

OBSERVACIONES GEOLOGICAS EN LA QUEBRADA DE SANTUYO,
VOLCAN (DEPARTAMENTO DE TUMBAYA), JUJUY

Por RAUL A. SCANAVINO * Y MARTIN E. GUICHON **

RESUMEN

Se describen los caracteres de las rocas calcáreas y psamo-pelíticas que componen la sección normal del perfil en la comarca. Las rocas calcáreas presentan facies miogeosinclinales de vacuidad, mientras que las clásticas mencionadas integran el régimen del flysch. En conjunto los dos grupos de rocas pertenecen a la tectogénesis de la Era Protoídica, típica de la Cordillera Oriental del Norte Argentino.

ABSTRACT

The characteristics of the limestones and psamo-pelitic rocks that form the normal section of the profil in the comarc are described in this work. The limestones shows the miogeosynclines facies of vacuité, while the already mentioned clastics correspond to the flysch regimen. Both groups of rocks belong to the tectogenesis of the Protoidic Era which is typical of the named Cordillera Oriental of Northern Argentina.

INTRODUCCION

El área que abarca las descripciones del presente trabajo y sus alrededores está comprendida en la zona prepuneña del Norte Argentino dentro de la cual la División Geología de la Facultad de Cien-

* Encargado de Investigación con Dedicación Exclusiva en la División Geología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

** Ayudante Diplomado con Semidedicación, idem.

cias Naturales y Museo de La Plata viene realizando tareas de investigación para esclarecer aspectos geotectónicos llamativos en la estructura marginal de la Cordillera Oriental, en Jujuy. Cabe señalar que como parte de la quebrada de Humahuaca, la zona de referencia es uno de los tramos escogidos de estudio para tratar las relaciones del Basamento y su cubierta en la Carta Tectónica que prepara en la actualidad la nombrada División Geología de la Facultad.

La quebrada de Santuyo, quizás más que las otras que surcan la ladera oriental de la quebrada de Humahuaca, permite extraer de los reconocimientos geológicos efectuados datos concretos sobre el desarrollo geosinclinal prepaleozoico en el Norte Argentino. Asimismo la información que proporciona este trabajo tiende a ampliar el conocimiento geotectónico del Precámbrico de la Cordillera Oriental.

Los aspectos estructurales de la sistemática sedimentaria geosinclinal, sus cambios y su desarrollo regional quedan específicamente distinguidos a través de la interpretación geológica de la sección estudiada en ambos márgenes de la quebrada de Santuyo por los autores presentes, sobresaliendo la individualización característica de los procesos de la *vacuidad* y *flysch* de acuerdo con la tendencia más moderna aplicada en los estudios que se han venido realizando en los últimos años en la División.

Los resultados que se exponen en este trabajo son una consecuencia de las tareas de conjunto que se realizan en la Facultad de acuerdo con los programas de investigación en vigencia para el Norte Argentino. A principios de 1968 el primero de los autores presentes tomó contacto con el problema del área bajo la dirección del Prof. Dr. A. V. Borrello. Seguidamente el mismo autor desarrolló, ya solo, trabajos en la zona comprendida al Norte y Sur de Volcán, habiendo destinado la mayor parte del mes de marzo de aquel año a estudios de detalle sobre la margen izquierda de la quebrada de Humahuaca, entre las quebradas del Manzano y La Calera, Jujuy. En el transcurso del mes de marzo del corriente año, los autores que suscriben esta comunicación, complementaron los estudios iniciados y realizaron la medición de perfiles locales, uno de los cuales es precisamente la sección geológica que aquí se describe.

La investigación cumplida fue costeadada con recursos de la Facultad. Agradecemos al Dr. A. V. Borrello la valiosa orientación brindada durante la ejecución de los trabajos de campaña y gabinete.

ANTECEDENTES

Las cartas geológicas existentes (Brackebusch, 1891; Sgrosso, 1943 y otros), no alcanzan por su escala a indicar el desarrollo de los caracteres litológicos del Basamento del Norte Argentino. Se debe considerar que las cartas regulares y analíticas deben ser susceptibles de indicar los elementos geológicos hasta la escala 1 : 500.000, esta escala es en la que se vuelcan tales referencias en la Carta Tectónica de la República Argentina, en ejecución en la División Geología de la Facultad.

La primera definición concreta sobre las unidades litológicas del Basamento en el área de referencia se deben a R. Loss y A. Giordana (1952) cuando estos autores pusieron de manifiesto la importancia que tienen en la zona los afloramientos de la "Formación Calcárea de León - Volcán", distintos de los depósitos psamo-pelíticos que prevalecen en el Proterozoico de todo el Norte Argentino.

Entre 1962 y 1965 y como consecuencia del estudio de Los Geosinclinales de la Argentina, Borrello (1969), indicó a las rocas calcáreas del área de referencia con el nombre de *Vacuidad Volcán* y al extenso complejo de psamitas y pelitas lo describió bajo el nombre de *Flysch Humahuaca*. Los dos términos de la sistemática estructural sedimentaria fueron así aplicados por este autor para el área en que tuvieron lugar posteriormente los estudios que sirvieron de base a los resultados del presente trabajo.

Existen otras referencias someras de zonas cercanas a la quebrada de Santuyo que pueden ser tenidas en cuenta; las mismas serán mencionadas en el lugar de las descripciones respectivas (*cf. infra*).

Oportunamente se podrán dar a a conocer otros resultados geológicos de las comarcas inmediatas, siempre dentro de la moderna metodología de investigación geotectónica impuesta en los últimos años en el medio en que actuamos.

SITUACION Y CARACTERES DE LA QUEBRADA DE SANTUYO

Este accidente geográfico surge la ladera occidental del Cordón sur de Tilcara con rumbo Sudeste-Noroeste. Es una profunda incisión del relieve, de trayectoria corta y que se conecta a la quebrada de Humahuaca aproximadamente sobre el paralelo 24° L.S. Sus cabece-

ras alcanzan la cot ade 3200 m snm, en cambio, la altitud mínima del curso inferior sobre la quebrada de Humahuaca es de unos 2000 m snm, se trata por lo tanto de una típica quebrada de descarga torencial, abrupta y apeldañada en saltos sucesivos como consecuencia de los caracteres tectónicos y litológicos que conforman el lecho de su

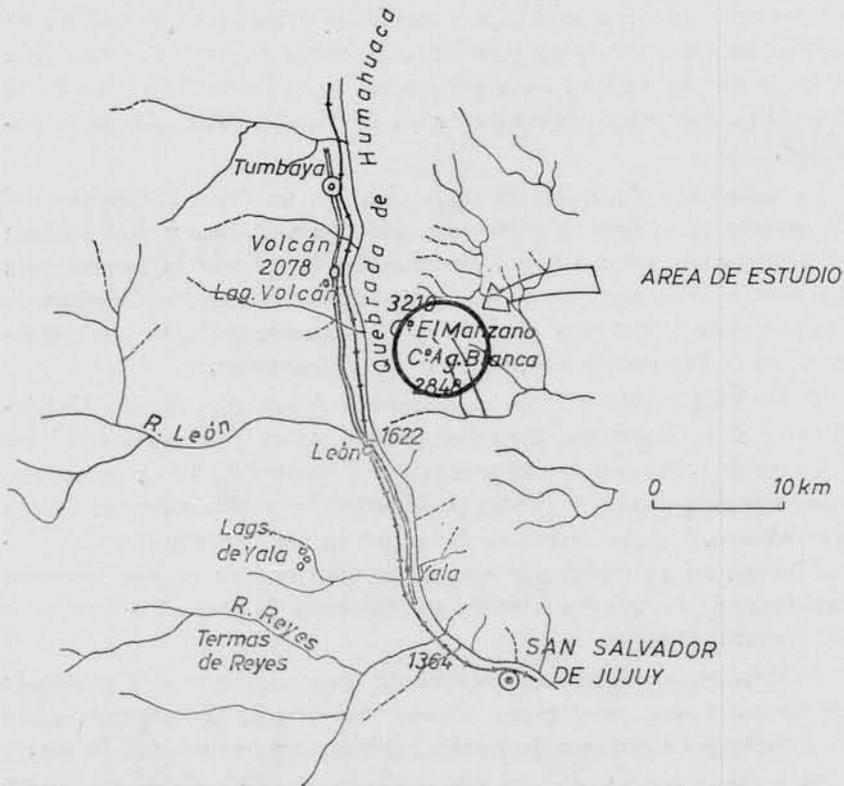


Fig. 1. — Plano de ubicación

curso. El fondo de la quebrada está relleno de bloques de todo tamaño, siendo algunos de éstos de gran volumen, prevaleciendo los clastos algo removidos, pero muy poco transportados de material calcáreo.

La desembocadura de la quebrada dista unos 7 km al Sur de Volcán y 6 km al Norte de León (fig. 1).

Las cabeceras de la quebrada de Santuyo se encuentra entre las cumbres del cerro El Manzano (3270 m snm) y cerro Aguas Blancas (2848 m snm). El tránsito por su vaguada sólo es posible a pie,

pero hasta su desembocadura pueden ser utilizadas cabalgaduras desde la ruta 9 y puestos vecinos en toda época del año, exceptuando los días lluviosos del verano que hacen muy difícil el vadeo del río Grande de Jujuy en la misma quebrada de Humahuaca.

Las observaciones geológicas pueden hacerse a ambos lados de la quebrada de Santuyo. La vegetación debido a que es muy abundante, dificulta el examen geológico fuera del cauce de la quebrada, y aún en parte dentro de la misma.

DESCRIPCION DEL PERFIL

De acuerdo con lo expresado el perfil examinado se caracteriza por el desarrollo de los elementos geotectónicos: *vacuidad* y *flysch*, característicos del subcielo de la tectogénesis en el proceso geosinclinal protoídico (Borrello, 1969, p. 56). Estas condiciones se ponen en evidencia en la mitad superior del curso de la quebrada (fig. 2) en razón de que la parte inferior, en una longitud de 600 m hasta su desembocadura, se caracteriza por el desarrollo alternante de calizas y psamolitas estructuralmente incididas por dislocaciones tádias. Este último hecho es muy frecuente a lo largo de la quebrada de Humahuaca como se deduce del trabajo de Loss y Giordana (*op. cit.*) y configura una condición de la estructura marginal del Norte Argentino (Borrello y Scanavino, 1969, p. 101). El análisis de sus caracteres y del tramo superior de la quebrada en cuestión puede darse en los términos que siguen.

Vacuidad Volcán. El concepto de Vacuidad Volcán fue expresado por Borrello (*op. cit.*, p. 56), para indicar estrictamente al desarrollo miogeosinclinal calcáreo en el ámbito de la Cordillera Oriental, debiéndose señalar al respecto que este conjunto presenta sobre la margen izquierda de la quebrada de Humahuaca hasta 800 m de espesor. Este término es el que sustituye al de "Formación Calcáreo-carbonosa de León-Volcán" en el sentido dado por Loss y Giordana (*op. cit.*).

En la quebrada de Santuyo la "Formación Calcáreo-carbonosa de León-Volcán" parece haber sido aplicada por estos autores en forma extensiva para todas las capas calcáreas de la estructura prepuneña, las cuales además de las facies miogeosinclinales, aparecen alternadamente en el campo del *flysch* no obstante tratarse de dos materiales calcáreos megascópicamente distintos. Cabe señalar entonces que la

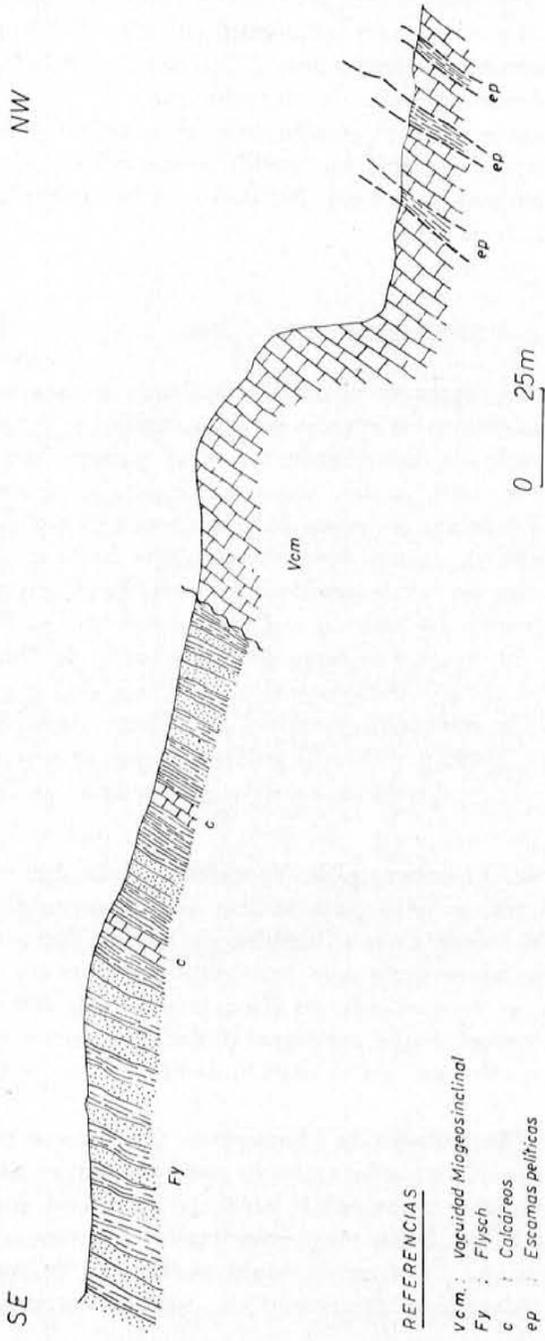


Fig. 2. — Perfil de la Quebrada de Sautuyo

REFERENCIAS

- vcm. : Vacuidad Miogeosinclinal
- Fy : Flysch
- c : Caldeiros
- ep : Escamas pelíticas

designación de *Caliza Volcán* (Vacuidad Volcán) tiene un sentido más preciso, puesto que a través de los trabajos realizados son sin lugar a dudas del proceso geosinclinal (miogeosinclinal) en posición de secuencia inferior y completamente desvinculados de los niveles calcáreos alternantes en la sucesión psamo-pelítica del flysch suprayacente.

Las rocas mencionadas aparecen frente al observador como masas estratificadas de color gris negruzco a plomizo, son compactas y densas. Se distribuyen en bancos gruesos. Los planos de estratificación están en parte borrados por la acción de la tectónica, pero en conjunto sobresalen pese al efecto de las dislocaciones. Desde lejos el cuerpo rocoso muestra una compleja disposición estructural que se conserva en los afloramientos más accesibles (lám. I a). En la proximidad de los asomos se distinguen indicios de la estratificación primaria (lám. I b), hasta que ya en contacto con los mismos y a pesar de prevalecer la importancia de las dislocaciones, la estratificación y la génesis pueden ser directamente observadas (lám. II b).

La presencia de calcáreos oscuros hasta negros fue ya indicada por Loss y Giordana (*op. cit.*, p. 156), asimismo ellos destacaron la existencia de lentes intercaladas en la serie descrita por dichos autores como "calcáreo carbonosa", con fuerte venación calcítica, además aluden a la presencia de piritización en los planos de fractura de dichas rocas acompañando a la calcita y mencionada.

En lo que respecta a la presencia de facies arenosas, que los nombrados autores citan se debe aclarar que sólo han sido observadas en los bancos calcáreos que se intercalan en el flysch hacia la parte alta de la quebrada de Santuyo, siendo éste un carácter distintivo para su individualización.

El perfil anexo (fig. 2) muestra que las disposiciones estructurales son aparentemente monoclinales; las capas se inclinan al Sudeste hasta el Sudsudeste con ángulo de unos 53°. Aguas abajo de la quebrada de Santuyo es evidente el plegamiento y replegamiento del calcáreo mencionado. Los pliegues son decamétricos, pseudoisoclinales, cuyos planos axiales tienen su máxima pendiente dirigida hacia el Sudeste. Es interesante destacar el hecho de que la *Vacuidad Volcán* presenta su máxima plegadura en coincidencia con la faja de imbricación en la que alternan los calcáreos y las psamo-pelitas del flysch lo que permite admitir un origen tectónico "intercutáneo" para esta calizas, como se deduce de los trabajos de Loss y Giordana (*op. cit.*, fig. 3) para las intercalaciones no calcáreas dentro de la vacuidad.

La presencia de esta tectónica intereutánea fue mencionada por Borrello (*op. cit.*, p. 64) para los afloramientos calcáreos en el área de la cantera Bárcena, ubicada sobre la margen oriental del río Grande de Jujuy. Tales calcáreos pasan a facies grafiticas y niveles nodulosos probablemente como consecuencia de la alteración de la sustancia orgánica original que se presenta en todo el cuerpo calcáreo, aunque en forma reducida.

La base de las calizas no está expuesta a la observación. Su límite superior es una discordancia sobre la que se apoyan los depósitos del flysch. Las rocas carbonáticas están siendo actualmente explotadas en

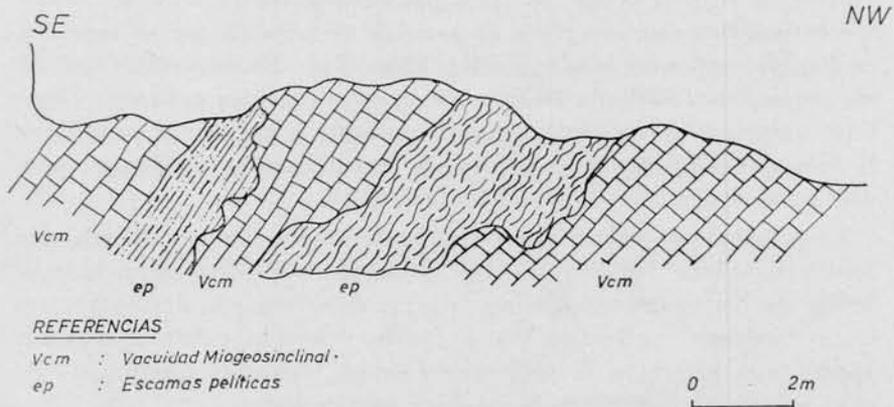


Fig. 3. — Detalle perfil quebrada Santuyo

forma intensiva en las áreas de más fácil acceso (Cantera Bárcena y Cantera Boruk).

Flysch Humahuaca. Loss y Giordana (*op. cit.*) describieron esta espesa sucesión como “esquistos verdosos o violáceos hasta arenosos, micáceos”, “esquistos cloríticos verdes o grises laminados y piritizados” (*sic*), esquistos arcillosos, esquistos silíceos localmente carbonosos y replegados, esquistos finamente estratificados, como así también areniscas cuarcíticas venosas y arcillas arenosas conglomerádicas.

Turner, J. C. (1964, p. 25) con estricto sentido estratigráfico describió este potente conjunto asignándole el nombre de *Formación Puncoviscana*, en cambio Borrello (*op. cit.*, p. 60) de acuerdo con las modernas técnicas del estudio geotectónico denomina a esta sucesión *Flysch Humahuaca* especificando de esta manera el carácter preorogénico del mismo para el Ciclo Protoídico del Norte Argentino.

Al analizar el trabajo de Loss y Giordana (*op. cit.*, figs. 1, 4, 6, 11) es dable advertir el marcado contraste que existe entre los depósitos de la Vacuidad Volcán y los del Flysch Humahuaca. Basándose en estos antecedentes y en sus propias observaciones Borrello (*op. cit.*, p. 60, 61) da una descripción de las condiciones geotectónicas que determinan la génesis de estos depósitos y también de los procesos tectónicos que controlan a ambas unidades. Esta distinción es de gran importancia ya que sirve para reconocer, en el sentido de dicho autor, dos *tectonotemas* sucesivos (suborogénico, vacuidad y preorogénico, flysch), mediando entre ambos una tectónica que marca un cambio profundo en los procesos de evolución del Geosinclinal Protoídico del Norte Argentino.

Observando el corte de la quebrada de Santuyo el *Flysch Humahuaca* que se apoya en discordancia y discontinuidad sobre las rocas calcáreas de la *Vacuidad Volcán* abarca dos tipos litológicos bien diferenciados: uno dominante que es la sucesión psamo-pelítica del flysch y otro subordinado que son los bancos calcáreos de unos 2 a 5 m de espesor, incluidos en aquel como una participación recesiva de la vacuidad. Todo el conjunto que presenta en esta comarca una potencia de unos 500-600 m responde al tipo de ortoflysch (N. V. Vassoevich), y representa al flysch que predomina en el campo de la preorogénesis, antes de instalarse los movimientos de la Tectónica Geosinclinal.

Considerando las descripciones de Loss y Giordana, se observa que existe una marcada variabilidad dentro de la masa flyschoides (*cf. supra*). Podría decirse que el ortoflysch precedente de acuerdo con las técnicas de estudio que se aplican responde a una génesis sedimentaria mediante la cual tienen lugar sucesiones de capas alternantes de "pizarras y grauvacas". Este ordenamiento secuente y rítmico, que puede apreciarse en la fotografía de la lámina II a, anexa, reproduce las condiciones de un auténtico ortoflysch. La pila sedimentaria se caracteriza por los tonos verdoso y violáceo, aparecen por excepción, psamitas sabulíticas y algunos calcos de flujo y de carga, no sólo en el corte de esta quebrada sino también en otras zonas de la quebrada de Humahuaca, pudiéndose observar ondulitas en el área cercana a Purmamarca como asimismo los autores presentes las han encontrado en algunos lugares del flanco occidental de la Sierra Sur de Tilcara, en Maimará.

En la zona próxima de la quebrada de Santuyo, en la quebrada de Aguas Blancas el Flysch Humahuaca intruye masas clásticas ya descritas por Loss y Giordana (*op. cit.*, fig. 2 a y b, p.152-154) ; asimis-

mo E. Rayces (1969, p. 485) observa el mismo proceso en la quebrada Grande al sur de la mencionada quebrada. Todo esto sugiere a juicio de Borrello tipos de "schistes a blocs" (*op. cit.*, p. 60). Estos procesos parece ser que prevalecen en la zona de León-Volcán y en otros sectores de la Cordillera Oriental, precisamente al Sur de la quebrada de Santuyo y en algunas áreas de la región prepuneña de Jujuy.

El Flysch Humahuaca de Santuyo es una roca homogénea y de gran distribución en el Norte Argentino en la cual no ha sido posible hasta el presente localizar restos ni vestigios de fósiles orgánicos.

En otros sectores de la quebrada de Humahuaca el Flysch Humahuaca está recubierto en discordancia o por fractura de sedimentos cámbricos o del Grupo Salta, principalmente en dirección al Norte, esto es Tumbaya, Humahuaca, Iturbe e Iruya.

SOBRE LA ESTRUCTURA TECTÓNICA REGIONAL

Las rocas calcáreas de la Vacuidad Volcán y las psamo-pelíticas del Flysch Humahuaca con sus intercalaciones calcáreas son acumulaciones que responden a procesos tectogenéticos separadas entre sí por los movimientos embriotectónicos indicados por Borrello (*op. cit.*, cuadro III, p. 61) en su interpretación más reciente del área estructural del Norte Argentino.

La *tectónica embrionaria* citada marca un sensible cambio en la evolución geosinclinal del tiempo proterozoico (Estructura o Armadura Protoídica) y por consecuencia se desarrolló sobre la masa calcárea la sedimentación del flysch con todos sus caracteres descriptos anteriormente.

Al finalizar la acumulación del flysch se instalaron los movimientos de la *tectónica geosinclinal* que fue el proceso tectónico principal de la estructura protoídica en la zona. A causa de esta tectónica geosinclinal se desarrollaron los fenómenos de plegamiento, replegamiento y mezclas tectónicas, encuadrándose dentro de escalas regulares, medianas o pequeñas (fig. 3). Es dable observar entonces en estos casos, el carácter irregular de los depósitos de la vacuidad y flysch repetidos en las secciones sin orden aparente. Únicamente estos dos elementos están comprometidos en la estructura protoídica que se describe y su origen debe encontrarse en la acción de los Movimientos Assynticos que plegaron el tectógeno protoídico en una gran extensión. No ha podido evidenciarse en la zona de trabajo ni en sus cer-

canías indicios de molasización o neomolasización proterozoica. Además están ausentes los procesos intrusivos desde sinorogénicos hasta tardíoorogénicos cuya presencia se observa en la Cordillera Oriental hacia el límite con Bolivia y cerca de Tastil en dirección a la Puna, integrados principalmente por granitos y granodioritas.

La Tectónica Assyntica que deformó la Vacuidad Volcán y el Flysch Humahuaca en esta zona, creó un ámbito de zócalo permitiendo la acumulación de depósitos paleozoicos, mesozoicos y terciarios dislocados al término del Neógeno en elementos paratectónicos. Por esta causa la Vacuidad y el Flysch Humahuaca son los elementos que representan la composición y estructura del Basamento Assyntico en el Norte Argentino y que actualmente se estudia bajo el concepto de estructura puneña abarcando principalmente la Puna y Cordillera Oriental y se extiende a la región aledaña de las Sierras Pampeanas (Salta, Catamarca y Tucumán).

El estilo de la tectónica del Basamento es ortotectónico mientras que el de la cobertura paleozoica, mesozoica y terciaria es paratectónico, y puede ser comprobado en toda el área de estudio del Norte Argentino.

BREVES NOCIONES ACERCA DEL METAMORFISMO LOCAL

Es interesante de destacar en el área estudiada la presencia de un metamorfismo débil ("epizona"). Se puede apreciar particularmente en la parte superior del perfil de la quebrada de Santuyo y en torno a ella, desarrollado en el Flysch Humahuaca, donde tanto en las pelitas como en las psamitas se advierten indicios de recristalización alcanzados por la profundidad y presión moderadas a que han estado sometidas estas sedimentitas.

Asimismo la Vacuidad Volcán presenta estas características, siendo un hecho muy interesante de mencionar indicios de formación de mármol sobre el salto de la quebrada de Santuyo habiéndose iniciado su explotación para luego ser abandonada por no haber alcanzado estas rocas el grado suficiente de recristalización en profundidad.

Además es apreciable de observar en la quebrada de Bárcena, dentro de la vacuidad miogeosinclinal, un dinamometamorfismo muy débil que transformó las pelitas del flysch interpuestas por movimientos tectónicos (tectónica intereutánea) a esquistos de bajo grado.

CONCLUSIONES

El estudio minucioso del perfil de la quebrada de Santuyo permite en síntesis considerar las siguientes proposiciones:

1º En el flanco occidental de la Sierra sur de Tilcara en las inmediaciones de Volcán y en la sección que surca la quebrada de referencia se presentan respectivamente las sedimentitas calcáreas de la Vacuidad Volcán y las rocas clásticas y psamo-pelíticas del Flysch Humahuaca.

2º Las rocas calcáreas de la vacuidad representan facies miogeosinclinales de la Era Protoídica, a cuya finalización reaparecen como bancos calcáreos aislados y en recurrencia en el flysch.

3º Las rocas calcáreas de la vacuidad y flysch son geológicamente distintas y de esta manera se la reconoce e individualiza en sus respectivas secciones y en su posición en secuencia sin que la Tectónica Assyntica (geosinclinal) y la posterior de zócalo (Cenozoica) cambien el cuadro que desarrollan en la Cordillera Oriental del Norte Argentino.

BIBLIOGRAFIA

- BORRELLO, A. V. (1969). *Los Geosinclinales de la Argentina*. An. Dir. Nac. Geol. Min., XIV. Buenos Aires.
- BORRELLO, A. V. y SCANAVINO, R. A. (1969). *Algunos procesos tectónicos marginales en la cadena andina del territorio argentino*. Act. IV Jorn. Geol. Arg., I. Mendoza.
- BRACKEBUSCH, L. (1891). *Mapa Geológico del interior de la República Argentina, escala 1: 1.000.000*. Gotha.
- LOSS, R. y GIORDANA, A. (1952). *Osservazioni sul Proterozoico di Jujuy*. Att. Soc. Ital. Scienc. Nat., XCI. Milano.
- RAYCES, E. (1969). *Yacimiento cuprífero « Chorrillos » Dpto. Tumbaya, Provincia de Jujuy*. Act. IV Jorn. Geol. Arg., I. Mendoza.
- SGROSSO, P. (1943). *Mapa Geológico de la Provincia de Jujuy*. Bol. Dir. Min. Geol., 53. Buenos Aires.
- TURNER, J. C. (1964). *Descripción geológica de la hoja 2 c Santa Victoria (Provincias de Salta y Jujuy)*. Bol. Inst. Nac. Geol. Min., 10-I. Buenos Aires.
La Plata, 12 de junio de 1969.



a. Masa calcárea de la *Vacuidad Volcán* en el lugar de la desembocadura de la quebrada de Bárcena en la quebrada de Humahuaca. (fot. M. E. G.)



b. Aflorescimientos de caliza de la misma formación (id. anterior sobre la quebrada del Manzano al Sudeste de Volcán). En el corte se observan los trabajos de explotación a cielo abierto de la cantera Boruk (fot. M. E. G.)



a, *Flysch Humahuaca* en la parte alta de la quebrada del Manzano. Se puede observar claramente el desarrollo rítmico de la sedimentación bandeada. (fot. M. E. G.)



b, *Vacuidad* y *Flysch* en la sección de la quebrada del Manzano inmediatamente aguas arriba del salto de la cascada. (fot. M. E. G.)