norte de la Sierra Chica de Zonda, ubicados unos 20 kilómetros al noroeste de La Rinconada. Fué Stappenbeck quien, en 1910, señaló por primera vez, las calizas de nuestra región y todos los investigadores posteriores que han estudiado esta zona hacen referencia a las mismas, pero sin detenerse en descripciones minuciosas.

2. *Distribución.* — Las Calizas San Juan forman, como se ha dicho, la masa principal de la Sierra Chica de Zonda y, en la región relevada,

afloran en una angosta faja occidental, que corresponde al flanco oriental del alto cordón calcáreo.

3. *Litología y espesor.* — El grupo consiste en una espesa y monótona sucesión de capas calcáreas, con escasísimas intercalaciones terrígenas.

Los dos tercios inferiores del conjunto están caracterizados por camadas masivas y gruesas, de calizas color gris claro u oscuro, que se meteorizan con tonos amarillentos y gris blanquecinos. Estas capas contienen frecuentes nódulos irregulares, masas y hasta verdaderas camadas intercaladas de ftanitas (pedernal) de color pardo oscuro, que ocasionalmente constituyen bancos de hasta dos metros de espesor y algunos centenares de metros de largo.

El tercio superior de la sucesión está integrado por calizas estratificadas en láminas delgadas, de pocos milímetros a centímetros de espesor, con bandas arcillosas delgadas entre banco y banco (« shaly partings »). Las calizas son de colores similares a los inferiores y las bandas arcillosas tienen por lo general tonalidades verdes o verde-amarillentas. Variedades oolíticas, compuestas por oolitas pequeñas, se observan ocasionalmente. En este conjunto superior, por lo general fosilífero, las ftanitas son raras o faltan por completo.

Conviene mencionar que esta distinción entre camadas inferiores gruesas y masivas y camadas superiores laminadas no es absoluta, existiendo variedades finamente estratificadas entre los bancos gruesos y viceversa. En términos generales, sin embargo, la distinción es válida.

En nuestra región no es posible calcular el espesor total de las Calizas San Juan pero por lo que se sabe más al sur, en la Quebrada de La Flecha, es evidente que no ha de ser menor que 1500 metros.

4. *Relaciones estratigráficas.* — En nuestra zona no aflora el contacto basal de las Calizas San Juan. Éste ha sido observado solamente en el norte de la Precordillera. Según Furque (comunicación personal) en la región del Río Gualcamayo al suroeste de Guandacol, las calizas reposan en concordancia sobre lutitas oscuras que llevan una fauna de graptolites de edad probablemente arenigiana superior. Es muy probable que el contacto basal esté también expuesto en el corte transversal del Río Jachal, poco aguas arriba del túnel carretero en el Km 27 de la ruta de Jachal a Iglesia, donde Heim (1952, p. 53) ha descrito recientemente « esquistos oscuros con alumbre del Carbonífero inferior ? » por debajo de las calizas, interpretando el fenómeno como debido a un corrimiento de tipo alpino. Con toda probabilidad, estas lutitas aluníferas son ordovícicas y posiblemente arenigianas, como las del Río Gualcamayo.

El contacto superior, en cambio, está bien expuesto en la zona donde, a lo largo del pie oriental de la Sierra Chica de Zonda, las calizas están sobrepuestas en concordancia por la Formación Rinconada. El plano de contacto está hoy en posición subvertical pero estudiándolo con detención

en buenos afloramientos, no se percibe traza alguna de discordancia, ni siquiera erosiva. Las capas basales de la Formación Rinconada se asientan sobre un mismo banco de calizas siendo unas y otras perfectamente paralelas.

5. *Fósiles, edad y correlaciones.* — Las Calizas San Juan han dado fósiles en muchas localidades, aunque por lo común deficientemente conservados y pertenecientes a un número reducido de formas. Los primeros fueron descubiertos por Stelzner en Talacasto, Niquivil, Huaco y otras localidades del norte de la Precordillera. Kayser los describió en 1876 concluyendo que se trataba de especies referibles al Ordovícico Superior y comparables a las del Tremadociano de los Estados Unidos de Norteamérica.

Modernamente los trilobites han sido estudiados por Harrington y Leanza (trabajo inédito), quienes han llegado a la conclusión que las capas fosilíferas son aproximadamente equivalentes al Llanvirniano de Gran Bretaña.

En la región estudiada, las calizas han dado restos bastante bien conservados en una localidad. A 500 metros al oeste del codo del Arroyo El Molino, donde éste dobla hacia el este atravesando la Formación Rinconada, se ha podido coleccionar:

Brachiopoda gen. et sp., plur.
Harpidae gen. et sp. indet.
Protopliomeridae gen. et sp. nov.
Asaphidae gen. et sp. indet.
Orthoceras sp.

Los braquiópodos de las Calizas San Juan aun no han sido estudiados en detalle, pero comparando los ejemplares del Arroyo El Molino con los provenientes de Niquivil, conservados en las colecciones del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, es evidente que al menos hay varias especies comunes a ambas localidades. En especial se destaca un *Orthis* s. str. que sin duda corresponde a una nueva especie.

B. Formación Rinconada

1. *Historia.* — El nombre de «Formación Rinconada» ha sido propuesto por Harrington (trabajo inédito) para designar al conjunto de sedimentitas clásticas de color verdoso con intercalaciones de calizas, que se extiende por el pie oriental de la Sierra Chica de Zonda en la zona de La Rinconada.

Esta formación ha sido considerada hasta la fecha como una gigantesca brecha tectónica donde se mezclan capas silúricas (o devónicas) con calizas ordovícicas en numerosas cuñas alternantes.

Fué Keidel (1938) el primero en describir esta «mezcla tectónica». Llevado por las similitudes litológicas que creyó percibir entre las sedimentitas clásticas verdosas y las rocas silúricas fosilíferas de los alrededores de Jachal y luego por el hallazgo de escasos restos fósiles que identificó como *Atrypina acutiplicata* Conrad y *Monograptus* sp., concluyó que estas capas pertenecían al Silúrico. Y al hallar *Maclurites* y otros fósiles típicamente ordovícicos en las calizas interpuestas entre las sedimentitas clásticas, admitió que la alternancia de capas se debía a «mezcla tectónica».

La misma opinión ha sido sustentada más tarde por Bracaccini (1946) y por Heim (1948-1952) intentando, el último autor, dos ensayos teóricos de explicación tectónica de tal mezcla sin que ninguno, y a estar con sus propias palabras, sea enteramente satisfactorio.

Fué Keidel (1938) también quien primero describió las intercalaciones de conglomerados que aparecen entre las sedimentitas mayormente psammíticas, considerando a aquellos depósitos más o menos lenticulares como de origen glaci-marino. Desde entonces, la presencia de una glaciación silúrica en nuestro país ha sido generalmente admitida.

2. *Distribución.* — En la región estudiada, zona tipo de esta formación, las capas Rinconada afloran en una extensión de tres kilómetros en sentido este a oeste por diez kilómetros en sentido norte a sur, en el pie oriental de la Sierra Chica de Zonda.

Fuera de esta región se conocen otras dos zonas donde aflora la Formación Rinconada. La más importante se encuentra en el pie nordeste de la Sierra de Villicun, a unos 70 kilómetros al norte de La Rinconada, donde fuera descrito por Cabeza Quiroga (1942, tesis inédita Museo La Plata).

Una segunda zona, mucho más pequeña, se encuentra a 50 kilómetros al sur de La Rinconada en el Cerro Salinas, unos 14 kilómetros al sur de Retamito. Los afloramientos, que tienen 2 ó 3 kilómetros de largo y 700-900 de ancho fueron descritos en 1946 por Mauri (tesis inédita Museo La Plata).

La Formación Rinconada se conoce en varios asomos dispersos en el pie oriental de la Precordillera que se extienden a lo largo de un trecho de 120 kilómetros desde el pie de la Sierra de Villicun hasta el Cerro Salinas.

3. *Litología y espesor.* — La Formación Rinconada está integrada por tres tipos distintos de sedimentitas, que aparecen en desigual proporción. Las rocas dominantes son sedimentitas epiclásticas psammítico-semipelíticas, que constituyen más de 80 por ciento de la sucesión. Entre ellas se intercalan lentes de sedimentitas epiclásticas psefíticas, que en total, probablemente, no alcanzan a formar el 2 por ciento del conjunto. El tercer tipo consiste en intercalaciones irregulares de carbonatitas cálcicas, que aparecen en bloques, lentes y masas de tamaños muy dispares.

Las rocas psammítico-semipelíticas son, ante todo, limolitas y lutitas limolíticas de color verde botella predominante, aunque a veces presentan tintes azul oscuro e intercalaciones purpúras y moradas. Son rocas de grano fino, bien estratificadas en láminas delgadas, que con frecuencia muestran ondulitas de corriente de tipo subácueo. No es raro observar en los bancos de limolitas masivas, que alcanzan a veces hasta 30 ó 40 cm de espesor, fenómenos de fluidalidad intraestratal (« intra-stratal flowage ») simulando plegamiento tectónico en pequeñas y caprichosas arrugas. Entre las limolitas y lutitas mencionadas se interponen camadas de areniscas masivas, de grano fino, estratificadas en bancos delgados de 10 a 30 cm de espesor individual. Estas areniscas tienen los mismos colores verdosos o azulados, pero algunos bancos con cemento calcáreo se caracterizan por su tono pardo oscuro.

Entre las rocas psammítico-semipelíticas mencionadas, se observan intercalaciones lenticulares de conglomerados gruesos que, en total, probablemente no alcanzan a constituir el dos por ciento de toda la sucesión. Como se verá más adelante, en el capítulo sobre tectónica, las capas de la Formación Rinconada tienen rumbo norte-sur y actitud subvertical. Por tal motivo, pues, las intercalaciones de conglomerados aparecen como lentes bi-dimensionales, alargados de norte a sur, entre las sedimentitas psammítico-pelíticas. Veremos más adelante que, en realidad, estas intercalaciones han de constituir bandas o cintas, actualmente en posición subvertical, con sección transversal lenticular o trapezoidal.

Las lentes conglomerádicas, tal como aparecen en el terreno, tienen entre 5 y 60 metros de largo en sentido norte-sur y 2 a 20 metros de ancho. Sus contactos con las limolitas y lutitas son, a veces, poco definidos existiendo pasaje gradual, pero en otros casos, son bastante evidentes y netos. Las intercalaciones tienen forma lenticular y, a veces, subtrapezoidal, con base más ancha en el borde este que en el oeste. Están constituídas por conglomerados gruesos, formados por rodados bien redondeados y por bloques grandes y angulosos. Los rodados bien redondeados, lisos y de formas subelipsoidales, alcanzan hasta 30 cm de diámetro. Predominan los de metagrauvascas verde oscuro, pero existen también algunos de cuarzo de vetas, gneiss, calizas y hasta de filitas, achatados estos últimos.

Los bloques grandes, que alcanzan hasta 50 cm y más de diámetro, están constituídos por calizas. Son siempre subangulosos y ásperos, mostrando formas controladas por los planos de rotura de la roca madre, con incipiente redondeamiento por desgaste durante el transporte. Contrastan fuertemente con el redondeamiento y alisamiento de los rodados subelipsoidales de metagrauvascas.

La matriz de los conglomerados es arenosa, de grano grueso a mediano

y el cemento escaso, es calcáreo. El color de los conglomerados es verdoso oscuro y poco se diferencia del de las sedimentitas psammítico-pelíticas entre las que se intercalan.

Los conglomerados presentan a menudo estratificación diagonal de tipo torrencial. En los lentes donde se observa claramente este tipo de estratificación, la curvatura de las camadas frontales asintóticas indica que el borde oeste de la intercalación es la base de la banda conglomerádica, hoy en posición subvertical.

Conviene mencionar que, en algunos lentes, el pasaje lateral a las limolitas y lutitas es bastante neto mientras que en otros es gradual, acuñándose los conglomerados hacia el norte y sur y pasando en rápida transición a areniscas calcáreas de grano grueso, que finalmente desaparecen adelgazándose entre las limolitas.

El tercer tipo de rocas sedimentarias consiste en carbonatitas cálcicas. Se trata de calizas, idénticas en un todo a las Calizas San Juan, que aparecen constituyendo lentes, bloques y masas lenticulares intercaladas entre las sedimentitas clásticas. El tamaño de estas intercalaciones varía desde bloques de un metro de largo y 50 cm de ancho hasta masas de dos kilómetros y medio de longitud y más de 150 metros de espesor. Los bloques y lentes están interestratificados con las sedimentitas clásticas y concordantes con ellas, apareciendo en el terreno como intercalaciones más o menos lenticulares alargadas de norte a sur y de actitud subvertical.

Las calizas de estos lentes están bien estratificadas, generalmente en láminas delgadas con bandas arcillosas («shaly partings») y son de colores gris claro a oscuro. En un todo idénticas a las Calizas San Juan, encierran, como ellas, fósiles bien conservados que corresponden a las mismas especies de trilobites, braquiópodos y moluscos conocidos de la Sierra Chica de Zonda, Niquivil, Talacasto y otras localidades clásicas de las llamadas «calizas ordovícicas».

Dentro de los lentes calcáreos suelen observarse espejos de fricción y estrías tectónicas, debidos a movimientos diferenciales. En los contactos de algunos lentes con sedimentitas clásticas suele observarse camadas de pequeños rodados, hasta de 5 cm de diámetro, de metagrauvas y filitas. Estos rodados se encuentran normalmente en el borde occidental de los lentes.

En otros casos, y también a lo largo de los bordes occidentales, suelen observarse fenómenos de fluidalidad interestratal en las limolitas directamente en contacto con las calizas.

Los lentes aparecen en distintos niveles de la sucesión, distribuidos irregularmente y al azar, no observándose continuidad entre ellos.

El espesor total de la Formación Rinconada es difícil de calcular. En la región en estudio, las capas tienen rumbo submeridional y actitud

subvertical. No se nota plegamiento mayor, salvo alguna contorsión local de menor cuantía, y podría creerse que todo el conjunto constituye una simple sucesión ininterrumpida y no repetida por plegamiento, máxime cuando no existe evidencia alguna de que las intercalaciones conglomerádicas y las calcáreas estén repetidas. Si esto fuera así, el espesor total sería en verdad muy grande, del orden de los 2000 metros, ya que la faja de afloramientos tiene 2500 metros de ancho medido normalmente al rumbo. Un espesor tal, aunque no imposible, es improbable. Pero algo muy similar ocurre en los afloramientos del pie oriental de la Sierra de Villicun, estudiados por Cabeza Quiroga. Aquí también la sucesión se presenta subvertical y con apariencias de constituir una serie ininterrumpida y no plegada, pero como el ancho de la faja de afloramientos llega aquí a siete kilómetros, debería admitirse un espesor del orden de los 7000 metros, cosa que es altamente improbable.

Es evidente, pues, que la sucesión debe estar repetida por plegamiento isoclinal, imbricación o fracturas paralelas (« strike-dip faults »), no observable en el terreno. Y esto nos impide de manera efectiva llegar a una estimación correcta del espesor real de la formación. Un espesor del orden de los 800 metros, parecerá, una cifra no excesivamente aventurada, pero como se ha expresado ya, el valor real puede diferir considerablemente de éste.

Relaciones estratigráficas. — El contacto basal de la Formación Rinconada está expuesto en dos pequeños afloramientos situados en la margen derecha de las cabeceras de la Quebrada del Molino. Allí puede observarse que las sedimentitas clásticas de esta formación se apoyan concórdantemente sobre las Calizas San Juan. El plano de contacto se inclina 80° al oeste y, por lo tanto, la sucesión está levemente invertida. En la base de la Formación Rinconada se observa un espesor de dos a tres metros consistente de una arenisca ferruginosa color morado, directamente en contacto con las calizas. Ésta se dispone en bancos delgados de 20 cm pero sin que se perciba indicios de movimientos diferenciales a lo largo del plano de contacto.

El contacto superior está admirablemente expuesto en varios lugares y, en especial, en la Quebrada Grande donde se observa que la Formación Rinconada está recubierta, en marcadísima discordancia angular, por las capas glaciales de la Formación Jejenes. En el norte de la zona relevada, esta última falta y la Formación Rinconada está directamente recubierta por los Estratos del Grupo Calchaquí, de fecha supraterciaria.

Fósiles, edad y correlación. — Las sedimentitas clásticas de la Formación Rinconada están casi desprovistas de fósiles. En cambio, éstos son relativamente frecuentes en las intercalaciones calcáreas, donde se presentan bien conservados. Se han hallado restos en una gran lente calcárea frente al Baño de la Chilca, junto al borde oriental de los aflora-

mientos de la Formación Rinconada, en otra lente de unos 30 metros de longitud, que aparece unos 1000 metros al sur del Baño de la Chilca, y en varias otras masas y bloques dispersos. Es probable que la segunda localidad fósilífera corresponda a la que Keidel (1938) llamara « Agua de la Paloma », ya que las muestras coleccionadas por Keidel y conservadas en las colecciones del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, son de calizas prácticamente idénticas a las recogidas por mí en aquel punto.

Entre los fósiles coleccionados se encuentran trilobites, braquiópodos corales, crinoideos y moluscos.

Las determinaciones específicas de los trilobites se han hecho comparando directamente los materiales con los ejemplares conservados en las colecciones del Departamento de Geología, pero conviene mencionar que las descripciones de estas especies, estudiadas por Harrington y Leanza, aun no han sido publicadas. Los braquiópodos de las Calizas San Juan aun no han sido investigados en detalle y me he conformado con simples comparaciones con los materiales de Talacasto, Niquivil, Huaco y otras regiones, que se encuentran en el Departamento de Geología.

Especie	Localidad		
	Agua de la Chilca	1000 m al S de Agua de la Chilca	Trozos menores dispersos
1) <i>Anthozoa</i> :			
Corales indet.....	×		
2) <i>Echinodermata</i> :			
Crinoidea gen. et sp. indet.....		×	
3) <i>Bryozoa</i> :			
<i>Hallopora</i> sp.....	×	×	
4) <i>Brachiopoda</i> :			
<i>Orthis precordillerae</i> H. et L.....	×		×
Gen. et sp. indet.....	×		×
5) <i>Mollusca</i> :			
<i>Maclurites sarmientoi</i> (Kay).....		×	
<i>Ophileta</i> sp.....		×	
6) <i>Trilobita</i> :			
<i>Proëtiella huarpa</i> H. et L.....	×	×	
? <i>Stelzneraspis</i> sp.....	×		
<i>Ampyx cuyanus</i> H. et L.....		×	
<i>Famatinolithus</i> (?) sp.....		×	

Los restos hallados en las calizas corresponden a formas conocidas de las Calizas San Juan. *Proëtiella huarpa*, *Ampyx cuyanus*, *Orthis precordillerae* y *Maclurites sarmientoi*, son especies típicas y frecuentes en aque-

llas calizas y pocas dudas pueden haber acerca de que estas lentes intercaladas en la Formación Rinconada, son parte integrante (o lo fueron alguna vez) de la Sucesión San Juan. Como hemos visto ya, la edad de estas calizas puede considerarse como aproximadamente llanvirniana.

En lo que respecta a las sedimentitas clásticas, conviene señalar que Keidel, en 1938, comunicó haber hallado escasos restos fósiles que identificó como *Atrypina acutiplicata* (= *A. clintoni*) y *Monograptus* sp. Los restos provienen, según Keidel, de lutitas verdes que afloran a dos kilómetros al sur del Bañito de la Chilca, pero minuciosas búsquedas en el lugar han sido infructuosas y no he podido hallar nuevos ejemplares. Keidel no describió ni ilustró los restos hallados por él y, en base de sus identificaciones, concluyó que las lutitas verdes correspondían al Gotlándico (= Silúrico). Es muy probable, sin embargo, que tanto la identificación de estos restos como la apreciación de su edad sea incorrecta. Muchos *Orthidae* pequeños del Ordovícico Superior se asemejan superficialmente a *Atrypina clintoni* y no sería nada extraño que un ejemplar de un *Orthidae* mal preservado hubiera sido identificado como *Atrypina*. En lo que respecta a *Monograptus* sp., es casi seguro que se trata de estipas sueltas de *Dicellograptus* o *Dicranograptus*, géneros ambos, bien representados en el Ordovícico Superior de la Precordillera (región de Guandacol, Q. de Huaco, Q. de San Isidro). Por lo tanto, y frente a la evidente edad ordovícica de la intercalaciones calcáreas, se hace casi seguro que las sedimentitas clásticas también sean ordovícicas y no silúricas como hasta ahora se ha admitido.

Creemos, sin embargo, que las sedimentitas clásticas son algo más jóvenes que las Calizas San Juan y, probablemente de edad llandeiliana a caradociana inferior. La explicación de esta aparente contradicción: sedimentitas clásticas llandeilianas con intercalaciones calcáreas llanvirnianas, se encontrará a continuación en el capítulo dedicado a la interpretación de las condiciones ambientales de sedimentación.

Condiciones genéticas de acumulación. — La notable «mezcla» de sedimentitas clásticas y carbonatitas cálcicas que caracteriza a la Formación Rinconada ha sido interpretada siempre como de origen tectónico. Fue Keidel (1939) el primero en emitir esta idea, basándose sin duda, en la edad «gotlándica» que atribuyó a las rocas clásticas y la edad ordovícica de las calizas interpuestas. Diversos investigadores posteriores, y entre ellos Bracaccini y Heim, han aceptado esta «mezcla tectónica» ensayando explicaciones mecánicas diversas y poco satisfactorias.

A nuestro parecer, la explicación es muy otra y la «mezcla» no es de origen tectónico sino un simple carácter primitivo de sedimentación. Estaríamos aquí frente a un caso de «tectónica de ecoulement» similar, aunque en mucho menor escala, al de la «Argille scagliose» de los Apeninos.

Durante el Llanvirniano, el geosinclinal precordillerano se encontraba aun en « fase pre-orogénica » hundiéndose la cubeta donde se acumulaban las Calizas San Juan. La costa oriental del geosinclinal debía hallarse bastante al este de la actual Precordillera y es probable que, al oeste de las sierras actuales, existiera también otra faja emergida, quizá en forma de un archipiélago lineal de rumbo submeridional. En la cubeta interpuesta se depositaron las Calizas San Juan con máximo espesor en el borde oriental de la Precordillera que coincide, en apariencia, con la faja axial de la cubeta. Aquí el espesor de las calizas llega a 1500 y quizá más metros, pero el conjunto se adelgaza hacia el oeste y acaba por desaparecer en el borde occidental de la Precordillera donde nunca se han hallado calizas ordovícicas. Es muy probable que esta desaparición se deba a falta de acumulación al acercarnos y finalmente llegar a la costa occidental de la cubeta, y no a un cambio lateral de facies — de carbonática a clástica — de la cual no hay evidencia en la Precordillera.

Al cerrarse el Llanvirniano, y más probablemente ya en el Llandeiliiano, se hizo sentir una primer compresión de la cubeta geosinclinal. Como consecuencia de ella, una dorsal geanticlinal se fué elevando paulatinamente hasta emerger, dividiendo finalmente la cubeta primitiva en dos fosas secundarias y subparalelas: una al este, con carácter de « fosa antepuesta » (« fore deep ») y la otra al oeste, con carácter de verdadero geosinclinal. La dorsal se alzó en la mitad occidental de la cubeta primitiva, afectando a las Calizas San Juan que emergieron del mar.

En la cubeta oriental se acumuló la Formación Rinconada, a medida que se hundía la fosa simultáneamente con el ascenso del vecino geanticlinal.

Las sedimentitas clásticas psamítico-pelíticas representan acumulación en zona de *unda*, a escasa profundidad y en la inmediata cercanía de la costa. La dorsal que se elevaba al oeste estaba surcada por ríos que desembocaban en la cubeta oriental. Estos ríos, al llegar al mar, surcaban los sedimentos finos que se estaban acumulando, labrando verdaderos canales en los cuales se acumularon los conglomerados de la Formación Rinconada. Esto, pues, se interpreta como « channel conglomerates » (conglomerados de canal), de aporte fluvial y deposición marina en la cercanía inmediata de la costa.

Los ríos, tenían sus cabeceras en la mitad occidental de la dorsal donde afloraban rocas pre-ordovícicas (y probablemente precámbricas), por acuñaamiento de las calizas, por fracturación y elevación diferencial o por una combinación de ambos factores. De allí provienen los rodados bien redondeados y subelipsoidales de metagrauvascas, cuyo grado de desgaste indica un transporte fluvial del orden de los 30 a 40 kilómetros. En cambio, los bloques grandes, angulares y ásperos de calizas que

se encuentran en estos conglomerados, provendrían de las barrancas de los ríos, cortados en calizas San Juan, cerca ya de sus desembocaduras. Por tal motivo, el desgaste de estos bloques es apenas incipiente.

Pero la conjunción de varios factores dió por resultado el deslizamiento, hacia el mar, de grandes lajones y bloques de calizas. Estos factores son: 1) Levantamiento de la dorsal y hundimiento de la cuenca antepuesta, con potencial gravitacional creciente; 2) Inclinación hacia el este de las capas de Caliza San Juan en el geanticlinal en elevación, 3) Presencia de bandas arcillosas (« shaly partings ») entre las capas de calizas, que actuaron como lubricantes de los deslizamientos; 4) Sacudidas sísmicas que probablemente acompañaron el ascenso del geanticlinal (con fracturación en el oeste e inclinación de los bloques hacia el este), que sirvieron para desgajar las lajas de calizas.

Todos estos factores contribuyeron a la originación de deslizamientos (« rock slides ») de grandes lajas calcáreas que, intermitentemente, fueron a parar al fondo de la cubeta marina, en la inmediata vecindad de la costa, donde quedaron bien pronto enterradas por nuevos sedimentos clásticos. De esta manera, pues, las masas y lentes de calizas de la Formación Rinconada se deberían a fenómenos de « tectónica de ecoulement » a simples deslizamientos gravitacionales, y no a « mezcla tectónica » en el sentido propio.

Si estas lentes calcáreas reconocen tal origen, es previsible que las sedimentitas clásticas, inmediatamente por debajo de las lentes, muestren algún efecto de deformación, ya que en el momento de producirse el deslizamiento de estas masas consolidadas, las sedimentitas serían limos o fangos embebidos en agua. Y, en efecto, se observa a menudo que las limolitas directamente en contacto con las lentes calcáreas (en el borde occidental de éstas), presentan fenómenos de fluidalidad intraestratal (« intratal flowage »), similar en un todo al « micro-plegamiento » que a veces se observa en varves pleistocenos cuando han sido cabalgados por un glaciar en avance.

Conviene, por último, mencionar que los conglomerados que aquí hemos considerado fluvio-marinos y de canal (« channel conglomerates ») fueron interpretados por Keidel (1938) como glaci-marinos. Nada hay, sin embargo, que haga sospechar participación del hielo en el transporte o acumulación de estos depósitos, que a menudo presentan estratificación diagonal bien acusada. Las inclusiones, como ya se ha señalado, tienen todas las características de rodados fluviales distales (los de metagrauvas) o de bloques fluviales proximales (los de calizas), sin que se encuentre ni uno sólo que presente indicios de facetamiento, estriación u otros efectos de abrasión glacial.

2. PALEOZOICO SUPERIOR

A) Formación Jejenes

1. *Historia.* — El nombre « Estratos de Jejenes » fué propuesto por Keidel en 1922 para designar a las capas neopaleozoicas del pie oriental de la Sierra Chica de Zonda. En realidad Keidel subdividió a estas capas, de manera un tanto arbitraria y artificial, en una sección basal con depósitos glaciales que llamó « Estratos de Zonda » y una superior con restos vegetales, que denominó « Estratos de Jejenes ».

En 1948, Heim abandonó el término Estratos de Zonda y utilizó el

de « Serie de Jejenes » para designar a toda la sucesión de conglomerados y capas plantíferas de esta región, que atribuyó al Carbónico inferior (1948, p. 18). En este trabajo se ha adoptado el término de Heim, pero cambiando « serie » por « formación » para estar de acuerdo con las reglas de nomenclatura estratigráfica.

2. *Distribución.* — La Formación Jejenes aflora desde poco al norte de la Quebrada Grande hasta la Quebrada de la Mina, en el sur de la zona relevada, a lo largo de una faja de siete kilómetros que alcanza un ancho máximo de tres y medio kilómetros a la altura de la Quebrada Grande. Los afloramientos están interpuestos entre las calizas ordovícicas de la Sierra Chica

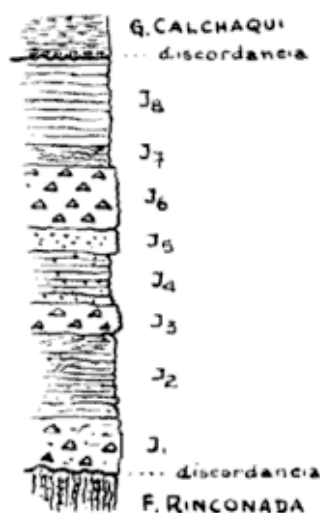


Fig. 2

de Zonda en el oeste y una faja de estratos terciarios del grupo Calchaquí en el este.

Al sur de la región estudiada, los afloramientos se continúan casi sin interrupción hasta la región de los Berros y del Río del Agua (Retamito). En esta faja se encuentran las localidades conocidas en la literatura geológica con los nombres de Cruz de Caña, Río de la Virgencita, Cerro Bola y Quebrada de la Flecha.

3. *Litología y espesor.* — El conjunto de la Formación Jejenes constituye una única sucesión sedimentaria de espesor reducido, que alcanza a un máximo de 575 metros. Los espesores tanto del conjunto como de las capas individuales, son máximos en la parte central y norte y mínimos en el sur, siendo evidente que las sedimentitas rellenan un relieve antiguo de desniveles acusados.

El perfil tipo de la Formación (fig. 2) tal como se despliega en la Quebrada Grande-Jejenes y de la Mina es el siguiente :

Techo : Grupo Calchaquí

Discordancia angular

Formación Jejeues

	Metros
8. Arenisca de grano mediano, micácea, bien estratificada en bancos delgados, de color rojizo oscuro, ocasionalmente más claros con intercalaciones carbonosas en bancos finos en la parte superior. Una de las intercalaciones lleva restos vegetales bien conservados pertenecientes a <i>Eremopteris cuneata</i> Walk.	130
7. Arenisca esquistosa verdosa, de grano fino, con ondulitas. Marleckas de 7 u 8 cm y restos indeterminables de plantas.	25
6. Tilita verde oscura con rodados, hasta 50 cm dispersos, estriada; matriz verdosa de grano mediano a grueso. Interestratificados se hallan bancos de arenisca de grano fino, esquistosa con bochas de caliza y concreciones de arenisca.	90
5. Arenisca arcósica micácea de color rojizo claro, con rodaditos en la base de 2 a 5 cm.	10-30
4. Arenisca esquistosa de grano fino, bien estratificada, con pistas de anélidos y restos de plantas indeterminables. Alternando con una arenisca masiva color castaño en bancos de 50 cm. Lentes de conglomerados finos poco espesas en la parte alta.	75
3. Tilita verde oscura, con rodados de caliza, cuarzo, grauvacas y esquistos anfibólicos. Se encuentran intercaladas lentes de arenisca verde amarillento de grano fino a mediano de 1 a 2 metros de espesor.	2-40
2. Arenisca micácea verde amarillenta de grano fino algo masiva, con intercalaciones de arenisca castaño oscura en bancos de 50 cm de espesor; la primera con ondulitas y laminación diagonal. Restos de tallos lepidodendroideos, <i>Calamites</i> sp. y otros indeterminables.	40-120
1. Tilita con rodados de caliza, cuarzo, grauvacas, etc., rellenando bolsones de la superficie de erosión de la Formación Rinconada. Sobre ella una arenisca esquistosa verdosa amarillenta de grano fino en bancos de 2 a 4 metros. Encima hay otros bancos de arenisca conglomerádica interestratificada con limolitas micáceas amarillentas con laminación diagonal. También en la Quebrada del Molino hay bloques angulosos de 1 a 1,50 metros de caliza. En la parte más alta de este banco hay un espesor de lutitas carbonosas con concreciones rojizas de 2 cm y bochas de cuarzo; también en otros lugares se encuentran restos de plantas no determinables	30-65
Total máximo.	575

Discordancia angular

Formación Rinconada

En la zona revelada, la litología de los tipos sedimentarios es bastante constante y cada uno de los bancos individualizados se puede seguir en el terreno sin que se note, por lo general, apreciables variaciones.

La persistencia de los caracteres litológicos no es de extrañar, ya que la zona relevada es pequeña y los puntos más distantes de un mismo banco no se encuentran separados más que por 800 a 900 metros.

Notable es, en cambio, que en extensión tan reducida, se observen

variaciones muy acusadas en el espesor de las capas que, inclusive alcanzan a desaparecer por acuñaamiento.

En general puede decirse que los espesores individuales son máximos en la zona norte y mínimos en la sur. El Banco n° 2 que al norte de la Quebrada Grande posee 120 metros de espesor queda reducido al sur de la Quebrada de Jejenes a 40 metros. Otro caso notable lo constituyen los bancos de tilita n° 3 y 6 que alcanzan su máximo espesor en la margen sur y norte respectivamente de la Quebrada de Jejenes, acuñaándose hasta quedar reducidos a un espesor de dos metros en la Quebrada de la Mina la primera, mientras que la otra desaparece por completo.

4. *Relaciones estratigráficas.* — El contacto basal de la Formación Jejenes está admirablemente expuesto en muchos lugares de la zona relevada observándose que las capas neopaleozoicas se apoyan en marcada discordancia angular y transgresivamente sobre las formaciones anteriores.

Al norte de la Quebrada Grande los estratos neopaleozoicos se apoyan sobre la Formación Rinconada pero más al oeste lo hacen sobre las Calizas San Juan. El contacto Rinconada-Jejenes está magníficamente expuesto a lo largo de un kilómetro y medio donde se lo puede seguir normalmente al rumbo de las capas. La superficie de contacto es ondulada formando depresiones y elevaciones irregulares, representando un plano primitivo de erosión post ordovícica; estas depresiones están en parte rellenadas por tilita y en otros casos por areniscas finas.

Dicha superficie fué originariamente interpretada como un plano de corrimiento por Keidel (1922), pero luego fué estudiada en detalle por Du Toit (1927) quien demostró que se trata de un plano de discordancia angular primario, luego alabeado por movimientos posteriores. Keidel, en 1938, intentó rebatir las ideas de Du Toit, pero tal como Braccacini y Heim afirmaron más tarde, es innegable que se trata de un caso típico y evidentísimo de discordancia angular.

El carácter transgresivo (« overlap ») de la Formación Jejenes ya fué notado por Du Toit (1927); esto se manifiesta de un modo notorio en los afloramientos australes de la Quebrada de la Mina. Allí reposa también en marcada discordancia angular sobre la Formación Rinconada y vemos cómo a lo largo de 200 metros, las capas se acuñaan y desaparecen contra el plano alabeado de contacto; éste se presenta idéntico, pero algo menos irregular, que el expuesto al norte de la Quebrada Grande.

El techo de esta formación lo constituye el banco basal de los sedimentos arenosos y areno-arcillosos rojizos del grupo Calchaquí. Este contacto es sólo visible en la margen norte de la Quebrada de la Mina, a 800 metros al este del crestón de caliza. El plano de contacto forma un ángulo de 4 a 5° con el último banco (n° 8) de la Formación Jejenes.

5. *Fósiles, edad y correlación.* — La Formación Jejenes ha brindado

restos vegetales bien conservados, cuya determinación ha dado pie a las más variadas opiniones con respecto a la edad de estas capas continentales.

Los malentendidos comienzan desde un principio con la publicación de Bodenbender en 1902, y se deben a la conjunción de varios factores adversos. En primer lugar, las localidades fosilíferas mencionadas por Bodenbender fueron tan poco caracterizadas que ha sido imposible reconocerlas con seguridad en el terreno. En segundo lugar, las identificaciones específicas de Kurtz, mencionadas en lista por Bodenbender, no fueron sustanciadas nunca por descripciones ni ilustraciones de los ejemplares. En tercer lugar, las colecciones se han perdido o no es posible reconocerlas; y en cuarto lugar, las colecciones de Bodenbender depositadas en el Museo de La Plata y etiquetadas como provenientes de las localidades mencionadas en su trabajo de 1902, no contienen las especies identificadas por Kurtz.

Para complicar más aun las cosas, tampoco Du Toit describió o ilustró los ejemplares hallados por él e identificados por simple comparación con los tipos de Kurtz (que eran entonces, como ahora, *nomina nuda*). Por último, Frenguelli describió como eodevónico un resto hallado por Heim en las capas más altas de la sucesión, resto que poco antes el mismo Frenguelli lo considerara como del Carbónico Inferior.

a) *Restos hallados por Bodenbender, Fonseca y Salas e identificados por Kurtz*: Estos hallazgos fueron comunicados por Bodenbender (1902, p. 211) como provenientes de varias localidades del pie oriental de la Sierra Chica de Zonda desde La Rinconada hasta Retamito, éstos son:

1. *Rinconada*, encontrados por J. Salas e identificados por Kurtz.

Sphenopteris Bodenbenderi Kurtz
» *Fonsecae* Kurtz
Cardiopteris polymorpha (Goepp) Schimp
Neuropteridium validum Feistm.
Adiantites antiquus (Ett.) Stein
Lepidodendron sp.

2. A cinco kilómetros al norte de Cruz de Caña cerca del lugar llamado Los Jejenes; encontrados por Fonseca y Bodenbender.

Sphenopteris (asplenites) *maesseni* Kurtz
» *salamandra* Kurtz
» *sanjuanina* Kurtz
Rhacopteris szajnochai Kurtz
Glossopteris Browniana Brog.
Gangamopteris cyclopteroides (Mc Coy) Feistm. sp.
Cordaites (?)
Ginkgo meisteri Kurtz
Rhadinichthys argentina Tornq.

3. *Cruz de Caña*, al oeste de Carpintería; hallados por D. Fonseca.

Bergiophyton insigne Kurtz
Lepidodendron cf. *australe* Me Coy
Archeocalamites scrobiculatus (Schloth.) Seward
Glossopteris ampla

4. *Retamito*, flora hallada por primera vez por Brackebush (1888) y luego por Maessen (1889) y estudiada por Szajnocha, conteniendo:

Archeocalamites radiatus Brog.
Lepidodendron sp.
» *pedroanum* Carruth
Rhacopteris cf. *machaneki* Stur
Cordaites cf. *borassifolius* Brog.
Rhabdocarpus

pero luego en nuevas colecciones de Kurtz (en Bodenbender 1902), en el mismo yacimiento contendrían:

Botrychiopsis weissiana Kurtz
Archeocalamites scrobiculatus (Schloth) Sew.
Lepidodendron cf. *veltheimanum*
» *australe* Me Coy
Cordaites sp. Seward

Los restos mencionados en las tres primeras localidades no fueron nunca ilustrados ni descritos; sólo se conoce la aparición del trabajo póstumo de Kurtz pero que no incluye a las formas antes citadas; este factor unido a la descripción tan vaga de las localidades que cita Bodenbender hace imposible tomar en cuenta a estas floras en las posteriores discusiones en este trabajo sobre la edad de la Formación Jejenes.

b) *Los restos hallados por Du Toit*: Du Toit menciona (1927, p. 36) haber encontrado en el Río Grande (Quebrada Grande), entre la primera y segunda camada glacial y a 50 metros de la base entre lutitas carbonosas, dos formas correspondientes a:

Cardiopteris polymorpha
Rhacopteris szajnochai

Lamentablemente, tampoco Du Toit describió o ilustró las formas encontradas y su determinación la hizo comparando con las de Kurtz, que en esa fecha todavía eran *nomina nuda*. Si bien las determinaciones son dudosas, como ya se ha demostrado para las formas de Kurtz, las dos especies representarían para Du Toit una edad Carbónica Superior como así lo indicara en 1927.

c) *Las colecciones de Bodenbender depositadas en el Museo de La Plata*: Esta colección que muy probablemente perteneciera a Bodenbender ha

sido descripta por Frenguelli (1941). Los ejemplares etiquetados provienen del « Agua de los Jejenes » con la indicación que correspondían a :

Cardiopteris
Sphenopteris
Neuropteridium

Estos ejemplares fueron identificados por Frenguelli como pertenecientes a :

Rhacopteris semicircularis Lutz
» *ovata* (Mc Coy) Walk.
Eremopteris cf. *sanjuanina* Kurtz
» cf. *whitei* Berry
Rhabdocarpus ? sp.
Lepidodendron cfr. *Veltheimianum* Sternb
» sp.
Bothrodendron australe Feistm.

Si bien las determinaciones de Frenguelli pueden aceptarse como valederas, el origen de los restos fósiles es dudoso, ya que la localidad « Agua de los Jejenes » o « Agua del Jegen » (Quebrada de Jejenes), según algunos pobladores de la zona, se halla a dos kilómetros al este de los afloramientos Missisípicos y sobre sedimentos del grupo calchaquí. Esta duda hace que la colección mencionada no pueda tomarse muy en cuenta para la determinación de la edad, pero es evidente que ha de provenir del conjunto de capas que hemos llamado aquí Formación Jejenes.

d) *Hallazgos modernos :*

1. En la ya conocida localidad de *Retamito*, Frenguelli (1944) describe :

Botrychiopsis Weissiana Kurtz
Gondwanidium plantianum (Carr) Gerth
Calamites peruvianus Goth
Lepidodendron peruvianum Goth

Estos elementos florísticos serían para Frenguelli un caso típico de floras mixtas, es decir, un pasaje de floras del Carbonífero inferior a floras gondwánicas por la aparición de estos elementos y la disminución progresiva de las formas del más bajo carbonífero. Este autor modifica su anterior afirmación sobre una edad Carbonífera inferior de estos yacimientos, a raíz del hallazgo de *Gondwanidium plantianum* (Carr) por lo que se decide a dar a estos yacimientos una edad sincrónica con el *Stephaniano inferior*.

2. *Río de la Virgencita* a siete kilómetros al sur-suroeste de la Quebrada de la Mina, coleccionados por Bracaccini (1946) e identificados por Frenguelli y Dara :

Eremopteris whitei Berry
Sphenopteridium cuneatum Walk
» sp.
Rhacopteris frondosa (Walk)
Adiantites peruvianus (Berry) Read
Aneimites sp. aff. *A. virginianus* White
Diplotmema sp.
Macrosphenopteris sp. nov.
Gondwanidium plantianum (Carr) Gerth
» *argentinum* Kurtz
Noeggerathiopsis cuneata (Kurtz)
» sp.

Según se puede deducir de la lectura de algunos párrafos del trabajo de Bracaccini, los restos vegetales de Rinconada hasta Retamito van siendo progresivamente más jóvenes, de tal manera que la flora de la presente localidad representaría una edad intermedia entre el Viseano y el Stephaniano (Uraliano) superior.

3. Al nordeste del Cerro Bola, poco al norte de Cruz de Caña, Frenguelli identificó una forma hallada por Bracaccini (1946). Se trata de una porción de fronda correspondiente a:

Rhacopteris ovata (Mc Coy) Walk

De acuerdo con Bracaccini, la composición litológica de los sedimentos en los cuales se encontró este resto, es muy similar a la de los depósitos de la localidad de Retamito que, según hemos visto, este investigador considera como Stephaniano.

Si la identificación es correcta, estas capas no podrían pertenecer al Stephaniano, ya que *R. ovata* es una forma típica de los estratos del « Glacial Stage » de la serie de Kuttung, que como sabemos pertenecen al Carbónico inferior (Walkom, 1926).

4. Quebrada de la Mina.

En esta localidad (Río de las Minas) situada a dos kilómetros de la Quebrada de Jejenes, Heim (1948) encontró a más o menos 430 metros sobre la tercera camada glacial, restos de plantas que Frenguelli clasificó como *Calymnotheca* sp., género perteneciente al Carbonífero inferior.

Resulta extraño que, un año más tarde, Frenguelli (Perfil de la Cortadera) considere que estos restos pertenecen a una Psilophital que describió como *Dawsonites heimi* Freng. Frenguelli (p. 32, 1949) manifiesta que este resto « fue hallado por Heim en los Estratos inferiores del Río de la Mina, en los faldeos orientales de la Sierra Chica de Zonda, que seguramente corresponde a mis Estratos de Guandacol ». Los « Estratos de Guandacol », según Frenguelli, pertenecen al Devónico inferior.

También de esta localidad me fué enviado por el doctor F. Dara, un ejemplar que identifiqué como

Eremopteris cuneata Walk

por comparación con el material coleccionado por el doctor Bracaccini, depositado en el Museo de La Plata, donde fuera identificado por el doctor Frenguelli. La atribución del ejemplar del doctor Dara a la especie citada, fué corroborada por el mismo doctor Frenguelli.

e) *Edad de la Formación Jejenes*: Como hemos visto en los párrafos anteriores, varios han sido los hallazgos de plantas fósiles en el pie oriental de la Sierra Chica de Zonda. Sin embargo, ya sea por la descripción tan vaga de sus localidades (Bodenbender, en Frenguelli, 1934) o por la falta de descripciones o ilustraciones del material encontrado (Kurtz, en Bodenbender, 1902; Du Toit, 1927), o debido a la duda de las identificaciones (Frenguelli, 1949), no todas ellas pueden tomarse en cuenta para ubicar a la Formación Jejenes dentro del cuadro geocronológico general. Por ello, sólo consideraremos para tal efecto, las floras bien documentadas estratigráficamente, tales como :

Río de la Virgencita, halladas por Dara y Bracaccini
Río de la Mina, enviado por Dara
Resto hallado al nordeste del Cerro Bola

El yacimiento de Retamito no se describirá aquí, ya que se encuentra a 25 kilómetros al sur de la Rinconada y no existen hasta ahora pruebas evidentes de que pueda pertenecer a la Formación Jejenes.

La primera de las localidades, Río de la Virgencita, contiene formas como *Eremopteris*, *Sphenopteridium*, *Adiantites* y *Rhacopteris* que, sin lugar a dudas, son muy frecuentes y características en las capas inferiores del Carbonífero más antiguo europeo.

El género *Rhacopteris*, y en especial *R. ovata* Walk se encuentra, en los estratos de la Upper Stage de la Kuttung Series de Nueva Gales del Sur que, como es sabido, representan un Carbonífero inferior cuando se la compara con el hemisferio norte. En esta localidad australiana y también en Europa, *R. ovata* se encuentra asociada a *Adiantites* sp. y a *Sphenopteridium cuneatum* Walk. En la Precordillera de San Juan y Mendoza, *R. ovata* se halla asociada a *Syringothiris keideli* en los afloramientos de Barreal, Quebrada de la Herradura, etc.

He comparado el ejemplar de *E. cuneata* que me enviara el doctor Dara con las ilustraciones de Kidston (1923, vol. II) de :

Sphenopteridium macconochei Kidston
» *pachyrrhachis* Goepf.

con las cuales tiene muchas afinidades; estas dos especies, como se sabe, son abundantes en la *Calcareous sandstones series* y asimismo en la *Carboniferous limestone series*, esto es, en las dos subdivisiones pertenecientes al Carbonífero inferior de Inglaterra.

Las consideraciones precedentes no llevan a la conclusión que tanto la Formación Jeneles como los afloramientos del Río de la Virgencita y nordeste del Cerro Bola pertenecen a una misma sucesión que comprende capas del Carbonífero inferior o Mississípico, siguiendo el esquema estratigráfico de los Estados Unidos.

TECTÓNICA

La estructura tectónica de la región de La Rinconada, comparativamente simple por cierto, es el resultado del efecto acumulativo de distintos movimientos tectónicos acaecidos en diversas épocas. En la descripción que sigue, distinguiremos los movimientos pre-terciarios, que han originado la estructura interna de la región, de los terciarios y cuaternarios que han provocado la estructura moderna de bloques movidos diferencialmente.

1. *Estructuras pre-terciarias*

A) *Movimientos intra-ordovícicos*. — Hemos ya mencionado, al describir la Formación Rinconada, que la supuesta «mezcla tectónica» de sedimentitas clásticas y carbonatitas que caracteriza a esta sucesión, no es más que una «mezcla sedimentaria» debida a fenómenos de «*ecoulement*», provocados por el ascenso de geanticlinales dentro del geosinclinal ordovícico, probablemente al iniciarse el Llandeiliano.

Sólo poseemos pruebas indirectas de la realidad de estos movimientos tectónicos. Los más importantes son: 1) La presencia de láminas de calizas con fósiles llanvirnianos intercaladas en la sucesión de sedimentitas clásticas; 2) Los fenómenos de fluidalidad intraestratal en las limolitas que forman el yaciete de muchas intercalaciones calcáreas; 3) Los conglomerados con sus rodados de metagrauvacas y sus bloques angulosos de calizas llanvirnianas.

Los movimientos intraordovícicos que provocaron el ascenso de las dorsales geanticlinales no fueron muy intensos y pueden considerarse como una prefase de los que ocurrieron en la Precordillera al cerrarse el período ordovícico. Estos y otros movimientos posteriores, han contribuído a borrar sus efectos y hoy sólo son reconocibles por los indicios apuntados más arriba.

B) *Movimientos post-caradocianos y pre-waverlyanos*. — Los movimientos más intensos de nuestra región son los que afectaron a las Calizas San

Juan y a la Formación Rinconada en alguna época anterior a la acumulación de la Formación Jejenes.

Las Calizas San Juan se hallan en posición subvertical a vertical con rumbo de 160° aproximadamente; su inclinación en el contacto de la Formación Rinconada es $75^\circ W$, pero siguiendo normalmente al rumbo hacia el oeste en las cabeceras de la Quebrada Grande, llega a hacerse vertical y luego se inclina ligeramente al E.

En lo que respecta a las observaciones en la parte norte de la Sierra Chica de Zonda, Heim (1948 y 1952) contrariamente a la opinión de Groeber (1926 y 1944) establece que las calizas constituyen una serie normal, no estrujada ni triturada, sino que están inclinadas $45^\circ-55^\circ$ al E y ESE.

La Formación Rinconada que, como hemos visto, yace en concordancia sobre las Calizas San Juan, también está afectada por estas intensas dislocaciones. Las sedimentitas clásticas se encuentran actualmente en actitud subvertical. El rumbo de las capas es casi siempre norte-sur aunque, en el norte de la región estudiada, a veces se observan desviaciones hacia el nor-noroeste. La inclinación es siempre hacia el oeste, por lo común entre 60 y 70° aunque ocasionalmente llega hasta 85° .

Las intercalaciones calcáreas también aparecen en actitud subvertical, dispuestas paralelamente a las capas de sedimentitas clásticas, alargadas, de norte a sur y fuertemente inclinadas hacia el oeste. Las intercalaciones calcáreas no se encuentran en determinados niveles y cuando se las sigue en el rumbo se observa que las diversas masas o lentes se distribuyen irregularmente o en « echelón ». Con frecuencia presentan fenómenos de trituración interna, brechamiento y recristalización y en los contactos de las masas mayores con las sedimentitas clásticas suelen observarse deformaciones tectónicas de diversa naturaleza, debidas a la distinta competencia de las rocas.

Fuera de alguna pequeña contorsión local sin importancia (que no debe confundirse con fluidalidad intraestratal) no se observan pliegues en esta formación. Pese a ello, es muy probable que la sucesión esté repetida por imbricación ya que, de otra manera, su espesor total sería excesivo.

La edad exacta de los movimientos que afectaron a las Calizas San Juan y a la Formación Rinconada no puede dilucidarse en nuestra región, ya que allí los estratos ordovícicos están directamente sobrepuestos por la Formación Jejenes de edad Mississípica. En la Precordillera, conocemos al menos dos ciclos de movimientos tectónicos post-caradocianos y pre-wavrlyanos: uno, de fecha pre-wenlockiana, cae dentro de los « movimientos tectónicos » *sensu lato* y el otro, parece haber ocurrido en el Devónico más alto sino ya en el Mississípico más bajo. Los movimientos de este último ciclo, que han afectado a las sedimentitas eo y

mesodevónicas de la Precordillera, son mucho más intensos que los tectónicos y, por tal motivo, podríamos admitir que los que han originado la estructura interna de las Calizas San Juan y de la Formación Rinconada pertenecen al mismo. Pero aun así, no podemos precisar su fecha con mayor exactitud y sólo es dable aceptar que han ocurrido durante el Devónico superior o durante el Mississípico más bajo (Waverlyano inferior).

C) *Movimientos post-mississípicos y pre-terciarios.* — La Formación Jejenes que yace en marcada discordancia angular sobre las Calizas San Juan y las capas de Rinconada, se hallan también dislocadas, pero su estructura tectónica es de plegamiento simple y abierto. En conjunto, las capas mississípicas forman un gran anticlinal de escasa amplitud y alas poco inclinadas, con eje de rumbo 20° hundido pocos grados hacia el sur. El ala W del anticlinal se curva rápidamente y se transforma en un sinclinal subsidiario pequeño cuya ala occidental se inclina en partes hasta 45° apoyándose discordantemente sobre la caliza San Juan. El ala E, en cambio, se inclina primero en unos 5° a 10° en la parte central de los afloramientos, y luego va aumentando su buzamiento hasta 45° en el borde oriental, donde se hunde bajo los Estratos del Grupo Calchaquí.

Existen tres fracturas bien visibles de tipo inverso con rumbo aproximadamente norte-sur. La primera en el valle pre-mississípico de la Quebrada Grande afecta a los bancos n° 1 y n° 2 con rechazo aproximadamente de 20-30 metros. La siguiente y casi paralela a esta última, y la más importante se observa al norte de la Quebrada Grande y por el borde este del crestón de caliza de la Quebrada de la Mina. Se trata de una fractura de tipo pivotante con un rechazo en la parte norte de 10-15 metros, llegando en la parte sur a 70 metros. Estas fallas son con toda probabilidad, de fecha terciaria y muy posteriores a los movimientos que originaron el plegamiento de la Formación Jejenes.

La edad de los movimientos que afectaron a esta formación es también imprecisa. En nuestra región no puede decirse sino que son post-waverlyanos y pre-pliocenos, ya que la Formación Jejenes está directamente recubierta por las sedimentitas del Grupo Calchaquí.

Por lo que sabemos de otras regiones de la Precordillera, sin embargo, es evidente que estos movimientos son de fecha paleozoica y corresponden al llamado « ciclo hercínico », siendo imposible precisar a cuál de las distintas fases de este ciclo pertenecen los de nuestra región.

2. Estructuras terciarias y cuaternarias

Los sedimentos del Plioceno, llamado aquí Grupo Calchaquí, están fuertemente inclinados al este y con rumbos entre 135° en la Quebrada



1



2



3

1. Vista panorámica de La Rinconada, Sierra Chica de Zonda, San Juan ; 2, Fractura de pequeño rechazo en la Formación Jcjenes, al N de la Quebrada Grande ;
3. Banco de tillita (t_3), Tercer nivel glaciar, en la Quebrada de Jcjenes

del Molino hasta 170° en la parte más austral de esta región. Consecuentemente, la inclinación va aumentando en dirección sur, así en la quebrada anteriormente es aproximadamente 34°E , al sur de la Quebrada Grande llega a $58^{\circ}\text{-}60^{\circ}\text{E}$ y vuelve a disminuir en la Quebrada de Jejenes a 45°E . También al oriente se nota una disminución de la inclinación llegando ésta a $10^{\circ}\text{-}15^{\circ}$ en las cercanías del horno de E. Moya.

Estos sedimentos conjuntamente con su cubierta de sedimentos pleistocenos de cono de deyección ha sido fracturada por una falla de tipo inverso, con rumbo norte-sur y labio sobreelevado al este. El rechazo en la parte norte al este del Baño de la Chilca es de 1 a 2 metros mientras que al sur de la Quebrada Grande llega a 10 metros aproximadamente. Esta fractura, como ya lo ha notado Groeber (1944), ha tenido una consecuencia evidente sobre el relieve, como desviación hacia el norte o sur de ríos que corren al este. Esta fractura es de fecha muy reciente y quizá por reactivación haya tenido relación en el terremoto del año 1894.

La configuración morfológica actual de la Sierra Chica de Zonda, ha sido el resultado de movimientos diastróficos que provocaron el ascenso diferencial en forma de bloques de los distintos cordones precordilleranos. La Sierra Chica constituye uno de esos bloques que, con rumbo nor-noroeste, está limitada por fracturas aproximadamente meridionales en ambos bordes. El borde occidental coincide con el valle de Zonda, mientras que el oriental está separado del valle de Tulún por una fractura que, según datos geofísicos, pasa bajo los sedimentos recientes del subsuelo de la ciudad de San Juan.

Este ascenso por fracturación se produjo como consecuencia de los movimientos andinos de la tercera fase.

CONCLUSIONES

En la región de la Rinconada, pie oriental de la Sierra Chica de Zonda, se distinguen cuatro entidades litológicas distintas; la más antiguas de ellas, constituida por la masa de la Sierra Chica, ha sido recientemente denominada por Harrington, Calizas San Juan. En ella se han encontrado fósiles que si bien no han sido estudiados en detalle, son comparables a los encontrados en localidades ya conocidas de la Precordillera (Talacasto, Niquivil, Huaco, etc.), de edad *Llanvirniana*. Sobre la anterior formación se dispone en concordancia otra, llamada aquí Formación Rinconada. Ésta se compone de tres grupos sedimentarios distintos: *a*) limolitas y lutitas limolíticas de color verde botella, constituyendo el 80 % del conjunto; *b*) lentes y bloques de calizas fosilíferas, lentiformes, con dimensiones entre 1 a 2500 m de largo por 0,50 a 150 m de ancho,

dispuestas meridional o submeridional y verticalmente; y *c*) bandas de conglomerados con laminación diagonal (« channel conglomerates ») constituídas por metagrauvacas, gneis, cuarzos bien redondeados y pulidos conjuntamente con bloques y rodados de caliza (hasta 0,50 m) angulosos a subangulosos; estas lentes tienen de 5 a 60 m de largo por 2 a 20 m de ancho. Estos tres tipos de sedimentos que constituyen la *Formación Rinconada* tienen contactos a veces netos, pero en otros casos, y en especial en las limolitas, se notan efectos de movimientos sub-ácueos (« intrastratal flowage »). Se ha calculado para esta formación un espesor de 800 m, pudiéndose inferir que la sucesión está repetida por fracturas paralelas, imbricación o plegamiento isoclinal. Se conocen dos lugares en la Precordillera donde afloran sedimentos de la misma naturaleza, éstos son: al Sur de *Retamito* y en el pie oriental de la Sierra de Villicun.

En cuanto al origen de esta Formación, que hasta la fecha ha sido considerada como una gigantesca brecha de origen tectónico, es a nuestro parecer de origen sedimentario (« tectónica de écoulement ») similar, aunque en menor escala, a las « Argille Scagliose » de los Apeninos. Al finalizar el Llanvirniano, emergió del geosinclinal, como consecuencia de movimientos preorogénicos, una dorsal, que dió por resultado dos cuencas antepuestas (« Foredeeps »); en la más oriental se acumularon los sedimentos de la Formación Rinconada. La elevación de la dorsal, sumada a la presencia de « shaly partings » y a la inclinación de las calizas hacia el E, provocó dentro de la cuenca antepuesta oriental, el deslizamiento de grandes lentes de caliza. Simultáneamente, los ríos provenientes de la dorsal aportaron sedimentos (« channel conglomerates ») con rodados bien redondeados y pulidos, de lugares distales, conjuntamente con los bloques de caliza provenientes de regiones proximales a la costa. Esto intenta explicar la aparente contradicción de la coexistencia de calizas Llanvirnianas dentro del conjunto de la Formación Rinconada, a la que hemos asignado una edad *Ilandeilo-caradociana*.

Sobre la anterior formación yace en discordancia angular perfectamente reconocible un grupo de estratos glaciares que hemos denominado *Formación Jejenes*, con un espesor de aproximadamente 575 m. El carácter transgresivo de esta formación se manifiesta de un modo notorio hacia el W donde ésta yace sobre las calizas de San Juan. Esta formación ha aportado restos bien conservados de fósiles vegetales, pero cuya determinación a dado pie, desde hace 50 años, a las más variadas conjeturas con respecto a su edad, debido a la vaguedad con que se han descripto las localidades, a la imprecisión de sus descripciones paleontológicas o a la falta de ilustraciones. Por tal motivo, hemos desechado todos aquellos hallazgos y hemos considerado sólo los bien documenta-

dos del Río de la Virgencita, Cerro Bola y Quebrada de la Mina. En esta última localidad, perteneciente a la zona relevada se encontró un ejemplar de *Eremopteris cuneata* Walk; en base a él y a las asociaciones que tiene con *Rhacopteris ovata* Walk (Kuttung series, Nueva Gales del Sud, Calceiferous sandstone y Carboniferous limestone series de Inglaterra) se ha atribuido a esta Formación, una edad Carbonífera inferior o Mississípica.

El techo de la Formación Jejenes lo constituye un grupo potente de estratos Pliocenos, llamado *Grupo Calchaquí*, constituido por areniscas arcillosas y tobáceas de color rojizo con un espesor de 200 a 2500 m.

La tectónica de esta zona es bastante simple y es el resultado acumulativo de varios movimientos. Éstos los hemos diferenciados en dos grupos: A) *Preterciarios*, que provocaron la estructura interna y B) movimientos *Terciario-Cuaternarios*. Dentro del primer grupo los movimientos *Intraordovícicos* que provocaron la mezcla sedimentaria por «tectónica de écoulement» y los movimientos de edad incierta entre el Devónico alto y el Mississípico inferior («prewaverlyanos») que provocaron la estructura actual de la *Formación Rinconada*, y finalmente, los movimientos Post-mississípicos y preterciarios que han dado estructuras simples y que parecen pertenecer a una de las fases del «Ciclo Hercínico» de otros lugares de la Precordillera. En cuanto a los del grupo B) de edad *Terciaria*, son de tipo de fracturación y como consecuencia de los movimientos andinos que provocaron la elevación en bloques de los distintos cordones Precordilleranos.

Summary. — Three formations can be distinguished in this region, the oldest of approximately Llanvirnian age known as «Calizas San Juan» is overlain by a group of dark green sandy shales, named here «Rinconada formation», with interstratified fossiliferous limestone lenses and conglomerates (channel conglomerates). The origin of this formation until now taken to be the result of a great fault breccia (mezcla tectónica «of Keidel) is here considered of sedimentary origin, due to the landslide of huge masses of Llanvirnian limestone into the east foredeep» of a divided geosyncline of Llandeilo-Caradocian age, simultaneously to the deposition of the dark green sandy shales. Over this group, and in angular unconformity, lies a 575 m thick group of glacial origin, «Jejenes formation», that has yielded plant remains of Lower Carboniferous or Mississippian age. Various sets of movements can be distinguished in this region, namely A) Intraordovician movements, that gave birth to the Rinconada formation, B) Post-Caradoc and pre-Wawerlyan (Taconic ?) the most intense of all and responsible for the actual structure of the Rinconada and Calizas San Juan formations, C) Post-Mississippian and Pre-Terciary, D) Terciary and Quaternary movements which finally developed the present landscape feature.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BODENBENDER, G. 1902. *Contribución al conocimiento de la Precordillera de San Juan y Mendoza y Sierras Australes de la República Argentina*. — Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba, t. XVII, pp. 203-261.
- 1912. *Parte meridional de la Provincia de la Rioja y regiones limítrofes*. — Anal. Minist. Agric., Secc. Geol., t. VII, n° 3, Buenos Aires.
- 1924. *El Calchaqueño y los Estratos de la puna de Penck*. — Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba, t. XXVII.
- BRACACCINI, O. I. 1946. *Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina*. — Bol. Inf. Petroleras, t. XXIII.
- 1950. *Investigaciones tectónicas de la precordillera sanjuanina*. — Bol. de Inf. Petroleras n° 301.
- 1950. « *Observaciones estratigráficas en la precordillera sanjuanina* ». — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. V, n° 1.
- CABEZA QUIROGA, J. R. 1942. *Contribución al conocimiento geológico de la Sierra de Villicum* (tesis inédita Mus. La Plata).
- COLEMAN, A. P. 1918. *Permocarboniferous Glacial Deposits of South America*. — Journal of Geology, t. XXVI, p. 310.
- 1926. *Ice ages, recent and ancient*. New York.
- DARA, F. 1946. *Estudio hidrogeológico del valle de Tulan* (tesis inédita Museo La Plata).
- DU TOIT, A. L. 1927. *A geological comparison of South Africa with South America*. — P. C. I. W. n° 381, Washington.
- 1937. *Our wandering continents*. Edinburg.
- FOSSA MANCINI, E. 1943. *Supuestos vestigios de glaciaciones del Paleozoico en la Argentina*. — Rev. Mus. La Plata (Nueva Serie), t. I, Sec. Geol., pp. 347-406.
- FRENGUELLI, J. 1941. *Sobre una flórmula carbonífera del Agua de los Jejenes, San Juan, conservada en el Museo de La Plata*. — Notas Mus. La Plata, t. VI, 459-478.
- 1941. *Las concreciones de los varves y su significado geológico*. — Notas Mus. La Plata, t. VI, Geol., n° 15.
- 1943. *Acerca de la presencia de « Rhacopteris ovata » en el Paganzo I de Villa Unión, La Rioja*. — Rev. Mus. La Plata (Nueva Serie), Sec. Geol., t. II, pp. 11-47.
- 1944. *Apuntes acerca del Paleozoico Superior del noroeste argentino*. — Rev. Mus. La Plata (Nueva Serie), Sec. Geol., t. II.
- 1946. *Consideraciones acerca de la serie de Paganzo en las Provincias de San Juan y La Rioja*. — Rev. Mus. La Plata (Nueva Serie), Sec. Geol., t. II, pp. 313-376.
- 1946. *El Carbonífero argentino según sus floras fósiles*. — Rev. Soc. Geol. Arg., t. I, n° 2, Buenos Aires.
- 1949. *El perfil de la Cortadera en las faldas orientales de los Cerros de Villa Unión (La Rioja)*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. IV, n° 4.
- FURQUE, G. 1953. *Hoja Sierra de la Punilla (Guandacol) 17b*. — Dir. Nac. de Minería (inédito).
- GONZÁLEZ BONORINO, F. y TERUGGI, M. E. 1952. *Léxico sedimentológico*. — Pub. Ext. Cult. y Didác. n° 6. Mus. Arg. Cs. Nat. «B. Rivadavia», Buenos Aires.

- GROEBER, P. y TAPIA, A. 1944. *Movimientos tectónicos contemporáneos y un nuevo tipo de dislocaciones*. — Notas Mus. La Plata, Geol., t. IX n° 33, La Plata.
- 1945. *Lista de los terrenos a distinguirse en el mapa geológico de América del Sud*. — IPIMIGEO, Sec. Arg., 1ª Reunión de Comunicaciones.
- 1926. *Condiciones geológicas de la Quebrada de Ullún, en relación a un proyecto de dique de embalse*. — Dir. Gral. Min., Geol. e Hidrol., Publ. 25-26.
- HARRINGTON, H. J. 1940. *A brief summary of early Paleozoic formations and faunas of Argentina*. — Procc. VIII Am. Scientific Congress, Geol. Sc. Paleozoic Form., Washington.
- HARRINGTON, H. J. 1953. *A geology of South America*, Vol. I, Part I, Stratigraphy (inédito).
- HARRINGTON, H. J. and LEANZA, A. F. 1943. *Paleontología del Paleozoico inferior de la Argentina. I. Las faunas del Cámbrico medio de San Juan*. — Rev. Mus. La Plata, Sec. Paleont., II.
- 1950. *Los trilobites ordovicicos de la República Argentina*. (inédito).
- HEIM, A. 1948. *Observaciones tectónicas en la Rinconada, Precordillera de San Juan*. — Dir. Minas y Geol., Bol. n° 64.
- 1952. *Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los ríos San Juan, Jachal y Huaco*. — Rev. Asoc. Geol., t. VII, n° 1.
- 1952. *Tectonic problems of the Andes (Observations 1939-47)*. — Repp. de of XVIII Sess. Inter-Geol. Congress, London. Part XIII, pp. 122-128.
- KAYSER, E. 1925. *Contribuciones a la Paleontología de la República Argentina sobre fósiles primordiales e infrasilurianos*. — Act. Acad. Nac. de Cs. Córdoba, pp. 298-332.
- KEIDEL, J. 1922. *Sobre la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico conocida en la Argentina*. — Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba, t. XXV.
- 1938. *Über die Gondwanden Argentinien*. — Geol. Rundschau, Bd. XXX, H 1-2.
- KEIDEL, J. 1940. *Paleozoic glaciation in South America*. — Actas del VIII Congr. Cient. Amer., Washington, t. II, pp. 87-108.
- KEIDEL, J. y HARRINGTON, H. J. 1938. *On the discovery of lower Carboniferous tillites in the Precordillera of San Juan, Western Argentina*. — Geol. Magazine, Vol. LXXV, n° 885, March.
- KIDSTON, R. 1923. *Fossil plants of the Carboniferous rocks of Great Britain*. — Mem. Geol. Surv. Great Britain, Vol. II, Part 2-3.
- KURTZ, F. 1921. *Atlas de plantas fósiles de la República Argentina*. (Obra póstuma de E. C. Hosseus). — Actas Acad. Nac. Cs. Córdoba, t. VII, pp. 129-153.
- LEANZA, A. F. 1948. *Braquiópodos y pelecípodos carboníferos en la Provincia de La Rioja*. — Rev. Mus. La Plata, t. III, Sec. Paleontología.
- MAURI, E. 1943. *Observaciones geológicas en los alrededores de Retamito, San Juan*. (tesis inédita Univ. La Plata).
- MIGLIORINI, C. I. 1948. *Composite wedges and orogenic landslips in the Apennines*. — Rep. Inter. Geol. Congress, Part XIII, XVIII Ses. Great Britain, pp. 186-198.
- RICH, J. L. 1951. *Three critical environments of deposition and criteria for recognition of rocks deposited in each of them*. — Bull. Geol. Soc. Am., Vol. 62, N° 1, January, New York.
- SCHIMPER, W. PH. 1869. *Traité de Paléontologie végétale*, t. I, Paris.
- STAPPENBECK, R. 1910. *La Precordillera de San Juan y Mendoza*. — An. Minist. Agr., t. IV, n° 3.

- STELZNER, A. 1923-1924. *Contribución a la geología de la República Argentina con la parte limitrofe de los Andes Chilenos entre los 32° y 33°.* — Act. Acad. Nac. de Córdoba, t. VIII.
- TORNQUIST, A. 1904. *Ein Rhadinichthys aus dem Karbon. Sudamerikas.* — Zeitsch. deutsch. geol. Gess., Bd. 56, Berlin.
- WALKOM, A. B. 1934. *Notas on some carboniferous plants from New South Wales.* — Proceed. Linnean Soc. N. S. Wales, LIX, pp. 430-434, Sydney.
- WHITE, D. 1907. *Permocarboniferous climatic changes in South America.* — Journ. of Geol., t. XV, p. 621.
- ZOLLNER, W. 1950. *Observaciones tectónicas en la Precordillera Sanjuanina. Zona de Barreal.* — Asoc. Geol. Arg., t. V, n° 3.

Instituto de Geología, Diciembre, 1953.

LA SERIE « ANDESITICA » PATAGONICA

SUS RELACIONES, POSICION Y EDAD ¹

Por P. GROEBER

Hace 40 años Bonarelli trajo de una gira por la zona presuntamente petrolera de Bariloche muestras de la serie de porfiritas de Wehrli y Quensel, tenida por ellos por suprajurásicas. Me enseñó las rocas y preguntó si había algo parecido en Mendoza. Le dije que eran rocas de la « serie andesítica » eogena de la región de las hojas posteriormente llamadas Puntilla de Huincan y Carri Lauquen. En aquel tiempo estaba en los comienzos del estudio de las « roches néovolcaniques » de Burckhardt. Aun en ocasión de la redacción de la hoja Puntilla de Huincan el conjunto efusivo eogeno no había sido reconocido en cuanto a sus componentes y era complejo (1925). El estado de conocimientos más reciente fué descrito en las hojas 1 : 500.000 Domuyo, Mari-Mahuida, Barda Blanca y Los Molles, y por Criado Roque luego en esta Revista.

En la zona de Nahuel Huapí, el término conservó su complejidad hasta la descripción de las hojas Bariloche y Foyel (1 : 200.000) por Feruglio y González Bonorino. El primero de ellos incluyó en el término aun las efusiones del Palaocolitense inferior y en el cordón de Esquel las porfiritas jurásicas, muy verosíblemente tordillolitenses.

Dos visitas breves del autor a la zona del Alto Limay permitieron comprobar que las rocas andesítico-dacítico-liparíticas de esta zona yacen con discordancia angular y en posición horizontal sobre Patagónico plegado, con mantos de lignito y con las areniscas de color verde clorita tan características para el Patagónico y que estas mismas rocas forman a su vez el substratum del gran campo volcánico de la zona entre el cristalino de la cordillera del límite, la depresión del Collon Cura, el Chime-

¹ Este artículo es un extracto de un trabajo del autor que será publicado por el Museo de Mar del Plata.

buin y la región de Pilca Niyeu. El conjunto empalma con el Colloncureense inferior del río del mismo nombre. Por ende el complejo efusivo que por Traful y Meliquina Chapel Co alcanza más de 1000 m de espesor, es palaocolitense inferior o sea burdigaliano a vindoboniano y no incorporable a la « serie andesítica » que yace debajo del Patagónico.

La relación de los tres grupos puede observarse sobre el tramo norte del lago Gutiérrez, en cerro de la Ventana. Sobre cristalino (hercínico en gran parte) yace, previos 50 m de arenicas conglomerádicas y arcósicas, un conjunto de rocas efusivas de cerca de 1000 m de espesor, abajo porfirítico, arriba andesítico, fuertemente inclinado al NE, seguido por las areniscas patagónicas con fauna marina, igualmente muy inclinadas al NE. Cristalino efusivo y Patagónico han sido mochados por una discordancia y sobre ella se asientan en posición horizontal las rocas dacítico-liparíticas del centro efusivo del cerro de la Ventana, avanzada del campo volcánico del alto Limay-Pilca Niyeu. Al SE del cerro, la « serie andesítica » entre cristalino y Patagónico termina en cuña y el Patagónico descansa directamente en el cristalino y no está yuxtapuesto por falla como supuso Feruglio. En ninguna parte la relación « Andesítica » Patagónico es normal. González Bonorino destacó la posición discordante del último sobre la primera en el cordón del Maitén y en lago Mosquito. Se trata, pues, de entidades diferentes.

El hecho de que el Patagónico contiene mantos de andesita mollelitense superior como por ejemplo en el flanco NW del cerro del Carbón y material tobáceo por doquier, hasta en la costa del Atlántico, indujo a extender la « serie andesítica » hasta el Patagónico. Esta idea pareció encontrar asidero en la circunstancia de que aparecen fósiles marinos en las tobas litoides de la « andesítica » en Puerto Pañuelo y en cerro López. Además los esquistos de Foyel, de 500 m de espesor, abrazados por la « andesítica », fueron incorporados en el Patagónico, sin duda porque esta formación aparece con frecuencia en los alrededores. Rasmuss había tenido los esquistos por senonianos — por sus fósiles —, Roth por Patagónicos — por la misma razón — y Felsch por terciarios inferiores e iguales al complejo lignífero de Arauco. Shaw encontró en ellos *Venericardia (planicosta?)*, que en Arauco caracteriza el Eoceno inferior, lo mismo que en Perú, Colombia y Venezuela.

El Patagónico es en todas partes de una misma facies de areniscas bayas, amarillentas, pardas, de grano variado, hasta conglomerádicas, mayormente no muy sólidas, pero a veces duras; frecuentes son areniscas de color clorita o compactas o esquistosas y lajosas, etc. El material volcánico que contiene es casi exclusivamente tobáceo; mantos son raros. La solidez del conjunto es precaria, sus capas son fácilmente erosionables. El Nahuel Huapí está exarado en ellas. En cambio, el conjunto de la verdadera « serie andesítica » es de extrema cohesión, tan es

así que sus aglomerados han sido pulidos por el hielo sin que los glaciares pudieran arrancar los trozos de roca contenidos en la matrix tobácea, tal como puede observarse en el brazo Machete, el arroyo Millaqueo inferior y en los alrededores del lago Gallardo y en todas partes. Se trata de un conjunto separado en tiempo del Patagónico. Sus fósiles marinos han sido clasificados *ad hoc*, especialmente bajo el imperio de la idea de que fueran patagónicos.

Esquistos como los de Foyel no aparecen en ninguna parte en el Patagónico, ni por su carácter litológico, ni mucho menos en cuanto a su espesor. Los separamos, pues, del Patagónico, y los insertamos como intercalación sedimentaria de la « andesítica ». Por su contenido en *Venericardia* los homologamos con el piso de Boca Lebu en el sentido de Muñoz Cristi. Teniendo en cuenta que la *Venericardia* no pasa, según Tavera, del Boca Lebu (lutetiano) y falta en el piso de Millongue auversiano, consideramos los esquistos de Foyel eocenos inferiores, en lo cual tenemos como precursor a Felsch.

La « serie andesítica » así purificada compone el cordón de Maitén, el de Leleque, la cumbre del cordón entre los ríos Percy y Futa Leufú (Cohabita Leufú), el flanco oriental del cordón del límite internacional con Chile hasta Carren Leufú, como pudo observar el autor. En esta zona se inclina al E.

Suero siguió el conjunto desde Carren Leufú hasta más al sur del lago Fontana y de allí al este, al N del río Yenúa (Genua) a la región de Languiñeo y del Chubut medio. Encontró allí gran desarrollo de la « andesítica » con andesitas, liparito-dacitas, con algunos basaltos y andesitas de aspecto porfirítico. En tobas blancas dacítico-liparíticas halló *Astroponotus* y la flora tropical del Eoceno de Arauco. Como ya indicó Feruglio, la serie efusiva empalma con el piso Sarmiento de la zona del golfo San Jorge y del Senguer. No estaremos errados en considerar las rocas básicas de la serie como paralela a las teschenitas de Sarmiento.

Sabemos que también en esta región el Patagónico cubre con discordancia importante el conjunto de Sarmiento. El Patagónico es aquitaniano, según Leriche, aquitaniano es también el piso de Navidad con que el Patagónico de Nahuel Huapí mantiene íntimas relaciones, aquitaniano es a su vez el piso de Zorritos del Perú, que tiene varias formas comunes con el de Navidad, como reconoció Brueggen. Entre su piso de Concepción — eoceno — (lutetiano-auversiano) y su piso de Navidad — aquitaniano — existe una discordancia y un hiatus de nota. Según Muñoz Cristi (carta) el piso de Concepción alberga muy abundante material andesítico bajo la forma de tobas.

La « serie andesítica » patagónica es, pues, eocena, en lo esencial inferior y es un conjunto netamente separado del Patagónico. Es conveniente abandonar el término añejo y complejo. A proposición de Suero,

consultado al respecto y de acuerdo con él, es conveniente aplicar al ente geológico en cuestión el nombre de Cautivalitense dado que en La Cautiva se halló la fauna y flora indicadora de su edad.

Agrego que he de retirar mi opinión de que el centro efusivo ácido del Hureco recluta entre el Palaocolitense inferior, debe ser homologado con el Cautivalitense.

LOS YACIMIENTOS DE HIERRO

EN LAS REGIONES DE AGUA NEGRA Y LEONCITO ¹

DEPARTAMENTO IGLESIA (SAN JUAN)

Por LUIS EDUARDO ARIGÓS

RESUMEN

Una corta visita efectuada al yacimiento de hematita de la mina San Martín, situado en la quebrada Agua Negra del departamento Iglesia de San Juan, permitió al autor efectuar un reconocimiento geológico-minero con miras a proyectar la realización de perforaciones de exploración y decidir sobre la viabilidad del método.

Esta mina, conocida desde 1926, no fué explorada mediante labor alguna hasta la fecha y la presente actualización de sus perspectivas económicas, favorecidas por la construcción del camino internacional a Chile « Presidente Perón », ofrece campo para nuevas consideraciones.

La aplicabilidad del método « Reen-verfahren », o método de la corrida, mediante hornos giratorios permite aprovechar minerales de hierro ricos con carbones pobres y viceversa, circunstancia que se identifica con las reservas de ambos minerales en la provincia de San Juan.

Si bien las reservas de mineral en la mina San Martín no podrán establecerse hasta tanto no se haya explorado en profundidad el yacimiento e investigado su génesis, el descubrimiento de hematita-magnetita en otras regiones cercanas a Iglesia, zona del cateo Leoncito mencionado en este trabajo, en filones básicos enriquecidos con mineral de alto contenido en hierro metálico, presenta halagüeñas perspectivas de elevar las reservas hasta sobrepasar el mínimo requerido para la industrialización.

La mineralización regional de varios tipos de yacimientos minerales que presenta la granodiorita y el carácter intrusivo de ésta en sedimentos paleozoicos, fenómeno al que se agrega la presencia de efusiones dacíticas y andesíticas terciarias también responsables de otras mineralizaciones, induce a creer que el estudio regional geológico-económico y el particular de los yacimientos conocidos y por descubrirse, especialmente de los minerales de hierro, hará posible la determinación definitiva del valor económico de sus reservas.

Mientras se concreta la prospección geológico-minera y geofísica, la información que aquí se consigna podrá orientar sobre varios aspectos geológicos y mineros, sobre la calidad del mineral, sus porcentajes de impurezas específicas, sobre la mineralización y ubicación del mineral a la vista, dándose además una interpretación de la posible génesis y sus relaciones regionales.

¹ Estudio realizado por cuenta de la Dirección Nacional de Minería. Se agradece al señor Subsecretario el haber permitido y facilitado la publicación de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

La presente información tiene por objeto dar a conocer el descubrimiento de un nuevo yacimiento de mineral de hierro en la provincia de San Juan, y el reconocimiento geológico-minero que permite actualizar las posibilidades económicas de la hematita de la antigua mina San Martín, situada en la Quebrada Agua Negra, departamento de Iglesia de la misma provincia (fig. 1).

El nuevo yacimiento está situado en la región precordillerana, al sudoeste de Tocota, sobre las márgenes de la Quebrada Leoncito, cerca de la desembocadura de dicha quebrada en los llanos homónimos. Cubriendo estos afloramientos existen los correspondientes pedidos de cateo, de allí la impropia denominación de «Cateo Leoncito», adoptada provisoriamente para identificar el yacimiento.

La importancia económica de estos dos yacimientos de mineral de hierro, de alto contenido en hierro metálico, radica especialmente en la perspectiva de alcanzar la organización de una industria metalúrgica local mediante el aprovechamiento integral de la materia prima sanjuanina, hierro y carbón y el excedente energético de la usina hidroeléctrica de Jachal. La accesibilidad a los yacimientos minerales citados, a los que se agregaría, de igual manera, los extensos mantos carboníferos de Los Rastros y Caballo Anca, permite considerar favorablemente los costos de transporte, anteriormente prohibitivos en el cálculo económico de sus respectivas explotaciones. A estas condiciones favorables se une la practicabilidad del empleo del método Reen-Krupp (o método de la corrida) para la metalurgia del mineral de hierro sanjuanino, hasta la obtención de la chatarra de ese mineral.

La perspectiva de utilizar los carbones pobres conocidos en varios yacimientos del norte de San Juan y sudoeste de La Rioja, permite ampliar las miras económicas que tal desarrollo industrial puede promover en las regiones de su influencia.

Es por estas razones, rápidamente enunciadas, y además por el descubrimiento de nuevas reservas de mineral de hierro, que ha cobrado actualidad y ha despertado interés particularísimo de encarar la realización de los estudios de exploración geológico-minera, de los cuales esta comunicación constituye la nota preliminar para determinar sus condiciones económicas. Evidentemente no existe el propósito de dar aquí la solución definitiva a tan amplios y numerosos problemas, pero sí contribuir con el modesto aporte de esta información a la conveniente realización de programas y proyectos de estudios y trabajos mineros que indiquen las reservas necesarias para una industrialización de esta índole, de gran proyección nacional.

La información que aquí se consigna, es parte de un informe inédito de la Dirección Nacional de Minería, con cuyo consentimiento se ha efectuado esta publicación, actitud que compromete mi reconocimiento. Igualmente quiero agradecer a la firma titular de las concesiones Sres. Aguilar, Borcosque y Cía. y al Sr. Ing^o E. Bergner por la colaboración espontánea prestada al autor en ocasión de la visita a los yacimientos.

MINA SAN MARTÍN

Generalidades.— El reconocimiento geológico-minero de este yacimiento, más conocido como yacimiento de hematita de Agua Negra, data de la época en que se realizó su primera exploración a cargo de Lannefords, en 1928. Posteriormente fué visitado en dos oportunidades sucesivas, durante 1941 por Angelelli y en 1943 por Sgrosso. Del primero existe un informe inédito en la Dirección Nacional de Minería y del segundo, que realizó una rápida visita, dejó una corta información en el Ministerio de Fomento provincial. En ambas oportunidades los informes destacaron la pureza del mineral y la necesidad de realizar prospección y laboreos mineros en detalle, para determinar las reservas; se anticipaba además, que la explotación económica del yacimiento no era aconsejable por el momento, debido a la costosa inversión fija que involucraba la construcción de un camino, viable durante todo el año.

Desde entonces y a pesar del lapso transcurrido, no se ha ejecutado ningún tipo de labor de exploración que permita conocer mejor el yacimiento. En verdad, su exploración no ofrecía en esa época las perspectivas económicas que presenta en la actualidad, pues no existía camino de acceso a tan alejada e inhóspita región y tampoco se conocía en el país la alternativa favorable que representa la aplicación satisfactoria del moderno procedimiento Reen-Krupp para el tratamiento del mineral y recuperación del hierro metálico en forma de chatarra o arrabio.

El yacimiento está ubicado en el departamento de Iglesia sobre la fuerte pendiente que baja hacia la margen derecha de la quebrada Agua Negra, a una distancia de 26 km al oeste de las juntas con la Quebrada Arrequeñtín, en total 54 km al oeste de la localidad de Iglesia (Distrito Las Flores), y a 110 km al oeste de Jachal (fig. 1). A estas poblaciones se halla unido por caminos en perfecto estado de conservación, siendo destacable la construcción de la ruta internacional « Presidente Perón » a Chile, entre Iglesia y La Serena, Puerto de Coquimbo, actualmente muy adelantada. El trazado de esta ruta permite llegar hasta la base de la pendiente en donde se hallan los afloramientos ferríferos. El camino internacional se aparta de la ruta provincial N° 10 en la población de Las Flores; a lo largo de 17 km, por camino de llanura atraviesa

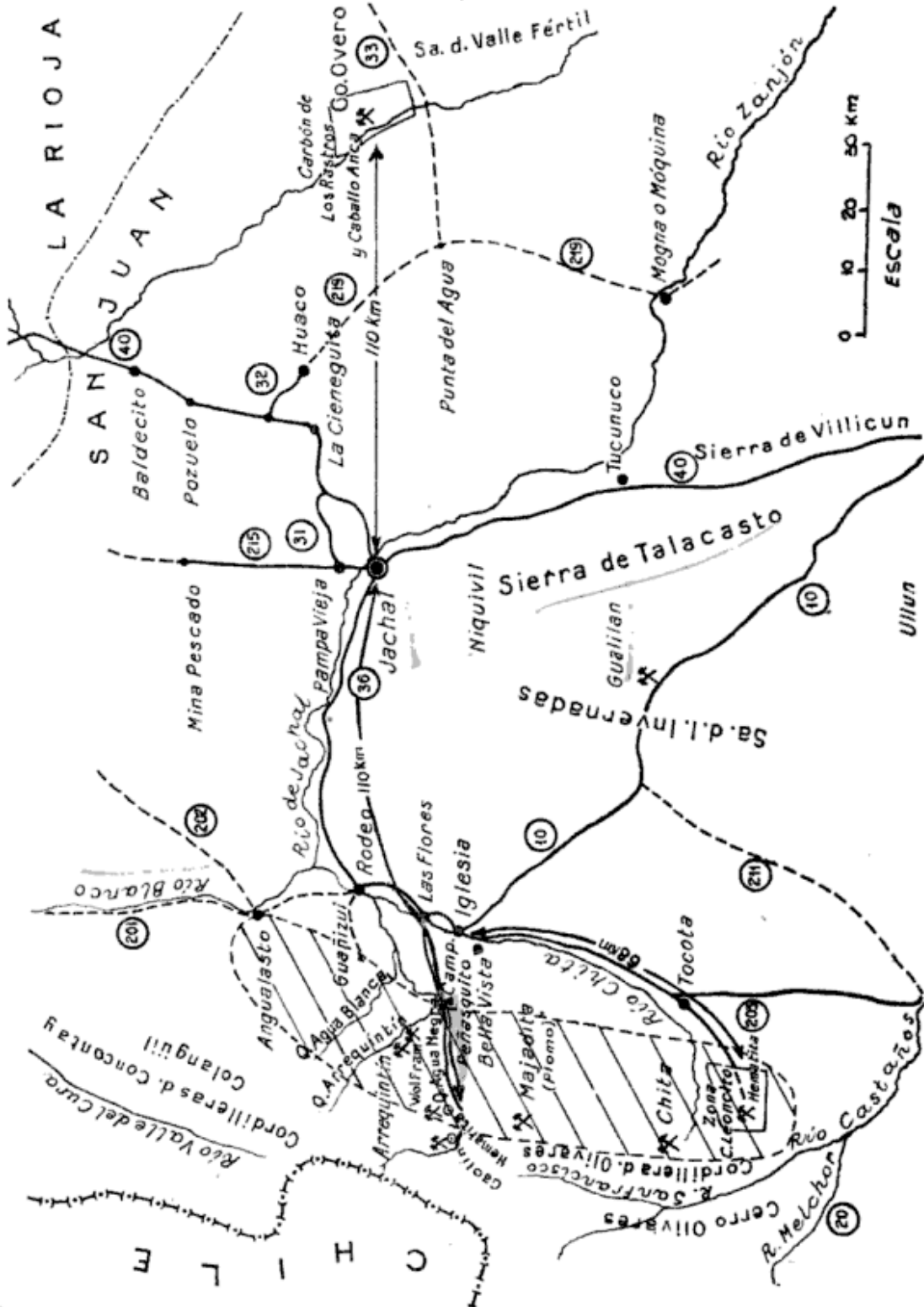


Fig. 1. — Plano de ubicación

la Pampa de la Patria, entre Las Flores y Peñasquito (2.607 m) y luego por 9 km de camino de cornisa, sigue el trazado contiguo a la quebrada Agua Negra, entre Peñasquito y Alto Amarillo (3.324 m) elevándose en sucesivos zigzagueos hasta alcanzar los 3.884 m frente al yacimiento, por la pendiente opuesta. Desde el Alto Amarillo y por el cauce de la quebrada Agua Negra, en perfecto estado de conservación, sigue por 9 km una prolongación viable para el tránsito de vehículos con cargas pesadas utilizados por la comisión de vialidad, y que llega varios kilómetros al noroeste de los afloramientos.

Con esta magnífica obra, se debe considerar como superadas las anteriores perspectivas adversas que suponía el costo elevado de la construcción del camino de acceso.

En cuanto a la provisión de agua se refiere, para uso doméstico e industrial, se halla asegurada por la corriente de deshielo del Arroyo Agua Negra, la cual, en época poco propicia se insume pocos kilómetros agua arriba de la zona de la mina. En ese lugar tiene su nacimiento un amplio cauce, arenoso y playo, del mismo río, con una anchura de 500 m, por varios kilómetros de longitud, que constituyó el lecho de una esporádica laguna, la cual quizá pueda formarse en parte actualmente, si el arrastre de las crecientes con su gran transporte de material endicara el cauce en una estrechura que se halla situada 3 km aguas abajo de la mina. Tal es el fenómeno que en épocas modernas ha ocurrido y originó el llamado «El Arenal».

Las fuentes resurgentes de agua dulce que afloran poco después de la estrechura que constriñe a El Arenal, y que luego formará y alimentará la corriente permanente del río Agua Negra, habla por sí sola de la importancia de la circulación subálvea de aquel cauce. Este lugar es conocido como Ojo de Agua y de sus manantiales brota un caudal variable según las épocas, pero permanente y de buena calidad. El río Agua Negra recién desaparece infiltrándose aguas abajo de Peñasquito (Km 30 de la Ruta Internacional).

Por la pendiente oriental de donde se hallan los afloramientos, desciende un arroyo de deshielo (ver fig. 2), cuya corriente, aunque no de mucho caudal, puede ser utilizada para los trabajos de perforación explorativa, interrumpiendo el curso de la quebrada y desviando el cauce mediante una canaleta hacia las piletas o tanques que podrán instalarse por encima de la ubicación de la máquina perforadora. La provisión de agua dulce en gran cantidad en épocas menos propicias está asegurada y en gran cantidad por la corriente subálvea del cauce de El Arenal, captable mediante obras de bajo costo.

Para completar la información geográfica, que resulta de interés inmediato conocer, debe destacarse que, como la región se halla a 3.875 m sobre el nivel del mar, azotada por fuertes vientos casi permanentes, fríos

rigurosos y con prolongados temporales en invierno, todo programa de trabajo deberá proyectarse para realizar en épocas propicias, de octubre hasta abril, previendo la instalación de buenas viviendas con suficientes reservas de combustibles y víveres, como así también de leña y pasto; estos últimos faltan en la región casi totalmente. Las vegas de Ojo de Agua alcanzan sólo para mantener una reducida tropa de animales y por pocos días. La única leña aprovechable es el «cuerno», bastante abundante pero muy extendido, por lo tanto difícil de recoger en cantidad suficiente, sin contar además con los impedimentos de la fuerte pendiente y de los acentuados efectos de puna.

Rasgos geológicos. — La roca dominante en la región la constituye un extenso manto de riodacita, localmente alterada por epidoto y limonita. El fenómeno de epidotización es muy fuerte en la zona de las vetas y también en una faja visible a media pendiente subiendo a la mina San Martín. Allí la riodacita ha sido reemplazada por una masa de epidoto con muy poco cuarzo. Este fenómeno se manifiesta también, pero en mucho menor grado, cerca de la base de la pendiente, en forma de venas paralelas a la faja anterior, donde la riodacita se halla bastante descolorida de su típica tonalidad castaño oscuro.

El afloramiento del manto riodacítico puede seguirse en ambos lados de la quebrada principal (ver bosquejo geológico-minero), siendo la riodacita de color pardo oscuro y violado oscuro la que ocupa mayor extensión de afloramiento. Las zonas de alteración epidótica se prolongan, en cambio, principalmente en forma de fajas pero también en forma de manchas o masas lenticulares epidotizadas, las cuales muestran la característica tonalidad verdosa oscura, semejante a la vista en las zonas de las vetas.

Aguas abajo y sobre la margen derecha de la quebrada, se nota en el manto riodacítico una fuerte alteración limonítica, amarillo-pardusca, que forma un amplio manchón alargado, subiendo un tercio de la pendiente.

Recién a pocos kilómetros aguas abajo de la quebrada Agua Negra, frente a la zona de los Ojos de Agua, aparece la granodiorita a la que se hace referencia en los informes anteriores de Angelelli y Lannefords. Esta intrusiva regional aflora en varios sitios entre Leoncito y Angualasto y su distribución y relaciones, como asimismo sus intrusiones filonianas en el Paleozoico inferior de la Precordillera vecina, proporcionará amplio campo para la investigación geológico-minera de una interesante zona con grandes perspectivas económicas. La rapidez de la visita, efectuada para los fines técnicos de estudiar la posibilidad de explorar las vetas mediante perforaciones, no permite relacionar los contactos de esta intrusiva regional, imposible de recorrer en pocos días. La propia mineralización de hematita-especularita de la mina San

Martín está estrechamente relacionada con esta intrusión granodiorítica, seguramente extendida por debajo del manto riodacítico. Una exploración detenida podrá aclarar muchos puntos oscuros todavía y determinar específicamente los problemas inherentes a la importancia regional de la mineralización ferrífera y la génesis del mineral.

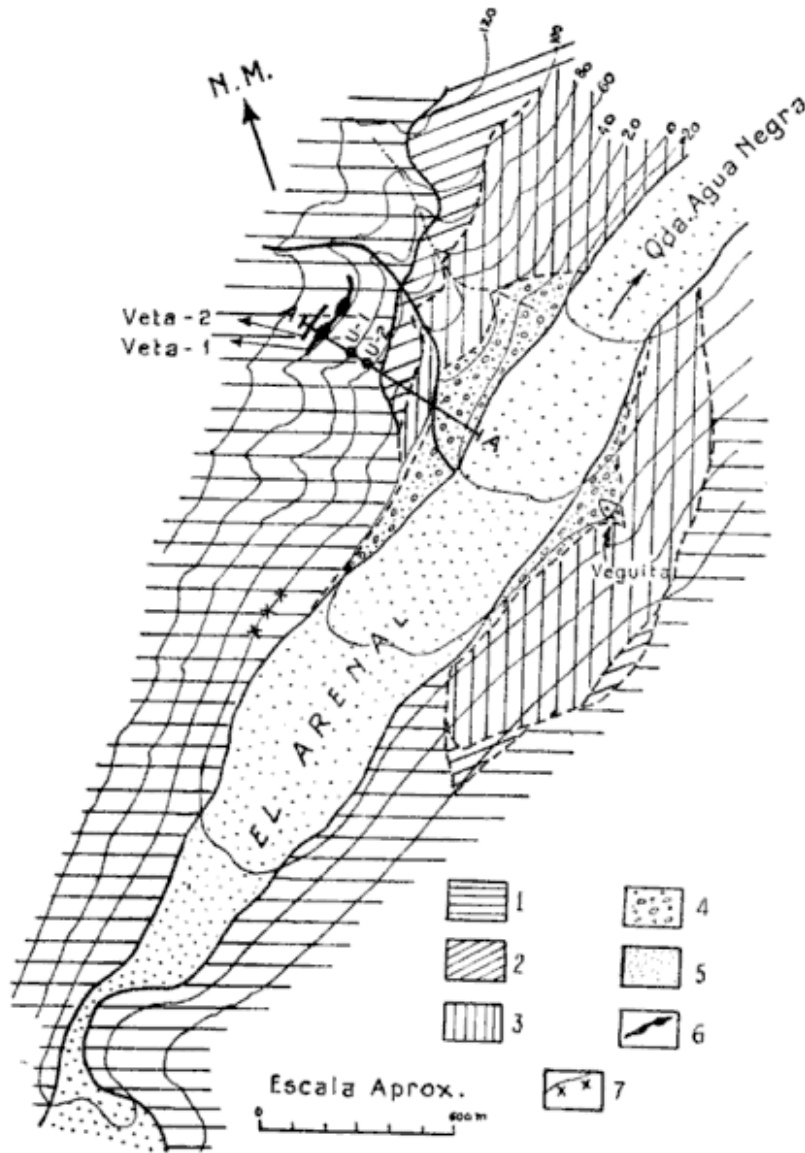


Fig. 2. — Bosquejo geológico-minero de la mina San Martín (Agua Negra-San Juan) :
1, Riodacita parda y violada oscura; 2, Riodacita epidotizada; 3, Riodacita epidotizada con limonita; 4, Pie de monte y fanglomerados; 5, Aluvión del Río El Arrenal; 6, Vetas con bolsones de enriquecimiento; 7, Rodados de epidoto con hematita.

Llama la atención que, en donde las terrazas fluviales dejan ver parte de sus barrancas antiguas, se nota un substrato de alrededor de 30 cm (espesor variable), ubicado inmediatamente por debajo de la cubierta de rodados, integrado por una arena con alto porcentaje de limonita terrosa, de grano fino, la cual, por su riqueza en hidróxidos de hierro y su relativamente fácil extracción, puede resultar de interés económico. La gran extensión de estas terrazas en los tramos amplios cercanos a

las cabeceras de la quebrada Agua Negra, induce a creer que si es amplia la dispersión horizontal del horizonte limonítico, existe suficiente tonelaje como para permitir secundariamente su explotación.

El análisis químico de una muestra representativa de varios afloramientos de ese horizonte limonítico dió un contenido de 11,61 % de hierro metálico, con cierto porcentaje de fósforo y azufre, respectivamente de 0,05 % y de 1,09 %.

El yacimiento. — En el área del yacimiento se ven los afloramientos de dos vetas paralelas, o más o menos paralelas, de desarrollo irregular, formando arcos amplios en forma de S acostada y muy alargada y con



Fig. 3. — Tomada con rumbo N-15°-W. Vista del cerro en donde está ubicada la Mina San Martín. La ladera de fuerte pendiente baja hacia la margen izquierda de la quebrada Agua Negra; a la derecha la torrentera de deshielo que desagua al pequeño circo glacial de la cúspide del cerro. V₁ y V₂, vetas; 1 y 2, ubicaciones probables de las perforaciones dirigidas.

dos concentraciones principales de mineral en la veta I, ubicada inferiormente en el plano de la pendiente con respecto a la veta II (ver fig. 3).

El rumbo general es de NE a SW, habiéndose medido en la veta principal un rumbo N-47°-E, buzando al NW con una magnitud variable entre 52° y 55°.

En el extremo NE de los afloramientos, las vetas aparecen esporádicamente ya que, a lo largo de apreciables trechos, las secciones se hallan cubiertas por grandes masas de escombros de riodacita de color castaño oscuro que provienen de los crestones que forman la escarpada cumbre del cerro. Sin embargo, las venas principales vistas en la concentración n° 2 de la veta I, se continúan mostrando hematita con apreciable porcentaje de epidoto, el que constituye la ganga principal. En la vecindad del extremo NE la veta I forma un pronunciado arco, según se infiere de los tres destapes de escombros realizados en busca de la prolongación

de la veta. Según ello, la veta I gira 120° ya que los tres destapes puede considerárselos como los vértices de una figura triangular equilátera, hallándose dos de ellos en la dirección del rumbo de la veta y el restante con rumbo $N-30^\circ-W$.

Esta zona se halla sobre una elevación topográfica de 30 m, en un plano superior al extremo opuesto de la veta I, o sea a su extremo SW, que se halla situado aún por debajo de la concentración n° 1. La apreciación de este desnivel tiene importancia en la consideración de la medida vertical de afloramiento, por cuanto de los 230 m de corrida de las vetas mineralizadas (hematita y epidoto), existen 30 m verticales reconocidos por la presencia misma de mineral a la vista.

Hacia el SW la veta principal se prolonga desde la concentración n° 1 con una corrida de 25 m descendiendo topográficamente 18 m. Allí, la caja de riodacita se halla descolorida mostrándose de una coloración rosada hasta violada, adquiriendo las venas un espesor de 5,50 m en donde predomina epidoto, pero llevando siempre impregnaciones de hematita en forma de 6 venillas de ancho variable entre 6 y 8 mm. Existen dos venillas ricas de puro mineral de hierro de 8 cm de ancho. En otros casos, la ganga epidótica forma venas de 40 cm con impregnaciones microcristalinas de hematita, en porcentajes variables, irregulares, en forma de pequeñas concentraciones, las cuales se hallan dispersas o agrupadas dentro de la ganga. En esta sección de veta, el rumbo general ha torcido hacia el SW-W, habiéndose medido $S-62^\circ-W$. Inmediatamente de la concentración n° 1 hacia el SW, la vena principal se subdivide en 5 venillas con ancho variable entre 8 y 15 cm, en ganga de epidoto y poco cuarzo, dentro del espesor total ya mencionado de 5,50 m. Dentro de la masa de riodacita epidotizada de la ganga existen numerosas venillas muy delgadas, demostrando con ello el desmembramiento de la concentración n° 1.

En el plano de la pendiente que baja con rumbo $S-28^\circ-W$ no es posible identificar la vena principal, ya que se halla cubierta en superficie por una espesa camada de escombros dejados por una torrentera seca. Se advierte, 30 m por encima del nivel de las vetas, un cambio fundamental en las líneas del clivaje dominante en la masa de riodacita, las cuales cambian bruscamente de rumbo, precisamente en el lugar de la torrentera, indicando al parecer, que debe atribuirse a ese sistema de diaclasas preexistentes el ordenamiento estructural de la mineralización. Hacia la cumbre del cerro la riodacita, sin alteración epidótica, muestra dos planos principales de diaclasas, de los cuales el rumbo de uno de ellos es muy visible y dominante, extendido siguiendo el propio de las vetas, aproximadamente $N-45^\circ-E$ y otro secundario con rumbo $N-8^\circ-E$.

Siguiendo por la veta I, en dirección al rumbo $N-47^\circ-E$ y subiendo 18 m de nivel tendido, hallamos la concentración n° 1 (C_1) (ver fig. 4).

Constituye la vena principal de la veta I y sus espesores varían desde 1 m en los extremos a 4 m en el primer tercio de corrida, de mineral de gran pureza, encajado en salbandas de epidoto de 0,5 m de ancho, el cual envuelve a la hematita especular y se continúa en la roca de caja alterándola y decolorándola. Esta C_1 tiene una longitud de 21 m y el área que abarca es susceptible de dividir en figuras de superficie trapezoidal, tomando como base de los trapecios los diferentes espesores visibles.



Fig. 4. — Tomada con rumbo N-60°-E. Vista de los afloramientos de hematita de las concentraciones 1 y 2 de la veta I. Se notan los afloramientos aislados, cubiertos por detritus de falda y mineral de veta de las cuales, sólo quedan crestas aisladas luego de la explotación de 800 toneladas extraídas con el fin de realizar ensayos metalúrgicos comerciales. Se puede apreciar la senda en donde están detenidos los mulares.

te cuarzo acompañando a la hematita. Esta sección tiene una longitud de 17,10 m.

A partir de la concentración 2 la veta queda oculta por los detritos de la falda, los cuales, en ese lugar y por una longitud de 35 m imposibilita la observación. Siguen luego 50 m bastante cubiertos por los mismos detritos, no obstante lo cual, se nota en algunos reventones visibles, escarbando 0,50 m la cubierta, venas de epidoto con venillas de hematita hasta de 0,12 m.

Así se ha procedido para el cálculo de la superficie de afloramiento (ver planilla de cubaje).

De la misma manera se procedió con la C_2 , pero allí la hematita es microcristalina y no hojosa-aglomerada de tipo especular como en la C_1 , el cual presenta el tipo o variedad conocida como especularita. El máximo espesor de la C_2 es de 3,50 m terminando hacia el NE, con sólo 0,50 m de vena rica en hematita; el total de la longitud es de 15,50 m. Se nota en esta concentración pequeñas venillas y cristales aglomerados en material de ganga, especialmente epidoto con muy escaso cuarzo y plagioclasa. En una muestra tuve oportunidad de reconocer macroscópicamente pequeñas asociaciones de cristales de granate y muy raros y esparcidos de calcita.

Entre ambos cuerpos, se prolonga una zona intermedia de 2,50 m de ancho, muy epidotizada, en donde sin embargo, existen venillas de hematita. Hay también bastan-

Algunos pequeños afloramientos de la veta aparecen en los 72 m siguientes, los cuales fueron puestos al descubierto cavando un poco los derrumbes de la falda, llegándose a tres manifestaciones de la veta mineralizada, compuestas por epidoto con escasas venillas de hematita, las cuales aparecen más gruesas a medida que profundizan, según la observación local de estos pequeños destapes.

En este lugar es notorio el cambio de rumbo general de la veta I, la que, desde el nordeste tuerce hacia el noroeste, habiéndose medido N-30°-W.

El total de la vena mineralizada tiene una corrida de 230 m aproximadamente, no habiéndose hallado aún por falta de labores de explora-



Fig. 5. — Tomada con rumbo N-25° E. Vista general de la Quebrada Agua Negra en la Mina San Martín, mostrándose los lugares marcados con cruces donde fueron hallados rodados de epidoto con hematita, fuera de la pendiente por donde se hallan normalmente los rodados de mineral proveniente de las vetas conocidas.

ción la prolongación de la veta en ese extremo NE, si es que existe por debajo del acarreo actual.

Según la información verbal del señor Borcosque, socio de la firma titular de la mina, aparecen aislados y semicubiertos nuevos afloramientos de mineral de hierro del mismo tipo de mineral de la mina San Martín, es decir de hematita especular, varios kilómetros al NE de la zona de la mina sobre la pendiente que baja a la quebrada Arrequeintín.

La ganga en estos afloramientos también está integrada por epidoto y poco cuarzo, en cajas de la misma roca volcánica, riodacita, como en la mina San Martín.

En la vecindad de esta última, recorriendo la pendiente que baja directamente a la quebrada Agua Negra, se hallaron rodados de hematita con epidoto de grano fino, a 50 m sobre el nivel de la quebrada y en una sección de pendiente alejada de la zona de derrumbamiento de las vetas conocidas (ver fig. 5), sin que hasta el momento se haya podido seguir

con nuevos hallazgos, de lo que al parecer sería la prolongación de las vetas superiores con un rumbo algo diferente, hacia N-NW.

El segundo afloramiento o veta II, tiene menor importancia por ser más delgado, apenas 2,50 m de espesor máximo y hállanse muy pocas asociaciones mineralizadas de hematita diseminadas en la ganga de epidoto. Probablemente constituye una ramificación lateral cercana en conexión vertical con la veta I, a muy poca profundidad; su corrida es también menor.

Se ha usado la denominación de vena, teniendo en cuenta la presencia de epidoto, típico mineral de vena y también por la distribución marcadamente bandeada entre la mena (hematita) y la ganga (epidoto y cuarzo), orientados paralelamente a las paredes.

Carece la veta de textura porfírica y no puede sospecharse su lenticularidad por cuanto ella es propia de rocas esquistosas. Podría adelgazarse o ensancharse en profundidad y hasta estrangularse, para volver a aparecer en forma de cuerpo irregular, debido con toda probabilidad al propio adelgazamiento o estrangulamiento de los espacios entre diaclasas y fracturas preminerales por donde ascendieron las soluciones ferrocálcicas que originaron la mena.

Análisis químicos. — Tratándose de un yacimiento conocido desde hace 25 años, son varios los análisis químicos efectuados en varias oportunidades y por distintos operadores.

Los análisis que mencionan Lannefords (5, 4) y Angelelli (2, 20) difieren fundamentalmente en cuanto se refiere al contenido de azufre, ya que Lannefords da para ese elemento un contenido de apenas 0,02 % en una muestra tomada en la concentración 2 y rastros para la hematita-especularita de la concentración 1; Angelelli, para el mineral de esas mismas concentraciones, indica respectivamente un porcentaje de 3,06 % y 3,21 % de azufre.

El análisis químico ofrecido por la firma titular de la mina, ejecutado por el laboratorio Hickethier y Bachmann en 1952, indica para el mineral de la concentración 1 un porcentaje de sesquióxido de hierro de 98,9 %, con un contenido de hierro metálico calculado en un 68,45 %, figurando los demás elementos como se consignan en la planilla comparativa siguiente.

Los análisis químicos de las muestras recogidas en esta ocasión, ejecutados en el Laboratorio Químico de la Dirección Nacional de Minería, se refieren especialmente al contenido de hierro metálico y a las impurezas especiales de azufre y fósforo que dejaban alguna duda, según vimos por los análisis de Lannefords y Angelelli, pero que posteriormente fué aclarada por los análisis de Hickethier y Bachmann y confirmada luego por los propios.

	Informe de Lanneborda 1929		Informe de Angelelli 1942		Hickethier y Bachmann 1952 C ₁	Presente información (1954)					
	C ₁		C ₂			C ₁			C ₂		
	C ₁	C ₂	C ₁	C ₂		M-3	M-1	M-7	M-5	M-4	M-6
Hierro en Fe ₂ O ₃	61,24	65,71	64,42	63,39	68,45	57,65	59,62	51,38	66,45	66,22	47,04
Azufre en SO ₃	—	0,02	3,21	3,06	Vest.	0,27	0,20	0,18	0,22	0,21	0,23
Fósforo en P ₂ O ₅	Rastros	No cont.	Vest.	Vest.	0,0313	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
Silíce en SiO ₂	10,19	5,20	6,53	6,13	0,74	—	—	—	—	—	—
Titanio en TiO ₂	—	—	Vest.	Vest.	Vest.	—	—	—	—	—	—
MnO.....	Vest.	Vest.	Vest.	0,03	Vest.	—	—	—	—	—	—

Las cifras indican porcentajes en gr./100 gr.

El análisis de la 5ª columna indica además vestigios de alúmina (Al₂O₃), de CaO y de FeO, y una pérdida por calcinación de 0,07 %. El total de elementos registrados en ese análisis como vestigios, corresponde al 0,057 del total, siendo destacable que en ese análisis no fué hallada la presencia de cobre, plomo, zinc, plata, ni ningún otro metal pesado.

Las 6 muestras analizadas fueron tomadas según la descripción siguiente :

- M. 3 : Común de la concentración 1.
- M. 5 : Común de la concentración 2.
- M. 1 : Común de la concentración 1.
- M. 4 : Común de las venas menores correspondientes al desmembramiento de la concentración 2.
- M. 6 : Común de las guías menores de la concentración 2.
- M. 7 : Común de las 5 venas mineralizadas por debajo de la concentración 1 hacia el SW.

Como resultado de la comparación de todos los análisis se comprueba que el porcentaje de azufre no llega en ningún caso a las cifras prohibitivas citadas por Angelelli. En cuanto a los porcentajes de fósforo, sólo dió vestigios, muy por debajo del límite No Bessemer de 0,045 %.

Cubicación del mineral a la vista. — El mineral a la vista de alta ley se halla en las concentraciones 1 y 2. La recuperación de hematita de alta ley en los sectores restantes de los afloramientos de la veta puede no resultar económica, sobre todo, en los casos de venillas delgadas o zonas de guías con epidoto y hematita finamente diseminada. El valor de este mineral no soportaría los costos de concentración.

Teniendo en cuenta estas características y también por falta de labores de exploración, debemos por el momento circunscribirnos a efectuar el cubaje del mineral a la vista, en relación a 1 m y 30 m de profundidad. Siendo esta última cifra la que corresponde al desnivel topográfico, observable entre los extremos del afloramiento de la veta, se puede considerar como mineral a la vista, por lo menos gran parte de esa magnitud vertical.

Según los análisis químicos efectuados por el Departamento de Laboratorio Químico de la Dirección Nacional de Minería, de 6 muestras extraídas personalmente de la mina San Martín, se obtuvo los porcentajes de hierro metálico siguientes :

M 1 — 59,62 %	}	Porcentaje promediado del común	de las concentraciones	60,98 %
M 3 — 57,65 %				
M 5 — 66,45 %				
M 4 — 62,22 %	}	Porcentaje promediado del común	de las venas menores	53,54 %
M 6 — 47,04 %				
M 7 — 51,38 %				

Estos porcentajes indican un promedio de 57,39 % de hierro metálico para el común del mineral de los afloramientos.

A los efectos del cálculo del cubaje aproximado del mineral a la vista se tomó en cuenta las leyes promedios de los análisis de Lannefords-Angelelli (67,7 %), nuestro promedio (60,98 %) y el análisis de la firma titular de la mina (68,45 %).

Volumen por metro de profundidad C₁+C₂ Densidad Toneladas bruto C₁+C₂
 91,63 x 5,2 = 476,476

Tonelaje bruto Ley media s/ Lannefors-Angelili Tonelaje neto de Fe metálico
 476,476 x 63,7 = 303,515 Ton.

Tonelaje bruto Ley media s/ anal. propios Tonelaje neto de Fe metálico
 476,476 x 60,98 = 290,555 Ton.

Tonelaje bruto Ley media s/ anal. Michelhier y Bachmann Tonelaje neto de Fe metálico
 476,476 x 68,45 = 326,077 Ton.

Promedio de los tres resultados, según las leyes medias de contenido en Fe metálico:

306,715 Ton. por metro de profundidad.

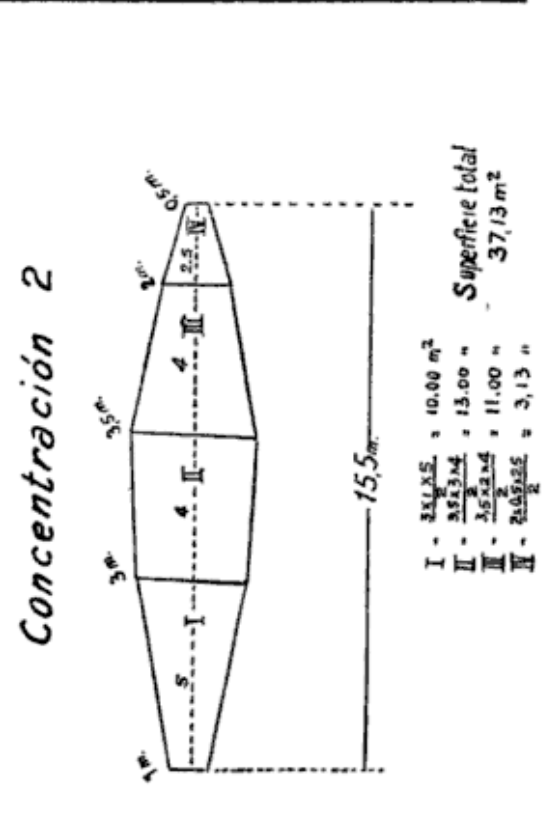
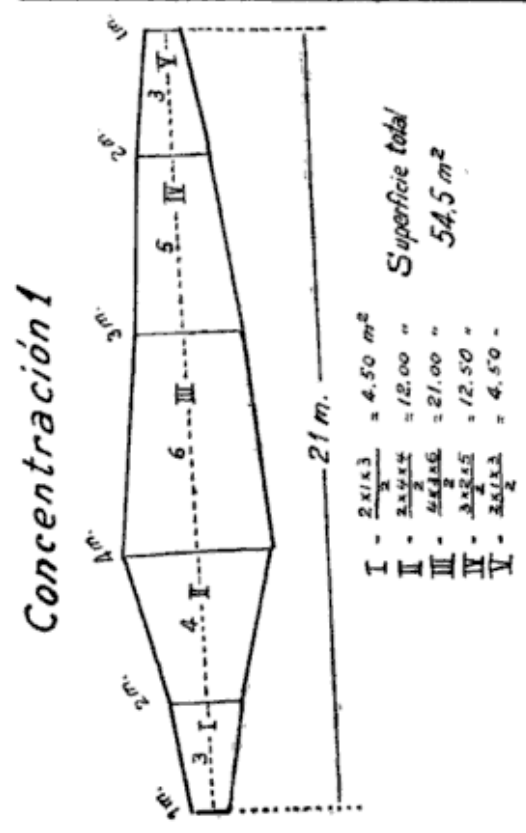


Figura 6

En la planilla de la figura 6, se indican los tonelajes netos de Fe metálico para las tres leyes de mineral mencionados y el promedio final de esos resultados arroja la cifra de 306 toneladas por metro de profundidad.

Para esos cálculos se tomó como densidad media la cifra de 5,2, correspondiente a hematitas puras o casi puras; nuestros ensayos de densidad arrojaron cifras menores, 4,91, pero, teniendo en cuenta que algunos autores, como Emmons y Taggart, dan cifras muy superiores, hemos elegido la más aceptable de 5,2 dada por E. S. Dana y que más se acerca a la nuestra.

Las perforaciones de exploración. — La exploración mediante perfora-



Fig. 7. — Tomada con rumbo N-40°-E. Vista de la fuerte pendiente (37°) por sobre el nivel topográfico de las vetas, el cual, se disminuye a 28° hacia la quebrada Agua Negra. (V₁ y V₂, vetas con rumbos y buzamiento).

ciones constituye una etapa importante que complementará los estudios mineros y económicos del yacimiento. La programación de sondeos de exploración en la mina San Martín, se hizo teniendo en cuenta todos los inconvenientes que trae aparejado el empleo de una máquina Sullivan, con mesa inclinable. En principio, se consideró la perforación vertical como la más apropiada, si las características estructurales del yacimiento permitía su ejecución, por cuanto, además de asegurar técnicamente un buen funcionamiento, se podría llegar al límite efectivo de la capacidad perforante de la máquina. Como ya hemos visto, las características morfológicas de los afloramientos y especialmente la inclinación de las vetas buzando hacia el cuerpo del cerro (fig. 7), no permite la ubicación adecuada de una planchada para la máquina por detrás de la cresta espinada hacia la cumbre del cerro, alejándose por lo tanto del límite vertical de penetración útil. Otro inconveniente serio que se opone a la perforación vertical lo constituye el espesor de roca

estéril a perforarse, cada vez mayor a medida que se sube la pendiente, y que sería necesario atravesar antes de alcanzar las vetas, explorando éstas a suficiente profundidad y dentro de la capacidad útil de la máquina.

La máquina Sullivan, disponible para esos trabajos, tiene una capacidad perforante de 250 m, pero en realidad los ensayos hechos hasta ahora con esa máquina no han pasado de 60-80 m, así que la experimentación a mayor penetración será útil para conocer su capacidad y comportamiento. Otro problema que debe tenerse en cuenta es el que crea la falta de reservas de material, adecuados para este trabajo: faltan coronas de diamante, y son escasas las de vidia y a munición.

La exploración con sondeos de beneficio, es decir, siguiendo la inclinación de la veta, perforando en alguna de las dos concentraciones de mineral de hierro, pudo representar una adecuada y lógica solución, si no se tropezara con la falta de coronas de diamante, indispensables para perforar en minerales de gran dureza.

Técnicamente se hallarían además otros inconvenientes insalvables si se hallaran en el curso de los trabajos irregularidades en el espesor y estructura de la veta bajo exploración. En estos casos, se recurre a desviadores especiales, pero que no deben emplearse sino eventualmente, ya que ocasiona fricciones que provocan desgastes desiguales, disminuyendo la normal capacidad perforante de la máquina y pueden hasta anular la perforación. Además debe prevenirse la eventualidad del enderezamiento de las vetas en profundidad, con lo cual éstas quedarían por delante del sondeo y éste no llegaría a localizarlas.

Los sondeos de beneficio con máquina Sullivan deben, por lo tanto, descartarse. Queda, en consecuencia, por considerar la posibilidad de efectuar sondeos inclinados.

En el proyecto preliminar de la figura 8 se muestra cómo podrán ubicarse los sondeos. Los mismos se hallan frente a las vetas ubicados perpendicularmente al rumbo individual que corresponda a la veta en exploración, topográficamente por debajo de ésta y en un sitio en que la pendiente sea menos abrupta, cerca de 36° , y a una altura de 90 m ó 100 m sobre el nivel 0 correspondiente al piso de la quebrada.

Cualquiera de estas dos ubicaciones ofrece la ventaja de la menor penetración en metros para la exploración de igual profundidad en veta.

En el diagrama se ha calculado con inclinación variable, el total de metros a perforar y la profundidad de veta a explorar, variación susceptible de cambiar fundamentalmente con sólo variar en 5° la inclinación de la mesa rotativa.

Como más expeditiva resulta la ubicación n° 1, con 60° de inclinación en la mesa, alcanzando a la veta a 94 m de profundidad, probablemente

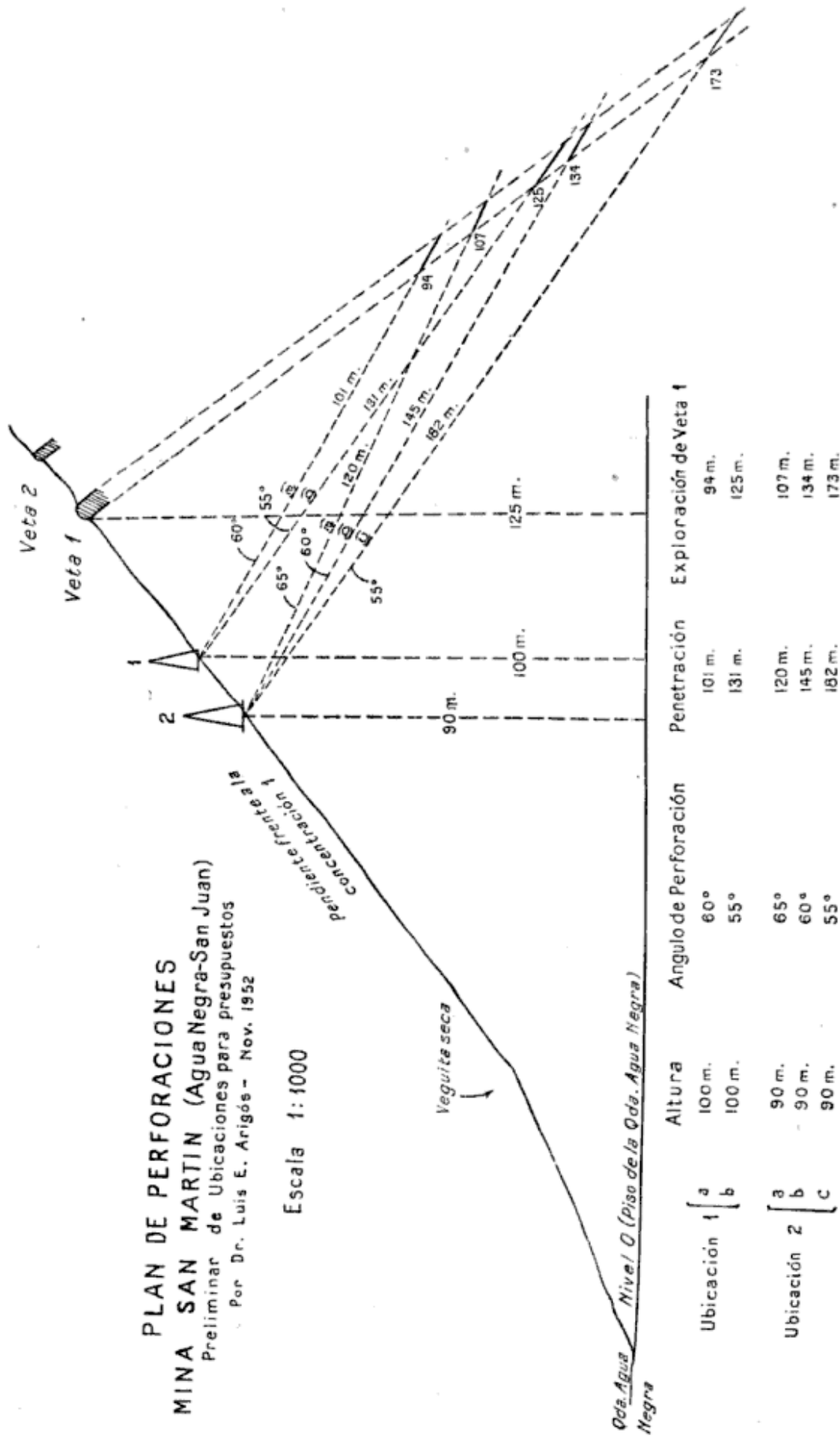


Figura 8

menor si resulta real el enderezamiento de la veta, y con un gasto de 101 m de penetración.

Claro está que estos cálculos están basados sobre la suposición de que se mantienen constantes las condiciones estructurales, tal como aparecen visibles en superficie, es decir, rumbo, buzamiento, espesores, etc. Es de sugestiva consideración la circunstancia de que en el rumbo de las vetas se producen inflexiones horizontales acentuadas, las cuales responden casi exclusivamente al relleno de grietas y diaclasas de rumbo dominante y que se corresponden con las observables en la superficie de la roca portadora. Siendo así, no resulta imposible que se asista al enderezamiento de las vetas en profundidad, más o menos a los 100 m y quizá ensancharse en forma de cuerpo irregular, si por la génesis del yacimiento se está en presencia de una combinación de relleno de grietas en superficie y de contacto en profundidad.

Para una penetración de 100 m, utilizando trépanos a munición en los primeros tramos sobre roca estéril y luego coronas de widia (acero al tungsteno), podrán emplearse a razón de una unidad por cada metro y medio de perforación. Los diámetros comunes de 80 mm a 100 mm para los trépanos a munición son adecuados para comenzar la perforación, prosiguiéndose después con los diámetros menores de coronas de widia en escala descendente, de 76-67-57 mm o quizá empleando desde los tramos muy resistentes a la penetración diámetros menores, de 46 mm y 36 mm. Estos últimos diámetros son los adecuados para atravesar las vetas de hematita, precisamente en la zona de mayor esfuerzo y más alejada en la penetración. El ángulo de incidencia en la penetración de la veta, resultará quizá algo exagerado, pero dependerá finalmente de la posición de la veta y del desarrollo de la mena en profundidad, según ya hemos visto.

La provisión de agua para la perforadora puede conseguirse embalsando y derivando mediante un corto canal o tendiendo una cañería desde la vecina torrentera de deshielo que baja a la quebrada un poco al NE de las vetas (ver fig. 2), hasta la pileta o tanque con capacidad para 3.000 ó 5.000 litros a ubicarse por sobre la planchada de la perforadora.

Esta cantidad de agua resultará conveniente para la Sullivan, la cual trabaja con 1.000 litros en condiciones normales, pero, por el diaclasamiento observado en la riodacita tal vez será necesario contar con mayor volumen de agua disponible.

La torrentera forma en la base una veguita, de manera que se supone lleva agua permanentemente. En caso contrario deberá bombearse hasta las piletas de la perforadora desde una captación a realizar en la corriente subálvea de El Arenal.

La duración total de un sondeo a 100 m con coronas de widia, se calcula entre 45 y 50 días hábiles, en condiciones normales de perforación.

CATEO LEONCITO

Reconocimiento Geológico-minero. — En ocasión del viaje realizado a la mina San Martín, se efectuó un rápido reconocimiento a la zona del Cateo Leoncito.

Esta región se halla situada sobre el borde oriental de las últimas estribaciones de la sierra de Olivares, en las cercanías de la salida de la Quebrada Leoncito hacia los Llanos de Tocota. Este primer reconocimiento abarca una superficie de 164 km², extendiéndose desde 2 km al sur del arroyo Leoncito, hasta el arroyo Tocota por el norte, y de oeste a este encerrando una faja de aproximadamente 12 km de ancho, incluyendo parte de los Llanos de Leoncito o Pampa de la Patria.

Ya en 1938, Angelelli (1, 33) menciona la región de Leoncito como una zona cuprífera de alguna importancia. Para una mejor orientación de la región mineralizada que se trata, se incluye el bosquejo geológico-minero publicado por el citado autor, con el agregado de la ubicación aproximada de los filones con mineral de hierro (fig. 9).

En la breve visita realizada a este lugar pude comprobar que los filones de cuarzo fuertemente turmalinizados, de color casi negro (1, 34), son portadores, muchos de ellos, de ricas venas de hematita magnetífera, particularmente importantes.

La roca regional portadora de la mineralización ferrífera es una granodiorita, compuesta macroscópicamente de ortosa, plagioclasa, mica, cuarzo y hornblenda. Regionalmente esta roca presenta diferenciaciones magmáticas, formando masas aisladas o bien filones muy ricos en ortosa. Otras veces y sobre todo hacia el norte, van tornándose más claras y a veces, imperceptiblemente, más oscuras debido a aumentos en las proporciones de hornblenda y biotita. Finalmente, los citados filones de cuarzo con hematita-magnetita, aparecen sobre todo hacia el oriente y norte del arroyo Leoncito. El rumbo general de estos filones es de E a W, variando particularmente sus magnitudes, entre N 62° W a N 78° W, con inclinaciones fuertes, a menudo subverticales.

Los filones ricos en hematita magnetífera se presentan especialmente en sucesión casi paralela, aflorando en las colinas bajas, formando crestas en las lomas por su mayor resistencia en la erosión que la roca de caja, distinguibles además por la característica coloración negruzca y brillante otorgada por la pátina de oxidación que cubre el mineral.

Se revisaron varios de estos filones al norte de la quebrada Leoncito, todos con fuerte mineralización hematítica, habiéndose encontrado algunos filones de 4 a 6 m de espesor, con venas de hematita casi pura de 50 a 80 cm de potencia (fig. 10) y a lo largo de más de 100 m de corrida,

Según V. Angelelli.-1938

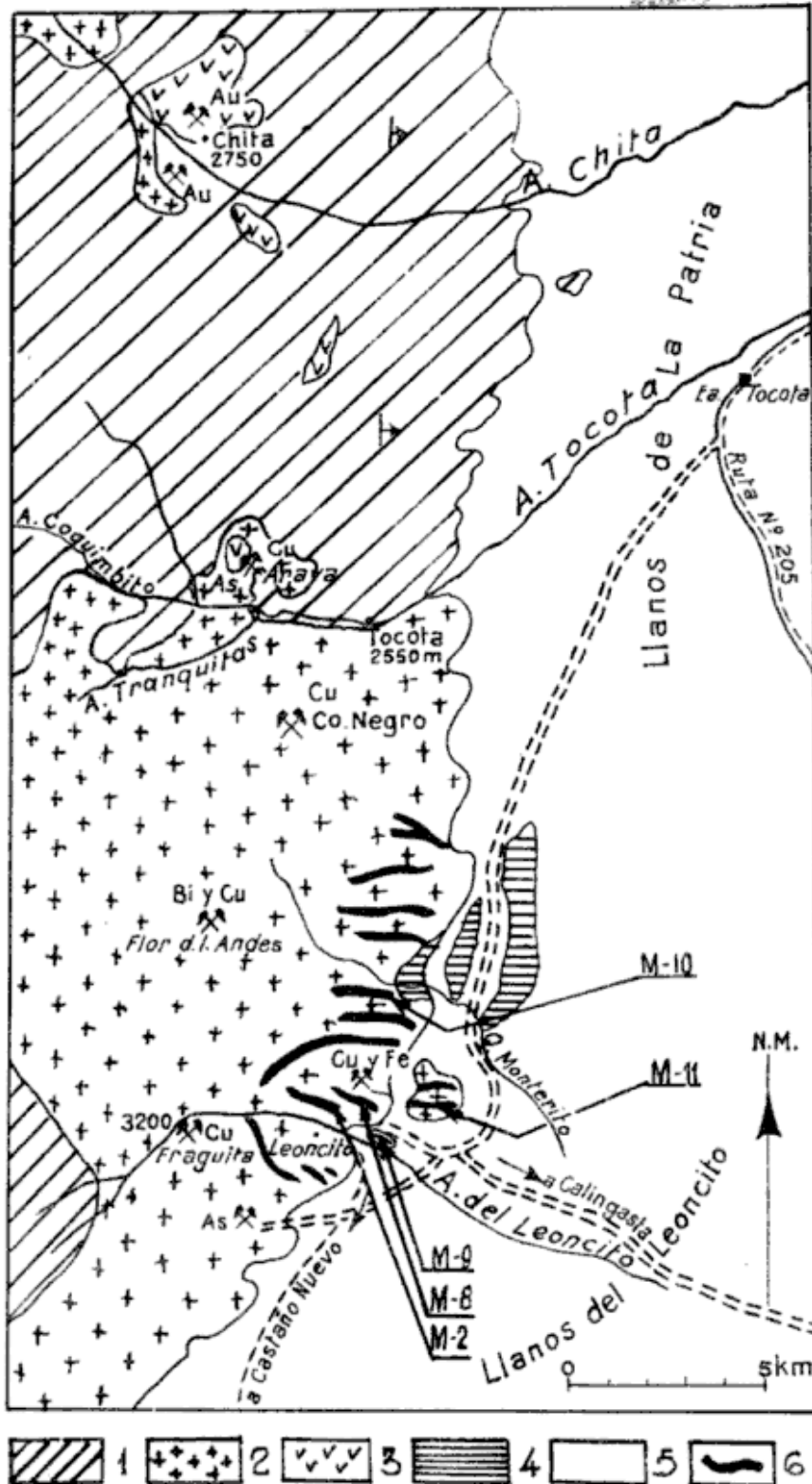


Fig. 9. — 1. Paleozoico : Cuarcitas y Pizarras; 2. Mesozoico : Dioritas cuarcíferas y granodioritas; 3. Terciario : Andesitas y Dacitas; 4. Terciario : Estratos Calchaquíes; 5. Cuartario : Acarreo; 6. Filones ferríferos.

variando, claro está, en forma irregular pero no muy acentuada, tanto en la potencia de los filones como en su riqueza en hierro.

Estos filones son más numerosos y mejor desarrollados en el tramo que corre meridionalmente entre arroyo Leoncito y arroyo Morterito. Los más extensos llegan casi al borde de las lomadas, donde la granodiorita se halla cubierta por los depósitos de pie de monte aterrizados y nivelados por la erosión actual, los cuales integran la extensa llanura levemente inclinada al este de la Pampa de Tocota y Llanos de Leoncito. Esta concentración de filones ocupa un área aproximada de 3 Km de ancho por 5 Km de largo en sentido norte-sur.



Fig. 10. — Tomada con rumbo N-50°-E. Vista de uno de los filones básicos ricos en hematitas magnetíferas en la zona de Leoncito. Estas soluciones residuales forman filones con mineral de hierro en cajas de granodioritas; (a), lugar donde fué tomada la muestra de mineral enriquecido. El espesor de 6 m corresponde a unos de los filones más conspicuos.

Falta recorrer todavía toda el área de afloramiento de la granodiorita que, como se ve en la figura 5, abarca una extensión de alrededor de 200 km², extendida al norte y oeste de Leoncito.

Sobre la edad de la intrusión granodiorítica parece existir tendencia a ubicarla en el Mesozoico Superior; intrusiona regionalmente a los sedimentos del Paleozoico Superior y a su vez se halla atravesada por diques de dacita y andesita de edad terciaria, como ocurre en Morterito, citado por Angelelli (1, 37), y también en los afloramientos de los arroyos Tranquitas y Coquimbito.

La mineralización en los filones corresponde al tipo de diferenciación magmática, habiendo sido el magma diorítico, al parecer, muy rico en elementos volátiles, como el boro y el flúor, hallándose el primero como componente de la turmalina, la cual, según Angelelli, acompaña a los minerales de bismuto, cobre y arsénico, en los yacimientos conocidos de la región de Tocota, mientras que el segundo forma venas de fluorita en

ganga de cuarzo con limonita, calcita y alúmina en escasas proporciones y como ganga en vetas de plomo.

Existen además algunas áreas de diferenciación pegmatítica cuyos feldespatos han sufrido una fuerte sericitización, evidenciando con esa alteración y su intensidad, una indicación del probable origen hipógeo de las soluciones portadoras de los minerales de hierro (ver fig. 11).

Una de estas pegmatitas se halla un par de kilómetros al sudoeste del arroyo Leoncito, cerca de la zona de contacto de la granodiorita con las pizarras y cuarcitas paleozoicas.



Fig. 11. — Tomada a 12 km al oeste de la mina. Afloramiento de sericita (y arcillas caolínicas limonitizadas en superficie), en un frente de 203 m de extensión. Al fondo el Portezuelo Agua Negra, en el límite con Chile.

La región que se acaba de describir rápidamente presenta un extraordinario interés minero, relacionado en la presente circunstancia por la necesidad de conocer prácticamente las reservas de mineral de hierro, favorablemente situados desde los puntos de vista de la extracción y del transporte.

Análisis químicos. — Procedente de dos fuentes de información distintas consideraremos los análisis efectuados por el laboratorio Hickethier y Bachmann en 1952 y por los Laboratorios de la Dirección Nacional de Minería en 1953; estos últimos sobre muestras tomadas por el autor. Los mismos se complementan en cuanto a los porcentajes de impurezas, ya que los análisis oficiales fueron realizados para establecer los contenidos de hierro metálico, azufre y fósforo.

Las muestras fueron tomadas en 5 filónes diferentes indicados en la figura 9, en escala exagerada, con el detalle siguiente :

M. 2 : Seleccionada ; tomada del primer filón básico, junto a la Quebrada Leoncito, al oeste del portezuelo.

- M. 8 : Común ; tomada del segundo filón hacia el N, también al oeste del portezuelo.
- M. 9 : Común ; tomada del filón básico del cerrito aislado, situado a la izquierda de la huella, antes del portezuelo, yendo hacia el oeste.
- M. 10 : Común ; tomada del filón básico algo pobre ; quinto filón hacia el norte y oeste del portezuelo.
- M. 11 : Seleccionada del filón más oriental, frente a la huella de acceso, antes de que ésta doble hacia el portezuelo.

Según puede verse en el cuadro siguiente, los resultados de los análisis químicos proporcionan índices comparativamente semejantes en cuanto a las impurezas especiales de fósforo y azufre, a los propios del mineral de la mina San Martín.

	M-2	M-8	M-9	M-10	M-11
Fósforo (P) en P_2O_5	0,01	0,02	Vest.	0,01	0,01
Azufre (S) en SO_3	0,17	0,20	0,19	0,18	0,18
Hierro metálico en Fe_2O_3 ...	66,34	27,97	50,30	38,16	60,70

El análisis de Hickethier y Bachmann indica para una muestra extraída del mismo filón que nuestra M-9, el siguiente resultado :

SiO_2	=	5,04 %	=	gr./100 gr.
Fe_2O_3	=	94,78 »	=	»
TiO_2	=	No cont.		
MnO	=	0,41 %	=	»

El porcentaje en Fe está dado en el óxido correspondiente, indicándose que corresponde en su mayor parte a magnetita.

Comparando este resultado con los anteriores se deduce que la ganga en SiO_2 aumentará en la misma proporción que disminuye el Fe_2O_3 (óxido de Fe).

La proporción indicada para el contenido de hierro metálico puede variar según la pureza del filón, pero no obstante haber hallado algunos filones menos enriquecidos los resultados obtenidos son promisorios.

La ganga, sílice y volátiles, no provocan ningún efecto nocivo ni dificultan el tratamiento seguido por el procedimiento Reen-Krupp.

Estas primeras consideraciones servirán de guía para las futuras exploraciones, ya que las manifestaciones ferríferas de Leoncito pueden proporcionar yacimientos explotables que sirvan de base para determinar el valor económico de la industrialización local de una fase de la metalurgia del hierro.

CONCLUSIONES

1ª Existe en la región de Agua Negra, a 110 km al oeste de Jachal, afloramientos de venas de hematita de alto contenido en hierro metálico, entre 57,39 % y 68,45 %, cuyo cubaje aproximado sin labores de explotación, se indica como de 306 t/metro de profundidad, según la densidad promedio de 5,2; esta cifra de cubicación se refiere exclusivamente al mineral de las dos concentraciones de la veta I.

Este tonelaje alcanzaría a 10.000 toneladas aproximadamente de mineral a la vista.

Como en la corrida de 230 m de la veta existe un desnivel topográfico de 30 m, se tiene ya el primer indicio del mineral a la vista y también de la persistencia del mismo en profundidad.

2ª En la zona de Leoncito, a 135 km al sudoeste de Jachal y 46 al sur de Agua Negra, existen otras manifestaciones de mineral de hierro (hematita magnetífera), genéticamente distintas, ya que se trata de depósitos de segregación magmática, los cuales aparecen en filones básicos contenidos en granodiorita. Estos filones son portadores de hematita magnetífera en diferentes grados de enriquecimiento, que afloran en corridas interrumpidas cada una por varias decenas de metros (hasta 120 m), y espesores que varían entre 6 y 2,80 m (espesamiento de la mena metalífera que constituye el filón). Esta extensa región aún no ha sido explorada en su totalidad, por cuanto recientemente se han hecho los descubrimientos del mineral de hierro.

3ª Ambas zonas mineralizadas pueden constituir el fundamento para llegar a la producción local de arrabio por medio del método « *Reenverfahren* » o « método de la corrida », en hornos giratorios de moderna aplicación y en gran escala, como complemento de la metalurgia del hierro y del acero.

La exploración minera intensiva de los yacimientos conocidos y los probables, así como la cubicación del mineral económicamente aprovechable, debe constituir el primer paso a seguir para asegurar la explotación y el empleo industrial de los dos minerales fundamentales existentes en la provincia de San Juan, hierro y carbón, con vistas a su aprovechamiento metalúrgico.

Los ensayos en escala comercial hechos en Alemania con los minerales sanjuaninos, han sido considerados como satisfactorios y de buen rendimiento económico.

4ª La prospección geológico-minera de la región mineralizada debe encararse bajo dos fases: en primera, exploración geológica de toda la región de influencia de las rocas intrusivas granodioríticas y a ellas

asociadas, la cual abarca una faja de 20 km de ancho por 90 km de largo, aproximadamente (fig. 1), conocimiento fundamental del carácter de la intrusión, de las diferenciaciones magmáticas, del metamorfismo de contacto y las relaciones entre estas rocas con las rocas efusivas terciarias (dacitas y andesitas) y sedimentarias del Paleozoico. En segundo lugar, relevamientos geológico-mineros detallados en escalas adecuadas de las áreas que presentan favorables perspectivas económicas por su mineralización. En esta forma, al mismo tiempo que se investiga la mineralización regional del hierro, se profundiza el conocimiento geológico-minero y económico de esta importante región minera.

Por el momento, la exploración propuesta mediante sondeos en la mina San Martín y la prospección geológica y geofísica en la zona del Cateo Leoncito, permitirá conocer la importancia de estos dos yacimientos, mediante la estadística de los filones con hematita-magnetita, profundidad de la mineralización y muestreo conveniente y otros estudios, con vistas a determinar su génesis y efectuar la cubicación de mineral de hierro.

Con respecto a la aplicabilidad de la prospección magnetométrica no existe inconveniente de índole técnica, por cuanto la mineralización ferrífera de los filones constituye un elemento de excelente sensibilidad magnética con respecto a la roca encajante.

Relacionado con la granodiorita y diorita cuarcífera que intrusan sedimentos paleozoicos, no debe descartarse el hallazgo de yacimiento de contacto en las fajas marginales de intrusión, aunque para hierro la ausencia de calizas, por lo menos no han sido determinadas todavía, constituye un antecedente negativo. Las conocidas pizarras y cuarcitas del Paleozoico, menos susceptibles de reemplazo por venas metalíferas, albergan, en cambio, filones capa, venas y bolsones de cuarzo con pirita aurífera, con wolframita y con fluorita.

Se infiere una acción importante del metamorfismo de contacto, pero también son importantes las áreas de diferenciación magmática y filoniana, y hasta en las de alteración, especialmente en los feldespatos de las pegmatitas.

5ª Se aconseja ejecutar perforaciones explorativas con máquina Sullivan, de mesa inclinable, para sondeos hasta 250 m de capacidad nominal, en los afloramientos de las concentraciones 1 y 2 de la mina San Martín. En la figura 8 se observan las dos ubicaciones propuestas, las cuales, en varias posiciones condicionan su elección al mejor y más económico empleo de las coronas, profundidad a explorar, penetración de la máquina, ángulo de incidencia en la veta, etc. Para ello será necesario primero efectuar suficientes destapes a lo largo de la corrida de la veta I y en los alrededores de fajas epidotizadas, para observar la

verdadera envergadura de las vetas en Agua Negra, antes de realizar la primera perforación.

Como más conveniente se ha elegido la ubicación 1-a de la figura 8, frente a la concentración 1. Con posterioridad y siempre que se llegue a resultados promisorios en el primer sondeo, podrán efectuarse otras perforaciones frente a la concentración 2 y entre ambas concentraciones.

No se descarta asimismo la probabilidad de ejecutar la exploración mediante chiflones de beneficio, si las operaciones técnicas con la máquina Sullivan sufrieran inconvenientes en repuestos, coronas, etc.

6ª Genéticamente se trata de un yacimiento del tipo termal bajo condiciones de temperatura y presión, entre moderada y alta, por lo menos en la condición del epidoto que se forma en la primera de ellas; la escasa proporción de elementos livianos en la ganga induce a creer que las soluciones de tipo residual del magma granodiorítico en facies efusivas (riodacita), fueron predominantemente ferrocálcicas y ascendieron por grietas y diaclasas de probable origen tectónico o preexistentes por contracción, al producirse el rápido enfriamiento de la riodacita.

Con anterioridad a la deposición de la hematita, o sin solución de continuidad, se produjo la ascensión de las soluciones silicatadas ferrocálcicas, efectuándose la selectividad en la deposición del epidoto y la hematita a medida que aumentaba el enfriamiento y disminuía la presión hacia la superficie, procesos acentuados por la pérdida de agua y los gases que pudo contener como agentes mineralizadores (boro, cloro, y por último el flúor).

La presencia de epidoto, principal mineral que se forma en los procesos intrusivos, indica el probable origen hipotermal de las soluciones, habiéndose formado este silicato ferrocálcico, presumiblemente, por la absorción de CaO y CO₂, cedido por el feldespato calcosódico parcialmente alterado por las soluciones, o sino por calizas. Al parecer, el principal aporte pudo provenir de los feldespatos alterados antes bien que de las calizas, pues no se conocen afloramientos de estas rocas en las inmediaciones y sí, en cambio, de afloramientos de sericita a pocos kilómetros al oeste de la mina, evidenciando con ello, la contigüidad de un intenso fenómeno de sericitización en los feldespatos de la roca portadora.

La presencia de esta alteración y su intensidad en la roca mencionada, constituye una indicación más de la naturaleza hipógea, en zona termal profunda, de la mineralización ferrífera de la mina San Martín.

Las áreas muy epidotizadas parecen corresponder a zonas brechosas más pronunciadas y accesibles a la penetración de las soluciones ferrocálcicas.

Generalmente en este tipo de yacimiento se producen ensanchamientos irregulares a medida que se avanza en profundidad, debido princi-

palmente al impedimento que representa la poca fluidalidad de este tipo de soluciones, ascendiendo entre fisuras y diaclasas. Al aumentar los rozamientos moleculares se conservan, en niveles relativamente cercanos a la superficie, las condiciones de temperatura y presión que deberían corresponder a zonas más profundas. En la veta I, la superficie actual del afloramiento de las venas menores indica, aproximadamente, el nivel de diferenciación entre epidoto y hematita.

La investigación de la génesis del yacimiento podrá ampliarse cuando se haya estudiado suficientemente toda la región, mientras tanto, la información de estos datos y su interpretación servirá de guía para los futuros estudios.

Abstract. — High-grade (Fe 63 %) iron ores are known since 1926 to exist in the eastern foothills of the Andean Cordillera, Dpto. Iglesia, San Juan Province. Due to transportation difficulties no attempt has been made so far to work the deposits. In this paper a geologic study of the hematite-magnetite deposits is presented, and the reserves are estimated. In the Leoncito area veins are related to basic dikes in granodiorite country rock. The San Martín (Agua Negra) deposits are specularite veins in rhyodacite lavas. Geophysical and detailed geologic studies are projected. The possibility of using the ore in conjunction of low-grade coal from the same area to obtain cast-iron (Recen-Verfahren method) is discussed.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. ANGELELLI, V. *Algunos yacimientos metalíferos en la provincia de San Juan*. Bol. N° 46, Dir. de Minas y Geol., Buenos Aires, 1938.
2. — *Informe sobre los yacimientos de azufre y alumbre del Cerro El Jahuclito, de hierro de la Qda. Agua Negra y de cobre del Antecristo, Depto. Iglesia, prov. de San Juan*. Informe inédito de la Dir. de Minas y Geol., Buenos Aires, 1942.
3. — *Recursos minerales de la República Argentina. I. Yacimientos metalíferos*. Rev. del Inst. Nac. de Invest. de las Ciencias Naturales, Buenos Aires, 1950.
4. BORCOSQUE SCHAR, J. *Necesidad de la ruta caminera del « Agua Negra », su practicabilidad y ventajas*. En Segundo Congreso Industrial Minero Argentino, Buenos Aires, 1944.
5. LANNEFORDS, N. A. *El yacimiento de hierro cerca de « Ojo de Agua » en la quebrada Agua Negra (Dpto. de Iglesia, prov. de San Juan)*. Public. N° 61, Dir. Gen. de Min., Geol. e Hidrol., Buenos Aires, 1929.

COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

Selected petrogenic relationships of plagioclase. — The Geological Society of America, Memoir 52, R. C. Emmons, editor, 1953.

La Sociedad Geológica de América ha publicado, en enero de 1953, la Memoria 52 de su importante serie, que ha efectuado valiosas contribuciones al campo de las ciencias geológicas. El trabajo, destinado a investigar las propiedades y relaciones genéticas de las plagioclasas, principales minerales formadores de las rocas, ha sido realizado por un grupo de investigadores, en su mayoría estudiantes graduados de la Universidad de Wisconsin, bajo la dirección de R. C. Emmons.

La obra abarca nueve capítulos, escritos por los diversos autores, que no siempre están relacionados entre sí, por lo que conviene revistarlos separadamente. El capítulo primero está dedicado a la selección y preparación de las muestras; se señalan allí las dificultades para la obtención de una serie, más o menos pura, de albita a anortita, y la cantidad grande de trabajo necesario para conseguir muestras adecuadas para estudios ópticos, químicos, espectrográficos y rontgenográficos. Esta parte, no obstante su brevedad, tiene mucha importancia, porque describe una técnica de separación útil para trabajos similares.

El segundo capítulo comenta los análisis químicos de treinta muestras de la serie plagioclásica, seleccionadas con los métodos anteriores. De los resultados se infiere que, a no ser que se trabaje con plagioclasas de pegmatitas, hay grandes dificultades para obtener análisis buenos, a causa de impurezas, intercrecimientos, alteraciones, etc., lo que obliga a extremar las precauciones. Con todo, esos treinta análisis deben considerarse como los mejores de que disponemos actualmente de plagioclasas de rocas plutónicas y volcánicas; en ellos, el contenido de potasa es bajo y constante en toda la serie, lo que descarta que sea ésa la causa, como se creía, de la variación de algunas propiedades ópticas.

El capítulo tercero trata de la óptica de las plagioclasas y debería ser el más importante. Se han investigado las siguientes propiedades ópticas: índices de refracción, índices de Tsnboi, ángulos ópticos, ángulos de extinción seleccionados, relaciones óptico-cristalográficas y su comparación con las curvas de migración de Fedorov. Los resultados se exponen en cuadros y tablas, con las curvas respectivas. Los autores, sin embargo, se limitan a sus propias investigaciones y no mencionan ni intercalan curvas y datos aislados obtenidos por otros investigadores en años recientes, lo que es lamentable en una

obra de este tipo. Los resultados obtenidos demuestran, entre otras cosas : la dispersión de los polos de las caras 001 y 010 y su desacuerdo con las curvas de Nikitin — lo que ya sabíamos —, variaciones inexplicables en las mediciones directas de 2V, irregularidades dentro de un mismo cristal, etc. En el resumen general de la obra, los autores concluyen que, en orden de preferencia, los mejores métodos ópticos para determinar la naturaleza de las plagioclasas son los siguientes : 1) índices de refracción : 2) curvas seleccionadas de extinción : 3) curvas de migración de Fedorov. El petrógrafo que, por razones materiales, por falta de interés o por desidia, no ha aprendido a valerse de la platina universal, habrá de recibir con alegría esta conclusión sobre el aparente descrédito del método de Fedorov ; sin embargo, agreguemos que estas conclusiones deben tomarse *cum grano salis*, que han de producirse en corto tiempo investigaciones más precisas que pueden rehabilitar las curvas de migración o, lo más probable, introducir otras más exactas, y que por fin, para la medición de índices o ángulos de extinción aceptables es siempre imprescindible la platina universal.

El capítulo cuarto se ocupa de las relaciones entre maclas y zonalidad, tema que ha comenzado a recibir atención (Gorai) por sus implicaciones petrogenéticas. Se analizan aquí los probables agentes determinantes de las maclas y sus variaciones, especialmente viscosidad y « stress » ; se detalla también el reemplazo de la zonación por el maclado polisintético y su posible aplicación a la génesis de rocas graníticas, aparte de consideraciones sobre zonación oscilatoria y progresiva, y otras cuestiones que recién comienzan a estudiarse.

En el capítulo quinto se incluye un estudio de las pertitas de Wisconsin central y nororiental, destinado a analizar las relaciones entre plagioclasas y feldespatos potásicos. Comienza esta parte con una revisión de las tres principales teorías sobre el origen de las pertitas (desmezcla, cristalización simultánea y reemplazo) y luego se pasa a considerar el papel que puede jugar la plagioclasa de desmezcla, ya sea al quedar en el cristal huésped o al migrar para reemplazar a otros feldespatos. Los dos capítulos siguientes son una aplicación del estudio de las pertitas a dos ejemplos concretos : las sienitas y sienitas nefelínicas de Wisconsin central (capítulo sexto) y ciertos lamprófiro del mismo estado (capítulo séptimo) : en ambos casos, se considera que la plagioclasa de desmezcla, bajo la forma de soluciones alcalinas, ha actuado eficazmente en la génesis de esos tipos de rocas.

Los dos capítulos finales están destinados a aplicar el conocimiento de las plagioclasas al problema de desentrañar el origen de las rocas graníticas. El octavo es el estudio de la formación de una textura « granítica » por reducción de tamaño de porfiroblastos mediante la recristalización de la plagioclasa. El último capítulo aplica la zonación, los tipos de maclas, la sericitación y otros criterios, a la dilucidación del origen de algunos granitos de Wisconsin y Canadá. Las conclusiones demuestran que hay granitos metamórficos y magmáticos, con amplio predominio de los primeros. — *Mario E. Teruggi.*

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA : *Presidente* : DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO ; *Vice-Presidente* : DR. MARIO TERUGGI ; *Secretario* : DR. ALBERTO T. J. GIOVINE ; *Tesorero* : DR. EDUARDO METHOL ; *Vocales titulares* : DR. AMÍLCAR HERRERA, DR. GUILLERMO FURQUE Y DR. JULIÁN A. FERNÁNDEZ ; *Vocales suplentes* : DR. HORACIO V. RIMOLDI, DR. CARLOS GENTILE Y DR. HÉCTOR ORLANDO.

SUBCOMISION DE LA REVISTA : DR. ARMANDO F. LEANZA, DR. HORACIO V. RIMOLDI Y DR. HORACIO H. CAMACHO.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

t) Los autores se ajustarán, en la preparación de sus originales, a las siguientes indicaciones :

1) Los originales deben ser escritos a máquina — *ne varietur* — a dos espacios y con las hojas escritas en una sola de sus caras.

2) La lista bibliográfica llevará por título : « Lista de trabajos citados en el texto ». Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a, b, c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes : apellido completo e iniciales del nombre del autor ; título completo de la obra ; lugar y fecha de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen, páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.

3) Las citas bibliográficas deberán ser incluidas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo.

4) Las ilustraciones consistentes en dibujos deberán ser confeccionadas en tinta china indeleble. A los efectos de su mejor reproducción, es conveniente que ellas sean presentadas a doble tamaño del que serán publicadas.


5) Los autores subrayarán con línea *entera* los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla ; con línea *cortada* los que deban ir en versalita y con línea *doble* los que deban ser compuestos en negrita.

**La correspondencia de la Asociación deberá ser dirigida a
ITUZAINGÓ 1060, Buenos Aires (Rep. Argentina)**



Dos símbolos de progreso

Como la rueda, que tanto contribuyó al progreso humano, el Ovalo Esso es, en su esfera, otro símbolo de adelanto. Es la identificación de miles de derivados del petróleo y de servicios que colaboran con la industria, los transportes, la agricultura y el hogar.

EN PETROLEO  ES PROGRESO



