



ROLLERI - 4

ACTAS VI^o CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO
TOMO I - BUENOS AIRES, 1976

BIBLIOTECA

25 JUL. 1986

SISTEMA DE SANTA BARBARA
UNA NUEVA PROVINCIA GEOLOGICA ARGENTINA

EDGARDO O. ROLLERI*

RESUMEN

Se revisa en el presente trabajo, en primer término, el concepto de Sistema Subandino establecido por Bonarelli así como la crítica que al mismo efectuara Leanza tiempo atrás.

Sobre esa base y consideraciones derivadas de nuevos conocimientos se establecen las condiciones estratigráficas y estructurales que permiten segregarse, del viejo conjunto de Sierras Subandinas, una nueva unidad con el rango de Provincia Geológica, concepto que se discute rápidamente.

Esta nueva Provincia Geológica para la que se propone el nombre de Sistema de Santa Bárbara, denominación que también se discute, incluye el conjunto de serranías que se extiende al sur y al este del río Lavayen-San Francisco y con rumbo NNE-SSO pasa hacia el sur el río Juramento y se interna en Tucumán. En consecuencia abarca, entre las más importantes, de norte a sur, las siguientes sierras: Santa Bárbara, Centinela, Maíz Gordo, del Gallo, de González, San Antonio, Cerro Colorado, de Lumbreira, de la Calendaria, de Medina, del Nogalito, del Campo y de la Ramada.

Complementariamente se revisan y discuten los nuevos límites que, según características estratigráficas y estructurales pueden fijarse, dentro de lo convencional, para las Provincias Geológicas vecinas, es decir Sierra Subandinas (str. s.), Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas.

RESUME

On fait d'abord une révision du *Sistema Subandino* établi par Bonarelli, y comprise la critique qui a ce sujet a fait Leanza il y a quelques ans.

Sur cette base et sur de nouvelles considérations, on établit les conditions stratigraphiques et structurales qui permettent de séparer du vieux ensemble Sierras Subandinas une nouvelle unité avec catégorie de Province Géologique, these qu'on discute ensuite.

Cette nouvelle province géologique pour laquelle on propose le nom de *Sistema de Santa Bárbara* (nom qu'on discute aussi) se compose d'un ensemble de sierras qui s'étend au sud et à l'est du fleuve Lavayen-San Francisco et avec orientation NNE-SSO elle se continue au sud du fleuve Juramento et s'intègre dans la Province de Tucumán. Par conséquent elle comporte, parmi les plus importantes du nord au sud, les sierras suivantes: Santa Bárbara, Centinela, Maíz Gordo, del Gallo, de González, San Antonio, Co. Colorado, de Lumbreira, de la Candelaria, de Medina, del Nogalito, del Campo et de la Ramada.

Pour compléter on fait une révision et discussion de nouveaux limites lesquelles d'après des caractères stratigraphiques et structurales peuvent se fixer, dans le conventionnel, pour les provinces géologiques voisines, c'est-à-dire Sierras Subandinas (str. s.) Cordillera Oriental et Sierras Pampeanas.

INTRODUCCION

El tema de que trata el presente trabajo fue desarrollado por mi, hace ya casi tres años, en una exposición llevada a cabo en la Facultad de Ciencias Naturales de la

* Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata.

Universidad de Salta, para lo que fui gentilmente invitado por el Dr. Viramonte y el grupo de colegas que trabajan en dicha Institución.

Por entonces, lo esencial del asunto estaba ya completado, pero era mi intención, antes de darlo a publicación, revisar cierto número de secciones que había tenido oportunidad de recorrer años atrás y que consideraba útiles para entrar no sólo en los aspectos descriptivos de la cuestión sino también en los genéticos. Sin embargo, otras tareas fueron postergando aquella posibilidad hasta el presente.

Así, he decidido dar a conocer en el estado actual aquellas y algunas otras ideas que entonces no expuse sobre la necesidad y conveniencia de segregar de la Provincia Geológica Sierras Subandinas, tal como se la define actualmente (Mingramm y Russo 1972), un sector que por sus características estratigráficas, estructurales y geomorfológicas debería ser considerado como una unidad independiente con el rango de Provincia Geológica y a la que desde ya propongo llamar *SISTEMA DE SANTA BARBARA*.

Si bien es cierto que en una contribución que integra el Relatorio que sobre Geología de la Provincia de Buenos Aires se ha dado a conocer en este Sexto Congreso, he incluido una definición de la expresión Provincia Geológica, creo que no será redundante insistir con ella, para luego discutirla más ampliamente. En la citada definición se expresa que: Una Provincia Geológica es una región caracterizada por una determinada sucesión estratigráfica, un estilo estructural propio y rasgos geomorfológicos peculiares, siendo el conjunto expresión de una particular historia geológica. Posee límites más o menos definidos, pudiendo presentar en todo su entorno o en partes del mismo transición con provincias geológicas vecinas.

Como fácilmente se advierte, todos los elementos involucrados en la definición son estrechamente interdependientes entre sí pero pueden servir, a su turno, por sí solos, para establecer diferencias suficientes que permitan segregar, de un todo, unidades menores. Estas, naturalmente, no serán nunca completamente independientes, por pronunciadas que sean sus peculiaridades, ya que como partes de un cuerpo mayor, aparecen siempre vinculadas, particularmente en sus fajas limítrofes, por rasgos comunes.

Muchos ejemplos podrían traerse a colación en apoyo de las consideraciones anteriores, tales como la persistencia de ciertos depósitos sincrónicos e isópicos en los flancos oriental y occidental de la Cordillera Frontal y la Precordillera, respectivamente, y la presencia en ambas de vulcanitas, así sea en desigual proporción, pero esos caracteres comunes de las fajas perimetrales sirven mejor, parece, para enfatizar las diferencias que para apoyar la unión de las dos entidades. Del mismo modo, en el área en que conectan las Sierras Subandinas, la Cordillera Oriental y el Sistema de Santa Bárbara, tal como en este trabajo se presentan, existen elementos estratigráficos comunes a las tres cuya presencia, en modo alguno, desvirtúa el carácter particular que cada una de esas provincias geológicas posee, considerada en su completa dimensión.

Aún podría citarse como uno más de tantos ejemplos el de la relación que guardan el borde noroccidental del Macizo Norpatagónico y la Región Extrandina de Neuquén o Cuenca Mesozoica Neuquina en su sector austral, donde ciertas formaciones del ciclo jurásico-cretácico trepan sobre la rampa tendida del Macizo que le hace aquí de borde y que, a su vez, exhibe sus retazos en la modesta cumbre del Cerro Granito, rodeado de sedimentitas jurásicas. Y es que debe tenerse permanentemente a la vista que los límites entre provincias geológicas, trazados con el apoyo del mayor número de características disponibles, no podría nunca dejar de ser más o menos convencional.

Así planteado el problema de la subdivisión posible del territorio nacional en regiones de caracteres geológicos propios, cabe ahora considerar una de ellas, tempranamente singularizada en sus rasgos mayores por el talentoso investigador que fue el Dr. Guido Bonarelli.

LAS SIERRAS SUBANDINAS SEGUN BONARELLI

El concepto fue claramente establecido en el año 1913, cuando el citado autor expresa que "se trata de sierras aisladas al pie de la Precordillera, en las provincias del Norte, paralelas a la misma Precordillera y separadas de ella por una depresión sinclinal muy ancha en la que durante el Supraterciario y Cuaternario antiguo se depositaron sedimentos conglomerádicos, arenosos, arcillosos, etc., de espesor muy grande (llanura de Orán, Valle de San Francisco, altiplanicie de Campo Santo, altiplanicie de Metán, valle del río Salí)". "Toda esta región subandina presenta una estructura geológica muy uniforme, y ciertamente su plegamiento orogénico se efectuó en un mismo tiempo, estando constituida por la misma serie de capas que he encontrado en la región Alto-Aguaragüeña" (Bonarelli, 1913, p. 27).

El concepto de Sierras Subandinas o, como también las llamó Bonarelli, "Sistema Orográfico Subandino" fue tratado más prolija y extensamente en 1921, incluyendo en esa unidad a la serie de cordones alineados, de rumbo marcadamente noroeste y más o menos paralelos que, desde la Sierra de los Cinco Picachos aparecen sucesivamente hacia el este, con alturas relativas cada vez menores. Este primer haz de cordones incluye a la sierra de los Cinco Picachos ya mencionada, a la del Porongal, a la del Pescado, de las Pavas y sierra baja de Orán, al oeste del río Bermejo, mientras que al oriente de este curso aparecen las sierras del Río Seco o del Alto o Cumbres de San Antonio, su continuación septentrional en la de Macueta, la sierra de Aguargüe y por último, con una expresión topográfica sólo discreta, aparecen las Lomas de Campo Durán y de Ipaguezú, como los relieves más orientales de este sector. Aún cabría citar, en este esquema de Bonarelli del Sistema Subandino, y en este primer grupo de serranías, a las que se ubican al oeste y noroeste del río San Francisco, entre las que figuran la sierra de Calilegua, la de Zapla y Puesto Viejo y su continuación en las lomadas que caen al río San Francisco. Todo este conjunto serrano se diferencia bien de los cordones más altos que se sitúan al oeste, representados por las sierras de Tilcara, Zenta y Santa Victoria.

Al sur de la junta Bermejo-San Francisco y flanqueada al oeste por el amplio valle de este último río, que a su vez la separa nítidamente del grupo serrano anterior, aparece tendida con rumbo ligeramente variable, a veces, pero mayormente noroeste, una faja serrana que en su sector septentrional se integra con las sierras de Santa Bárbara, Centinela y Maíz Gordo, las que hacia el sur van tendiendo a reunirse a la altura del cerro Cachipunco, desde donde se desprende la sierra de Piquete y el alto Bordo del Gallo o sierra Cresta del Gallo, en cuya continuación al sur se sitúan la sierra de González, la de San Antonio y, hacia el oeste, la más baja sierra del Gallo. Todo este conjunto queda separado de la sierra de La Lumbreira, que es la más austral de este grupo, el que se ubica en su totalidad entre la junta de los ríos San Francisco y Bermejo y el río Juramento. Hacia el sur de este último una amplia depresión llamada de Metán separa el agrupamiento serrano anterior del que, pasado el río Horcones, se levanta en la sierra de La Candelaria que en su extremo austral va a engranar, ya en Tucumán, con el conjunto de sierras compuesto por la de Medina, la de Nogalito y del Campo, citadas de oeste a este. Hacia el sur de la última, la sierra de La Ramada, más baja que aquellas, constituye, con la punta austral de la de Medina, las expresiones más australes del sistema orográfico subandino tal como lo concibió Bonarelli. Como se verá más adelante, dentro del Sistema Subandino se ha incluido también, recientemente, a la sierra de San Javier, situada inmediatamente al oeste de la ciudad de Tucumán (Mon, 1972; Mon y Suayter, 1973).

La planicie de Metán queda cerrada al oriente por el largo cordón del Cerro Colorado, aislado en el llano, apareciendo directamente al sur del mismo, sobre el río

Horcones e inmediatamente al sur de éste las lomadas bajas de los cerros Cantero y Remate.

En todo este conjunto que Bonarelli incluyó en su Sistema Subandino o Sierras Subandinas, que es el nombre que ha quedado perdurable, el mismo autor advirtió diferencias de distinto tipo, estratigráficas y estructurales, pero principalmente de estas últimas, entre los tres tramos que quedan definidos por los ríos San Francisco-Bermejo y Juramento, anotando características estructurales para el tramo Santa Bárbara-Lumbreras (1921, p. 84 y 85), y "ciertas condiciones particulares" que "las diferencian mucho del resto" para las sierras del noreste tucumano. Para este último tramo, ello queda confirmado por lo expresado por Bonarelli (1945), en el sentido de que las sierras que lo componen "pueden considerarse como un complejo estructural intermedio entre la estructura subandina propiamente dicha (Salta-Jujuy) y las Sierras Pampeanas de más al sur (Guasayán, etc.); ellas presentan sólo en parte los caracteres típicos de las primeras y ciertas analogías en comparación con las segundas. Mejor será atribuirles la denominación de elementos (estructurales) pedementanos (o marginales) del sistema preandino de Tucumán".

Aquí cabe apuntar, para que sirva a consideraciones posteriores, que en definitiva y a través de su notable contribución, el esquema estratigráfico de Bonarelli, que extendió a todo su Sistema Subandino, quedaba constituido de la siguiente manera:

Terciario Jujeño	Terciario
Terciario Subandino	Terciario
Areniscas Superiores	Mesozoico superior
Margas verdes	
Areniscas Inferiores	Pérmico-Triásico
Areniscas, cuarcitas, lutitas, etc.	Devónico

En el cuadro se destaca muy claramente el punto del que derivó, desde allí y por bastante tiempo, una discusión que a decir verdad, parece que aún hoy no está resuelta del todo. En efecto, en el esquema estratigráfico aparecen las Areniscas Inferiores en las cuales Bonarelli distinguió dos tramos, a los que llamó Serie gris inferior y Serie colorada superior sobre las que siguen bancos calcáreos. El autor comentado interpretó que este perfil era homologable con la secuencia Arenistas Inferiores (= Fn. Pírgua) + Horizonte Calcáreo Dolomítico (= Fn. Yacoraite) de la Cordillera Oriental y de la región subandina ubicada al sur del río Bermejo (sierras de Santa Bárbara, Centinela, etc.), sin reconocer, asimismo, el carácter glaciógeno de la sección inferior gris. En suma, que en el perfil de las Areniscas Inferiores de Bonarelli, para la sierra de Aguaraquí están representados sedimentos permo-carbónicos (Grupos Macharetí y Mandiyutí, vide Mingramm y Russo, 1972), las areniscas de la Formación Cangapi y las calizas de la Formación Vitiacua, estas dos últimas reputadas triásicas en edad según aportes de los geólogos bolivianos. (Y.P.F.B., 1972).

Considerar de esta manera su cuadro estratigráfico impidió a Bonarelli advertir diferencias estratigráficas grandes entre los sistemas serranos ubicados al este, por un lado, y al norte y noroeste por el otro, del río San Francisco, aunque advirtiera claramente las diferencias estructurales que señala.

LAS SIERRAS SUBANDINAS SEGUN LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES

El esquema estratigráfico y estructural establecido por Bonarelli significó un importante avance en el conocimiento geológico del noroeste argentino (y de su perspectiva económica) en relación al que se tenía, derivado, como es sabido, y particularmente, de los trabajos de D'Orbigny (1842), Steinmann (1906) y Brackebusch (1883 y 1891). Naturalmente, quedaron por resolver muchos problemas, algunos de los cuales son aún hoy tema de discusión, pero la concepción del Sistema Subandino y su integración constituye un aporte sin duda capital para la evolución posterior. El propio Bonarelli y Pastor (1916), y Rassmuss (1916, 1920 y 1925) proporcionaron, entre otros, nuevos datos de importancia para el mejor conocimiento del ámbito subandino, que vuelve a enriquecerse con los trabajos de Hagerman (1933 y 1936). Este autor hizo aportes notables principalmente en el sector de la sierra de Santa Bárbara, consiguiendo advertir el carácter glacial de una parte, la inferior, de las Areniscas Inferiores de Bonarelli, llegando a establecer que esta sección de la "serie glacial del Gondwana", como la llama, en la región al norte del río Bermejo reemplaza, "quizá del todo", a las areniscas rojas de la que él llamaba Serie Y la cual, según se sabe, corresponde a la Formación Pirgua. Hagerman fija el carácter molásico de esta Formación a la que vincula a una etapa de movimientos fuertes previa a su sedimentación. Si bien Hagerman señala el carácter "rudimentario" del calcáreo que aparece en los alrededores de Vespucio, al que llega a sospechar de edad más reciente (con lo que se aproximaba a la verdad), termina por compararlo con los niveles calcáreos que afloran en el río Caraparí, más al norte, lo que resultó erróneo. Este autor describió la estructura de las sierras del sector de Santa Bárbara con precisión, distinguiendo las diferencias de su estilo con el de las sierras situadas al norte y oeste del río San Francisco.

Aproximadamente en ese mismo tiempo Schlaginweit (1936, 1937 y 1941), realiza trabajos en la zona, iniciándose por entonces una intensa campaña de reconocimientos geológicos a cargo de profesionales de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, los que han constituido un aporte realmente extraordinario al mejor conocimiento del ámbito subandino.

Schlaginweit, aparte de establecer que en las espesas secuencias hasta entonces atribuidas exclusivamente al Devónico existían también sedimentos ordovícicos y silúricos, y purificar el concepto de Formación Petrolífera de Brackebusch, excluye definitivamente de las Areniscas Inferiores (Bonarelli) las areniscas y tillitas del llamado Gondwana que aparecen en el Departamento de Orán integrando las fajas apicales de varias sierras, al norte de la junta San Francisco-Bermejo. Este autor establece que entre Tucumán y Orán no hay depósitos neopaleozoicos de donde, al mismo tiempo, resulta una purificación o redefinición del concepto de Areniscas Inferiores que coincide con la Serie Y de Hagerman, depurada. Asimismo este autor advierte que el Conglomerado de Galarza, calcáreo en alguna medida y considerado por Bonarelli y Hagerman como parte del Horizonte Calcáreo Dolomítico cuando es, en realidad, terciario y base de las llamadas por Bonarelli Areniscas Superiores, es decir, Formación Candado, también aparece en el río Caraparí sobre calizas y compuesto de trozos angulosos de pedernal y de calizas con escasos de areniscas. Este cuerpo psefítico pasa hacia arriba a areniscas rojizas y amarillentas en las cuales, en los primeros niveles, recurren bancos conglomerádicos poco espesos que van perdiéndose en las areniscas de grano cada vez más fino. Es importante consignar que en todo este sector en que el río Caraparí corta al faldeo occidental de la sierra de Aguarañe así como en la sierra de Macueta, los conglomerados mencionados están apoyados sobre los restos de un calcáreo puro que a su vez descansa sobre areniscas calcáreas. El nivel de calizas puras

muestra evidencias de erosión posteriormente a la cual se depositó el conglomerado, Schlaginweit y otros autores que trabajaron con detalle en el área (Arigós y Vilela, 1940), consideraron a las areniscas calcáreas y a las calizas superpuestas como equivalentes del Horizonte Calcáreo Dolomítico de Bonarelli, en tanto que el conglomerado que se le superpone, tanto en la quebrada de Galarza como en el río Caraparí y adyacencias, fue tomado como parte inicial del ciclo terciario. Además, en la zona de Vespucio, Arigós y Vilela (op. cit.) citan la presencia, por debajo del Conglomerado de Galarza, y sobre los sedimentos permocarboníferos, de una sección de conglomerados, areniscas y arcillas, en general con características similares a las de las rocas de las que provienen por erosión y escaso transporte. Este cuerpo sedimentario tiene escasa distribución areal, llegando hacia el sur hasta el yacimiento Tranquitas de Y.P.F., y constituye la Formación Tartagal de los autores citados.

El problema esencial que quedó planteado a partir de las investigaciones de Schlaginweit y de autores posteriores fue la correlación de las calizas y areniscas infrapuestas al Conglomerado de Galarza llamadas por Arigós y Vilela Calcáreo de Vitiacua y Areniscas Calcáreas las que, respectivamente, corresponden a las Formaciones Vitiacua y Cangapi, en orden descendente. (Mingramm y Russo, 1972; Y.P.F.B., 1972). Según esta última fuente la Formación Cangapi se depositó en discordancia sobre estratos de las Formaciones San Telmo y Escarpment en una cuenca restringida en dimensión a raíz de los movimientos hercínicos. Esta Formación es sobrepuesta en concordancia por la Formación Vitiacua, calcárea, la cual, por su contenido en polen del género *Pytyesporites* y de una variada fauna marina (YPFB, 1972) ha sido asignada al Triásico. Al esclarecimiento de las relaciones verdaderas de los distintos cuerpos calcáreos han contribuido no sólo los nuevos datos aportados por trabajos regionales de numerosos colegas de nuestro país (Moreno, 1970), sino también los que provienen de Bolivia (Russo y Rodrigo, 1965).

Sintéticamente puede decirse que según los conocimientos actuales el sector del Sistema Subandino (Bonarelli) que queda ubicado al norte del paralelo que coincide con la junta de los ríos San Francisco y Bermejo carece de sedimentos pertenecientes al Grupo Salta, según las evidencias con que se cuenta a la fecha. En este sentido cabe admitir con seguridad la presencia de un área sobreelevada en tiempos cretácicos en todo el ámbito septentrional del Sistema Subandino, al menos para el tiempo en que se depositaron las Formaciones Pirgua y Yacoraité, y aceptando la posibilidad de que parte de lo que hasta la fecha se ha incluido en el llamado Terciario Subandino sea, en verdad, parte del Subgrupo Santa Bárbara (sensu Moreno, 1970), tal como puede ser posible según es opinión del Dr. Cazau (Comunicación verbal).

Leanza (1969) ha discutido ampliamente los aspectos paleontológicos que hacen directamente a la integración estratigráfica de todo el Sistema de las Sierras Subandinas referidos a la columna cretácica. Asimismo el recordado colega ha anotado concreta y certeramente la existencia de diferencias estructurales y distintas historias geológicas para los sectores en que, a partir del paralelo de Orán, al sur y al norte, podía quedar dividido el Sistema Subandino, en el sentido de Bonarelli. Leanza, asimismo, propuso restringir el nombre de Sistema Subandino para las sierras del sector septentrional sin proponer ninguno para las que integran la unidad austral, a las que consideraba similares a la Cordillera Oriental, por lo que debían "ser consideradas como una dependencia del Sistema Andino" (1969, p. 407).

Desde ese trabajo de Leanza, en que queda claramente planteada la necesidad de una subdivisión del Sistema Subandino, nuevos aportes como los de Ricci y Villanueva (1969); Bossi (1969); Bossi y Wampler (1969); Moreno (1970); Reyes (1970); Mingramm y Russo (1972); Mon (1971 y 1972); Mon y colaboradores (1971, 1972, 1973 y 1974); Reyes y Salfity (1973); Porto (1970); Porto y Danieli (1973); Gebhard, Giudici y Oliver (1974) a los que se deben agregar anteriores, como los de Peirano (1938 y 1939), Ruiz Huidobro (1960) y otros, han traído mejor conocimiento de las

distintas partes del conjunto subandino, con lo que puede intentarse avanzar sobre la elaboración de un concepto de subdivisión, marcando las diferencias de distinto tipo y los límites de las distintas unidades, eligiendo para éstos, en lo posible, accidentes geográficos.

LOS LÍMITES DEL SISTEMA SUBANDINO Y SUS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES

Para la mayor parte del borde occidental hemos tomado el que demarcó Turner (1970 y 1972) que llega, desde el límite con Bolivia, a la localidad de Palpalá, sobre el río Grande. Desde allí el límite que hemos considerado para este Sistema toma el curso del citado río siguiendo el cual va a dar al río Lavayen y su continuación el San Francisco, llegando por esa vía hasta Embarcación desde donde se dirige por el pie de las sierras, paralelo a las vías del Ferrocarril, hasta Tartagal donde se abre ligeramente al noreste para entomar por oriente las lomas de Campo Durán e Ipaguazú, llegando al límite con Bolivia. De esta manera quedan dentro del Sistema Subandino, en el oeste, entre otras, las sierras de Los Cinco Picachos y la de Calilegua, así como las de Zapla y Puesto Viejo, últimas expresiones de esta Provincia Geológica hacia el sur. El resto de las serranías, entre las principales son las del Porongal, del Pescado, Baja de Orán, Río Seco, del Alto o San Antonio, Macueta, Itaú y Aguargüe.

Con tales límites rápidamente se aprecia que quedan incluidos en el Sistema Subandino terrenos de edad cretácica que aparecen aflorando en el ámbito austral del Sistema, en conexión con las sierras de Calilegua, Zapla y Puesto Viejo y las lomadas que desde éstas bajan hacia el río San Francisco, de donde se conocen del subsuelo. Es decir que se produce una situación como la que ocurre en el límite occidental, en el tramo en que éste deja dentro de la Cordillera Oriental terrenos del ciclo Silúrico-Devónico (Formaciones Lipeón y Baritú) y del ciclo Permo-Carbonífero (Formación Tupambi) (Turner, 1972). Sin embargo, insistimos en que esta circunstancia, lejos de impurificar el concepto de subdivisión, lo hace más natural al no soslayar, con tal procedimiento, la condición de que todos los sectores que se discriminan integran un todo con una historia geológica global, común, de la cual la que corresponde a cada parte puede considerarse un capítulo.

La estratigrafía del Sistema Subandino así delimitado se integra con terrenos que van desde Ordovícico a Pérmico, en el Paleozoico, con un desarrollo exclusivo para el mismo, en relación con el Sistema de Santa Bárbara, de las secuencias permo-carboníferas, carácter que constituye una diferencia fundamental. Hay una participación discreta de terrenos reputados triásicos (Grupo Vitiacua) en el sector septentrional y otra igualmente pequeña del Grupo Salta en el sector austral, en el ámbito en que el Sistema Subandino se pone en relación más estrecha con las Provincias Geológicas vecinas en que esas secuencias adquieren importante desarrollo. La sucesión se completa con una potente pila sedimentaria de edad terciario-cuaternaria de amplia distribución y que queda implicada en la deformación, desde que es la orogenia andina la que condujo al Sistema Subandino a su panorama estructural actual.

Aún desde el punto de vista estructural puede señalarse una variación desde el norte hacia el sur en sectores en que el Sistema Subandino toma contacto más íntimo con la Cordillera Oriental y el Sistema de Santa Bárbara. En efecto, el estilo está puramente definido en el sector septentrional, caracterizado por una tectónica de plegamiento (Bracaccini, 1945; Zunino, 1945; Criado et al., 1960; Mingramm y Russo, 1972), expresada por una serie de anticlinales volcados al este y con fallas inversas de bajo ángulo en el flanco delantero que llegan al sobrecojimiento. Esta peculiaridad, propia de una tectónica de cobertura con gran espesor de sedimentos implicados en la deformación, va cambiando hacia el sursuroeste, hacia el extremo austral del Sistema,

constituído por las sierras de Zapla y su continuación en la de Puesto Viejo, en las que Nieniewski y Wleklinski (1950) mostraron que la expresión topográfica coincide con la deformación estructural, lo cual es una peculiaridad de todo el Sistema y, además, pusieron en evidencia una ligera asimetría del pliegue orientada al oeste y la existencia de fallas en que es evidente la dominancia del desplazamiento horizontal. Los autores indican para este sector un empuje orientado al oeste resultando el cuadro de conjunto muy próximo al que se produce en algunas de las sierras del Sistema de Santa Bárbara, con lo que también en este aspecto se hace visible un proceso de transición.

LOS LIMITES DEL SISTEMA DE SANTA BARBARA Y SUS CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES

Tal como se propone considerarlo aquí, este Sistema tiene un límite que en su sector noroccidental arranca desde el punto de reunión del río Bermejo con su afluente el San Francisco, corriendo por éste hasta su encuentro con el río Grande. Por este curso toma hacia el oeste hasta Palpalá, lugar en que deja de conectar con el Sistema Subandino para ponerse en relación con la Cordillera Oriental. Desde Palpalá el límite del Sistema de Santa Bárbara toma hacia el sur corriendo a unos 15 kilómetros de la ciudad de Salta pasada la cual, hace una ligera inflexión al oriente, entomando por el pie oriental a la sierra de Metán, a unos 10 kilómetros de la ciudad homónima. Sigue luego hasta la localidad de Tala, haciendo en ese recorrido una nueva inflexión al oeste. Paralela al río Salf, la línea de límite pasa al sur por Ticucho girando al este y tocando las localidades de El Chañar y La Ramada, desde donde va a La Fragua, pasando al sur de 7 de Abril. Desde allí une directamente las localidades de Joaquín V. González, Saravia y Gral. Pizarro, llegando con rumbo noreste a El Mistol y al río Bermejo por el cual retrocede al oeste hasta el punto de partida.

Dentro de esos límites cabe una región en la cual aparecen entidades estratigráficas que representan al Precámbrico, al Paleozoico inferior, al Mesozoico superior y al Cenozoico.

El Precámbrico aparece representado por leptometamorfitas que afloran en el extremo austral del Sistema, desde la sierra de La Candelaria hacia el sur. Presentan un grado de metamorfismo menor que el que muestran las rocas del Basamento en las montañas del oeste, en el ámbito de las Sierras Pampeanas y forman los núcleos de la citada sierra de La Candelaria y el de todas las sierras del noreste tucumano (Mon y Urdaneta, 1972). Constituyen estos terrenos la Formación Medina (Bossi, 1969), y su aparición franca en este sector es evidencia de la tendencia general del Basamento Cristalino a levantarse hacia el sur, fenómeno también visible en otros ámbitos occidentales. Este Basamento aparece intensamente replegado, no tiene espesor conocido, aunque se supone muy importante, y representa depósitos de tipo flysch. El problema de la edad y el grado metamórfico y su significado fue discutido extensamente por Mon (1972).

Sobre los núcleos metamórficos y a partir también de la sierra de La Candelaria hacia el sur, han sido halladas en varias localidades sedimentitas que por su posición en secuencia han sido atribuidas al Cámbrico. El descubrimiento fue efectuado por Ricci y Villanueva (1969) en la quebrada de Orcomato, en la sierra de La Candelaria y las rocas son ortocuarcitas y areniscas de grano fino con lutitas micáceas subordinadas, habiendo sido incluidas por los autores en la Formación Candelaria. La secuencia tiene 725 metros de espesor, tiene restos parecidos a *Scolithus* y se apoya en discordancia angular sobre el Basamento. Estos autores señalan asimismo afloramientos similares cerca de la localidad de Requelme, en la sierra del Campo, cuya identidad con las ortocuarcitas de la Formación Candelaria fue ratificada por Mon, Suayter y Urdaneta

(1971) y Mon, Urdaneta y Suayter (1971) quienes en la quebrada de Aguas Blancas midieron un espesor de 105 metros. La Formación ha sido asimilada a parte del Grupo Mésón.

Sobre la Formación Candelaria en aparente concordancia se apoyan 38 metros de limolitas y lutitas halladas por Ricci y Villanueva (op. cit.) en las que se encuentran restos de *Parabolina argentina*, del Ordovícico inferior. Constituyen la Formación Orcomato y fueron descubiertas en la quebrada homónima. Estos hallazgos de secuencia copaleozoicas en este conjunto de sierras, aparte de su importancia paleogeográfica, da razón adicional para su inclusión en el ámbito subandino.

Es evidente que la tendencia del Basamento a levantarse hacia el sur ha llevado a estas secuencias a su posición de afloramiento. Tal tendencia parece, por otra parte, más antigua que el Cretácico, por lo menos, a juzgar por la naturaleza litofacial anómala de las sedimentitas del Grupo Salta que afloran en este sector, particularmente las que corresponden a las Formaciones del Subgrupo Balbuena (senso Moreno, 1972).

El Sistema de Santa Bárbara muestra también secuencias de edad ordovícica, aunque más espesas, en sus tramos central y septentrional (Sierras del Gallo y Santa Bárbara) que corresponden a la Formación Mojotoro (Ruiz Huidobro, 1968). En los mismos tramos y a partir de la sierra de González hacia el norte aparecen secuencias potentes correspondientes al Silúrico-Devónico, pertenecientes a las Formaciones Zapla y Lipeón (Formación Unchimé), Cachipunco y Arroyo Colorado (Padula et al., 1967; Mingramm y Russo, 1972).

Estas secuencias cierran el ciclo sedimentario paleozoico, careciendo la unidad, tal como ha sido definida, de depósitos del ciclo Carbónico-Pérmico. Así, siguen encima, en discordancia, las entidades estratigráficas que componen el Grupo Salta, secuencia cuyo conocimiento se ha incrementado notablemente en los últimos años merced a trabajos de índole regional, al hallazgo de nuevas formas fósiles y al estudio de las ya conocidas, así, como a la información proveniente de investigaciones llegadas a cabo en Bolivia. (Moreno, 1970; Russo y Rodrigo, 1965; Reyes, 1970; Reyes y Salfity, 1973; Branisa, 1968; Pascual y Odreman, 1973; Ibañez, 1960).

Dicho Grupo comienza con el Subgrupo Pirgua (Reyes y Salfity, op. cit.), pefítico y arenoso, mayormente rojo, en el sector septentrional, pero sin pefitas más al sur, donde no se pueden identificar las unidades del Subgrupo (Gebhard et al. 1974). La secuencia de carácter molásico, varía rápidamente de espesor. Según el contenido paleontológico y edades radimétricas de los basaltos que contiene intercalados se ubica entre el Albiano-Cenomaniano y el Campaniano.

Se sobreponen las sedimentitas del Subgrupo Balbuena, que comienza con las areniscas calcáreas de la Formación Lecho, en fase transicional en algunos sectores de la cuenca pero discordante a escala regional. (Reyes y Salfity, 1972; Gebhard et al. 1974). La Formación como el resto del Subgrupo experimenta cambios faciales hacia el sur. Ello ocurre con las calizas maestrichtianas de la Formación Yacoraita las que gradan o se interdigitan con las lutitas de la Formación Olmedo, las que varían de color, litología y espesor hacia el sur, donde está representada por margas verdes y amarillentas y calcáreos azulados. El Subgrupo Santa Bárbara está representado por una potente secuencia continental, sin discontinuidades visibles y con abundantes episodios sedimentarios subácuos, pelíticos y calcáreos. Se incluyen aquí, como es sabido, las viejas Margas Multicolores de Bonarelli, que de abajo hacia arriba están representadas por las Formaciones Mealla, Mafz Gordo y Lumberas, cuya edad corresponde al Terciario inferior, al menos para las dos últimas. Hacia el ámbito tucumano nororiental la secuencia cretácico-terciaria del Grupo Salta se modifica notablemente desde el punto de vista litofacial, siendo difícil reconocer aún a las formaciones más caracteri-

zadas. El problema se complica ya que algunas unidades parecen alcanzar, apenas, el extremo noreste de la provincia de Tucumán (Porto y Danieli, 1973).

Para estos ámbitos Bossi ha creado un cuadro estratigráfico local ante la inseguridad de una buena correlación, el que se inicia con la Formación El Cadillal, conglomerádica y con intercalaciones de rocas volcánicas (Complejo Alto de las Salinas). La Formación El Cadillal posee una edad radimétrica entre Cretácico inferior y medio (Bossi y Wampler, op. cit.), y estaría en relación discordante con la sobrepuesta Formación Río Loro, la cual correlaciona con la Formación Pirgua. Otros autores consideran a la Formación Cadillal parte inferior de la Formación Pirgua.

La citada Formación Río Loro, compuesta de areniscas pardo rojizas y calcáreas es sobrepuesta, en estos sectores australes del Sistema de Santa Bárbara por la Formación Río Salí (Bossi, op. cit.), de edad terciaria y compuesta por areniscas, limolitas, arcilitas, tobas, calizas y yeso que la hacen similar, en su tramo basal, a la Formación Santa Bárbara (sensu Ruiz Huidobro). De allí que este autor considera como de esta Formación a parte de los depósitos que luego Bossi incluyó en la Formación Río Salí, redefinida por él. No es ocasión para entrar en más detalles de la evolución del esquema estratigráfico en estas regiones australes del Sistema de Santa Bárbara. Baste decir que la Formación Río Salí, sobrepuesta en concordancia por la Formación India Muerta (Bossi, 1969), con fósiles araucanenses, es de edad terciaria y se extiende hacia el norte del Sistema para engranar con unidades coetáneas que en fecha reciente y para sectores centrales y septentrionales, han estudiado y sistematizado litoestratigráficamente Gebhard, Giudici y Oliver (1974). Estos autores en su excelente aporte, apoyados en relevamientos por ellos realizados han ordenado el esquema del Terciario para esta Provincia Geológica, actualizando viejas denominaciones y reuniendo en un Grupo Orán los Subgrupos Metán (abajo), y Jujuy, el primero de los cuales incluye a las formaciones Río Seco, Ante y Quebrada de Jesús María, en tanto que el segundo se compone con las formaciones Río Guanaco y Piquete. El conjunto representa a la totalidad del Terciario Subandino.

El Cuartario está representado por depósitos pedemontanos, aterrazados y recorados y hasta fallados, compuestos por conglomerados gruesos, brechosos, discretamente estratificados en sus porciones de grano más fino, y que pasan en las áreas bajas a depósitos de gravas y loess. Los espesores son variables a lo largo de todo el Sistema.

Desde el punto de vista estructural las sierras de este Sistema presentan un cuadro que contrasta sensiblemente, por su estilo, con el que muestran las del Sistema Subandino.

Se trata de una serie alineada de anticlinales y sinclinales que coinciden, en lo esencial, con las áreas positivas y negativas del relieve y que se orientan desde NNE a SSO. Los anticlinales muestran fajas apicales anchas y son en general simétricos, apareciendo fallados, como norma, en sus flancos occidentales. Han sido señaladas también fallas en los flancos orientales, circunstancia que le da a las estructuras un carácter de bloque levantado muy particular y distinto al que presentan las sierras del Sistema Subandino. En algunos sectores como en la sierra del Gallo se ha producido cierta asimetría en la estructura anticlinal que la compone, derivada del fallamiento que afecta a esta unidad en el flanco occidental.

En el tramo del Sistema de Santa Bárbara que se ubica al norte del río Juramento los núcleos de los anticlinales aparecen compuestos por rocas más antiguas en la línea de sierras que se sitúan más al oeste. En efecto, para las sierras de Santa Bárbara y del Gallo, que son las que miran al valle del río San Francisco, los núcleos muestran afloramientos ordovícicos y silúricos. Ambas sierras presentan un frente de falla en el flanco occidental, siendo esas fallas inversas y de ángulo alto, con leve inclinación al este. Hacia el oriente, las sierras de Centinela, Cresta del Gallo y González poseen en

los núcleos de los anticlinales que las conforman terrenos de edad devónica, mientras que las serranías que se ubican en la faja más oriental de la alineación, es decir, las de Maíz Gordo y La Lumbreira tienen áreas nucleares visibles compuestas por terrenos de la Formación Pírgua. Naturalmente este "envejecimiento" de los núcleos de este a oeste está vinculado a la deformación estructural, principalmente al fallamiento, indicando un escalonamiento de los resaltos, en incremento hacia el oeste, así como la orientación del impulso tectónico. Concordantemente con esta situación, los frentes serranos abruptos miran al oeste y en los flancos orientales, más tendidos, aparecen los asomos de terrenos cretácicos y terciarios. La deformación anticlinal, suavemente expresada, es visible también en el ámbito terciario oriental, bajo, en alineación con estructuras bien notables de las sierras.

Entre los ríos Juramento y Horcones, cerrando por el este la depresión de Metán, aparece el Cerro Colorado, largo y aislado en la llanura, integrado por las Formaciones Pírgua y Yacoraité, con fuerte pendiente al este y el cual, según Mingramm y Russo (op. cit.) es expresión superficial de un bloque elevado (pilar) que se ubica en el subsuelo, en el ámbito de la llanura, al oeste de Joaquín V. González. A este respecto cabe apuntar que Stappenbeck ha supuesto la conexión entre el Cerro Colorado y la sierra de Guasayán, en Santiago del Estero. Conviene llamar la atención acerca de la aparición, entre las expresiones serranas citadas, de los cerros Remate y Cantero, descritos recientemente por Mon y Dinkel (1974). Estos cerros presentan un núcleo compuesto por areniscas claras, amarillas y rosadas, silíceas y duras, rodeado por sedimentitas atribuidas por estos autores a la Formación Río Salí, terciaria. Hagerman (1937) había citado para el cerro Cantero la presencia de areniscas cuarcíticas blanquecinas sobre las que descansan en discordancia sedimentos rojos que este autor atribuyó a su Formación Y (Fn. Pírgua). El anticlinal del cerro Cantero, de rumbo meridional, aparece fallado al oeste, pero con pendiente abrupta al oriente. En cuanto al cerro Remate, es un anticlinal bien conformado, fallado en su flanco suroriental ya que su eje mayor orienta al noreste.

Las estructuras anticlinales que aparecen al sur del río Horcones, la primera de las cuales es la sierra de La Candelaria, poseen también un rumbo de SSO a NNE.

A su conocimiento detallado, luego de los trabajos de Peirano (1938, 1939 y 1944) han contribuido los relevamientos llevados a cabo por Mon (1971) y Mon et al. (1971), que aportan detalles a los que se remite al lector. Las distintas estructuras anticlinales reconocen, como mecanismo de su formación, el levantamiento diferencial de bloques del basamento metamórfico a través de fracturas inversas de ángulo muy alto e inclinación variable al este u oeste, que son las que han inducido el plegamiento de la cubierta. El núcleo de los anticlinales de todo este sector, como ya se dijo, se compone de metamorfitas de bajo grado que integran la Formación Medina atribuida al Precámbrico. Ellas muestran plegamiento hasta de segundo orden y esquistosidad cuyo rumbo oscila entre N 30° O y N 60° O (Mon, Urdaneta y Suayter, 1970). Hay inyección venosa de cuarzo la cual, conjuntamente con la esquistosidad, son anteriores al Cámbrico de la Formación Candelaria. En este aspecto se repite aquí una situación conocida de los ambientes de Cordillera Oriental. Como se ha manifestado, también, la disposición de los sedimentos eopaleozoicos revela diastrofismo previo a la depositación de las secuencias cretácicas y terciarias que muestran, habitualmente, una condición de yacencia de inclinación discreta. El fallamiento principal tiene arrumbamiento submeridional, pero hay también fallas orientadas al NNE y NNO.

La distribución de los depósitos cámbricos y ordovícicos (Formaciones Candelaria y Orcomato) sobre el faldeo occidental de la sierra de La Candelaria y el oriental de la sierra del Campo; la "interdigitación" de los bloques serranos entre sí, revelada por la tendencia de la sierra de La Candelaria a intercalarse entre las de Medina y del Campo, a medida

que se hunde hacia el sur (Mon, 1974, p. 218); los distintos basculamientos que, por grupos, muestran estas sierras de las que las de Medina, Nogalito y La Candelaria inclinan al oeste, mientras que las de La Ramada y del Campo vuelcan sus bloques al este, hacen posible pensar en la existencia de un viejo núcleo único, precámbrico, plegado y fallado, por el diastrofismo asintico, sobre el que luego se depositaron las secuencias cámbricas y ordovícicas (pseudoconcordantes?), que padecieron el tectonismo tectónico que, aparte de reactivar la fracturación, elevó el área respecto a las zonas inmediatamente vecinas al norte y este, impidiendo la depositación de las series silúrico-devónicas (Mingramm y Russo, 1972), y, por supuesto, las permocarbónicas.

La tendencia positiva apenas cede en los sectores septentrionales de esta región para aceptar la depositación de una Formación Yacoraite en facie muy proximal, cayendo luego el área entera, y el resto de la Provincia Geológica en el dominio del diastrofismo andino, a cuyos efectos se debe el desmembramiento final en bloques, tal como hoy se lo observa.

No me es conocido el significado de la depresión de Metán dentro del panorama de la estructura regional pretérita, pero es probable que haya sido una zona elevada que tuvo que ver con el borde occidental de la ingresión silúrico-devónica en esta región, siendo su condición actual deprimida una consecuencia del diastrofismo andino. Como ya se dijo, sedimentitas correspondientes a esa ingresión sólo aparecen al norte del río Juramento en la actualidad.

Creo importante señalar que el fallamiento en bloques del basamento es un acontecimiento estructural muy temprano en la historia geológica de este Sistema, como en la de las vecinas Sierras Pampeanas y Cordillera Oriental. Trabajos de Braccacini (1960), y Mingramm y Russo (1972), entre otros, han mostrado claramente que la estructuración en bloques es un fenómeno que comienza a producirse antes del Cámbrico y se acentúa claramente en las etapas diastróficas tectónica y bretónica.

Mon (1971) ha señalado con abundancia de datos el particular comportamiento del basamento precámbrico del extremo sur del Sistema de Santa Bárbara el cual, aparte de moverse en bloques a través de fallas, como es conocido, "no ha sido totalmente rígido, sino, en cierta medida, dúctil, lo que ha permitido la existencia de deformación por plegamiento previa y/o sincrónicamente a la individualización de los mismos". Esta particularidad del basamento es considerada por Mon como una condición fundamental para la distinción de los ambientes subandinos, con basamento dúctil, y las Sierras Pampeanas, con un comportamiento más rígido. En mérito a ello, Mon y Suayter (op. cit.) han incluido entre el grupo de las Sierras Subandinas a la sierra de San Javier, ubicada inmediatamente al oeste de la ciudad de Tucumán y considerada siempre como una sierra "pampeana". Dicha sierra posee un núcleo de metamorfitas de la Formación Medina sobrepuesto en discordancia por sedimentitas cretácicas (Formación Pírgua) y terciarias (Formaciones Río Nío y Río Salí). No han sido hallados en ella sedimentos paleozoicos de ningún tipo. Habría que considerar, tal como lo hacen Mon y Suayter (op. cit.), la posibilidad de que la "ductilidad" realmente no lo sea en un sentido estricto, sino que la deformación sea debida a la acomodación de la masa, esquistosa y microfracturada, a través de los innumerables planos de ajustes que crean la esquistosidad y la microfracturación, tanto como las fallas. Asimismo cabe admitir cierto comportamiento plástico de estas masas, por limitado que sea, tal como ha sido sostenido por Figueroa Caprini (1970), con buena argumentación, para ambientes de la Cordillera Oriental. Así planteado el problema, se entiende bien que el basamento del ámbito de las Sierras Pampeanas tenga, en general, un comportamiento más rígido, sea porque en ellas las metamorfitas provienen de rocas sedimentarias de granulometría más gruesa, o que sean metamorfitas de más alto grado, a lo que habría que agregar el aporte ígneo que se conoce de tantos ámbitos de las Sierras Pampeanas.

En nuestra opinión, la acertada observación de Mon y Suayter acerca de las variaciones litológicas del basamento, y en consecuencia, de su comportamiento estructural íntimo diferente, no constituyen un carácter suficientemente valioso para apoyar la incorporación de la sierra de San Javier al Sistema Subandino, tal como ellos lo consideran, ya que un comportamiento igual se observa en la Cordillera Oriental y aún en las mismas Sierras Pampeanas, en localidades en que el basamento está integrado por metamorfitas provenientes de pelitas.

Se entiende claramente que se trata de un área de transición y, consecuentemente, la fijación del límite será, en buena medida, convencional. En nuestra posición, nos impresiona el factor estratigráfico, que muestra una ausencia total, a la fecha, de secuencias eopaleozoicas en la sierra de San Javier, con lo que ella se aproxima a las Sierras Pampeanas que tienen esa saliente característica en la mayor parte de su ámbito. El valle del río Salí, que es una depresión estructural, constituye, de esa manera, un límite natural para el extremo suroeste del Sistema de Santa Bárbara.

La historia geológica del mismo se colige de la información sucintamente aportada y puede completarse con los datos existentes en la bibliografía citada. En lo que hace a sus relaciones con las regiones orientales, ella trasciende, en su tramo austral, a la región llana que integra los dominios de la llamada Cuenca Chaco-Paranense, en tanto hacia el norte se confunde con el área llana de la llamada Cuenca Mesozoica del Noroeste (Padula, 1973).

Al occidente, el Sistema de Santa Bárbara contacta, desde Palpalá hacia el sur con la Cordillera Oriental, para la que hemos adoptado un límite algo distinto, en el sector austral, del que fijara oportunamente Turner (1970, 1972), inmediatamente al sur y paralelo a la quebrada del Toro y al ferrocarril de Salta a San Antonio de los Cobres. Quiero dejar constancia que el distinguido colega, que había fijado esos límites años atrás, había concebido cambiarlos independientemente de mis opiniones, que gustosamente sometí a su consideración, de acuerdo con los nuevos conocimientos que se tienen de la región. Tal límite, según el plano adjunto, desde la latitud de San Antonio de los Cobres desciende hacia el sur por el valle del río Calchaquí hasta su junta con el río Santa María, al noroeste de Cafayate. Desde allí recorre un corto trecho el río de las Conchas hacia el noreste, al que abandona para realizar una convexidad al norte entomado el cerro Ciénaga Grande (punta norte de las Cumbres Calchaquíes), regresando hacia el sur para caer al valle superior del río Tala, yendo a reunirse con el límite occidental del Sistema de Santa Bárbara, en la inmediación de la localidad homónima (Tala). Cabe apuntar que tales límites no son nuevos para esta Provincia Geológica, ya que ellos son, casi sin variantes, los que fijara Groeber en 1938 y que utilizó Leanza (1958) para la unidad que él llamaba Andes Orientales. Sólo varían los actuales al haberse incorporado a la Cordillera Oriental el ámbito en que se levantan los Altos de Muñoz, el cerro Guanaco y la sierra de Metán.

En la comarca que agrega, hasta ahora incluida en las Sierras Pampeanas, amplios asomos de sedimentitas del Grupo Salta y de la cubierta terciaria aparecen rodeando núcleos de rocas reputadas precámbricas. Los asomos de estas últimas se estiran hacia el sur, en una verdadera interdigitación con la cubierta sedimentaria mencionada, que va desapareciendo en esa dirección, en la comarca en que la Cordillera Oriental se pone en relación con las Sierras Pampeanas. El estilo estructural, detalladamente descrito por Turner (1970, 1972), no muestra variantes sensibles hacia el sur, más que las que aporta la presencia de una cubierta sedimentaria cretácico-terciaria que en el sector austral de la Provincia Geológica reemplaza el papel que la cubierta eopaleozoica cumple en el sector septentrional. Los trabajos de Vilela (1956), Ruiz Huidobro (1949, 1955, 1960) y los más recientes de Ramos (1973) y Méndez (1974), proporcionan información abundante que aportan a la determinación de los nuevos límites.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ARIGOS L. E. y C. R. VILELA. 1949. *Consideraciones geológicas sobre las Sierras Subandinas en la región de Tartagal*. Rev. Asoc. Geol. Arg., IV, p. 77-132. Buenos Aires.
- AUBOUIN J. y A. V. BORRELLO. 1970. *Regard sur la géologie de la Cordillère des Andes: relais paléogéographiques et cycles orogéniques superposés: Le Nord Argentin*. Bull. Soc. Geol. France, XII, 2, p. 246-260. París.
- BONAPARTE J. F. y J. BODOVNIKOV. 1974. *Algunos fósiles pleistocénicos de la provincia de Tucumán y su significado estratigráfico*. Act. Geol. Lilloana, XII, 11, p. 169-188, Tucumán.
- BONARELLI G. 1913. *Las Sierras Subandinas del Alto y Aguaraquí y los yacimientos petrolíferos del distrito minero de Tartagal*. An. Min. Agr. Dir. Min. Geol. e Hidrol., VIII, 4, Bs. Aires.
- BONARELLI G. 1914. *La estructura geológica y los yacimientos petrolíferos del distrito minero de Orán*. An. Min. Agr. Dir. Min. Geol. e Hidrol. Bol. 9, Ser. B. Buenos Aires.
- BONARELLI G. y F. PASTORE. 1918-1919. *Bosquejo geológico de la provincia de Tucumán*. I. Reun. Nac. Soc. Arg. Cienc. Nat. Tucumán, p. 27-46. Bs. Aires.
- BONARELLI G. 1921. *Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (Prov. Salta y Jujuy)*. An. Min. Agric. Sec. Geol. Mineral. y Minas XV, 1, p. 1-96. Bs. Aires.
- BONARELLI G. 1950. *El "Puca" de Bolivia*. Apart. Ult. Misc., IV, 5, Gubbio.
- BORRELLO A. V. 1969. *Los geosinclinales de la Argentina*. An. Dir. Nac. Geol. Min., XIV, p. 1-188. Bs. Aires.
- BOSSI G. 1969. *Geología y Estratigrafía del sector sur del valle Choromoro*. Act. Geol. Lilloana, X, 2 p. 17-64. Tucumán.
- BOSSI G. y M. WAMPLER. 1969. *Edad del Complejo Alto de las Salinas y Formación El Cadillal, según el método K-Ar*. Act. Geol. Lilloana, X, 7 p. 141-160. Tucumán.
- BRACACCINI O. I. 1945. *El factor estructural en las acumulaciones petrolíferas del país*. Bol. Inf. Petrol., 247, p. 1-19 (reimpr.). Bs. Aires.
- BRACACCINI O. I. 1960. *Lineamientos principales de la evolución estructural de la Argentina*. Petroctenia, Rev. Inst. Arg. Petr. X, 6, p. 57-69. Bs. Aires.
- BRACKEBUSCH L. 1883. *Estudio sobre la Formación Petrolífera de Jujuy*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, V, p. 137-252. Córdoba.
- BRACKEBUSCH L. 1891. *Mapa geológico del interior de la República Argentina*. Escala 1:1.000.000. Gotha.
- BRANISA L. 1968. *Hallazgo del amonite Neolobites en la caliza Miraflores y de huellas de dinosaurios en la Formación El Molino y su significado para la determinación de la edad del "Grupo Puca"*. Bol. Inst. Bol. Petr. VIII, 1, p. 16-29. La Paz.
- CUERDA A. J. y B. BALDIS. 1971. *Silúrico-Devónico de la Argentina*. Ameghiniana, Rev. Asoc. Paleont. Arg. VIII, 2, p. 128-164. Bs. Aires.
- CUERDA A. J. 1973. *Reseña del Ordovícico Argentino*. Ameghiniana, Rev. Asoc. Paleont. Arg. X, 3 p. 272-312. Bs. Aires.
- D'ORBIGNY A. 1842. *Voyage dans l'Amérique meridionale*.
- FIGUEROA CAPRINI M. 1970. *Algunas consideraciones sobre la tectónica del Basamento del Norte Argentino*. Act. Geol. Lilloana, X, 11, p. 227-242, Tucumán.
- FOSSA MANCINI E. 1938. *Una reunión de geólogos de Y.P.F. y el problema de la terminología estratigráfica*. Bol. Inf. Petr. 171, p. 31-95. Bs. Aires.
- GEBHARD J., A. GIUDICE y J. OLIVER. 1974. *Geología de la comarca entre el río Juramento y arroyo Las Tortugas, provincias de Salta y Jujuy*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXIX. 3, p. 359-375. Bs. Aires.
- GONZALEZ O. E. 1970. *Estudio geológico de los cerros de Pereira, sierra de Santa Bárbara, Jujuy*. Tesis Fac. Cienc. Ex. Fis. Nat., Un. Nac. Córdoba.
- GONZALEZ BONORINO F. 1950. *Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas*. Rev. Asoc. Geol. Arg. V, p. 81-110, Bs. Aires.
- GROEBER P. 1938. *Mineralogía y Geología*. Ed. Espasa Calpe Arg., Bs. Aires.
- HAGERMAN T. 1933. *Informe preliminar sobre el levantamiento geológico del Departamento de Santa Bárbara en la provincia de Jujuy*. Bol. Inf. Petr. X, Nº 107, Bs. Aires.
- HAGERMAN T. 1936. *Investigaciones sobre el material clástico en formaciones del norte argentino*. Bol. Inf. Petr. 139, p. 75-120. Bs. Aires.
- HARRINGTON H. J. 1956. *Argentina en Handbook of South American Geology*. (JENKS W. F. ed.), Mem. Geol. Soc. Amer. 65. Tulsa.

- IBÁÑEZ M. A. 1960. *Informe preliminar sobre el hallazgo de anuros en las "areniscas inferiores" de la quebrada del río de Las Conchas (Prov. de Salta, Argentina)*. Act. Geol. Lilloana, III, p. 173-180. Tucumán.
- KEIDEL J. 1947. *El Precámbrico*. GAEA. Soc. Arg. Est. Geogr., I. Bs. Aires.
- LEANZA A. F. 1958. *Geología Regional en Argentina Suma de Geografía*. cap. III, p. 217. Ed. Peuser. Bs. Aires.
- LEANZA A. F. 1969. *Sistema de Salta. Su edad, sus peces voladores su asincronismo con el Horizonte Calcáreo Dolomítico y con las calizas de Miraflores y la hibridez del Sistema Subandino*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIV, 4, p. 303-407. Bs. Aires.
- LOHMAN H. H. y L. BRANISA. 1962. *Estratigrafía y paleontología del Grupo Puca en el sinclinal de Miraflores, Potosí*. Petr. Bolív. IV, 2, p. 9-16. La Paz.
- MENDEZ V. 1974. *Estructuras de las provincias de Salta y Jujuy a partir del meridiano 65° 30' oeste, hasta el límite con las repúblicas de Bolivia y Chile*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIX, 4, p. 391-424. Bs. Aires.
- MINGRAMM A. y A. RUSSO. 1972. *Sierres Subandinas y Chaco Salteño*. Simp. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, p. 185-211. Córdoba.
- MON R. 1971. *Estructura geológica del extremo austral de las Sierras Subandinas, prov. de Salta y Tucumán*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVI, 2 p. 209-220. Bs. Aires.
- MON R. 1972. *Esquema estructural de la provincia de Tucumán, República Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVII, 2, p. 223-228. Bs. Aires.
- MON R., L. SUAYTER y A. URDANETA. 1971. *Sobre la presencia del Paleozoico inferior en la provincia de Tucumán*. Act. Geol. Lilloana, XI, 2 p. 229-240. Tucumán.
- MON R. URDANETA y L. SUAYTER. 1971. *Estudio geológico de las sierras del Campo y La Ramada (prov. Tucumán)*. Act. Geol. Lilloana, XI, 15, p. 291-306. Tucumán.
- MON R. y A. URDANETA. 1972. *Introducción a la geología de Tucumán, República Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVII, 3, p. 309-329. Bs. Aires.
- MON R. y L. SUAYTER. 1973. *Geología de la sierra de San Javier (Prov. de Tucumán, R. Argentina)*. Act. Geol. Lilloana, XII, 10, p. 155-168. Tucumán.
- MON R. y J. C. DINKEL. 1974. *Geología de la comarca del cerro Remate (prov. de Salta, Tucumán y Santiago del Estero) y nuevos datos sobre la distribución del Paleozoico inferior en el noroeste argentino*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXIX, 1, p. 61-71. Bs. Aires.
- MORENO J. A. 1970. *Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico superior de la cuenca del Noroeste Argentino con especial mención a los subgrupos Balbuena y Santa Bárbara*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXV., 1, p. 9-44. Bs. Aires.
- NIENIEWSKI A. y E. WLEKLINSKI. 1950. *Contribución al conocimiento del anticlinal de Zapla (prov. de Jujuy)*. Rev. Asoc. Geol. Arg. V, 4, p. 169-203. Bs. Aires.
- PADULA E. et al. 1967. *Devonian of Argentina*. Int Symp. Dev. Syst. Proc. II, p. 165-199, Calgary.
- PADULA E. 1973. *Las cuencas sedimentarias petrolíferas argentinas. Sus resultados*. Petrotecnia. Rev. Inst. Arg. Petr. 5, Bs. Aires.
- PASCUAL R. y O. ODREMAN RIVAS. 1973. *Las unidades estratigráficas del Terciario, portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos*. Act. V. Congr. Geol. Arg. III, p. 293-338. Bs. Aires.
- PEIRANO A. 1938. *Estructura sencilla y relieve complicado de la sierra de La Ramada (Tucumán)*. Cuad. Min. Geol. UNT, I, p. 10-14.
- PEIRANO A. 1938. *Sierras mesopampeanas*. Cuad. Min. Geol. UNT, I, 1 p. 58-59.
- PEIRANO A. 1938. *El valle de Medina. I y II partes*. Cuad. Min. Geol. UNT, I, 3 p. 9-12 y I, 4 p. 10-20.
- PEIRANO A. 1938. *Otras noticias sobre la sierra de La Ramada*. Cuad. Min. Geol. UNT, I, 4, p. 21-23.
- PEIRANO A. 1939. *Ensayo sobre orogénia y tectónica general de las sierras del noreste de la provincia de Tucumán y del extremo sudcentral de la de Salta*. Cuad. Min. Geol. UNT, II, 6 p. 11-37 y II, 7., p. 155-165.
- PEIRANO A. 1939. *Las calizas cristalinas de la sierra de La Ramada*. Cuad. Min. Geol. UNT, II, 8 p. 19-28.
- PORTO J. C. 1970. *Geología de las cumbres del Taficillo, sierras de San Javier septentrional, provincia de Tucumán*. Act. Geol. Lilloana, XI, 2 p. 27-58. Tucumán.
- PORTO J. C. y C. DANIELI. 1973. *El extremo austral de la Formación Yacoraita (del Grupo Salta) limitrofe en las provincias de Salta y Tucumán*. Act. V. Congr. Geol. Arg., III, p. 339-353. Bs. Aires.
- RAMOS V. A. 1973. *Estructura de los primeros contrafuertes de la Puna Salta Jujena y sus manifestaciones volcánicas asociadas*. Act. V. Congr. Geol. Arg., IV., p. 159-202. Bs.

- Aires.
- RASSMUSS J. 1916. *Rasgos geológicos generales de las Sierras Pampeanas*. Bol. Dir. Gral. Min. Geol. Hidrol., 13, Ser. B. p. 1-18. Bs. Aires.
- RASSMUSS J. 1920. *Observaciones geológicas en Salta. III. La cuenca de Metán*. Bol. Dir. Gral. Min. Geol. e Hidrol. 2, Ser. F. Bs. Aires.
- RASSMUSS J. 1925. *Las termas de Rosario de la Frontera*. Publ. Dir. Gral. Min. Geol. 13., Bs. Aires.
- REYES F. C. 1970. *Correlaciones en el cretácico de la Cuenca Andina de Bolivia, Argentina, Perú y Chile*. I. Congr. Lat. Amer. Geol. Lima, Perú.
- REYES F. C. y J. SALFITY. 1973. *Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) del Noroeste argentino*. Act. V. Congr. Geol. Arg. III, p. 355-385. Bs. Aires.
- RICCI H. I. y G. A. VILLANUEVA. 1969. *La presencia del Paleozoico inferior en la sierra de La Candelaria (Pcia. de Salta)*. Act. Geol. Lilloana X, 1. p. 1-6, Tucumán.
- RUIZ HUIDOBRO O. J. 1949. *Estudio geológico de la región de los cerros Quitilipi y Pirgua (Depto. Guachipas, prov. Salta)*. Rev. Asoc. Geol. Arg. IV, 1. p. 40-75. Bs. Aires.
- RUIZ HUIDOBRO O. J. 1955. *Tectónica de las Hojas Chicoana y Salta*. Rev. Asoc. Geol. Arg. X, 1. p. 7-43. Bs. Aires.
- RUIZ HUIDOBRO O. J. 1960. *Descripción geológica de la Hoja 8e Chicoana (Prov. de Salta)*. Bol. Dir. Nac. Geol. Min. 89. Bs. Aires.
- RUIZ HUIDOBRO O. J. 1960. *El Horizonte Calcáreo Dolomítico en la provincia de Tucumán*. Act. Geol. Lilloana, III, p. 147-171. Tucumán.
- RUIZ HUIDOBRO O. J. 1968. *Descripción geológica de la Hoja 7e Salta, prov. de Salta y Jujuy*. Bol. Dir. Nac. Geol. Min. 109. Bs. Aires.
- RUSSO A. y G. RODRIGO. 1965. *Estratigrafía y paleogeografía del Grupo Puca en Bolivia*. Bol. Inst. Bol. Petr. V, 3-4, p. 5-51. La Paz.
- SCHLANGINWEIT O. 1936. *Los insectos fósiles del norte argentino y la edad del Horizonte Calcáreo Dolomítico*. Bol. Inf. Petr. XIII, 1-45. Bs. Aires.
- SCHLANGINWEIT O. 1937. *Observaciones estratigráficas en el noroeste argentino*. Bol. Inf. Petr. 156. p. 1-49. Bs. Aires.
- SCHLAGINWEIT O. 1941. *Correlación de las calizas de Miraflores en Bolivia con el Horizonte Calcáreo Dolomítico del Norte Argentino*. Not. Mus. La Plata, VI, Geol. N° 14. p. 337-354. La Plata.
- SCHWAB K. 1970. *Ein Beitrag zur jungen Bruchtektonik der argentinischen Puna und ihr Verhältnis zu den angrenzenden Andenabschnitten*. Geol. Rundschau, 59, 3 p. 1064-1087. Stuttgart.
- STAPPENBECK R. 1921. *Estudios geológicos e hidrogeológicos en la zona subandina de las provincias de Salta y Tucumán*. An. Min. Agr. Dir. Gral. Min. Geol. Hidrol., XIV, 5. Bs. Aires.
- TURNER J. C. 1958. *Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la sierra de La Rinconada (Jujuy)*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XIII, 1, p. 15-39. Bs. Aires.
- TURNER J. C. 1964. *Descripción geológica de la Hoja 2c Santa Victoria*. Bol. Inst. Nac. Geol. Min., 104, p. 1-83. Bs. Aires.
- TURNER J. C. 1970. *The Andes of Northwestern Argentina*. Geol. Rundschau, 59, 3 p. 1028-1033. Stuttgart.
- TURNER J. C. 1972. *Cordillera Oriental en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, p. 117-142, Córdoba.
- VILELA C. R. 1956. *Descripción Geológica de la Hoja 7d Rosario de Lerma (Prov. de Salta)*. Bol. Dir. Nac. Geol. Min., 84, p. 1-60. Bs. Aires.
- YACIMIENTOS PETROLEFEROS FISCALES BOLIVIANOS. 1972. *Resumen de la Geología petrolera de Bolivia*. p. 1-113. La Paz.

