

Tesis de Posgrado

Geología de la Rinconada, Sierra Chica de Zonda, San Juan

Amos, Arturo Jorge

1953

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

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

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

Cita tipo APA:

Amos, Arturo Jorge. (1953). Geología de la Rinconada, Sierra Chica de Zonda, San Juan. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0766_Amos.pdf

Cita tipo Chicago:

Amos, Arturo Jorge. "Geología de la Rinconada, Sierra Chica de Zonda, San Juan". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1953.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0766_Amos.pdf

GEOLOGICA DE LA RINCONADA-SIERRA CHICA DE ZONDA

SAN JUAN

(Resumen)

por ARTURO JORGE AMOS

En la región de la Rinconada, pie oriental de la Sierra Chica de Zonda, se distinguen cuatro entidades litológicas distintas; la más antigua 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. Esta 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") constituidas por metagrauvacas, gneis, cuarzos bien redondeados y pulidos conjuntamente con bloques y rodados de caliza (hasta 0,50m) 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 subácueos ("In-

FORMA.

trastratal 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, estos son: al Sur de Re tamito y en el pie oriental de la Sierra de Villicum.

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 Apenninos. 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 dentro de la cuenca antepuesta oriental, provocó 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 asignando una edad Llandeilo-Caradociana.

Sobre la anterior formación yace en discordancia angular perfectamente reconocible un grupo de estratos glaciares que

FEJENA

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 ha dado pie, desde hace 50 años, a las más variadas conjeturas con respecto a su edad, debido a la vaguedad con que se han descrito 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 documentados del Río de la Virgencita, C^o 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 Sur, Calcareous sandstone y Carboniferous limestones series de Inglaterra) se ha atribuido a esta Formación, una edad Carbonífera inferior o Missisippica.

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 2000 a 2500 m.

La tectónica de esta zona es bastante simple y es el resultado acumulativo de varios movimientos. Estos los hemos diferenciado 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

FOEBA

los movimientos de edad incierta entre el Devónico alto y el Mississipico inferior ("prewaverlyanos") que provocaron la estructura actual de la Formación Rinconada, y finalmente los movimientos PostMississipicos y preterciarios que han dado estructuras simples y que parecen pertenecer a una de las fases del "Ciclo Hercinico" 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.

- - - -

GEOLOGIA DE LA RINCONADA

SIERRA CHICA DE ZONDA

SAN JUAN

por

Arturo Jorge Amos

Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales

Facultad de Ciencias Físicas y Naturales

Universidad Nacional de Buenos Aires

---- 1963 ----

766
TRAB. FINAL 766

FOIA-BA

If there be nothing new, but that which is
Hath been before, how are our brains beguil'd

Shakespeare (Sonnets)

CONTENIDO

	Pág.
Reseña histórica	5
 <u>PALEOZOICO INFERIOR</u>	
A. Calizas San Juan	10
B. Formación Rinconada	13
 <u>PALEOZOICO SUPERIOR</u>	
A. Formación Jejenes	22
 <u>CENOZOICO</u>	
Grupo Calchaquí	32
<u>Tectónica</u>	34
Bibliografía	38
 Ilustraciones	
Perfiles: escala 1:12.500	
Mapa geológico: escala 1:12.500	

PREFACIO

El presente trabajo de tesis tiene por objeto cumplir con los requisitos establecidos por la Universidad de Buenos Aires para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales.

El tema de dicho trabajo "Geología de La Rinconada" me fué sugerido por el Dr. Horacio Jaime Harrington, Profesor Titular de Geología General e Histórica, quien actuó como padrino de tesis.

El trabajo de campaña fué realizado durante los meses de enero-febrero del corriente año. Consistió en el relevamiento geológico detallado de la región de La Rinconada, Sierra Chica de Zonda, San Juan; para este fin se utilizó la ampliación al 1:12500 de la hoja topográfica de la Dirección Nacional de Minería escala 1:25000 ejecutada por J. Migliarini (año 1924-25).

Debo agradecer muy especialmente al Dr. Horacio Jaime Harrington por su valiosísima ayuda y sugerencias para la consecución del presente trabajo. Lo mismo al Ingeniero Juan Victoria, Profesor de la Escuela de Minas de San Juan por su colaboración durante los meses de campaña.

Sea para los Doctores Armando F. Leanza y Félix Gonzalez Bonorino, profesor titular de Paleontología y profesor titular de Mineralogía y Geología de la Universidad de Buenos Aires, respectivamente; Joaquín Frenguelli, Director del Museo de La Plata y Francisco Dara, Profesor de la Universidad Nacional de Cuyo, mi íntimo reconocimiento por sus valiosas sugerencias.

Por último debo agradecer al Señor Carlos Alberto Rinaldi y a la Señorita Esther Delia Llambías, quienes desinteresadamente han ofrecido su gentil colaboración.

Resena 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 50 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 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, p. 211 y 212).

Las descripciones paleontológicas de Kurtz no vieron la luz hasta 1921, en una publicación póstuma dirigida por Hossens 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 solo 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, aun 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 constatado 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 19 . 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 pág. 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 Kaharkari, concluyendo que to-

de 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 juxtaposición 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 completamente 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 Rhaconteris szajuchai y Cordiopteris polymorpha. Menciona haber hallado estos restos en el Flo 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" estratigráfica de floras arto-carboníferas 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 acutiplica-

ta y de 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 afirmaron en 1922, pero considerando ahora que la masa principal de estas rocas, incluso los conglomerados intercalados cuyo origen glacio-marino aun 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 aquellas. 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 "glacio-marino" de los conglomerados "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 Viseano hasta incluir, probablemente, parte del Estefaniano (Uraliano) superior" (p. 86). Esta apreciación de la edad se basa en diversos hallazgos de planta fósiles: 1º) en la Quebrada Grande, por Du Toit, 2º) en "Agua de Jejenes"

por Bodenbender (clasificación de Frenguelli) y 30) en el río de la Virgencita por Braccacini mismo (clasificación de Frenguelli).

Braccacini comunica también (p. 68) el hallazgo de plantas fósiles en la Quebrada de la Canterera de Marmol o Río de la Mina. Los restos fueron hallados por Dara al efectuar trabajos de tesis (inéditos) y, según Braccacini, es ésta la localidad que Bodenbender denominara "Agua de Jejenes" o "Los Jejenes". Los restos hallados por Braccacini 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 Dir. Nac. de Minería) que ha servido de base a mi relevamiento. Heim, de acuerdo con Keidel y Braccacini, 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 Braccacini y Dara, no existiendo al respecto ninguna duda.

El resto mencionado por Heim fué descripto poco más tarde por Frenguelli (1949) con el nombre de Dawsonites heimi Freng., y considerado como una Psilophytal del Devónico inferior, pese a conocerse su posición stratigráfica 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 clásticas 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 quién, en 1876, describió muchos de los afloramientos distribuidos entre las cercanías de Mendoza y los alrededores de Jacal. Stelzner halló también los primeros fósiles en estas calizas que, estudiados por Faysler, (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 quién, 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 2 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 1.500 metros.

4. Relaciones estratigráficas

En nuestra zona no aflora el contacto basal de las calizas San Juan. Este 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 "esquitos 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, Busco 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 Ao. El Molino, donde este 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 Ao. 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.

Fue 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 Braccini (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.

Fue Keidel (1938) también quien primero describió las intercalaciones de conglomerados que aparecen entre las sedimentitas mayormente psamíticas, 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 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 noroeste 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 kiló-

metros al sur de La Rinconada en el Co. Salinas, unos 14 kilómetros al sur de Petamito. 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 Co. 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 subcúeo. No es raro observar en los bancos de limolitas masivas, que alcanzan a veces hasta 30 o 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 capas de areniscas masivas, de grano fino, estratificadas en bancos delgados de diez 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 observa 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 cinco y 60 metros de largo en sentido norte-sur y

dos 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 constituidas 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 constituidos 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 psamítico-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, acunándose los conglomerados hacia el norte y sur y dando en rápida transición a areniscas calcáreas de grano grueso, que finalmente desaparecen adelgazándose entre las limolitas.

El tercer tipo de rocas sedimentarias consiste en carbonatícalcicas. 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 suele observarse espejos de fricción y estrías tectónicas, debidos a movimientos diferenciales. En los contactos de algunos lentes con las sedimentitas clásticas suele observarse capas de pequeños rodados, hasta de cinco 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, suele 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 7.000 metros, cosa que es altamente improbable.

Es evidente, pues, que la sucesión debe estar repetida por plegamiento isoclinal, imbricación o fracturas paralelas ("strike-slip 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 este.

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 concordantemente 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. Esta 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 Jeneñes. 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 estos son relativamente frecuentes en las intercalaciones calcáreas, donde se presentan bien conservados. Se ha hallado restos en una gran lente calcárea frente al Baño de la Chilca junto al borde oriental de los afloramientos de la formación Rinconada, en otra lente de unos 30 metros de longitud que aparece unos 1.000 metros al sur del Baño de la Chilca, y en varias otras masas y bloques dispersos. Es probable que la segunda localidad fosilífera 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, Husco y otras regiones, que se encuentran en el Departamento de Geología.

Localidad	Agua de la Chilca	L. Juan S. al S. de Agua de la Chilca	Formas menores dispersas
Especie			
<hr/>			
1) <u>Anthozoa:</u>			
Corales indet.			X
2) <u>Echinodermata</u>			
Crinoidea gen. et sp. indet.			X
3) <u>Bryozoa:</u>			
Halloporas sp.	X		X
4) <u>Brachiopoda:</u>			
<u>Orthis precordillerae</u> H et L	X		X
Gen. et sp. indet.	X		X
5) <u>Mollusca:</u>			
<u>Maclurites sarmientoi</u> (Kay)			X
<u>Ophileta</u> sp.			X
6) <u>Trilobita</u>			
<u>Proëtiella huarpa</u> H et L	X		X
? <u>Stelzneraspis</u> sp.	X		
<u>Ampyx cuyanus</u> H et L			X
<u>Famatinolithus</u> (?) sp.			X

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 aquellas 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 las 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 llandelliana a caradociana inferior. La explicación de esta aparente contradicción: sedimentitas clásticas llandellianas 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 Binconada ha sido interpretada siempre como de origen tectónico. Fue Keidel (1938) 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 1.500 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 ha 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 mas probablemente ya en el Llandeilliano, 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 caracter de "fosa antepuesta" ("fore deep") y la otra al oeste, con caracter 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 pari passu 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 acúñamiento 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 meta-grauvacas, 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 camadas 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 lisas 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 ("instratal 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 metagrauvascas) o de bloques fluviales proximales (los de calizas), sin que se encuentre ni uno solo que presente indicios de facetamiento, estriación u otros efectos de abrasión glacial.

E. PALEOZOICO SUPERIOR

A) Formación Jejenos

1) Historia

El nombre "Estratos de Jejenos" fue 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 Jejenos".

En 1948, Heim abandonó el término Estratos de Zonda y utilizó el de "Serie de Jejenos" 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 Jejenos 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 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 (Betamito). 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 Jejenos 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 tal como se despliega en la Quebrada Grande-Jejenes y de la Mina es el siguiente:

Techo: Grupo Calchaquí

Discordancia angular

Formación Jejenes

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 <u>Eremopteris cuneata</u> Walk | 130 |
| 7.- Arenisca esquistosa verdosa, de grano fino, con ondulitas. Marlecks de siete a ocho 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 | 30 |
| 5.- Arenisca arcósica micácea de color rojizo claro, con rodaditos en la base de dos a cinco cm. | 10- 30 |
| 4.- Arenisca esquistosa de grano fino, bien estratificada, con pistas de anélidos y restos de plantas indeterminables. | |

Metros

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 uno a dos 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 lepidodendroides, <u>Calanites</u> 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 Binconada. Sobre ella una arenisca esquistosa verdosa amarillenta de grano fino en bancos de dos a cuatro 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 uno a uno y cincuenta metros de caliza. En la parte más alta de este banco hay un espesor de lutitas carbonosas con concreciones rojizas de dos cm. y bochas de cuarzo; tambien en otros lugares se encuentran restos de plantas no determinables	30-65
Total máximo	<u>575</u>

Discordancia angular
Formación Binconada

En la zona relevada la litología de 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 mas distantes de un mismo banco no se encuentran separados mas que por 800 a 900 metros.

Notable es, en cambio, que en extensión tan reducida se observe 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 Nº 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 Nº 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 mas 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 evidentiísimo 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 como a lo largo de 200 metros, las capas no se acuñan 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 solo 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 (Nº8) 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 mas 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. In 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 mas aun las cosas, tampoco Du Toit describió ó 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 eodévónico 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 Hetamito, estos son:

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

Sphenopteris Bodenbenderi Kurtz
Fonsecae Kurtz

Cardiopteris polymorpha (Goepf) 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 Jeñenes; encontrados por Fonseca y Bodenbender

Sphenopteris (asplesites) maesseni Kurtz
 " salamandra Kurtz
 " sanjuanina Kurtz
Rhacopteris szaiznochai 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 Mc Coy
Archeocalamites scrobiculatus (Schloth.) Seward
Glossopteris ample

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

Archeocalamites radiatus Brog.
Lepidodendron sp.
 " pedroanum Carruth.
Rhacopteris cf. wachaneki 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. veltheimianum
 " australe Mc Coy
Cordaites sp. Seward

Los restos mencionados en las tres primeras localidades no fueron nunca ilustrados ni descriptos; 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 Rio Grande (Quebrada Grande), entre la primera y segunda camada glacial y a 80 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 Jejen" (Quebrada de Jejenes) según algunos pobladores de la zona se halla a dos kilómetros al este de los afloramientos Mississípicos 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 mas 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. Rio de la Virgencita a siete kilómetros al sud-sudoeste 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) head
Aneimites sp. aff. A. virginianus White
Diplotema 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 Viséano y el Stephaniano (Uraliano) superior.

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

Rhaconteris ovata (Mc Coy) Walk

De acuerdo con Braccacini 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 Katamito 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 (Pio de las Minas) situada a dos kilómetros de la Quebrada de Jejenes, Heim (1948) encontró a mas o menos 430 metros sobre la tercera camada glacial, restos de plantas que Frenguelli clasificó como Calyptotheca sp. , género perteneciente al Carbónico 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 rio 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 Dr. F. Dara, un ejemplar que identifiqué como

Fremopteris cuneata Walk.

por comparación con el material coleccionado por el Dr. Braccacini, depositado en el Museo de La Plata, donde fuera identificado por el Dr. Frenguelli. La atribución del ejemplar del Dr. Dara a la especie citada fue corroborada por el mismo Dr. 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, 1944) 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, solo 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 noreste del Cerro Bola

El yacimiento de Ketamito 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 Irenopteris, 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 R. cuneata que me enviara el Dr. Dara con las ilustraciones de Kidston (1923, vol. II) de :

Sphenopteridium macconochei Kidston
 y pachyrrhachis Goepf.

con las cuales tiene muchas afinidades; estas dos especies, como se sabe, son abundantes en la calciferous 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 Jejenes como los afloramientos del Río de la Virgencita y noreste del Cerro Bola pertenecen a una misma sucesión que comprende capas del Carbonífero inferior o Missisipico, siguiendo el esquema estratigráfico de los Estados Unidos.

3. GENOZOICO

A. Grupo Calchaquí

Sobre los sedimentos del Mississípico se dispone en discordancia angular, un grupo de estratos de edad Pliocena conocidos en la literatura geológica como "Estratos Calchaqueños".

Este nombre fué aplicado, por primera vez, por Bodenbender (1911) a las capas arenosas y arcillosas con rodados andesíticos o dacíticos y tobas intercaladas, de color rojizo, que afloran en la localidad de Patquia (Provincia de La Rioja) y su continuación en los valles calchaquíes. Con esta misma designación, Stappenbeck, aplicó en su mapa al 1:500.000 de la Precordillera al espeso conjunto de sedimentos terciarios que afloran en el pie oriental de la Sierra Chica de Zonda sobre las capas del Paleozoico Superior.

Como ya vimos en párrafos anteriores, este grupo de sedimentos se apoya discordantemente sobre la formación Jejeñes. El plano de discordancia es solo observable en un afloramiento situado en la margen norte de la Quebrada de la Mina, formando un ángulo de 4° a 5° con la anterior formación.

En nuestra región de estudio, el grupo Calchaquí consiste en un potente espesor de sedimentos de cono de deyección depositados en bolsones y cuencas intermontáneas. La sucesión comienza con un conglomerado basal de color rojo con bochas de caliza del tamaño de un puño y más grandes; sobre él siguen bancos delgados (dos metros) de areniscas arcillosas y margosas de grano mediano, color rojo claro, con laminación diagonal de tipo torrencial, y pequeñas lentes de yeso depositadas epigeneticamente. Alternando con las areniscas se encuentran bancos, de uno a dos metros de espesor, de un conglomerado friable con rodados de dos a tres cm. constituidos por dacitas, porfiritas, etc. En las partes altas de la sucesión es frecuente encontrar bancos de material tobáceo.

Estos sedimentos, del grupo Calchaquí, parecen coincidir con los bancos basales, en que Groeber (1926) ha subdividido los afloramientos de la Quebrada de Ullín, es decir el piso I y II, pero que, en esta región no he podido delimitarlos exactamente.

No he hallado fósiles en esta región, pero según Tapia (en Groeber, 1951) se encontró en el Río San Juan, un cráneo de Toxodon entre areniscas y arcillas rosadas friables. También Angelelli (en Groeber, 1951) parece haber descubierto fósiles entre estos estratos en el Río

Castaño. Consisten en ejemplares grandes de Corbicula sp. A raíz de estos hallazgos, y en especial el de Tapia, la edad de estos estratos la quebrada de Ullín y los afloramientos en la Rinconada, serían más recientes que el colloncurense-palaocolitense inferior.

El espesor de los sedimentos del Grupo Calchaquí en esta zona oscila entre 2000 y 2200 metros; esta cifra es aun mayor en los afloramientos conocidos al sur de esta región.

TECTONICA

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 "écoulement", provocados por el ascenso de geanticlinales dentro del geosinclinal ordovícico, probablemente al iniciarse el Llandeiliano.

Solo 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 yacimiento 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 periodo ordovícico. Estos y otros movimientos posteriores, han contribuido a borrar sus efectos y hoy solo 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°W, pero siguiendo normalmente al rumbo hacia el oeste en las cabeceras de la Quebrada Grande, llega a hacerse verti-

cal 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°-55° 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 observa 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 "echelon". Con frecuencia presentan fenómenos de trituración interna, brechamiento y recristalización y en los contactos de las masas mayores con las sedimentitas clásticas suele 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 observa 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-waverlyanos: 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 solo 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 Binconada, 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 8° 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^o 1 y N^o 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 cretón 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-twaverlyanos 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 cual 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 del Molino hasta 170° en la parte más austral de esta región. Consecuentemente la inclinación va aumentando en dirección sur, así en la quebrada citada anteriormente es aproximadamente 34° E, al sud de la Quebrada Grande llega a 58° - 60° E y vuelve a disminuir en la Quebrada de Jejenes a 45° E. También al oriente se nota una disminu-

ción de la inclinación llegando ésta a 10°-15° 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 uno a dos 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-noreste 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 Fulda 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.

Chifflet

C. Petersen

H. H. J. J.

BIBLIOGRAFIA

- 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 nº 3, Buenos Aires.
- " 1924 "El Calchaqueño y los Estratos de la puna de Renck". Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba, T XXVII.
- Bracaccini, O. J. 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 nº 301.
- " 1950 "Observaciones estratigráficas en la Precordillera sanjuanina". Rev. Asoc. Geol. Arg., T V, nº 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 S. America". Journal of Geology, T XXVI, p. 310.
- " 1926 "Ice ages, recent and ancient". New York.
- Dara, F. 1946 "Estudio hidrogeológico del valle de Tulun". (Tesis inédita Museo La Plata).
- Du Toit, A. L. 1927 "A geological comparison of South Africa with South America". P.C.I.W. nº 381, Washington.
- " 1937 "Our wandering continents". Edinburg.
- Frenguelli, J. 1941 "Sobre una florula carbonífera del Agua de los Jenes, 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. nº 15.

- Frenquelli, J. 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 nº 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, nº 4.
- 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.
- Furque, G. "Hoja Sierra de la Punilla (¿ Guandacol) 17b". Dir. Nac. de Minería. (Inédito).
- Gonzalez Bonorino, F. y Teruggi, M.E. 1952 "Léxico sedimentológico". Pub.Ext.Cult. y Didac. nº 6. Inst.Arg.Cs.Nat.B.Rivadavia, Buenos Aires.
- Groeber, P. y Tapia, A. 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.
- " 1944 "Movimientos tectónicos contemporáneos y un nuevo tipo de dislocaciones". Notas Mus.La Plata, Geol., T IX nº 33, La Plata.
- " 1945 "Lista de los terrenos a distinguirse en el mapa geológico de América del Sud". I.P.I.M.I.G.E.O. Sec.Arg., tra. Reunión de Comunicaciones.
- " 1951 "La alta cordillera entre las latitudes de 34° y 29°30". Rev. del Inst.Nac. de I. de las Cs.Nat., Ciencia Geol., T I nº 5, pp. 311-313.
- 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.
- " 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.

- Harrington, H.J. y Leanza, A.F. 1950 "Los trilobites ordovícicos de la República Argentina". (Inédito).
- Harrington, H.J. 1953 "The geology of South America". vol. 1, Part I Stratigraphy (Inédito).
- Heim, A. 1948 "Observaciones tectónicas en la Rinconada, Precordillera de San Juan". Dir. Minas y Geol., Bol. nº 64.
- " 1952 "Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los ríos San Juan, Jachal y Huaco". Rev. Asoc. Geol., T VII, nº 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 infrasilúrianos". 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. y Harrington, H.J. 1938 "On the discovery of lower Carboniferous tillites in the Precordillera of San Juan, Western Argentina". Geol. Magazine, vol. LXXV nº 885, March.
- Keidel, J. 1940 "Paleozoic glaciation in South America". Actas del VIII Congr. Cient. Amer. Washington, T II, pp. 87-108.
- Kidston, E. 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. Hossens. Actas Acad. Nac. Cs. Córdoba, T VII, pp 129-153.
- Leanza, A. F. 1948 "Braquiopodos 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 Betamito, 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 nº 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, nº 3.
- Stelzner, A. 1923-1924 "Contribución a la geología de la República Argentina con la parte limítrofe de los Andes Chilenos entre los 32º y 33º". Act. Acad. Nac. de Córdoba, T VIII.
- Tornquist, A. 1904 "Ueber *Placimichthys* aus dem Karbon. Sudamerikas". Zeitsch. deutsch. geol. Ges., Bd. 56, Berlin.
- Walkom, A.E. 1934. "Notes on some carboniferous plants from New South Wales". Proceed. Linnæan 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 San-Juanina. Zona de Barreal". Asoc. Geol. ARG., T V nº 3, Julio.

- - - - -



Vista panorámica de La Rinconada, Sierra Chica de Zonda, San Juan



Mississipico. (Banco N° 4 y N°1) en discordancia angular sobre la Formación Rinconada. (F.R.). Poco al sur de la Quebrada de la Mina.



Vista hacia el sur desde la Quebrada Grande. El punto mas alto del centro corresponden a los afloramientos de la Quebrada de La Mina.



Mississippi. Fractura de pequeño rechazo situada en la parte oriental de los afloramientos, al N. de la Quebrada Grande



Mississippiico. Banco (Nº6) de Tilita. 3º nivel glaciar. Quebrada de Jejenes.



Eremopteris cuneata Walk. Banco Nº8. Quebrada de la Mina. X 1½

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Lámina

Alto: 77

Ancho: 58

Descripción: Perfiles geológicos de la rinconada Sierra Chica de Zonda de San Juan

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Mapa

Alto: 112

Ancho: 94

Descripción: Mapa geológico de la Rinconada-Sierra chica de Zonda - San Juan

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.