

CARACTERES GEOLOGICOS DEL BASAMENTO DE LA SIERRA DE OVEJERIA, PROVINCIA DE CATAMARCA.

por
FELIPE RAMON DURAND (1)

SUMMARY

Geological characters of the Sierra de la Ovejera basament, Catamarca Province.- The metamorphic rocks (Suncho Formation) have been affected by a low regional metamorphism, and contact metamorphism around the granitic intrusion. This formation contained trace fossils (*Oldhamia radiata* Forbes) indicating a Lower Cambrian age.

The plutonic rocks (Capillitas Granite) are principally sienogranites, of Upper Ordovician - Lower Silurian age.

Mylonitic, sedimentary and volcanic rocks, and the principals structural characteristics of the zone are also described.

Introducción

El objeto del trabajo es aportar datos que contribuyan a un mejor conocimiento geológico de la Sierra de Ovejera, con especial énfasis en las rocas de su basamento. Esta unidad orográfica es la única que, en el ambiente metamórfico de las Sierras Pampeanas, ha proporcionado elementos de juicio que sirven para aclarar su posición cronológica. Estos son los icnofósiles y en ellos se basa la importancia de esta unidad que se ubica en un contexto regional considerado tradicionalmente como Precámbrico. Los estudios del contenido icnológico demuestran que, al menos los niveles fosilíferos, pertenecen al Cámbrico inferior.

También estos elementos nos permiten establecer una correlación cronobio-estratigrá-

fica entre la Formación Suncho y la Formación Puncoviscana de Cordillera Oriental, que ha proporcionado una abundante y variada icnofauna.

Para la confección del mapa geológico se han tomado como base los fotogramas a escala 1:50.000 del I.G.M. Los contactos de las distintas unidades litológicas han sido casi íntegramente establecidos en el campo.

La clasificación de Streckeisen, (1967) fue utilizada para las rocas graníticas y la correspondiente determinación modal se llevó a cabo usando la platina integradora Leitz.

Finalmente se señala que esta contribución constituye una síntesis de algunos aspectos desarrollados en el trabajo de tesis doctoral. Con relación a ella deseo agradecer en forma especial al Dr. Florencio Aceñolaza quien ha actuado como director, aportando sugerencias e ideas de apreciable interés en todo momento. Agradezco también al Dr. Alejandro Toselli por la lectura crítica del manuscrito. En el aspecto material conté con el apoyo de la Facultad de Ciencias Naturales de la U.N.T. y de la Fundación Miguel Lillo.

(1) Facultad de Ciencias Naturales, U.N.T. y Fundación M. Lillo. Miembro de la Carrera del Investigador Científico, CONICET.

Ubicación geográfica y accesos

La Sierra de la Ovejera está ubicada en los Departamentos Belén - Andalgalá de la Provincia de Catamarca. Sus coordenadas geográficas aproximadas son: $66^{\circ} 31' - 66^{\circ} 46'$ de longitud oeste y $27^{\circ} 22' - 27^{\circ} 32'$ de latitud sur.

Geológicamente se sitúa en ambiente de Sierras Pampeanas y forma parte del grupo de elevaciones que se destacan al norte del Campo de Andalgalá - Campo de Belén y al sur del Campo de Los Pozuelos; éstas constituyen la prolongación sud-occidental del Sistema del Aconquija.

La zona que comprende este trabajo abarca una superficie aproximada de 200 km^2 , siendo su altura media de 2.400 m s.n.m. El acceso se realiza desde la ciudad de Santa María por la ruta nacional n° 40, hasta la localidad de Nacimientos, distante de aquella 102 kms. Luego se desvía hacia el SE por el camino que conduce al campamento de Farallón Negro; sin pasar por éste se empalma con una huella precaria que llega hasta Visvil, poblado ubicado en la región oriental del área.

También se accede desde la ciudad de Andalgalá; para ello, en el Km 1572 de la Ruta Andalgalá Belén, se desvía hacia el NNW por el río La Talita; luego de 37 km se llega hasta Ampujaco, situado al NW de la zona en cuestión.

Geología

1.- Generalidades

Los afloramientos más antiguos están constituidos por rocas de bajo grado metamórfico a las que se identifican con el nombre de Formación Suncho. Las mismas están intruidas por rocas graníticas que se consideran forman parte del batolito de Capillitas. Derivada de estas últimas, por efectos de metamorfismo dinámico y cataclástico, se ha formado una secuencia de rocas a las que se agrupan bajo el nombre de Rocas Miloníticas. Todo este conjunto está afectado por cuerpos hipabisales, la mayoría de ellos de tipo lamprofírico.

Por sobre este basamento se asientan en forma discordante sedimentitas continentales homologables a lo que Turner (1962) describe como Formación El Morterito.

Relacionadas de distintos modos con las unidades mencionadas se encuentran las rocas pertenecientes al Complejo Volcánico Farallón Negro.

Finalmente encontramos los depósitos cuaternarios representados por aluviones aterrazados y sedimentos que rellenan los cauces actuales.

El cuadro siguiente esquematiza la columna que en forma generalizada se ha descripto.

CUADRO 1

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA		
PERIODO	UNIDAD	LITOLOGIA RESUMIDA
CUATERNARIO		Bloques, gravas, arenas, limos. Aluviones aterrazados
TERCIARIO SUPERIOR	COMPLEJO VOLCANICO FARALLON NEGRO	Brechas volcánicas, andesitas, basaltos
		Areniscas, limos, litas, conglomerados.
	EL MORTERITO	
?	INTRUSIVAS HIPABISALES	Lamprofíros, diabasas
PRE-TERCIARIO POST-ORDOVICO	ROCAS MILONITICAS	Milonitas, granitos gneisicos, cataclásitas
SILURICO INFERIOR a ORDOVICO SUPERIOR	GRANITO CAPILLITAS	Sienogranitos, granitos gráticos
CAMBRICO INFERIOR a PRE-CAMBRICO SUPERIOR (?)	SUNCHO	Pizarras, filitas hornfels, conglomerados

2.- El basamento metamórfico

Las rocas que lo integran ocupan aproximadamente un 40% del total de la superficie relevada. Está constituido por dos unidades

perfectamente identificables originadas por distintos tipos de metamorfismo, que han actuado sobre conjuntos de rocas también diferentes.

Una de ellas, la de mayor importancia por ser portadora de la icnofauna cuya implicancia cronológica y paleoambiental destacará, es la Formación Suncho; a ella se asimilan sedimentos originalmente marinos que han sido afectados por metamorfismo regional y al que, en sectores, se le superpuso un suave metamorfismo de contacto.

La otra unidad está representada por rocas miloníticas cuyos componentes litológicos son el producto de metamorfismo de dislocación y cataclástico que ha afectado con intensidad variable a rocas magmáticas.

FORMACION SUNCHI

Esta formación fue definida por Mirré y Aceñolaza (1972) como un conjunto de pelitas y psamitas que presentan bajo grado de metamorfismo regional y, en partes, metamorfismo de contacto; las mismas integran una unidad altamente tectonizada donde se pueden reconocer pliegues de corta longitud de onda.

Antecedentes

Entre los primeros investigadores que en forma general reconocen el basamento metamórfico de la región debemos citar a Burmeister (1876), Brackebusch (1891), Bodenbender (1924) y Kittl (1932, 1938). Los mayores datos los aporta González Bonorino (1950 a), quien describe estas rocas con el nombre de Pizarras de la Sierra de la Ovejera y Ampujaco y estudia en partes detalladamente los caracteres petrográficos.

Mirré y Aceñolaza (1972), en base al hallazgo del icnogénero *Oldhamia*, reconsideran la clásica asignación cronológica y las asignan al Cámbrico inferior.

Posteriormente los autores que se ocuparon del estudio de las vulcanitas del área, mencionan en forma general esta unidad sin aportar mayores datos de interés.

Luego trabajos como los de Mirré (1971), Durand (1973, 1980) y Viruel (1973) enriquecen en grado variable la información geológica que se disponía.

Aceñolaza y Toselli (1978), correlacionan a la Formación Suncho con la Formación Puncovicana en base a colecciones de trazas fósiles de ambas unidades litoestratigráficas y analizan eventuales relaciones cronológicas en base a datos radimétricos.

Caracteres generales

La sección y área tipo de esta formación la constituyen los afloramientos que se observan en la quebrada del Suncho, ubicada al SW de la sierra. Al dar la nominación formal a esta unidad, Mirré y Aceñolaza (op.cit.), realizan la descripción de la litología pero no integran una sección representativa debido a la homogeneidad litológica y elevada tectonización.

Los afloramientos se presentan constituyendo una faja casi continua desde el río Visvil por el este, hasta la cañada del Cerrito por el oeste; el ancho oscila entre los 3 y 6 km. Además, al sur del Campo de Ampujaco, forman parte del faldeo sud-occidental de los fiordos de la Pampa Blanca.

Con respecto a la relación que guardan con las otras unidades litológicas, debo señalar en primer término que se encuentran intruidas por rocas graníticas (Granito Capillitas), por diques y filones de lamprófiros y por tubos de brechas ("breccias pipe"). Los contactos con las primeras, en los casos observados son netos. En las inmediaciones del puesto El Zapallar se desarrolla una típica brecha de contacto. En las quebradas de San Buenaventura y del Tigre se aprecian inyecciones aplíticas y venas cuarzosas de poco espesor.

Al este del río Visvil, las pizarras se relacionan con las rocas miloníticas mediante un sistema de fallas que, al norte del área considerada, determinan una zona de imbricación entre ambas.

Al norte, la Falla San Buenaventura pone en contacto a estas metamorfitas con las

rocas del Complejo Volcánico Farallón Negro.

Finalmente se sobreponen las sedimentitas de la Formación El Morterito mediante una discordancia angular.

No ha sido posible establecer la base de la secuencia, mientras que al techo lo constituyen, en los filos de San Lucas y en las vecindades de Ampujaco, las sedimentitas terciarias.

No ha sido factible determinar el espesor, por desconocer la base y debido a la fuerte tectonización que afecta a estas rocas; sin embargo estimo que el mismo es importante.

Litología

En forma general se caracteriza a esta formación como integrada por una sucesión de psamitas finas y pelitas metamorfizadas que constituyen una secuencia de tipo Flysch.

Los colores varían desde el gris claro, gris verdoso, verde oscuras hasta rojizas, color que adquieren por oxidación-alteración en las proximidades de las fallas principales.

Los planos de estratificación son reconocibles en muchos afloramientos; en algunos casos por la presencia de icnofósiles o por la existencia de estructuras sedimentarias. En otros, por el contacto pelita-psamita ya que este pasa-je consideramos que la mayoría de las veces está relacionado con la presencia de este plano. Se debe señalar que este carácter sedimentario original es más notable en los afloramientos de la región oriental y generalmente desaparece en las proximidades de los contactos con las rocas graníticas.

En general presentan dos planos de clivajes bien definidos que forman entre sí ángulos variables entre 30° y 60° . Intersectan oblicuamente a la estratificación con un ángulo mayor en la charnela de los pliegues.

Un poco al norte del puesto Aguas Calientes, sobre el lecho del río y en la margen derecha, lo mismo que en la intersección de la quebrada de la Quesería con el río Cazadero, existen afloramientos donde el carácter rítmico de la secuencia se torna más evidente; esto es debido a que la erosión fluvial ha

afectado más intensamente a los niveles pelíticos. De esta forma, los niveles arenosos que son más competentes, sobresalen a manera de pequeños crestones. En éstos es característico observar un diaclasamiento perpendicular u oblicuo a la estratificación, mientras que los niveles menos competentes se han plegado sin que haya un fracturamiento notable.

Las marcas de corrientes son frecuentes y en muchos casos consisten en ondulas asimétricas de cresta continua. También es común, especialmente en las márgenes del río Visvil, la presencia de diques de areniscas de 10-15 cm de potencia que afectan a pelitas gris claras.

Al efectuarse el análisis microscópico se ha detectado la presencia de dos asociaciones minerales que se observan en pizarras, filitas, metagrauvacas y hornfels. Los tres primeros tipos de rocas se caracterizan por la asociación cuarzo-plagioclase (albita) - muscovita (sericita) - clorita. Tal mineralogía nos permite ubicar al metamorfismo regional en la *Facies de Esquistos Verdes*, subfacies *cuarzo-albita-muscovita-clorita* (Turner y Verhoogen, 1963).

Se debe destacar que, como esta asociación es poco diagnóstica ya que puede aparecer en otras facies metamórficas, se realizó una medición del grado de cristalinidad de la illita; este mineral arrojó valores que nos permiten asimilar al fenómeno como un metamorfismo de *muy bajo grado*, según los conceptos de Winkler (1976). Ello significa que, al menos la muestra analizada, no alcanzó el rango metamórfico de Esquistos Verdes. Sin embargo aún no podemos realizar generalizaciones por no contar con un número adecuado de determinaciones.

En las proximidades del intrusivo granítico, por sobreimposición de un suave metamorfismo de contacto, estas rocas adquieren un carácter hornfésico; esto, sumado en algunos casos a la aparición de biotita, nos estaría indicando la acción de metamorfismo térmico. La asociación mineral presente: cuarzo-plagioclase-muscovita-biotita me induce a ubicar este metamorfismo en la *facies de las corneanas con albita-epidota*.

González Bonorino (1950 a) considera que la primera aparición de biotita estaría relacionada con los efectos de la invasión magmática. Para Winkler (1976) la primera aparición de este mineral aún no está del todo clara; sin embargo señala, al igual que Turner y Verhoogen (op.cit.), que podría deberse a la reacción:

Mica blanca $\pm$ clorita = biotita $\pm$ clorita

Otros elementos litológicos que se incluyen en esta formación son los niveles conglomerádicos; éstos ya habían sido observados por Mirré y Aceñolaza (1972) y Viruel (1973).

Uno de ellos está expuesto en las proximidades de la quebrada del Rincón, en la margen derecha del río Visvil. Se trata de un paraconglomerado que, en el sentido de Pettijohn (1963), constituye una fangolita conglomerádica de matriz no laminada. La parte psefítica corresponde a la fracción guija-guikarro; la matriz es pelítica y se encuentra en mayor proporción. El espesor no es superior a los 2 m.

Otro conglomerado diferente es el que se observa en la quebrada del Médano. Es polimítico y está constituido por rodados de marcada esfericidad de cuarcita, ftanita, dacita y cuarzo. Existe un porcentaje menor de matriz, que es de tipo filítica. La mayor parte de los rodados corresponden a las fracciones guijarro-guijón y guija.

Debido a la buena redondez que presentan los componentes y a que la matriz es de tipo pelítica, se puede suponer que aquella condición es heredada. Es probable que corresponda a un redépósito producido por corrientes de turbidez. Su depositación se habría producido en un cañón submarino, próximo a la costa y posteriormente transportado a aguas más profundas, donde luego continuaron depositándose sedimentos pelíticos.

Contenido paleontológico y ubicación de los afloramientos fosilíferos.

Mirré y Aceñolaza (1972) citaron en esta formación trazas fósiles pertenecientes al icnogénero *Oldhamia*. Estos autores mencionan dos

afloramientos que han brindado este tipo de trazas. Uno situado sobre el río Visvil a 2.000 m aguas bajo del puesto Aguas Calientes y, el segundo, ubicado en la quebrada del Suncho a 200 m al oeste de su intersección con la quebrada del Portezuelo.

Mientras se realizaban las tareas de campo se ubicaron nuevas localidades que son las siguientes:

- 1.- Quebrada de las Burras, a unos 300 m aguas arriba sobre la margen derecha.
- 2.- Río Atajo; aproximadamente a 150 m aguas arriba.
- 3.- 200 m al sur del afloramiento anterior.
- 4.- Sobre la margen izquierda del río Visvil, 1.000 m aguas abajo del puesto Aguas Calientes.
- 5.- Quebrada Larga, a 1.500 m aguas arriba sobre la margen izquierda.
- 6.- Quebrada del Médano, a unos 700 m aguas arriba.
- 7.- La Angostura, margen izquierda del río homónimo.

En la localidad 6 y en la quebrada de las Burras se colectó otro tipo de trazas a la que determinamos como perteneciente al morfogénero *Gordia*. Esta icnita tiene escaso valor cronológico, ya que se la encuentra desde el Precámbrico hasta el Cenozoico (Webby, 1970; Hüntzschel, 1962, 1975).

La lista de los icnogéneros es la siguiente:

Gordia sp.
Oldhamia radiata Forbes
Oldhamia aff. *O. radiata* Forbes
Oldhamia aff. *O. antiqua* Kinahan
Oldhamia sp.
Planolites sp.

Ambiente de sedimentación

La alternancia rítmica de arenicas y pelitas estaría caracterizando a una sedimentación con condiciones cambiantes de energía en una cuenca tectónicamente inestable de tipo geosinclinal. Los niveles pelíticos se habrían depositado en aguas tranquilas, relativamente profundas. Los niveles arenosos representan un aumen-

to en el aporte de sedimentos y fueron probablemente transportados por corrientes de turbidez. Las fangolitas conglomerádicas y el conglomerado polimítico también estarían relacionados con este tipo de corrientes.

La presencia de *Oldhamia* es otro elemento a tener en cuenta para estas interpretaciones; en el concepto de Crimes (1970) son indicativas de un área batial con depositación de sedimentos pelágicos y turbiditas, lo cual es coherente con los datos que aporta la petrografía.

En lo que respecta a las condiciones químicas en que se produjo este depósito, la ausencia de bancos calcáreos permite inferir un pH inferior a 7,8. El ambiente había sido reductor, lo cual es indicado por la presencia de pirita que aparece distribuida como finas chispas en los cortes.

Edad y correlación estratigráfica

El concepto de edad precámbrica para el basamento metamórfico de las Sierras Pampeanas, introducido por los primeros investigadores, ha estado fuertemente arraigado entre los autores que posteriormente se ocuparon de su estudio. El mismo se basaba en la eventual relación entre estas rocas y las de Brasil y en la posición discordante de sedimentos cámbricos sobre rocas del basamento observados por Keidel (1912) en Salta y Jujuy. Sin embargo Bodenbender (1924), al referirse a las rocas metamórficas de Capillitas-Ataño, señala que en la zona el basamento consiste en granitos y esquistos Cámbrico-silúricos, en mayor parte metamorfosados.

Kittl (1932), se abstuvo de considerar a las metamorfitas de la quebrada de Amanao, que son petrográficamente idénticas a las de nuestra zona, como de edad precámbrica; señala que tal vez sean de menor edad que las del flanco oriental del Aconquija.

González Bonorino (1950 a), al referirse a estas rocas señala que las mismas forman parte del basamento de edad precámbrica, sin aportar en esa oportunidad elementos de juicio sobre el tema. En otro trabajo (González Bonorino, 1950 b), luego de realizar una

detallada discusión, concluye generalizando que las metamorfitas de las Sierras Pampeanas son anteriores al Cámbrico.

Mirre y Aceñolaza (1972), tomando como punto de apoyo la presencia de *Oldhamia*, introducen el concepto de edad cámbrica inferior para estas rocas.

Estos autores indican que este tipo de trazas fueron citadas en las Ardenas, Francia-Bélgica, en rocas que sin lugar a dudas pertenecen al Cámbrico. Señalan asimismo que en América del Norte se la encuentra asociada a trilobites lo que pone fuera de discusión la edad de las mismas. Por otro lado, Churkin y Brabb (1965) describen este morfotipo en Alaska procedente de niveles que correlacionan con otros portadores de *Archaeocyathids* de edad cámbrica inferior.

En nuestro país, las investigaciones que en los últimos años se vienen realizando sobre icnofósiles en rocas del basamento metamórfico del noroeste, sustentan cada vez con mayor firmeza el concepto de edad cámbrica inferior para las rocas portadoras. Así lo señalan los trabajos de Aceñolaza (1973), Aceñolaza y Durand (1973), Aceñolaza et al. (1976) y Aceñolaza (1978). Estos autores han basado sus estudios en una variada icnofauna colectada en diferentes afloramientos de la Formación Puncoviscana en Cordillera Oriental.

Esta formación también se caracteriza, como la Formación Suncho, por la presencia de *Oldhamia radiata* Forbes, razón por la que haremos un comentario de sus aspectos paleontológicos a los fines de establecer con mayor claridad sus paralelismos cronoestratigráficos.

Del registro icnológico total que se tiene de la Formación Puncoviscana, es de destacar que la mayoría de las trazas son de edad paleozoica, siendo *Oldhamia* la más indicativa de una edad cámbrica inferior. Esto se puede apreciar claramente en el cuadro II de biozonas que a los efectos se ha confeccionado:

En el mismo se ha destacado una zona de coincidencia que corresponde al Cámbrico inferior y vemos que, en el conjunto considerado, *Oldhamia* es el mejor icnofósil guía por su corto biocron.

Cuadro II

ICNOGENEROS	B I O C R O N E S											
	PC	C	O	S	D	C	P	T	J	C	T	C
Oldhamia												
Protichnites												
Nereites												
Dimorphichnus												
Diplichnites												
Glockeria												
Helmithopsis												
Cochlichnus												
Protevirgularia												
Gordia												
Tasmanadia												
Scoticia												
Planolites												
Torrowangea												

Entiendo que el bioestratigrama de las trazas y las asociaciones en que se presentan, constituyen un buen argumento para postular una edad definida para las dos formaciones. Es así que se asignan, al menos en sus niveles fosilíferos, al Cámbrico inferior, situación que no excluye la posibilidad de que existan rocas más antiguas.

Aceñolaza et al. (1976), en base a las asociaciones presentes en Cordillera Oriental, definen dos zonas paleontológicas sin establecer cuál de ellas es la más antigua. Son: a) Zona de *Nereites saltensis* y b) Zona de *Oldhamia radiata*.

Teniendo en cuenta que en el área investigada sólo se ha colectado *Oldhamia radiata* como traza guía, establecemos una correlación crono-bioestratigráfica entre los niveles fosilíferos de la Formación Suncho y la zona de *Oldhamia radiata* de la Formación Puncoviscana. La identidad litológica y la presencia de una icnofauna común nos permite señalar que ellas son el producto de la sedimentación en un mismo ciclo en un ambiente muy similar.

Para complementar el análisis de los aspectos cronológicos que relacionan a estas unidades debemos hacer referencia a las dataciones radimétricas publicadas por Aceñolaza y

Toselli (1978). Las muestras proceden de las formaciones en cuestión y arrojan edades que oscilan entre 485 ± 15 y 395 ± 15 m.a. Las cifras corresponden al Ordovícico superior - Devónico superior, tomando en cuenta los valores absolutos de Fitch et al. (1976).

La edad de sedimentación indicada por los icnofósiles y la edad roca es coherente con el esquema propuesto por Aceñolaza y Toselli (1976). Estos autores postulan la existencia de dos ciclos sedimentarios. Al más antiguo lo denominan Ciclo Pampeano y su edad sería eocámbrica aunque no excluyen la posibilidad de que pueda haberse iniciado en el Precámbrico superior. El más moderno, llamado Ciclo Famatiniano, incluye los acontecimientos tectónicos, magmáticos y sedimentarios acaecidos desde el Cámbrico superior al Devónico.

Con este esquema consideramos que la depositación de las formaciones Suncho y Puncoviscana ha tenido lugar en el Ciclo Pampeano y que posteriormente fueron afectadas por la orogenia Famatiniana.

Caminos (1979), señala que las de la Formación Suncho son las metamorfitas más jóvenes reconocidas hasta ahora dentro de las Sierras Pampeanas. Añade que no se puede deci-

dir si estos niveles marcan la culminación de un ciclo sedimentario iniciado en el Precámbrico o el comienzo de un ciclo eopaleozoico, puesto que no se conocen las relaciones estratigráficas con los demás elementos. Con los conocimientos que se tiene hasta el presente, aún no se puede decidir cuál de las dos alternativas es de mayor validez.

Otras unidades con litología similar y cuyo grado de metamorfismo no supera la facies de esquistos verdes, se han reconocido en la Sierra de San Javier (Formación San Javier, Toselli et. al., 1975 = Formación Taficillo, Porto 1970) y las sierras de Medina, del Nogalito, del Campo, de la Ramada y de la Candelaria (Formación Medina, Bossi, 1969).

En lo que respecta a la edad de la Formación San Javier, Toselli et al. (op. cit.) la asignan al eocámbrico en base a dataciones radiométricas de González et al. (1971) y en similitudes litológicas con la Formación Puncoviscana. A la Formación Medina se la considera equivalente por presentar características petrográficas similares.

Por lo señalado se puede establecer un paralelismo litoestratigráfico tentativo entre la Formación Suncho y las formaciones San Javier = Taficillo y Medina. Incluso podemos suponer que éstas se depositaron en un mismo ciclo sedimentario (Pampeano), sin que entremos a discutir sus equivalencias laterales por falta de elementos de juicio concretos como son los que aportan los icnofósiles.

ROCAS MILONITICAS

Constituyen un conjunto de rocas con variable grado de deformación impuesto por metamorfismo dinámico y cataclástico que en mayor o menor grado ha actuado sobre las rocas graníticas, en el borde occidental del Cerro Bola del Atajo y de la Sierra de Santa Bárbara, dentro del área de estudio.

Presentan foliación secundaria y litológicamente están constituidas por milonitas, gneises y esquistos derivados de rocas graníticas; se ubican en una estrecha faja de rumbo

submeridional. Paulatinamente y por una disminución de la deformación pasan, hacia el este, a las plutonitas que describiremos más adelante.

Estas rocas están claramente expuestas sobre el río Atajo; la zona de intensa deformación alcanza en este lugar unos 400 m. Hacia el sur la faja se estrecha y no aparecen todos los tipos litológicos citados.

González Bonorino (1950 a) señala una zona de imbricación entre pizarras y milonitas en la región de Las Escaleras. En nuestra zona no se observó esta imbricación.

El autor mencionado señala que estas rocas, a las que denomina Granitos Miloníticos, se han originado por procesos puramente mecánicos y que la deformación tiene que haber ocurrido a profundidades relativamente grandes; en base a observaciones microscópicas descarta la posibilidad de que hayan tenido lugar procesos protoclasticos.

Para este autor las rocas miloníticas y las zonas de imbricación se han originado por movimientos anteriores al Terciario ya que no se encuentran fenómenos similares en rocas de esa edad. Señala también que estos debieron ser posteriores a la consolidación total del batolito puesto que las observaciones demostraron que al ser granulada la roca, ésta se encontraba completamente cristalizada. En base a estas consideraciones atribuye tentativamente este metamorfismo a movimientos que afectaron la zona precordillerana en el Paleozoico medio-superior.

En este trabajo se sigue el criterio de González Bonorino (op.cit.) de manera que se le atribuye a estas rocas una edad no precisada, posterior al Ordovícico y anterior al Terciario.

El mismo autor hace referencia a la existencia de otras zonas de milonización en las sierras de Hualfín, Las Cuevas y Cerro Pampa.

Posteriormente González Bonorino (1978), describe áreas miloníticas en el borde occidental de la Sierra de Manchao al SE de Saujil, y en la Sierra de Ambato al SE de Pomán, cerca de la estancia Los Corrales. Destaca la

gran similitud y señala que prolongada idealmente la faja de las Hojas Capillitas y Andalgalá, empalmaría con la de Manchao y Ambato. La atribuye un origen común y como consecuencia la misma edad.

3.- El basamento ígneo

El mismo está integrado por rocas plutónicas, con predominio de sienogranitos, y por intrusivas hipabisales la mayoría de las cuales son de tipo lamprofírico. Estos, si bien constituyen parte del basamento, afectan a todas las unidades hasta aquí descritas, no así a las sedimentitas y vulcanitas neoterciarias.

GRANITO CAPILLITAS

Con este nombre se designan a las plutonitas aflorantes en la zona; éstas constituyen la prolongación sudoccidental del batolito de Capillitas. Para la denominación se siguió el concepto de González Bonorino (1951), quien considera a todos los afloramientos de la región como pertenecientes al gran batolito de Capillitas, que es el mayor de las Sierras Pampeanas noroccidentales.

Antecedentes

Los primeros investigadores que hicieron referencia a estas plutonitas fueron Burmeister (1876), Stelzner (1885) y Brackebusch (1891). Posteriormente se encuentran descripciones en Kittl (1926, 1932 y 1933) y Bodenbender (1924).

González Bonorino (1950 a, 1950 b y 1951) realiza un amplio estudio petrológico del batolito llegando a la conclusión de que los afloramientos de la región constituyen partes de un mismo cuerpo intrusivo.

Luego también aportan información los trabajos de Mirré (1971), Mirré y Aceñolaza (1972), Viruel (1973), Durand (1973, 1980) e Indri (1979).

Características generales

Las rocas graníticas constituyen aproximadamente una tercera parte de la superficie mapeada. Están típicamente expuestas en la quebrada del Vallecito y en la de San Buenaventura.

Sus contactos con la Formación Suncho a la que intruye, en los casos observados es neto. Al este de la zona pasan en forma transicional a las rocas miloníticas ya descritas.

Con las rocas del Complejo Volcánico Farallón Negro se relacionan mediante la Falla San Buenaventura. También una relación tectónica existe al SE del Vallecito, en la zona oriental, en las proximidades del arroyo El Tigre, las vulcanitas se apoyan en el granito. En la depresión de Visvil se encuentran cubiertas en partes por coladas andesíticas. En San Lucas, San Lucas oeste y Las Juntas las plutonitas están intruidas por cuerpos subvolcánicos por lo general de composición andesítica o dacítica.

De las sedimentitas de la Formación El Morterito las separa una discordancia erosiva; constituye una excepción un contacto tectónico claramente expuesto al SE del Vallecito.

Petrografía

Los caracteres macroscópicos son algo variables; se presentan como rocas desde marcadamente porfíricas hasta aproximadamente equigranulares. El pasaje de un tipo textural a otro es transicional, de manera que sus límites no se pueden trazar con precisión. El tamaño del grano varía desde grueso a fino, predominando aquellas que gradan de mediano a grueso. En la variedad porfírica los fenocristales de microclino alcanzan dimensiones máximas de 6 cm. El color en general varía desde rosado a blanquecino.

La composición mineralógica es relativamente simple. A continuación se reseñan las características generales de cada uno de los minerales:

Microclino: en promedio es el más abundante

de los minerales esenciales y ésta es una característica particular de los afloramientos de la zona. Su porcentaje varía entre 32,7 % y 52,7 %. Los cristales son subhedrales, a veces con desarrollo local de simplectitas. La textura micrográfica es frecuente y característica de varias muestras analizadas. Se observa, además, estructura peritética. El maclado polisintético no es claro en todos los casos. Su superficie puede presentarse caolinizada lo cual le confiere un color pardo amarillento.

Cuarzo: los cristales son anhedrales, por lo general de superficie límpida. Su porcentaje varía entre 31,24% y 51,06%; sus bordes se definen con contornos gráficos; también suelen estar reabsorbidos o ser muy irregulares. Se han observado pocos casos de extinción fragmentaria. Se encuentran inclusiones de apatito y a veces son atravesadas por venillas de sericita.

Plagioclasa: su composición varía entre An_6 - An_{15} y porcentualmente se la encuentra desde 5,90% hasta un 18,80%. Los cristales tienen un marcado idiomorfismo y el tamaño es regularmente pequeño. Las maclas según Albita son las más frecuentes, pueden presentarse parcialmente reemplazadas por feldespato potásico aunque este hecho es poco común.

Biotita: este mineral se presenta en laminillas subhedrales a veces con los extremos y bordes corroídos por alteración. Como productos de este proceso se formaron clorita y óxidos de hierro. Su porcentaje varía entre 1% y 6,6% con un promedio de 2,72%.

Turmalina: se encuentra presente en casi todas las muestras y su porcentaje oscila entre 3,03% y 5,72%.

Muscovita: se presenta en tablillas finas, algo deformadas y de pequeño tamaño. Se la encuentra también como alteración de la biotita. Sericita como producto de alteración de los feldespatos.

Apatito-Circón: como inclusiones distribuidas irregularmente; son cristales pequeños, prismáticos.

Textura: las texturas observadas son la holocristalina granular hipidiomórfica y micrográfica.

Los valores modales obtenidos se han vol-

cado en el triángulo de Streckeisen (1967) con el objeto de su clasificación (fig. 1). Como se aprecia, en todos los casos las muestras analizadas corresponden a sienogranitos. También se han tomado los valores obtenidos por Indri (1979) para rocas de la cuesta de Capillitas; éstas corresponden a monzogranitos. Su inclusión se efectúa a los fines de mostrar las variaciones composicionales que pueden surgir en el área batolítica.

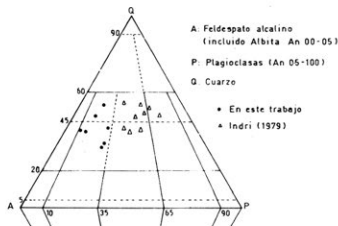


Fig. 1- Clasificación de Rocas Plutónicas (Streckeisen, 1967)

Estudios microscópicos de otros cortes delgados de muestras procedentes del Vallecito, mitad de la senda que conduce de Visvil a San Lucas, proximidades del contacto al sur de la quebrada de las Burras y faldeo occidental del Cerrito, se han resuelto como granitos micrográficos.

En el cerro Bola del Atajo existen variaciones a granodioritas y, más al sur, a tonalitas.

Consideraciones petrogenéticas

Las rocas plutónicas del área de estudio son el resultado de la cristalización normal de un magma granítico de caracteres calco alcalinos.

En general constituye un plutón discordante complejo y quedaría incluido en lo que

González Bonorino (1950, b) define como cuerpos apotectónicos.

En el caso de los afloramientos de la zona, corresponden a una intrusión de Epizona; su emplazamiento debió verificarse a profundidades no mayores de 5 kms. La falta de foliación, al menos en el área considerada, y la presencia de contactos netos favorece esta aseveración. Esta última característica sumada a la presencia de brechas de contacto constituyen elementos de juicio para suponer un emplazamiento por invasión magmática (intrusión) (Turner y Verhoogen, 1963).

La temperatura junto a la roca de caja ha sido baja, pues como se ha mencionado, el metamorfismo de contacto fue débil.

En cuanto a la mecánica de emplazamiento, González Bonorino (1950 a) considera que se ha llevado a cabo por "piecemeal stoping" y que responde a una sola fase de invasión magmática; aclara sin embargo, que esta conclusión es válida al menos para cada cúpula o subdivisión de la cámara magmática.

Edad

Las rocas graníticas integrantes del Basamento Cristalino de las Sierras Pampeanas han sido consideradas de edad precámbrica por muchos investigadores. Sin embargo Rassmuss (1918) y Bonarelli y Pastore (1918) al referirse al granito del Aconquija plantean la posibilidad de que esta intrusión podría ser paleozoica.

Asimismo Kittl (1926), señala que la granodiorita de Amanao, que aflora inmediatamente al sur del área estudiada, es paleozoica y probablemente precarbónica juntamente con el granito del río Candado.

En las últimas dos décadas, con el advenimiento de las dataciones radimétricas, se ha comprobado que muchos de los cuerpos graníticos de las Sierras Pampeanas son productos de eventos magmáticos decididamente paleozoicos. Así resulta, por ejemplo, de la compilación de edades radimétricas realizadas por Stipanovic y Linares (1975) y Linares (1977).

En particular, sobre el área batolítica que nos ocupa, consideraremos las dataciones realizadas por Mc Bride et al. (1975) y Linares (1977). Estas arrojan edades que oscilan entre 365 y 471 m.a.; corresponden en general al Silúrico inferior - Ordovícico superior, según la escala absoluta del Simposio de 1964. Ello nos está indicando, si tenemos en cuenta las edades señaladas para las metamorfitas, que en el lapso mencionado ha tenido lugar un evento magmático y de metamorfismo bien definido.

Volviendo a las consideraciones ya realizadas sobre los ciclos propuestos por Aceñola y Toselli (1976), incluimos al magmatismo en la orogenia Famatiniana de estos autores.

INTRUSIVAS HIPABISALES

Intruyen a la Formación Suncho, Granito Capillitas y a las rocas miloníticas. La potencia es variable desde unos 30 cm hasta 1,5 - 2,5 m; son más frecuentes en la región oriental. No existe una tendencia marcadamente definida en el tendido de los rumbos, aunque en general predominan los NW-SE, en tanto que la inclinación varía entre 45° y 80° con dirección variable.

Las muestras analizadas se definen como lamprófiros, excepto un filón capa que intruye a las milonitas que, de acuerdo a su mineralogía y textura, es una cuarzo diabasa.

Los constituyentes minerales de los lamprófiros son: plagioclasa, anfíbol (hornblenda) y piroxenos de tipo augita. Se encuentran, además, numerosos opacos y componentes secundarios como carbonatos, clorita y sericita. La plagioclasa se halla restringida a la pasta y se presenta como microlitos y tablillas finas. El anfíbol y el piroxeno forman cristales euhedrales siendo el primero más abundante. La proporción pasta/fenocristales es aproximadamente semejante. En algunas muestras aparece escaso olivino como fenocristales, parcialmente cloritizados.

La textura de estas rocas es porfírica granular, panidiomórfica; además son holocristalinas.

El filón capa de cuarzo diabasa tiene unos 2,5 m de espesor. La textura es diabásica y sus constituyentes son: plagioclasa, cuarzo, calcita, caolinita, clorita y óxidos de hierro. Se debe señalar que la muestra presenta una fuerte alteración a tal punto que los ferromagnesianos parecen haber sido totalmente reemplazados por óxidos o cloritizados.

En lo que se refiere a la edad de estas rocas, no se poseen datos ni elementos de juicio que no sean los criterios de campo. Si tenemos en cuenta que las sedientitas terciarias y las brechas volcánicas (productos iniciales del vulcanismo neoterciario) no se encuentran afectadas por estos cuerpos, tenemos que postular una edad anterior al Terciario superior. A su vez deben ser posteriores a la deformación de las rocas graníticas que dieron lugar a las milonitas; esto es considerado que el filón de cuarzo diabasa que las intruye no se encuentra afectado por la deformación.

En cuanto a su génesis se refiere, no podemos establecer relaciones comagmáticas con las plutonitas por no contar con los elementos de juicio necesarios.

4.- Rocas sedimentarias y volcánicas

Las sedimentitas de la zona constituyen una secuencia de poco espesor con afloramientos saltuarios que se adosan a la superficie de denudación del basamento.

A las vulcanitas se las describe como pertenecientes al Complejo de Farallón Negro, teniendo en cuenta que las mismas son una pequeña parte de aquel, cuya extensión areal es considerable.

FORMACION EL MORTERITO

Con este nombre se describen las sedimentitas aflorantes en el área y que son equivalentes a lo que en la literatura geológica se conoce como Calchaquense o Estratos Calchaquenos.

La descripción original de esta formación

la realiza Turner (1962) para un conjunto de conglomerados, areniscas finas y arcilitas que afloran en las sierras de Las Cuevas, Hualfin y del Chango Real y en la región sudoccidental de la Sierra de Quilmes.

Antecedentes

En el contexto regional, la existencia de rocas sedimentarias se conocen desde los trabajos de Burmeister (1876), Stelzner (1885), Brackebusch (1891) y Bodenbender (1924).

Luego se cuenta con los aportes de González Bonorino (1950 a), Peirano (1956), Mirré (1971), Viruel (1973), Lewellyn (1978), Fernandez (1978) y Durand (1980). Se deben señalar además las citas que realizan Maisonave y Guillou (1970), García (1971) y Sillitoe (1973) del "Galchaquense" que se observa en los filos de San Lucas.

Caracteres generales y litología.

Los afloramientos se presentan en forma de relictos de poco espesor, siendo los más importantes los que se observan en El Vallecito; el espesor en este lugar es de 55 m; en la zona de alteración homónima el afloramiento tiene unos 15 m de potencia, mientras que en los filos de San Lucas no supera los 10 m.

A pesar de que estas sedimentitas se presentan en afloramientos discontinuos y desmembrados, hemos estimado que el espesor total no supera los 100 m.

En los filos de San Lucas las intruyen diques andesíticos y están parcialmente cubiertas por coladas de igual composición.

Las observaciones realizadas nos permiten caracterizar litológicamente la secuencia expuesta en El Vallecito como integrada por:

- a.- Una sección inferior de unos 15 m de potencia de areniscas y limolitas pardo rojizas, de cemento calcáreo ferruginoso, micáceas que se presentan en bancos de poco espesor.
- b.- Una sección superior de unos 30 m caracterizada por limolitas rojizas páli-

das, areniscas calcáreas grises, escasos bancos de rocas carbonáticas y, hacia la parte superior, intercalación de arcilitas friables, laminadas, en paquetes de 10 cm de espesor.

Los afloramientos expuestos en los alrededores de Ampujaco, faldeo austral de los filos de La Banda y la mayor parte de los que se observan en la depresión de Visvil, corresponde a la sección inferior. También aquellos del área de alteración del Vallecito.

En San Lucas consisten en areniscas finas y arcilitas pardo rojizas; se intercalan areniscas limolíticas gris verdosas.

En las proximidades de la quebrada de San Lucas se ha observado un conglomerado de 50 cm de espesor, de esqueleto abierto, con rodados de granitos y rocas metamórficas de 5 cm de diámetro máximo como promedio. La matriz es una arenisca fina pardo rojiza.

Edad:

Las opiniones sobre la edad de las sedimentitas del "Calchaquense" ha sido discutida y aún hoy no existe un acuerdo total.

Turner (1962, 1973) asimila la Formación El Moterito al Mioceno. Para ello se basa en la presencia de fósiles invertebrados (pelecípodos y gasterópodos) y vertebrados (restos de aves y mamíferos).

En el área investigada no disponemos de elementos de juicio concretos como pueden ser los fósiles; el único argumento lo constituye la posición infrayacente con respecto de las vulcanitas que, como se verá más adelante, se consideran de edad miocena superior en base a datos radimétricos. Por ello mantenemos en este trabajo el criterio sustentado por Turner (op.cit.) de considerar a esta formación como miocena *sensu lato*, hasta tanto surjan datos que ratifiquen o rectifiquen esta asignación.

vulcanitas que afloran en el área de Farallón Negro y las que se observan en la depresión de Visvil - Jaci Yaco, San Lucas y Vallecito. Esta denominación fue utilizada por González Bonorino (1950 a) y se la adopta por considerar que es la más adecuada.

Antecedentes

Debido a que este complejo es el portador de una importante mineralización de manganeso, cobre, oro y plata, fueron numerosos los investigadores que se ocuparon de su estudio. Muchos de los trabajos se refieren a áreas pequeñas y se realizaron con determinados objetivos geo-mineros.

Las contribuciones de índole regional de importancia son las de Peirano (1944, 1945), González Bonorino (1950 a), Quartino (1962), Sister (1966) y Llambías (1970).

Caracteres petrográficos

La zona que se extiende desde el río Cazadero hasta Las Vizcachas se caracteriza por la presencia de brechas polimícticas que constituyen la fase eruptiva sedimentaria del vulcanismo. El color es variable con predominio de las tonalidades gris a gris verdoso. En algunos lugares como en Los Jenes y Las Vizcachas, se observa una buena estratificación, con bancos de más de 1 m de espesor.

La matriz es andesítica, mientras que los clastos pueden ser de la misma o de distinta composición. Es común la presencia de diques basálticos o basandesíticos intruyéndolos.

En el área de Visvil-Jaci Yaco afloran brechas oligomícticas grises y moradas, andesitas, pórfiros andesíticos, un cuerpo riolítico y diques andesíticos.

Para una descripción más detallada de la petrografía de este sector, referimos los trabajos de Llambías (1970), Viruel (1973) y Durand (1980).

Edad

La edad terciaria superior de estas volca-

COMPLEJO VOLCANICO FARALLON NEGRO

Con este nombre se reúnen parte de las

nititas había sido considerada por Peirano (1944), González Bonorino (1950 a), Quartino (1962), Llambías (1970), García (1971) y Sillitoe (1973). Esta asignación se basaba en criterios estratigráficos, es decir la posición subyacente de los sedimentos del "Calchaquense".

Caelles et al. (1971) y Mc Bride (1972) (en Stipanovic y Linares, 1975), realizan una serie de dataciones radimétricas en muestras de distintos sectores del distrito. Las edades obtenidas oscilan entre 7,1 y 10,6 m.a. Estos valores ubican al vulcanismo en el Mioceno superior. Por esa razón, en este trabajo consideramos a las vulcanitas como de esa edad, aunque no excluimos la posibilidad de que haya rocas más jóvenes o más antiguas.

SEDIMENTOS CUATERNARIOS

Los mismos se encuentran principalmente cubriendo el Campo de Ampujaco y Campo del Suncho y en la depresión de Visvil-Jaci Yaco. Consisten en fanglomerados y depósitos de pie de monte. En partes constituyen notables niveles de terrazas como en las proximidades de Ampujaco.

También sedimentos de diversa granulometría y composición rellenan los cauces actuales.

5.- Principales rasgos de la estructura

Las líneas estructurales más importantes responden a dos sistemas principales que pueden agruparse de la siguiente manera:

- a.- un sistema de fracturas de rumbo dominante NE-SW;
- b.- un sistema de fallas con rumbo general submeridiano.

El primero es el responsable del levantamiento de los bloques que determinan la actual configuración orográfica. En este sentido podemos distinguir dos unidades:

- a.- *Bloque de la Ovejera*: Queda definido al norte por la Falla San Buenaventura; a este

elemento estructural lo consideramos el causante principal de la elevación. Al sur lo limita la Falla Vallecito y al este el sistema Bola del Atajo- Santa Bárbara. Mientras que por el oeste su límite lo constituye la fractura que corre por el pie oriental del cerro Pampa.

El perfil del bloque es asimétrico con pendiente fuerte hacia el norte y más extensa y suave hacia el sur.

b.- *Bloque de la Pampa Blanca - La Banda*: Al norte está limitado por la Falla Vallecito y al sur por la Falla Jaci Yaco. Su delimitación no es tan neta al SW, pero es notable la continuación de la falla mencionada que finalmente sale al Campo de Ampujaco.

Como en el caso anterior, presenta un perfil asimétrico, abrupto hacia el lado septentrional y relativamente suave hacia el austral, al menos en la parte comprendida entre el portezuelo del Potrero y la quebrada del Morro Pila.

Fallas

El elemento estructural que más claramente se define es la Falla San Buenaventura. El rumbo es NE-SW y tiene un trazado casi rectilíneo. Se la interpreta como una falla inversa de alto ángulo. La zona de falla en algunos lugares supera los 50 m.

Hacia el sur y a grandes rasgos paralela a la anterior corre la Falla Vallecito; su trazado se pone en evidencia por unos 9 km y hacia el oeste queda cubierta por los sedimentos aluviales del campo de Ampujaco.

La falla Jaci Yaco - El Tigre tiene una extensión de unos 20 km en el área estudiada. Su dirección general es NE-SW. Debemos señalar que esta falla se continúa hacia el NE y en partes constituye el límite austral de la Sierra de Capillitas.

El sistema Bola del Atajo-Santa Bárbara consiste en fallas escalonadas que en Las Escaleras, al norte de la zona, ha dado lugar a una zona de imbricación entre pizarras y milonitas (González Bonorino, 1950 a). En los casos observados, inclinan fuertemente hacia el este. A la altura de la quebrada del Huayco se inter-

ceptan con la falla homónima y sale de la zona con un recorrido paralelo a la quebrada de Amanao.

Existen otras fallas menores como la del Potrerillo, de rumbo NE-SW. Es una falla inversa e inclina unos 70° al NW.

La Falla El Tolar es un elemento estructural que se pone en evidencia al observar las fotografías aéreas. Su trazado es algo curvo y su rumbo general es E-W; se la interpreta como una falla de alivio.

BIBLIOGRAFIA

- ACEÑOLAZA, F.G., 1973. Sobre la presencia de *Oldhamia* sp. en la Formación Puncoviscana de Cuesta Muñano, Prov. de Salta, Rep. Arg. *Revta. Asoc. geol. argent.* 28, 1: 56-60.
- y DURAND, F.R., 1973.- Trazas fósiles del basamento cristalino del noroeste argentino.- *Boln. Asoc. geol. Córdoba.* 2, 1-2: 45-56.
- y TOSELLI, A.J., 1976. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del NW argentino. *Actas II Congr. latinoam.*, II, 755-764.
- , DURAND, F.R. y DIAZ TADDEI, R.L., 1976. Geología y contenido paleontológico del Basamento Metamórfico de la región de Cachi, Prov. de Salta. *Actas VI Congr. Geol. Arg.*, I, 319-332. Bs. As.
- 1978. El Paleozoico inferior de Argentina según sus trazas fósiles. *Ameghiniana* 15, 1-2: 15-64.
- y TOSELLI, A.J., 1978. Geocronología de las formaciones Puncoviscana y Suncho, Provincias de Salta y Catamarca: *Revta. Asoc. geol. argent.*, 33, 1: 76-80.
- BODENBENDER, G., 1924. El Calchaqueño y los estratos de la Puna de Penk. *Bol. Acad. nac. cienc. Córdoba.* 27: 405-468.
- BONARELLI, G. y PASTORE, F., 1918. Bosquejo geológico de la Provincia de Tucumán. *Ira. Reunión Nac. Soc. Arg. Cienc. Nat. Tucumán* 1916, 27-46.
- BOSSIG, E., 1969. Geología y estratigrafía del sector sur del valle de Choromoro, Prov. de Tucumán. *Acta. geol. lilloana* 10, 2: 17-64.
- BRACKEBUSCH, L., 1891. Mapa geológico del interior de la República Argentina. *Inst. Geogr. de Hellfarth.* Gotha.
- BURMEISTER, H., 1876. *Description Physique de la Republique Argentine.* II, 407 pp. París.
- CAELLES, J.C., CLARK, A.H., FARRAR, E., Mc BRIDE, S.L. y QUIRT, S., 1971. Potassium argon ages of porphyry copper deposits and associated rocks in the Farallón Negro-Capillitas district, Catamarca. Argentina.- *Econ. Geol.* 66: 961-964.
- CAMINOS, R., 1979. Sierras Pampeanas noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. *II Simp. Geol. Reg. Arg. Publ. Acad. Nac. Cienc. Córdoba.* I, 225-292.
- CRIMES, T.P., 1970. The significance of trace fossils in sedimentology, stratigraphy and paleoecology with examples from lower Paleozoic strata. En CRIMES, T. y HARPER, J. (Ed.). *Trace Fossils.* *Geol. Journ. sp. issue.* 3, 101, 126.
- CHURKIN, M. y BRABB, M., 1965. Occurrence and stratigraphic significance of *Oldhamia*, a cambrian trace fossils, in east-central Alaska. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper* 525 D, D 120 D 124.
- DURAND, F.R., 1973. Contribución al conocimiento geológico del flanco septentrional de la Sierra de la Ovejería (zona Aguas Calientes - Bajo Los Jejenes), Dpto. Belén. Prov. de Catamarca. *Seminario Fac. de Cs. Nat. U.N.T. Inédito.*
- , 1980.- Geología de la Sierra de la Ovejería, Provincia de Catamarca. *Tesis Doctoral Fac. de Cs. Nat. U.N.T. Inédita.*
- FERNANDEZ, M.M., 1978. Contribución al conocimiento geológico de la zona "El Durazno", Dpto. Belén, Prov. de Catamarca. *Seminario Fac. Cs. Nat. U.N.T. Inédito.*
- FITCH, F.J., FORSTER, S.C. y MILLER, J.A., 1976. The dating of the Ordovician. En Basset, M.G. (ed.). *The Ordovician System.* *Proc. Paleont. Assoc. Symp., Univ. Wales Press and Nat. Mus. of Wales, Cardiff.*
- GARCIA, H., 1971. Geología del pórfiro cuprífero Bajo de San Lucas, Dpt. Andalgalá, Prov. de Catamarca, Rep. Arg. *Revta. Asoc. geol. argent.* 26, 3: 327-342.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1950a. Geología y petrografía de las Hojas 12 de (Capillitas) y 13 d (Andalgalá). *Boln. Dir. gen. Ind. Min.* 70.
- 1950b. Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas. *Revta. Asoc. geol. argent.* 5: 81-110.
- , 1951. Granitos y migmatitas de la falda

- occidental de la Sierra del Aconquija: *Revta. Asoc. geol. argent.* 6: 137-186.
- , 1978.- Descripción geológica de la Hoja 14 f. San Fernando del Valle de Catamarca, Prov. de Catamarca y Tucumán. *Boln. Secr. Est. Min. Serv. Geol. nac.* 160.
- HANTZSCHEL, W., 1962. Trace fossils and problematica. En MOORE, R.C. (Ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology*, part W, Miscellaneous. *Geol. Soc. Am. and Univ. Kansas Press.* 177-245.
- , 1975. Trace fossils and problematica. En TEICHERT, C. (Ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part W, Supplement 1, 1-269.
- INDRI, D.A., 1979. Geología de la Cuesta Mina Capillitas (Catamarca). *Seminario Fac. Cs. Nat. U.N.T.* Inédito.
- KEIDEL, J., 1912. Die neueren Ergebnisse der Stastlichen geologischen Untersuchungen in Argentinien. *Compt. Rend. XI Congr. Geol. Int. (Estocolmo)*, 1127-1141.
- KITTL, E., 1926. Las rocas graníticas del poniente del Aconquija, Prov. de Catamarca: *Boln. Acad. nac. cienc. Córdoba.* 29: 333-348.
- , 1932. Estudios sobre rocas metamórficas e intrusivas de la Prov. de Catamarca. *Revta. Min.* 4, 4: 97-120.
- , 1933. Estudios sobre rocas metamórficas e intrusivas de la Prov. de Catamarca. *Revta. Min.* 5, 1: 12-30.
- , 1938. Estudios sobre las rocas metamórficas e intrusivas de las provincias del norte argentino. *Revta. Min.* 9: 43-46, 65-95.
- LEWELLYN, M.S., 1978. Geología del área del Cerro Bola del Atajo, faldeo sur del cerro El Durazno y campo del Carrizalito, Dpto. Belén, Prov. de Catamarca. *Seminario Fac. Cs. Nat. U.N.T.* Inédito.
- LINARES, E., 1977.- Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina. *Publ. Esp. Asoc. Geol. Arg. Serie B*, n° 4. Bs. As.
- LLAMBIAS, J.E., 1970. Geología de los yacimientos mineros de Agua de Dionisio. *Revta. Asoc. argent. Min. Sed. Petrol.* 1, 2-3: 2-32.
- MAISONAVE, H.M. y GUILLOU, J., 1970. Los yacimientos de cobre porfídico en el área de reserva de YMAD. Bajo El Durazno, Bajo de Agua Tapada, Las Pampitas, Bajo de San Lucas. *Dir. Nac. Geol. y Min. La Rioja. Informe inédito.*
- Mc BRIDE, S., CAELLES, J.C., CLARK, A.H. y FARRAR, E., 1975. Paleozoic Radiometric ages provinces in the Andean Basement, Latitudes 25° 30' S. *Earth and Planet. Science Letters*, 29: 373-383.
- MIRRE, J.C., 1971. Informe preliminar del Mosaico 24 B2. Plan NOA I Geol. Min. Informe inédito. Tucumán.
- y ACENOLAZA, F.G., 1972. El hallazgo de *Oldhamia* sp. (traza fósil) y su valor como evidencia de edad Cámbrica para el supuesto Precámbrico del borde occidental del Aconquija, Prov. de Catamarca. *Ameghiniana*, 9: 72-78.
- PEIRANO, A., 1944. Agua de Dionisio. Un centro volcánico moderno en el distrito de Hualfín, Dpto. Belén, Prov. de Catamarca. *Univ. Nac. de Tuc. Cuad. Min. Geol.* 3, 12: 56-68.
- , 1945. Agua de Dionisio. Un centro volcánico moderno en el distrito de Hualfín, Dpto. Belén Prov. de Catamarca. *Univ. Nac. de Tuc. Cuad. Min. Geol.* 4, 1, 13: 28-60.
- , 1956. Observaciones generales sobre la tectónica de los depósitos terciarios del cuadrángulo 26° S - 64° 30' W - 28° 30' S - 67° W, en el noroeste argentino: *Acta. geol. lilloana.* (I): 61-114.
- PETTIJOHN, F.J., 1963. Rocas sedimentarias. EUDEBA.
- PORTO, J.C., 1970. Geología de las cumbres de Tañillo. Sierra de San Javier septentrional, Prov. de Tucumán: *Acta. geol. lilloana* 11, 2: 27-58.
- QUARTINO, B., 1962. Sobre la interpretación geológica del distrito volcánico de Farallón Negro (Prov. de Catamarca). *An. Iras. Jorn. Geol. Arg.* II, 267-278. Bs. As.
- RASSMUSS, J., 1918. La Sierra del Aconquija. *Ira. Reunión Nac. Soc. Arg. Cienc. Natur. Tucumán* 1916., 47-69.
- SILLITOE, R., 1973. Geology of the Farallon Negro porphyry copper deposits, NW Argentina. Informe inédito. YMAD.
- SISTER, R.G., 1966. Proyecto Minero Industrial 'Farallón Negro. Anexo I. Informe Geológico.
- STELZNER, A., 1885. Contribución a la geología de la República Argentina con la parte limítrofe de los Andes chilenos entre los 32° y 33° S. *Acta. Acad. nac. cienc. Córdoba*, 8, 1-2: 1-225.
- STIPANICIC, P. y LINARES, E., 1975. Catálogo de edades radiométricas determinadas para la Re-

- pública Argentina, I, años 1960 - 1974. Publ. Esp. Asoc. Geol. Arg. Serie B n° 3 Bs. As.
- STRECKEISEN, A., 1967. Classification and nomenclature of igneous rocks. Neues Jahrb. Mineral. Abhandl. 197: 144-240.
- TOSELLI, A.J., GODEAS, M. y ROSSI DE TOSELLI, J., 1975. Contribución al conocimiento petrológico del basamento esquistoso de la Sierra de San Javier, Prov. de Tucumán, Argentina. Revta. Asoc. Miner. Petrol. Sediment., 6, 3 y 4: 103-113.
- TURNER, F.J. y VERHOOGEN, J., 1963. Petrología ígnea y metamórfica. Ed. OMEGA. Barcelona.
- TURNER, J.C., 1962. Estratigrafía de la región al naciente de la Laguna Blanca (Catamarca): Revta. Asoc. geol. argent. 17, 1-2: 11-46.
- , 1973. Descripción geológica de la Hoja 11 d, Laguna Blanca, Prov. de Catamarca: Boln. Serv. Nac. Min. Geol. 142.
- VIRUEL, M.E., 1973. Geología de la región comprendida entre los ríos Visvil y Jaci Yaco, Prov. de Catamarca. Seminario Fac. Cs. Nact. U.N.T. Inédito.
- WEBBY, B.D., 1970. Late Precambrian trace fossils from new Wales. Lethaia 3: 79-109.
- WINKLER, G.H., 1976. Petrogénesis de Rocas Metamórficas. Ed. H. BLUME. Madrid.