

LA EDAD DE LA DOLOMITA DE OLAVARRÍA

Y LA ESTRUCTURA DE CORRIMIENTO DE LAS SIERRAS BAYAS¹

Por HORACIO J. HARRINGTON

I

INTRODUCCIÓN

Las Sierras Bayas, conocidas geológicamente desde muy antiguo, se hallan situadas a unos 12 kilómetros al oeste de la ciudad de Olavarría, ocupando una posición subcentral con respecto al conjunto de la provincia de Buenos Aires. Forman parte integrante del largo y ancho cordón de las sierras septentrionales de la provincia que, con rumbo sudsudeste-nornoroeste, se extienden intermitentemente desde Mar del Plata hasta cerca de Recalde a lo largo de un trecho de unos 330 kilómetros, alcanzando la anchura máxima de 55 o 60 kilómetros en su tramo medio, en las Sierras de Tandil y de La Tinta.

Las Sierras Bayas se hallan integradas por tres grupos de elevaciones de poco monto distribuídas a intervalos irregulares a lo largo de una faja de rumbo sudsudoeste-noroeste. Aquellas lomadas se levantan escasamente sobre el nivel de la pampa circundante y la mayor de ellas apenas alcanza a los 300 metros sobre el nivel del mar.

La longitud total de estas sierras llega a los 15 kilómetros mientras que su anchura máxima no sobrepasa de 8 kilómetros. Los cerritos que componen los tres grupos de elevaciones tienen, por lo general, pendientes abruptas hacia el noroeste y suaves hacia el sudoeste aunque también se observa, especialmente en el grupo austral, pendientes abruptas hacia el noroeste. Esta disposición se debe a la existencia de varios sistemas de fracturas modernas, del Terciario superior y aun quizá del Cuaternario, que han dividido en numerosos bloques grandes y pequeños al basamento cristalino y su cubierta sedimentaria. Dos son los sistemas principales de fracturación: al primero, cuyas fallas subparalelas tienen rumbo noroeste-sudeste, se de-

¹ Publicado con autorización de la Dirección de Minas y Geología.

ben las pendientes abruptas hacia el noreste y nornoreste; el segundo, especialmente desarrollado en el grupo austral, tiene dirección general sudoeste-nornoreste. A más de estos dos sistemas dominantes existen otros subsidiarios de menor importancia. La existencia de numerosas fracturas de rechazos verticales moderados y pequeños ha sido comprobada por las abundantes perforaciones efectuadas por las compañías de cemento portland, tendientes a ubicar las existencias de calizas explotables.

Desde 1919, fecha en que Nágera publicó su monografía sobre esta región, las Sierras Bayas se conocen, desde el punto de vista estratigráfico, con cierto detalle. El estudio de Nágera se acompaña de un mapa topográfico y geológico a escala 1 : 50.000 que representa, de manera bastante aproximada, la posición de los afloramientos del basamento cristalino y de las rocas de su cubierta paleozoica.

No mencionaremos aquí las investigaciones anteriores de Aguirre, Hauthal y Valentín ya que Nágera ha hecho una reseña concisa de las mismas y ya que aquéllas tienen, en la actualidad, sólo valor histórico. Únicamente conviene destacar una observación de Aguirre, dada a conocer en 1897, en lo que respecta a la dolomita de Boca de la Sierra. Dice Aguirre que los bancos de dolomita en esta región « no penetran al interior de la sierra »¹. Pero aquel investigador, en base a esta observación que ha sido plenamente confirmada más tarde, concluyó erróneamente que la dolomita constituía un anillo en torno a las Sierras Bayas.

Valentín y Hauthal no compartieron esta opinión de Aguirre, y Nágera ha tratado de demostrar que la dolomita « forma una capa continua en toda la sierra y no un anillo que la rodea »². Esta afirmación de Nágera, correcta desde el punto de vista estratigráfico, no contempla sin embargo las anomalías de origen tectónico. Nágera explica, pues, la ausencia de la dolomita en el fondo de Boca de la Sierra, no por su desaparición hacia el interior de la sierra, sino porque en esa dirección las capas sedimentarias inferiores de la serie paleozoica no han sido cortadas del todo por la erosión, vale decir, que la dolomita no aflora porque está cubierta por los sedimentos paleozoicos de su techo; cuarcitas, arcillas y calcáreos³.

Schiller, sin embargo, confirmó en 1930 la observación de Aguirre de que las dolomitas terminan en forma de cuña hacia el sudoeste en la Boca de la Sierra. Este investigador explicó tal desaparición como debida a supresión tectónica a lo largo de un plano de corrimiento suavemente inclinado hacia el sudoeste, introduciendo de esta manera, y por primera vez, el concepto de la existencia de movimientos tectónicos de gran intensidad en las sierras septentrionales de Buenos Aires⁴.

¹ AGUIRRE, E., 1897. Pág. 337.

² NÁGERA, J. J., 1919. Pág. 44.

³ NÁGERA, J. J., 1919. Pág. 44.

⁴ SCHILLER, W., 1930. Pág. 302 y fig. 2.

La presencia de tales movimientos ha sido comprobada más tarde en otras regiones del mismo cordón, por Tapia en las Sierras de Tandil ¹ y de Balcarce ² y por Schiller en las de La Tinta ³.

La edad de estos movimientos no ha podido ser, sin embargo, dilucidada. Schiller se ha limitado a expresar que la dolomita y los calcáreos parecen ser más modernos que las compresiones pre-pérmicas que él distingue en las sierras australes de Buenos Aires, agregando que « la fuerza de esta antigua formación de montañas (de las Sierras Bayas)... accionó antes del Supracretácico » ⁴, pero sin expresar las razones que lo conducen a tal suposición.

Un gran obstáculo para determinar la edad de estas dislocaciones es la incertidumbre que reina respecto a la edad de los sedimentos paleozoicos de las sierras. Nágera no emitió, en 1919, su opinión al respecto, limitándose a decir que, según la opinión dominante, corresponden aquellas rocas al Silúrico inferior ⁵. Después de considerar, en 1926, como más probable una edad cambro ?-ordoviciana, ha vuelto este autor, en 1933, a suponer edad silúrica (ordoviciana) para aquel complejo sedimentario ⁶.

Schiller tampoco discute en el texto la edad de aquellos estratos, pero en sus perfiles atribuye edad silúrica ? a las cuarcitas y supracarbonífera ? a las dolomitas, a la vez que considera los granitos sobre los cuales descansan las rocas paleozoicas como infracarboníferos ?, pero sin expresar tampoco las razones en que se funda ⁷.

Por tal razón el hallazgo de restos fósiles determinables en las dolomitas de Loma Negra (Sierras Bayas) por el señor Sydney F. Kendall cobra excepcional importancia. A la amabilidad del señor Kendall debo el haber podido estudiar tales restos que se hallan depositados en las colecciones de la Dirección de Minas y Geología.

El señor Kendall halló los fósiles, hace ya casi dos años, en la cantera de dolomita de la Puerta del Diablo en Loma Negra, situada a unos 100 metros al este del contacto con las cuarcitas inferiores, aguas arriba de la garganta de erosión retrógrada actual. Conociendo el lugar exacto del hallazgo por datos suministrados por el señor Kendall, he visitado la cantera en la esperanza de encontrar nuevos fósiles, pero la búsqueda ha sido en vano. El frente de la cantera ha retrocedido muchas decenas de metros desde aquel entonces y es muy probable que la pequeña intercalación fosilífera donde fueron hallados los pocos restos haya sido completamente destruída.

¹ TAPIA, A., 1937. Págs. 11 y 15.

² TAPIA, A., 1937. Págs. 8 y 9; 1938, Págs. 8 y 9, perf. 2.

³ SCHILLER, W., 1938. Pág. 39.

⁴ SCHILLER, W., 1930a. Pág. 303.

⁵ NÁGERA, J. J., 1919. Pág. 12.

⁶ NÁGERA, J. J., 1933. Pág. 3.

⁷ SCHILLER, W., 1930a. Pág. 302, fig. 2.

II. LA SUCESIÓN ESTRATIGRÁFICA EN LAS SIERRAS BAYAS

Nágera, en 1919, estableció de manera clara y precisa la sucesión estratigráfica de las Sierras Bayas distinguiendo los siguientes horizontes :

	Espesores
5. Horizonte calcáreo	no mencionado
4. » de las arcillas	no más de 20 metros
3. » cuarcítico superior	hasta 30 metros
2. » dolomítico	en general de 40 a 50 metros
1. » cuarcítico inferior	de 8 a 10 metros
« Base cristalina »	

El espesor total de los sedimentos paleozoicos, excluyendo a los calcáreos, alcanza pues, según Nágera, a poco más de 100 metros. Este investigador no mencionó el espesor del horizonte más moderno, el de los calcáreos, pero por lo que he podido ver éste no parece sobrepasar los 50 metros en los lugares de máxima potencia. De tal manera, pues, la totalidad de la cubierta paleozoica de las sierras apenas alcanza a los 150 metros de espesor.

Nágera ha designado posteriormente con el nombre de « Estratos de La Tinta » a la cubierta paleozoica de las Sierras Bayas y de La Tinta ¹.

Schiller, en 1930, ha puesto en duda esta interpretación estratigráfica, fundándose en sus observaciones sobre la estructura tectónica de Boca de la Sierra. Según este investigador la sucesión paleozoica sería la siguiente :

6. Calizas negras
5. Calizas chocolate
4. Dolomita
3. Cuarcitas
2. Conglomerado cuarcítico
1. Base de granito, etc.

En cuanto a la distinción de dos horizontes diversos dentro de los calcáreos, separando las calizas « negras » de las « chocolate » no vale la pena insistir, ya que muy frecuentemente, como Nágera lo apuntara en 1919, es dable ver en las canteras cómo una roca pasa insensiblemente a la otra tanto en sentido vertical como horizontal y como alternan, a menudo, ambas variedades.

Pero Schiller supone, y así lo indica expresamente en su perfil de la figura 2 ² que en las sierras existe sólo un horizonte de cuarcitas y que, al menos

¹ NÁGERA, J. J., 1933. Pág. 3.

² SCHILLER, W., 1930 a. Pág. 302, fig. 2.

en ciertas regiones de ellas, éste yace directamente sobre las dolomitas a consecuencia de una inversión estratigráfica de origen tectónico. Esta interpretación de Schiller no puede ser, sin embargo, aceptada. En la página 247 de este trabajo se expresan, al describir el perfil de Boca de la Sierra, las razones que obligan a descartar la posibilidad de que las cuarcitas superiores no sean más que las inferiores de Nágera volcadas sobre las dolomitas con una inversión de casi 180° con respecto a su posición original.

Es muy probable que, al menos en las Sierras Bayas, no existan cobijaduras propiamente dichas, o sea sobreposición de estratos o grupos de estratos viejos sobre capas más jóvenes. En las páginas siguientes, al hablar de la estructura tectónica de las sierras, se exponen las razones que me inducen a pensar que el perfil de Nágera se ajusta, en líneas generales, a la verdad y que si bien es cierto que en estas sierras nos hallamos en presencia de movimientos tectónicos de gran intensidad, éstos se han efectuado a lo largo de planos casi horizontales y de tal manera que los diversos grupos de capas se han movido diferencialmente pero sin producirse inversiones que hayan alterado el orden primitivo de la sedimentación.

Hasta ahora, y en base a los hallazgos de *Arthropycus harlani* Hall en las cuarcitas de Balcarce, se consideraba como muy probable que el complejo estratigráfico de las sierras septentrionales correspondiera al paleozoico inferior. Hauthal, quien por primera vez halló aquellos problemáticos, supuso en un principio que los estratos que los contenían pertenecían probablemente al cámbrico ¹. Más tarde, en 1904, Hauthal modificó su opinión considerando como más probable una edad silúrica ².

Nágera, en 1919, aceptó esta última idea de Hauthal, pero más tarde, en 1926, luego de haber hallado restos de *Cruziana* también en las Sierras de Balcarce, consideró como más probable una edad cambro?-ordoviciana. En sus últimas publicaciones sobre estas regiones ha vuelto, sin embargo, a la idea de Hauthal considerando que los « Estratos de La Tinta » son probablemente silúricos (ordovicianos). De tal manera, pues, se ha extendido, en base a hallazgos de restos problemáticos en la región de Balcarce, el concepto de una edad ordoviciana para todo el complejo estratigráfico de las sierras septentrionales.

Schiller ha puesto en duda recientemente que los restos hallados en las cuarcitas de Balcarce sean de origen orgánico, afirmando que muy probablemente son estructuras tectónicas ³. Pero aun negando la importancia de tales restos, Schiller también supuso edad silúrica, aunque con ciertas reservas, para las cuarcitas de las Sierras Bayas ⁴.

Los restos de *Arthropycus* de Balcarce, algunos de los cuales se conser-

¹ HAUTHAL, R., 1901. Pág. 24.

² HAUTHAL, R., 1904. Pág. 9.

³ SCHILLER, W., 1930 a. Pág. 303.

⁴ SCHILLER, W., 1930 a. Pág. 301, fig. 1.

van en las colecciones del Museo de la Plata, no dejan lugar a dudas en cuanto a su origen orgánico. De ninguna manera pueden ser comparados con los « Pseudoarthrophycus » y demás estructuras de origen tectónico que Schiller mismo ha descubierto en las cuarcitas blancas de la Sierras de Bravard en las sierras australes de Buenos Aires ¹.

Los restos figurados por Hauthal y los que he podido ver en el Museo de La Plata tienen todas las características de estructuras de origen orgánico, aunque es desde luego muy difícil dilucidar su verdadera naturaleza. En cuanto a *Cruziana*, que Nágera afirma haber hallado en Balcarce, hace ya muchos años que Walcott demostró que tales problemáticos son huellas de trilobites.

De esta manera ninguno de los dos « problemáticos » hallados en Balcarce tiene mayor valor en lo que respecta a una apreciación más o menos ajustada de la edad de aquellos estratos y sólo es dable concluir, en base ante todo a *Cruziana*, que las cuarcitas de Balcarce, donde los restos se encuentran, no son posteriores al pérmico. La probabilidad está, desde luego, en que se trata de capas paleozoicas más antiguas ya que en el carbonífero y en el Pérmico los trilobites eran ya muy escasos.

Sea esto como fuere, no me parece posible, en base a tales hallazgos en las cuarcitas de Balcarce, extender el concepto de una edad cambro-ordoviciana o silúrica para todo el conjunto de la cubierta paleozoica de las sierras septentrionales.

Si comparamos los distintos perfiles de Nágera, Schiller y Tapia de las Sierras Bayas, Sierras de La Tinta, Sierras de Balcarce y perforación de Punta Mogotes, llegamos a la conclusión de que no es posible una correlación segura entre los sedimentos de las Sierras Bayas — La Tinta por un lado y las de Balcarce por el otro.

En las Sierras Bayas, como ya se ha dicho, la cubierta paleozoica alcanza a unos 150 metros de espesor y se integra, de abajo hacia arriba, por: 1. Areniscas cuarcíticas, cuarcitas y conglomerados; 2. Dolomitas y arcillas intercaladas; 3. Cuarcitas y areniscas cuarcíticas; 4. Arcillas esquistosas (« shales ») y 5. Calizas.

En las Sierras de La Tinta Schiller comunica el siguiente perfil, también de abajo hacia arriba: 1. Cuarcitas y conglomerados; 2. Pizarras arcilloso-margosas; 3. Dolomitas; 4. Calizas. Esta sucesión es, pues, muy similar a la de las Sierras Bayas, aunque aquí falta, según Schiller, el horizonte cuarcítico superior que se intercala entre dolomitas y calizas ², pero tal ausencia es debida, muy probablemente, a supresión tectónica. Las « pizarras arcilloso-margosas » que aquí parecen intercalarse entre cuarcitas inferiores y dolomitas, corresponden, muy probablemente, a las arcillas blancas y verdosas que en algunas partes de la Sierra Baya se encuentran entre dolomitas y cuarci-

¹ SCHILLER, W., 1930 b. Pág. 62 y fig. 18.

² SCHILLER, W., 1938. Pág. 37.

tas inferiores ¹. Pertenecen, estratigráficamente, al horizonte dolomítico.

Frente a estos perfiles, Tapia indica que, en distintas localidades de las Sierras de Balcarce, la cubierta paleozoica se halla integrada por areniscas cuarcitas, con intercalaciones de arcillas, que alcanzan un espesor total de unos 150 metros ².

Finalmente, este mismo investigador comunica el perfil de la perforación de Punta Mogotes, al sur de Mar del Plata, donde se ha atravesado 400 metros de cuarcitas y areniscas cuarcíticas debajo de las cuales aparecen esquistos arcillosos y filíticos verdes y morados que no se conocen aflorando en ninguna parte de las sierras septentrionales ³.

Con estos datos resulta, pues, muy difícil intentar una correlación entre los sedimentos paleozoicos de las Sierras Bayas y de la Tinta por un lado y las cuarcitas de Balcarce-Punta Mogotes por el otro.

Hasta ahora ha sido corriente considerar que las cuarcitas de Balcarce corresponden al horizonte cuarcítico inferior de las Sierras Bayas, pero en realidad no existen elementos de juicio suficientes para aceptar o desechar esta idea. La gran diferencia en los espesores puede ser ya en parte original o, más probablemente, ya debida a adelgazamientos y engrosamientos tectónicos. Tampoco conocemos la edad ni el significado de los esquistos, en parte filíticos y deformados, que en Punta Mogotes han sido hallados por debajo de las cuarcitas. Estos esquistos, verdosos, morados, rojizos y grises hasta casi negros, han sido considerados por Tapia como cámbricos ⁴, pero esta apreciación de su edad está hecha, ante todo, en base a considerar las cuarcitas suprayacentes como ordovicianas. Es interesante hacer notar que estos esquistos tienen distinto carácter que los sedimentos morados y verdes de la serie de Tunas en las sierras australes de Buenos Aires, mientras que, por el contrario, se asemejan considerablemente a ciertos esquistos y filitas gotlándicas de la Precordillera de San Juan. Esta similitud litológica no tiene, desde luego, mayor significado.

Frente a estos restos problemáticos de Balcarce hay, en la literatura de las Sierras Bayas, mención del hallazgo de fósiles determinables. En efecto, Siemiradzki expresó en 1893 haber hallado, en las dolomitas de Sierras Bayas, restos de *Stromatopora polymorpha* y de *Atrypa reticularis* y una impresión de trilobite en las calizas ⁵.

El hallazgo de Siemiradzki fué siempre puesto en duda, ya que aquel autor no publicó figuras ni descripciones de los fósiles y ya que éstos nunca volvieron a ser hallados pese a la prolija búsqueda por parte de varios otros investigadores.

¹ Véase el perfil de la « Mina de Caolín » en la figura 5 de este trabajo.

² TAPIA, A., 1937. Pág. 28.

³ TAPIA, A., 1938. Pág. 10.

⁴ TAPIA, A., 1938. Pág. 10.

⁵ SIEMIRADZKI, S., VON, 1893.

Pero dos hechos nuevos vienen a prestar visos de verosimilitud a la afirmación de Siemiradzki. Por una parte sabemos positivamente, por el hallazgo del señor Kendall, que las dolomitas contienen realmente fósiles determinables. Los únicos restos conocidos hasta la fecha son, precisamente, de braquiópodos muy pequeños. Por otra parte, el jefe de los Laboratorios Químicos de la Compañía Argentina de Cemento Portland de Sierras Bayas tuvo la gentileza de comunicarme oralmente que, hace ya unos años, al analizar una muestra de caliza proveniente de los yacimientos de Sierras Bayas, se halló un porcentaje bastante elevado de fosfatos. Este hecho es muy significativo, ya que probablemente tales fosfatos han provenido de restos fósiles, quizá caparazones de trilobites o, más probablemente, de braquiópodos inarticulados.

Los restos fósiles, sin embargo, han de ser sumamente escasos y probablemente se presentan en pequeños « nidos » dispersos en el espesor de las rocas que, en su casi totalidad, no los contienen.

Los restos coleccionados por el señor Kendall pertenecen todos a una sola especie. Su descripción detallada se encontrará en la página 244 de este trabajo. Baste decir, por el momento, que se trata de moldes internos y externos de *Spiriferina* (*Spiriferellina*) *campestris* White emend. Girty, comparables a los del carbonífero superior de Bolivia descritos por Kozłowski.

De esta manera, pues, y debido a este hallazgo inesperado podemos fijar la edad de las dolomitas con una cierta aproximación. Es verdad que en base a la existencia de una sola especie no puede fijarse de manera completamente segura la edad de las rocas que la contienen, pero en nuestro caso, dado lo característico de la forma en cuestión, podemos asegurar que los límites posibles se hallan entre el carbonífero y el pérmico inferior y que, dentro de esos límites, la mayor probabilidad está en que la dolomita pertenezca al carbonífero superior. Es interesante hacer notar, a este respecto, que Schiller ya ha atribuido, aunque con ciertas reservas, edad supracarbonífera a las dolomitas, si bien es cierto que lo ha hecho sin expresar las razones en las que se funda para ello.

Pero no sólo desde el punto de vista paleontológico podemos afirmar que, probablemente, la dolomita es anterior al pérmico. Hay también otras razones, de índole geológica, que inducen a pensar de igual manera.

Dada aquella incertidumbre con respecto a la edad más exacta de las dolomitas, se nos presentan tres posibilidades en cuanto a sus relaciones con los depósitos glaciales de las sierras australes de Buenos Aires: 1° Que las dolomitas sean anteriores a la serie de Sauce Grande; 2° Que sean contemporáneas a parte al menos de ella, y 3° Que sean posteriores.

Es sabido que a unos 250-280 kilómetros al sudoeste de las Sierras Bayas hallamos, en las Sierras de Pillahuincó y Tunas, las grandes acumulaciones glaciales y glacio-marinas de la serie de Sauce Grande que, con un espesor aproximado de 800 metros, constituye la base del sistema de

Pillahuincó, equivalente al de Gondwana inferior de otras regiones del hemisferio austral.

La gran potencia de esta serie nos habla de una gran extensión regional y temporal de las glaciaciones suprapaleozoicas de estas regiones. La serie de Sauce Grande está integrada por tillitas de aspecto continental y de conglomerados glacio-marinos, alternando con varios bancos de areniscas cuarcíticas de desigual potencia. El aspecto litológico de estas camadas de areniscas, a veces de varias decenas de metros de espesor, suele ser muy parecido al de las areniscas moteadas de la serie de Bonete, tanto en la coloración verdoso-azulada con motas blancas como en la manera de alterarse formando grandes bolas con costras de alteración color rosado-rojizo. Y al menos dos de los horizontes formados por rocas de este tipo en la serie de Bonete, llevan grandes pelecípodos marinos, pertenecientes al género *Eurydesma*. Por otra parte, la «tillita» pizarreña con la cual termina hacia arriba la serie de Sauce Grande pasa insensiblemente, por disminución y dispersión de rodados, a las pizarras negro-azuladas de la serie de Piedra Azul, donde se ha hallado, en dos niveles, restos de un pequeño gastrópodo marino del grupo de *Pleurotomaria*.

De tal manera, pues, llegamos a la conclusión de que gran parte de los estratos de la serie de Sauce Grande se ha depositado bajo agua en condiciones de mares fríos donde flotaban hielos cargados de detritus glaciares. Con estos sedimentos alternan otros de carácter francamente continental con aspecto de verdaderas morenas de fondo. En el cuadro estratigráfico de la serie de Sauce Grande entran, pues, no sólo oscilaciones negativas y positivas sino, también retrocesos y avances de los antiguos glaciares.

Resulta, pues, muy difícil explicarse cómo, mientras en la región de las sierras australes reinaba un régimen de glaciación continental o de mares helados en los que flotaban numerosos témpanos, en la zona de las sierras septentrionales, a menos de 300 kilómetros de distancia y sin aparentes barreras interpuestas, se depositaban dolomitas en la misma cuenca marina. Dolomitas que, además, encierran, a juzgar por la única especie conocida hasta ahora, fósiles característicos de aguas templadas.

Por otra parte, la sucesión estratigráfica del sistema Pillahuincó en las sierras australes es, aparentemente, ininterrumpida desde las tillitas basales hasta los estratos más modernos de la serie de Tunas, equiparada a la serie de Beaufort inferior de Sud África y considerada, pues, como del pérmico superior. Resulta también difícil, a la par de que la *Spiriferina* de Olavarría no puede ser considerada como más joven que pérmico inferior, que las dolomitas sean sincrónicas ya de parte de la serie de Piedra Azul ya de la de Bonete con su flora de *Glossopteris* y sus pelecípodos marinos y de aguas salobres. Es de hacer notar que mientras en la *Spiriferina* de Sierras Bayas se ha identificado una forma conocida del carbonífero superior de Bolivia, tanto la flora como los pelecípodos de la sierras australes se hallan estrechamente vinculados a similares floras y faunas del pérmico medio del Brasil.

Es muy posible que la inmigración de esta *Spiriferina* se haya efectuado a lo largo de la gran cuenca de sedimentación interpuesta entre el cratógeno del Brasil y el « veld » de las Sierras Pampeanas, cuenca, que, en ciertos respectos, puede ser comparada con la del Amazonas interpuesta entre los cratógenos de Brasil y de las Guayanas.

Así, pues, de estas consideraciones se desprende la probabilidad de que las dolomitas sean realmente del carbonífero superior y anteriores a la deposición de los sedimentos glaciales de la serie de Sauce Grande.

Pero las tillitas y conglomerados de esta serie contienen abundantes rodados de calizas y, en menor proporción, también de dolomitas ¹. Es, desde luego, imposible afirmar rotundamente que estos rodados provengan de las series que hoy afloran en las sierras septentrionales, pero éste es, al menos, un indicio importante. No conocemos, por otra parte, en las cercanías de las sierras australes otros afloramientos de calizas o dolomitas ni las numerosas perforaciones efectuadas en la provincia de Buenos Aires y en La Pampa han tocado estas rocas. Recién en las Sierras de San Luis y Córdoba por una parte y en el sur de Río Negro por la otra, cerca del límite con el Chubut, afloran calizas. Pero tampoco en estos lugares se han hallado dolomitas.

De tal manera, pues, es lícito concluir, aunque fuere a título provisorio que las dolomitas de las Sierras Bayas son realmente anteriores a la serie de Sauce Grande. Su fecha probable es, pues, carbonífera y en virtud de las características de la especie de *Spiriferina* que en ellas se encuentra, carbonífera superior.

Consecuentes con esta manera de pensar y de interpretar el problema, llegamos a la conclusión de que, al tiempo de depositarse las acumulaciones glaciales y marino-glaciales de la serie de Sauce Grande, parte al menos de las rocas que hoy día integran la cubierta paleozoica de las Sierras Bayas formaba parte de la zona de denudación. Al mismo tiempo tendríamos también un indicio de la dirección seguida por los hielos que sería de norte a sur o de nordeste a sudoeste.

Nos queda por resolver todavía la edad de los demás sedimentos que forman la cubierta paleozoica de las Sierras Bayas.

Si comparamos la columna de roca de estas sierras con la de las sierras australes de Buenos Aires o con la de las montañas del Cabo en Sud Africa, llegamos a la conclusión de que ninguno de los horizontes distinguidos por Nágera, individualmente o en su conjunto, pueden ser homologados con los conocidos de aquellas regiones. Las calizas en especial, son desconoci-

¹ Ya Keidel en 1916 menciona la existencia de tales rodados y el haber hallado uno de caliza con restos de corales. Más tarde esta afirmación ha sido puesta en duda, pero en cualesquiera de los cortes del ferrocarril cercanos a la estación Sierra de la Ventana se puede recoger cientos de rodados de estas rocas. En cambio, donde la tillita ha sido expuesta largo tiempo a la acción de los agentes atmosféricos, los rodados de caliza y de dolomita han sido generalmente destruidos, quedando en su lugar sólo huecos vacíos.

das en ambas zonas, ya que la mención de calizas y dolomitas en la serie de Tunas por Keidel fué una excusable confusión debido al escaso tiempo de que dispuso, en 1910, para su primer reconocimiento de las sierras.

Pero tanto en las sierras australes como en Sud Africa, el sistema de Gondwana se asienta, en discordancia erosiva y transgresivamente, sobre estratos mas viejos. En las sierras australes las tillitas basales de Sauce Grande se apoyan directamente sobre las areniscas micáceas esquistas eodevónicas cotejables con los sedimentos de la serie de Bokkeveld en Sud Africa. En las montañas del Cabo, por el contrario, entre la serie de Bokkeveld y las tillitas de Dwyka se intercala aun otra serie, la de Witteberg, constituida por cuarcitas y esquistos arcillosos con restos de plantas. La flora de Witteberg tiene afinidades devónicas mas que carboníferas, como Du Toit mismo lo ha expresado hace poco ¹.

Así pues, en las sierras australes el hiatus entre eodevónico y tillitas abarca al devónico medio y superior y a todo el carbonífero, mientras que en Sud Africa, al sur del paralelo 33, este hiatus comprende solamente a la totalidad del carbonífero. Este hiatus, y la disposición transgresiva de la serie de Dwyka, es obvio en el borde oeste y norte de la cuenca del Karroo, donde las tillitas van paulatinamente poniéndose en contacto con rocas cada vez mas antiguas y finalmente con los granitos anteriores al sistema del Cabo.

De tal manera se hace probable que todos los horizontes estratigráficos distinguidos por Nágera en las Sierras Bayas, y reunidos bajo el nombre de Estratos de La Tinta, correspondan a una sola unidad estratigráfica de edad carbonífera. El escaso espesor de la cubierta paleozoica de las sierras Bayas apenas unos 150 metros, es otro argumento en favor de tal suposición si bien es cierto que los movimientos tectónicos intensos que han afectado a estas rocas pueden haber hecho variar considerablemente los espesores originales por supresión o adelgazamiento de parte de los estratos.

En este tren de ideas, conviene apuntar que las camadas de finos conglomerados que a veces se presentan en el horizonte cuarcítico inferior no tienen, en modo alguno, el carácter de conglomerados basales. Las cuarcitas se apoyan directamente sobre el granito rojizo, en parte ultramilonizado, tal como se observa en el Cerro Largo por ejemplo, pero los rodaditos de los conglomerados son siempre de otras cuarcitas. No existe en ellos ni un solo rodado de granito. Este hecho es significativo y deja entrever que entre las cuarcitas inferiores y el granito se intercalaban otros sedimentos que han desaparecido actualmente. Es de hacer notar que estas camadas de conglomerados no pueden confundirse con brechas tectónicas, que también existen en el mismo cerro en el contacto entre los dos horizontes de cuarcitas.

De estas observaciones se desprende que la cubierta paleozoica de las

¹ Du Toit, A. L., 1934, pág. 8.

Sierras Bayas no descansa normalmente sobre un plano de peneplanización labrado en el basamento cristalino como se ha supuesto a veces, sino que corrimientos tectónicos han tenido lugar a lo largo de ese mismo plano.

III. DESCRIPCIÓN DE LOS FÓSILES DE LA DOLOMITA

Los únicos restos conocidos hasta ahora han sido hallados por el señor Sydney F. Kendall en la cantera de dolomita de la Puerta del Diablo, propiedad de la Compañía de Cemento Potland Loma Negra, situada a unos dos kilómetros al Este de la Estación Loma Negra.

Género **SPIRIFERINA** d'Orbigny 1847

Subgénero **SPIRIFERELLINA** Fredericks 1919

Spiriferina (Spiriferellina) campestris White emend. Girty

Descripción : Concha spiriferoide, pequeña, alargada transversalmente. Línea articular recta, apenas más corta que el ancho máximo de las valvas que se mide algo más anteriormente. Extremidades cardinales redondeadas suavemente en los moldes internos, probablemente más agudas en los externos.

Área cardinal alta, triangular, cóncava. Pico ventral fuerte y muy incurvado sobre el área, elevado. Pico dorsal mucho menos desarrollado. Deltidyo en forma de triángulo equilátero, bordeado por canaletas para la recepción del deltidio.

Las valvas llevan cuatro costillas o pliegues a cada lado del plano de simetría, pero a menudo se observa un quinto pliegue adicional cerca de las extremidades cardinales. Pliegues bien pronunciados, bastante agudos, separados por sulci profundos y de fondo también agudo. El tamaño de los pliegues, de curso casi recto, disminuye desde el centro de la valva hacia las extremidades cardinales.

Seno y pliegue medianos anchos, aproximadamente dos veces más anchos que los pliegues o sulci que los delimitan. Fondo del seno y cresta del pliegue generalmente subagudos, a veces algo más redondeados, lisos, sin trazas de quilla o surco mediano en ninguno de los ejemplares. El seno se prolonga hacia adelante en un proceso en forma de V aguda, entallando profundamente el margen anterior.

Laminillas imbricadas bien visibles en los moldes externos. Poco abundantes en la región posterior de las valvas y algo más numerosas y cercanas las unas de las otras en la porción anterior.

Superficie de las valvas cubierta por numerosos poros o puntuaciones de

tamaño bastante grande, distribuídos irregularmente y situados bastante cerca los unos de los otros, generalmente separados por distancias iguales o apenas mayores que el diámetro de uno cualquiera de ellos. Estos poros son visibles con claridad sólo en dos moldes externos.

Las características internas son desconocidas. Solamente en un ejemplar se puede observar la presencia de un septo mediano en el fondo de la valva ventral, mientras que en otro se distinguen placas dentales divergentes.

Medidas :

Ancho máximo.....	7,4 mm
Longitud de la valva dorsal	4,3
Espesor máximo	4,3
Altura del área cardinal	2,3
Ancho del delthyrio en su base	1,5

(El ejemplar medido es muy pequeño. Existen otros, incompletos, casi dos veces más grandes).

Observaciones : Los ejemplares que se acaba de describir son muy semejantes a los de *Spiriferina campestris* White emend. Girty descritos y figu-



Fig. 1. — Molde interno de *Spiriferina* (*Cpiferellina*) *campestris* White emend. Girty
× 3.5 : 1, vista ventral ; 2, vista posterior ; 3, vista anterior

rados por Kozłowski del carbonífero superior de Bolivia y especialmente a varios de los ejemplares provenientes de la localidad de Apilla Pampa ¹.

También se asemejan estrechamente a varios de los ejemplares descritos por Waagen bajo el nombre de *Spiriferina cristata* Schlotheim provenientes de la Caliza de Productus de la Salt Range en la India ².

Una característica sobresaliente de la especie es la gran incurvatura del pico ventral y la consiguiente concavidad del área cardinal. En este respecto nuestros ejemplares son directamente comparables a los figurados por Kozłowski en la lámina X, figura 16*d*, 17*d* y 18*d*, como así también a los de Waagen de la lámina XLIX*m*, figuras 3*c*, 4*e* y 6*e*.

En cuanto al carácter, tamaño y número de poros o puntuaciones y disposición de las laminillas imbricadas, los ejemplares de Olavarría son muy parecidos al figurado en detalle por Kozłowski en la lámina X, figura 17*e*.

Es interesante recordar aquí que Kozłowski, con fundadas razones, considera que los ejemplares de *Sp. cristata* descritos por Waagen de la Salt

¹ KOZŁOWSKI, R., 1914. Lám. IX, fig. 84 y lám. X, fig. 17.

² WAAGEN, W., 1883. Lám. XLIX, fig. 7.

Range pertenecen, en realidad, a la especie *Sp. campestris* White tal como ha sido definida por Girty ¹.

En el estado actual de nuestros conocimientos no es siempre fácil distinguir entre si las especies *Spiriferina cristata*, *Sp. octoplicata*, *Sp. spinosa* y *Sp. campestris*. Comparando detenidamente las figuras de *campestris* de Kozlowski con las de *octoplicata* (« *Sp. cristata* var. *octoplicata* ») de Davidson ², se tiene una idea de tal dificultad ya que, a primera vista, ambas especies situadas en grupos distintos por Girty, parecen en realidad una sola. Pero el carácter de los poros o puntuaciones es, aun en el caso de preservación deficiente, una buena guía para distinguirlas. Mientras *cristata* y *octoplicata* tienen numerosas puntuaciones muy finas y espaciadas, en *spinosa* y *campestris* los poros son de tamaño mucho mayor y menos numerosos, hallándose al mismo tiempo mucho más cerca los unos de los otros.

He tenido oportunidad de examinar un ejemplar de *Sp. campestris* coleccionado también por el señor Kendall hace pocos meses en la localidad de Chacapaya (Cochabamba), Bolivia. Este ejemplar, que es muy similar a los de Olavarría, difiere de ellos solamente por su tamaño considerablemente mayor. No creo, sin embargo, que una mera diferencia de tamaño sea suficiente para distinguir específica o varietalmente la forma de Olavarría. Por estas razones me inclino, pues, a considerar estos ejemplares como directamente asimilables a *Sp. campestris*.

Es interesante hacer notar que esta especie ha sido siempre hallada asociada a otros braquiópodos de habitat marino templado. Este hecho, unido a que los restos se encuentran en dolomitas, lleva a la conclusión de que estos sedimentos se han depositado en un mar de aguas templadas.

Localidad y horizonte : Sierras Bayas, cantera de dolomita de la Puerta del Diablo cerca de la estación Loma Negra, partido de Olavarría, provincia de Buenos Aires. Horizonte dolomítico de los estratos de La Tinta. Carbonífero, probablemente superior.

Ejemplares examinados : Tres moldes internos y dos externos de valvas sueltas. Dos moldes internos de ejemplares enteros. Varios moldes de valvas fragmentarias. El material se halla depositado en las colecciones de la Dirección de Minas y Geología de Buenos Aires.

IV. LA ESTRUCTURA DE CORRIMIENTO DE LAS SIERRAS

La monografía de Nágera publicada en 1919 tiene, ante todo, el carácter de un estudio estratigráfico. Nágera no se refiere, en especial, a la estructura tectónica interna de las sierras, pero del concenso general del trabajo pa-

¹ GIRTY, G. H., 1903. Pág. 396.

² DAVIDSON, T., 1858. Lám. VII, fig. 37-47.

rece desprenderse que se trata de una sucesión estratigráfica normal, apenas si dislocada por movimientos recientes ¹.

El descubrimiento de complicaciones tectónicas de gran importancia se debe a Schiller, quien, en 1930, dió a conocer un perfil de la Boca de la Sierra explicando la terminación de la dolomita en forma de cuña hacia el sudoeste como producida por corrimientos muy intensos ².

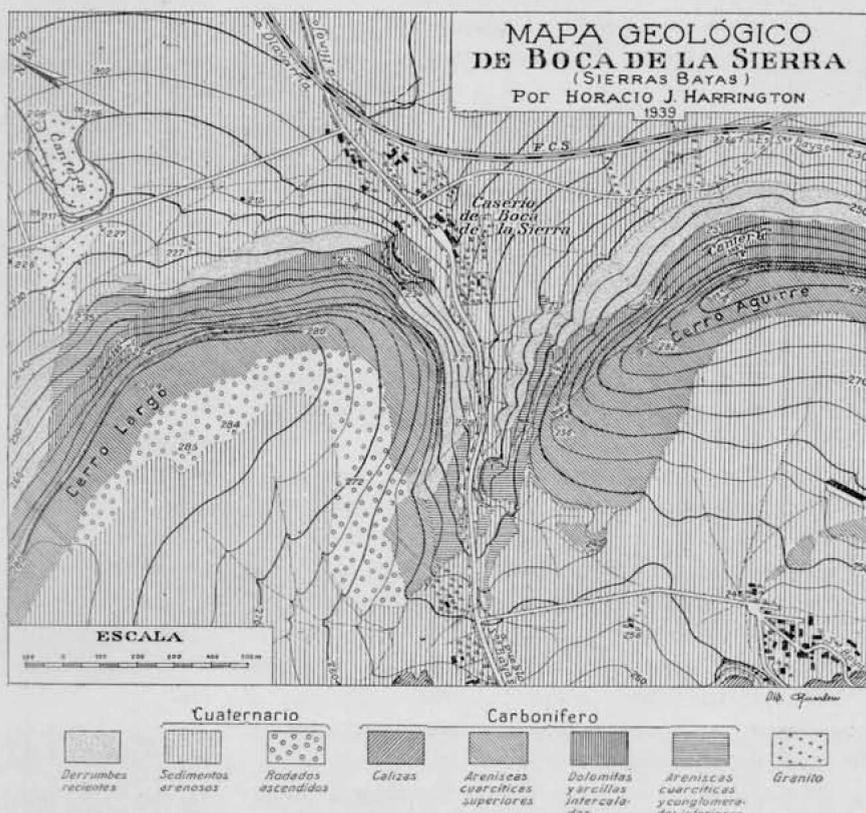


Figura 2

Según la interpretación de Schiller, las cuarcitas, que aquí aparecen en el Cerro Aguirre y Cerro Largo arriba y abajo de la dolomita, serían parte integrante de un sólo grupo estratigráfico cuyas capas se disponen en sinclinal acostado. El plano axial de este sinclinal se hundiría con ángulo de unos 15° hacia el sudoeste. Las dolomitas ocuparían el centro del sinclinal. Finalmente, la charnela se habría roto y el ala montante, formada por las

¹ NÁGERA, J. J., 1919. Pág. 43.

² SCHILLER, W., 1930 a. Pág. 302.

cuarcitas que afloran en las cumbres del Cerro Largo y Aguirre, inmediatamente arriba de la dolomita, habrían sido corridas sobre ésta a lo largo de un plano de cobijadura inclinado unos 20° hacia el sudoeste ¹. De tal manera, pues, las cuarcitas que Schiller considera como posiblemente silúricas se hallarían colocadas sobre la dolomita con inversión de casi 180° con respecto a su posición primitiva de estratificación, ya que constituirían el ala montante de un sinclinal acostado.

Esta interpretación de Schiller no encuadra, sin embargo, en la realidad, al menos en lo que se refiere a suponer una inversión de estratos de esta naturaleza.

Existe un criterio decisivo para abandonar esta suposición, criterio dado por la textura misma de los sedimentos paleozoicos. Me refiero a la admirable estratificación entrecruzada que, muy a menudo, se observa tanto en las cuarcitas inferiores como en las superiores y a veces aun en la dolomita. Es curioso que Nágera no mencione este hecho notable. Schiller lo ha hecho en la explicación de su perfil del Cerro Largo donde dice expresamente que las cuarcitas superiores tienen « estratificación cruciforme » ². Un examen atento de tal estratificación basta para comprobar que los estratos, al menos tomando cada horizonte de Nágera individualmente, no están invertidos. En efecto, la estratificación diagonal de estos sedimentos es cortada bruscamente por las capas suprayacentes mientras que entra en contacto con las capas inferiores por medio de una suave curva tangente. Este simple hecho demuestra que, al menos dentro de cada horizonte, los estratos no se hallan invertidos.

Por otra parte, y curiosamente, el perfil de Schiller es erróneo no sólo en presentar los dos horizontes cuarcíticos como uno solo, sino en que el plano de corrimiento principal se halla entre las dolomitas y las cuarcitas inferiores y no entre aquéllas y las cuarcitas superiores.

Nada hay tampoco que incite a pensar en un sinclinal acostado. Tal disposición no se observa en el terreno y, por otra parte, los dos grupos de cuarcitas tienen diferencias litológicas notables. En las cuarcitas superiores, por ejemplo, abundan los pedernales mencionados por Nágera, en forma de vetas y masas irregulares. Las cuarcitas mismas tienen, por lo general, colores más oscuros que las del horizonte inferior.

Por otra parte, Schiller no menciona la relación que guardan las cuarcitas con los horizontes « de las arcillas » y calcáreo. Este último aflora a corta distancia, menos de 200 metros, algo más al sudoeste, formando el centro del amplio braquisinclinal de las Sierras Bayas donde se hallan ubicadas las canteras. En otras partes de las sierras — y este hecho ya se observa en el mapa de Nágera — las calizas yacen siempre sobre el horizonte cuarcítico superior. De la disposición imaginada por Schiller podríamos suponer, en cam-

¹ SCHILLER, W., 1930 a. Fig. 2.

² SCHILLER, W., 1930 a. Fig. 1.

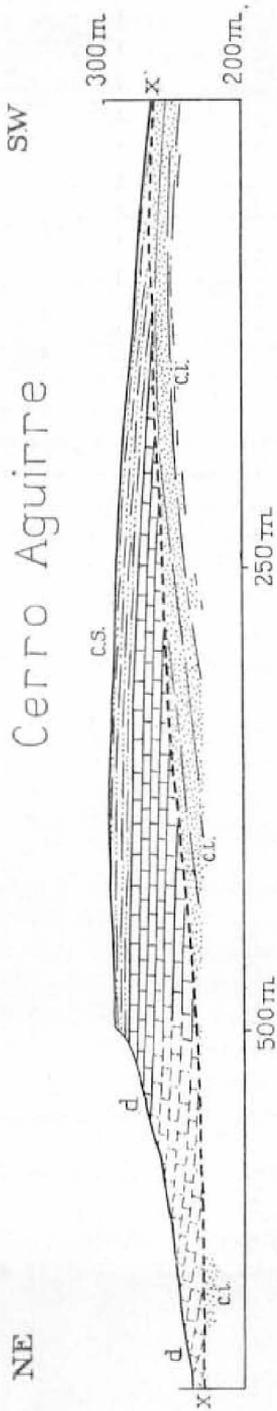


Fig. 3. — Perfil natural del Cerro Aguirre, Boca de la Sierra, tomado de fotografía : c. s., areniscas cuarcíticas superiores ; d, dolomitas con arcillas intercaladas c.i., areniscas cuarcíticas inferiores ; x, plano de corrimiento principal

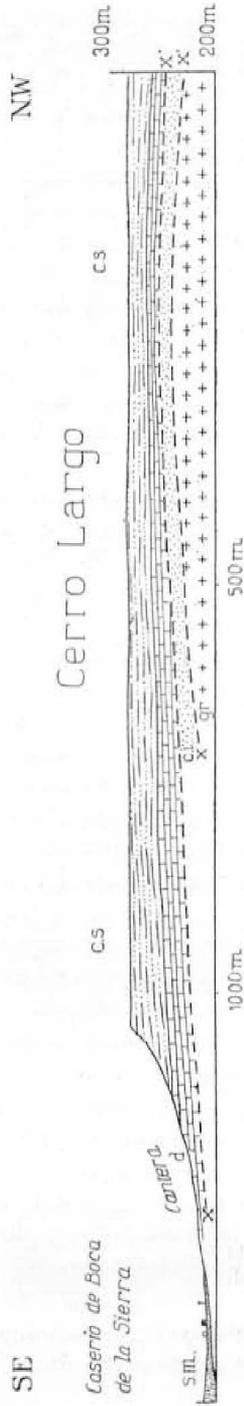


Fig. 4. — Perfil natural del Cerro Largo, al N. W. de Boca de la Sierra : s.m., sedimentos modernos ; c.s., areniscas cuarcíticas superiores ; d, dolomitas con arcillas intercaladas ; c.i., areniscas cuarcíticas inferiores ; gr., granito ; x, plano de corrimientos principales

bio, que las calizas se hallan estratigráficamente debajo de las cuarcitas.

El plano de corrimiento principal de Boca de la Sierra tampoco tiene la inclinación que le atribuye Schiller, sino que su traza, en el corte del vallecito de erosión moderna, dibuja un suave anticlinal cuya cresta se halla allí donde los dos horizontes cuarcíticos entran en contacto directo.

Los rumbos e inclinaciones de las dolomitas y cuarcitas superiores son concordantes. El contacto mismo entre ambos horizontes se halla cubierto por derrumbes modernos y no puede ser observado, pero nada hay que indique una discordancia pronunciada, tectónica o de otra índole. Pese a ello es muy probable que este contacto sea, a más de un plano estratigráfico, también una superficie de deslizamiento.

Por el contrario la discordancia entre dolomitas y cuarcitas inferiores es bien evidente, como puede observarse en el perfil de la figura 3.

Contra el plano de corrimiento antedicho terminan, pues, hacia el sudoeste las dolomitas en forma de cuña y también se adelgazan las cuarcitas superiores. Mas hacia el sudoeste, saliendo ya del vallecito de erosión retrógrada reciente, las rocas paleozoicas se hallan cubiertas por sedimentos modernos y las calizas afloran, como ya se ha dicho, aisladas entre ellos a unos 200 metros más hacia el sudoeste ¹.

Pero la existencia de corrimientos no es sólo visible en este perfil. También puede ser constatada en el Cerro Largo, inmediatamente al noreste de Boca de la Sierra, a lo largo de un perfil orientado normalmente al que se acaba de describir.

Si recorremos el flanco del cerro, desde la angostura de Boca de la Sierra hacia el noreste, observamos que en la angostura misma los dos horizontes cuarcíticos están en contacto, sin interposición de dolomitas. En el contacto mismo se observa una brecha tectónica de escaso espesor, hecha a expensas de las cuarcitas inferiores.

Por un trecho de unos 550 metros el faldeo del cerro se halla enmascarado por desmoronamientos recientes, pero en su extremo este, inmediatamente al noroeste de las primeras casas del pueblito de Boca de la Sierra, encontramos la dolomita aflorando con potencia considerable. Allí se ha abierto una cantera, todavía en explotación, y el espesor de la dolomita puede apreciarse en unos 30 metros. El contacto con las cuarcitas superiores es visible, no así con las inferiores, ya que los sedimentos modernos envuelven el pie del cerro. El espesor de la dolomita, pues, puede ser aun considerablemente mayor que el calculado.

Continuando ahora en dirección noroeste podemos observar cómo las dolomitas se van adelgazando paulatinamente y en el perfil que pasa por la cantera de granito ², a unos 900 metros al noroeste del caserío de Boca de la Sierra, la dolomita apenas alcanza a unos 10 ó 12 metros de espesor. Aquí

¹ Véase el mapa geológico de la figura 2.

² Véase el mapa de la figura 2.

se observa muy bien los contactos de todos los grupos y el de las cuarcitas inferiores con los granitos rojos, parcialmente deformados. También es dable observar que el espesor de las cuarcitas inferiores es mucho menor que el que éstas muestran en la angostura de Boca de la Sierra. Mientras que aquí apenas alcanzan a unos 10 metros, allá llegan a más de 20 a la vista, no conociéndose su límite inferior. También se observan diferencias litológicas notables, pues aquí este horizonte contiene algunas delgadas camadas de conglomerados finos, con abundantes rodados pequeños de otras cuarcitas, alternando con bancos de areniscas amarillentas algo esquistosas y micáceas y de areniscas cuarcíticas macizas de colores claros.

De estas observaciones es dable concluir que también el plano de contacto entre el horizonte cuarcítico inferior y los granitos es un plano de movimientos tectónicos.

Tal manera de ver se comprueba cotejando estos perfiles con el de la « Mina de Caolín » en Loma Negra. Esta mina se halla a menos de un kilómetro al sudeste de la Puerta del Diablo, en la propiedad de la Compañía de Cemento Portland Loma Negra.

El perfil, de interés sobresaliente, consiste en unos 30 metros de dolomitas amarillas por debajo de las cuales se hallan unos 3 ó 4 metros de arcillas blanquecinas, explotadas comercialmente con el nombre de caolín, y luego unos 4 ó 5 metros de arcillas alternando con delgados bancos de areniscas. Por último, la serie termina hacia abajo con un banco de metro y medio de espesor de areniscas cuarcíticas de grano grueso y color amarillo pardusco, que descansa directamente sobre un plano de corrimiento inclinado unos 5° al sudoeste sobre el granito rojizo muy deformado. Aquí el granito se halla triturado tectónicamente y tiene el aspecto macroscópico de una arkosa o de una arenisca feldespática de grano grueso y poco coherente. Pocos metros por debajo del plano de fricción el granito presenta, sin embargo, las características normales observadas al noroeste de las Sierras Bayas ¹.

Si comparamos el espesor de las cuarcitas inferiores en este perfil con los observados en Boca de la Sierra y Cerro Largo es evidente que la explicación de tales desigualdades estriba, ante todo, en la supresión tectónica de parte de este horizonte entre las dolomitas y los granitos de la base.

El rasgo más notable, pues, de la tectónica de las Sierras Bayas es la presencia de corrimientos a lo largo de planos casi horizontales que en parte al menos coinciden con planos de estratificación de orden superior.

El plegamiento de los estratos paleozoicos es sumamente débil y por lo general casi inexistente. Sin embargo a veces se observa algún pliegue o arrugamiento local que demuestra que la tranquilidad tectónica es solo aparente. Nágera mismo ha descrito y fotografiado pliegues en las calizas y

¹ Véase el perfil de la figura 5.

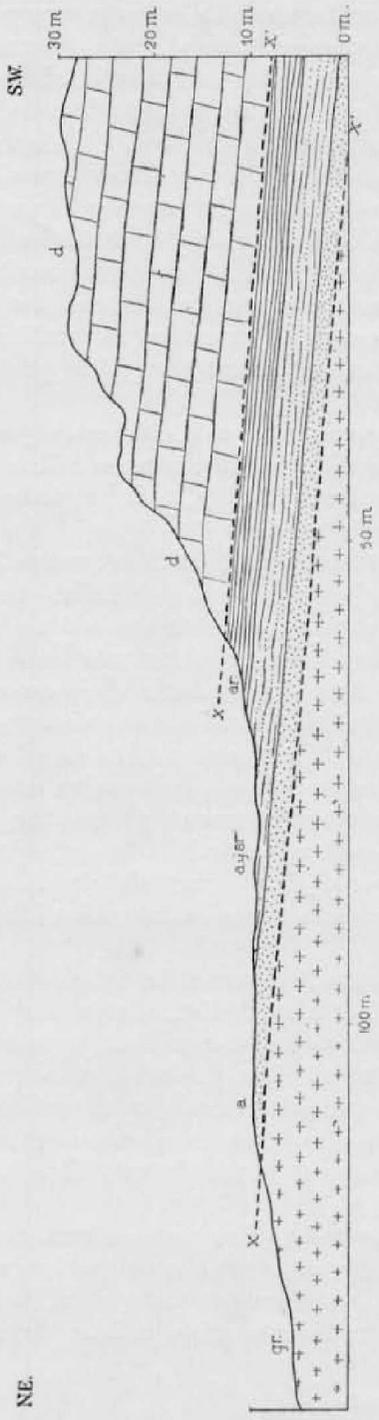


Fig. 5. — Perfil natural de la « Mina de Gaolín », al S E., de Loma Negra : d, dolomitas amarillas ; ar, arcillas blanquecinas ; a, y. ar., arcillas con dolgados lamosos de areniscas ; a, arenisca cuarcítica amarilla pardusco ; gr., granito deformado ; X, planos de corrientes principales.

en las dolomitas ¹. En particular la fotografía de la lámina II de Nágera es muy interesante. Estudiándola con detención se observa que el anticlinal de las calizas fotografiado interesa solamente a la parte superior del afloramiento, mientras que las capas de la parte inferior se hallan horizontales. Hay un neto plano de separación entre las capas horizontales de abajo y las que forman el anticlinal suprayacente. Se trata de un pliegue producido por el movimiento diferencial de un paquete de estratos con respecto a otro, a lo largo de un plano de corrimiento horizontal. Tenemos reproducido aquí, en pequeño, un fenómeno de « décollement » directamente comparable a los del Jura plegado.

El plegamiento de las dolomitas en Boca de la Sierra es también muy ilustrativo. Aquí el horizonte dolomítico está formado por bancos de dolomitas maciza, de varios metros de espesor cada uno, con intercalaciones más delgadas de arcillas verde nilo y moradas. Los bancos de dolomita se hallan ondulados en suaves y rápidos braquisinclinales y braquianticlinales de pequeñas dimensiones. Estas rocas no se hallan mayormente deformadas y los bancos, al menos en trechos cortos, mantienen su espesor. Por el contrario las arcillas, que han servido de lubricantes de los deslizamientos, están deformadas y esquistosas y los espesores de los bancos varían rápidamente de lugar a lugar y a veces desaparecen por completo aplastadas entre dos bancos resistentes de dolomita movidos diferencialmente.

Es interesante notar que en ninguna parte de las sierras septentrionales las rocas agrupadas bajo la denominación de « basamento cristalino » parecen tomar parte activa en estos movimientos. Nunca se las ha encontrado corridas sobre las rocas que forman su cubierta paleozoica. La gran deformación de estas rocas del basamento es indudablemente anterior a la deposición de los sedimentos paleozoicos. Los granitos rojos de Olavarría han sido convertidos en milonitas y ultramilonitas y, lo que es más, también en blastomilonitas, donde la fuerte recrystalización de biotita y hornblenda en agregados paralelos indica considerable elevación de temperatura al tiempo de producirse los procesos metamórficos.

Por tal motivo, pues, los corrimientos de las sierras septentrionales y en particular de las Sierras Bayas parece que deben ser considerados como movimientos superficiales de desplazamiento casi horizontal sobre el basamento cristalino, sin que éste haya sido mayormente afectado. La ausencia de clivaje y de deformaciones tectónicas, si se exceptúa la ya mencionada de las arcillas y alguna delgada brecha tectónica, indica también que aquí estamos en presencia de movimientos superficiales, producidos sin mayor sobrecarga de sedimentos.

Los corrimientos, pues, de las Sierras Bayas son de un tipo particular que caen dentro de los fenómenos de « décollement ». No se trata de sobreescurecimientos ni de cobijaduras producidas a lo largo de fallas inversas casi

¹ NÁGERA, J. J., 1919. V, fig. 2. y lám. II,

horizontales. Aquí estos movimientos no han producido inversión del orden estratigráfico primitivo. Se trata, pues, de deslizamientos diferenciales de los diversos grupos litológicos, unos sobre otros, deslizamientos que han comenzado a lo largo de planos estratigráficos de orden superior que delimitaban las unidades litológicas. Al acentuarse y proseguir los movimientos los planos de corrimiento se independizaron de este control estratigráfico primario, cortando oblicuamente las capas. Así, pues, un plano de corrimiento puede coincidir aproximadamente con un plano estratigráfico del grupo litológico infrayacente, pero cortar oblicuamente las capas de los grupos que se asientan sobre él. Tal es, precisamente, el caso de Boca de la Sierra.

Estos deslizamientos no han producido plegamientos, salvo en contadísimos lugares donde localmente se observa un anticlinal aislado o un pliegue monoclinial. Esta ausencia de plegamiento, que caracteriza la tectónica de las sierras y la diferencia del «*décollement*» del Jura, es debido, por una parte, al espesor muy reducido de la cubierta paleozoica y por la otra al hecho de que la masa de estos sedimentos al deslizarse diferencialmente sobre el basamento cristalino en sentido sudoeste a noreste, no halló resistencia en su región frontal y pudo avanzar libremente en esa dirección.

Si comparamos ahora este estilo tectónico con el de las sierras australes de Buenos Aires y el de las montañas del Cabo, salta inmediatamente a la vista la gran diferencia entre ellos. Mientras en las Sierras Bayas se trata de movimientos superficiales sin plegamiento, en las australes y en el Cabo tenemos dislocaciones producidas bajo una considerable sobrecarga de sedimentos y las capas se hallan fuertemente contorsionadas.

Si estudiamos con más detención el cuadro tectónico general de las sierras australes encontramos, sin embargo, algunos puntos de contacto con el de las Sierras Bayas. El intenso plegamiento, acompañado de corrimientos, tan claro y evidente en los cordones altos de Curamalal, Bravard, Chaco y Ventana decrece paulatinamente hacia el noroeste. La parte superior de la serie glacial de Sauce Grande, en las Sierras de Pillahuincó y Tunas, ya casi no está plegada y las capas se inclinan suavemente hacia el noreste. Algo más arriba, en las series de Piedra Azul y de Bonete, vuelve a pronunciarse más al plegamiento que cobra mayor intensidad hacia el noreste a medida que nos elevamos en la columna estratigráfica. La parte superior de la serie de Tunas se halla otra vez intensamente plegada, pero los planos axiales son verticales y aun, a veces, inclinados hacia el noreste.

Pero los planos estratigráficos de orden superior que delimitan series dentro del sistema de Pillahuincó son, a la vez, planos de movimientos diferenciales de gran intensidad. Hacia el noroeste las series de Piedra Azul y de Bonete se adelgazan enormemente, en la dirección del rumbo, y desaparecen casi por completo aplastadas entre las series de Sauce Grande y Tunas.

Aquí, pues, nos hallamos de nuevo frente a corrimientos de gran mag-

nitud a lo largo de planos casi horizontales o muy suavemente inclinados hacia el noreste que, en líneas generales, por lo menos al iniciarse el movimiento, han coincidido con planos estratigráficos de orden superior. Pero en las sierras australes el fuerte y uniforme clivaje, las numerosas complicaciones tectónicas locales, la abundancia de « Riebel » y otros fenómenos de índole semejante, indican la presencia de una considerable sobrecarga al producirse los corrimientos.

En mi opinión también el plegamiento y corrimiento de los estratos del sistema de Pillahuincó puede considerarse como fenómenos de « décollement », pero de un tipo completamente distinto al de las sierras septentrionales de la provincia. No es éste el momento ni el lugar de extendernos en consideraciones sobre la tectónica de las sierras australes ni de expresar las razones que me obligan a considerar que en ellas ha habido un solo período de movimientos, ya que tales problemas se tratarán *in extenso* en un trabajo en preparación.

Teniendo presente esta última observación es interesante hacer notar, como lo ha hecho Keidel recientemente, que aun los sedimentos más altos de la serie de Tunas se hallan fuertemente plegados. La edad del plegamiento, pues, ha de ser post-pérmica ya que la serie de Tunas parece, con toda probabilidad, contemporánea y equivalente a la de Beaufort inferior de Sud África.

De tal manera el plegamiento de las sierras australes resulta ser post-paleozoico, como por otra parte ha sido sugerido por Groeber y Du Toit y recientemente por Keidel ¹.

En Sud África los movimientos tampoco son paleozoicos. Según los geólogos sudafricanos los estratos inferiores de Beaufort forman parte integrante del plegamiento que, según ellos, es indudablemente posterior a la sedimentación de esta serie. Pero aun los estratos de las series de Beaufort medio y superior muestran huellas, aunque leves, de dislocaciones.

La disposición geométrica de las capas, el « estilo tectónico » en la verdadera y estricta acepción de la palabra, de las montañas del Cabo y de las sierras australes de Buenos Aires es de un parecido extraordinario, sobre todo en lo que se refiere a la comparación entre la zona oeste de las sierras y el « folded belt ». Se hace sumamente difícil, y por mi parte no puede creerlo, que plegamientos tan similares sean debidos a dos movimientos diversos que nada tienen de común entre sí. Y de acuerdo con esta manera de ver, casi todos los geólogos que se han ocupado del problema consideran que el plegamiento de ambas regiones ha sido sincrónico.

Pero en Sud África el sistema de Gondwana superior termina hacia arriba con los sedimentos supratríasicos y rélicos de la serie de Stormberg y las rocas efusivas ligadas a ellos, quizá ya en parte liásicas. La serie de Stormberg y las rocas volcánicas suprayacentes afloran en el centro de la

¹ KEIDEL, H., 1938.

gran cuenca del Karroo y sus rocas no se hallan afectadas por plegamiento. De esta manera, pues, parecería que el plegamiento ha tenido lugar en el triásico medio a superior. Tal es, en efecto, la opinión actual de Du Toit ¹.

Sin embargo conviene recordar que a la latitud en que afloran las capas de la serie de Stormberg tampoco se hallan plegados los estratos de las series inferiores de Beaufort, Ecca y Dwyka debido a que el intenso plegamiento del « folded belt » decrece rápidamente en intensidad hacia el norte y termina por desaparecer por completo. Este hecho ha sugerido a Rogers el expresar que « esta estructura parece indicar que la región del Gran Karroo actuó como block inmóvil contra el cual los estratos del « folded belt » fueron arrugados y volcados » ².

De tal manera no puede descartarse la posibilidad de que el plegamiento del « folded belt » haya sido más joven, contemporáneo y aun quizá posterior a la serie de Stormberg. Schuchert sostiene a este respecto que « el empuje hacia el norte parece haber comenzado en Beaufort superior (triásico superior) y continuado periódicamente hasta el Cretácico Inferior » ³.

Pero en el « folded belt » un hecho incontrovertible pone un límite superior preciso a las dudas en cuanto a la edad de estos movimientos. Los sedimentos de la serie de Uitenhage, del cretácico inferior, se hallan dispuestos transgresiva y horizontalmente sobre un plano de denudación que corta las rocas paleozoicas plegadas de las series del Cabo y del Karroo inferior.

En el estado actual de nuestros conocimientos se hace probable, pues, que el plegamiento de las sierras australes y de las montañas del Cabo es post-paleozoico y pre-infracretácico. En este intervalo de tiempo se conocen varios períodos de movimientos de desigual importancia en diversas partes del mundo, inclusive nuestro país, pero sería aventurado querer precisar, por el momento, de manera más exacta la fecha de tales dislocaciones. Baste decir que no sería imposible que tales movimientos pertenecieran al ciclo kimmeridgiano.

De todas estas consideraciones se desprende, pues, la probabilidad de que los movimientos que han afectado a las sierras septentrionales y que se han traducido en corrimientos a lo largo de planos casi horizontales, tengan la misma fecha que los que han dado origen a la complicada estructura de corrimiento de las sierras australes y que tales dislocaciones se hayan efectuado durante el mesozoico inferior o, más probablemente, medio.

¹ DU TOIT, A. L. 1937. Pág. 87.

² ROGERS, A. W. 1905. Pág. 408.

³ SCHUCHERT, CH. 1928. Pág. 123.

Summary. — This paper gives an account of the discovery of *Spiriferina* (*Spiriferellina*) *campestris* in the dolomites of the Sierras Bayas, northern hills of Buenos Aires province. The age of the dolomites is, thus, probably Upper Carboniferous.

A short account is also given of the thrust-structure of the northern hills which is considered to be due to superficial movements along almost horizontal thrust-planes. These movements are compared, in a general way, with the Jura «*décollement*». The age of the movements is supposed to be Lower or Middle Mesozoic, contemporaneous with the folding and thrusting of the southern hills of Buenos Aires and the Cape mountains.

Buenos Aires, septiembre 20 de 1939.

VI. LISTA DE TRABAJOS MENCIONADOS EN EL TEXTO

- AGUIRRE, E. 1897. *Notas geológicas sobre la Sierra de la Tinta*, en *An. Mus. Nac. B. Aires*, vol. V.
- DAVIDSON, T. 1858. *British fossils brachiopoda* vol. II: *Permian and Carboniferous species*, part. IV: *The Permian Brachiopoda*, en *Paleont. Soc.*, London.
- DE TOUT, A. L. 1934. *The division of the Late Paleozoic formations of Gondwanaland*, en *Rept. XVI Intern. Geol. Congr.*, Washington.
- 1937. *Our wandering continents*, Oliver and Boyd, Edinburg.
- GIRTY, G. H. 1903. *The carboniferous formations and faunas of Colorado*, en *U. S. Geol. Surv., Prof. Paper* n° 16.
- HAUTHAL, R. 1901. *Contribución al conocimiento de la geología de la provincia de Buenos Aires*, en *Publ. Univ. La Plata, Fac. Cien. Físic. Mat.*, n° 1.
- 1904. *Beiträge zur Geologie der argentinischen Provinz Buenos Aires*, en *Petermanns Geogr. Mitt.*, Heft. IV.
- KEIDEL, J. 1916. *La geología de las sierras de la provincia de Buenos Aires, etc.*, en *An. Min. Agric. Argen.*, vol. XV, n° 2.
- 1938. *Der Gondwanidien argentiniens*, en *Geol. Rund.*
- KOZŁOWSKI, R. 1914. *Les brachiopodes du Carbonifère supérieur de Bolivie*, en *Ann. d. Paleont.*, Paris.
- NÁGERA, J. J. 1919. *La Sierra Baya*, en *An. Min. Agric. Argen., Secc. Geol.*, vol. XIV, n° 1.
- 1926. *Notes précambriennes argentines*, en *Compt. Rend. XIII Cong. Géol. Inter.*, Liège.
- 1933. *Extremidad mediterránea de Tandilia*, en *Humanidades*, La Plata, vol. XXIII, pág. 203.
- ROGERS, A. W. 1905. *An introduction to the geology of Cape Colony*, Longmans, Green and Co., London.
- SIEMIRADSKI, S. VOIL. 1893. *Eine Forschungsreise in Patagonien*, en *Petermanns Geogr. Mitt.*, Bd. XI.
- SCHILLER, W. 1930 a. *Complicaciones tectónicas (cobijaduras) en las Sierras del Tandil*, en *Rev. Mus. La Plata*, vol. XXXII.
- 1930 b. *Investigaciones geológicas en las montañas del Sudoeste de la provincia de Buenos Aires*, en *An. Mus. La Plata*, vol. IV, pte. 1ª, ser. 2ª.
- 1938. *Cobijaduras tectónicas en el paleozoico de las Sierras de La Tinta*, en *Notas Mus. La Plata*, vol. III, Geología, n° 5.

- SCHUCHERT, CH. 1928. *The hypothesis of continental displacement*, en *Theory of Continental Drift, a Symposium*. Amer. Assoc. Petrol. Geol.
- TAPIA, A. 1937. *Las cavernas de Ojo de Agua y Las Hachas*, en *Min. Agric. Nac., Dir. Min. y Geol.*, Bol. n° 43.
- 1938. *Datos geológicos de la provincia de Buenos Aires*, en *Min. Interior : Aguas Minerales de la Argentina*, vol. II.
- WAAGEN, W. 1883. *Salt Range Fossils. I : Productus Limestone fossils. Brachiopoda*, en *Paleont. Indica*, Ser. XIII, pl. IV, fasc. 2.