

**OBSERVACIONES Y EDADES POTASIO-ARGON  
DE FORMACIONES DE LA SIERRA DE PAIMAN,  
PROVINCIA DE LA RIOJA \***

por

RAFAEL R. GONZALEZ \*\*  
MARTA OMIL\*\*\* y DORA L. RUIZ

**SUMMARY**

Observations and K Ar age of the Formations in Sierra de Paimán, province of La Rioja. Two main groups of rocks conforming Antinaco and Paiman Formations are the constitutive units of sierra de Paimán (province of La Rioja). They are petrographically described and radiometric dating (K-Ar) of each one is given.

**Introducción**

La denominada Cadena de Paimán (llamada también Filo o Puntilla de la Reina de los Incas) constituye un cordón montañoso que se extiende en sentido NNW-SSE en su mayor parte adosada al flanco oriental de la sierra de Famatina, separándose ligeramente de ella hacia el sur, para conformar el Valle de Famatina desde la localidad de Carrizal hasta Chilecito; allí se disuelve en islotes casi sepultados en los aluviones modernos, que ampliándose extraordinariamente constituyen, ya más alejados del área, el Campo de Vichigasta. Por oriente, la amplia depresión del Valle de Antinaco, que en el norte alcanza un ancho máximo de 30 km, lo separa del Cordón de Velasco.

El cordón montañoso, que ofrece su altura máxima en el cerro Paimán con 2771 m sobresale no más de 1200 m sobre la llanura circundante por el este. El filo de la sierra que se recuesta ligeramente sobre el faldeo occidental

mantiene altitudes similares a la señalada con los Cerros de la Rinconada que disminuye en dirección a Chañarmuyo. Desde la parte más encumbrada de la sierra, hacia el este, sus faldeos disectados por innumerables quebradas de pendiente pronunciada, forman espolones agresivos que se hunden en forma más o menos rápida en los Llanos de Pituil y de allí al sur.

Hacia el oeste, la Cadena de Paimán se adosa por medio del Cordón de los Ramblones a la sierra de Famatina, sin solución de continuidad. Aquellos dos elementos sólo quedan separados entre sí por dos quebradas (Aguadita y de los Ramblones) que desaguan al norte y sur respectivamente, accidentes geográficos aprovechados para el trazado de la Ruta Nacional No. 40.

Desde la Pampita Paimán hacia el sur, el cordón se estrecha notablemente y así, con una anchura no mayor de 2 a 3 km continúa ininterrumpidamente, salvo el espacio abarcado por la quebrada de Capayán que lo disecta de oeste a este y por donde fluyen las aguas que descienden el faldeo del Famatina. Elevaciones menores como el Mogote y Los Nogales y los Mogotes Colorado y Barrealito coronan este sector de la sierra que se pierde algo al norte de la localidad de Nonogasta, manifestándose en

(\*) Contribución GEOTUC N° 5.

(\*\*) Fundación Miguel Lillo.

(\*\*\*) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

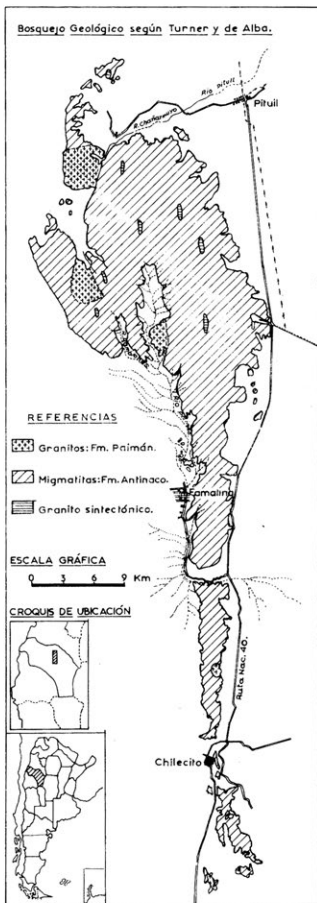
esta última sección el cerro Anguinán de 1465 m.

### Reseña geológica

La estratigrafía del área es por demás simple como que en su constitución intervienen elementos que conforman en su totalidad un 'basamento cristalino', salvo un reducido afloramiento sedimentario, atribuido al Carbónico. Turner (1971) y con anterioridad de Alba (1960) son los autores que más han dedicado atención al área por la índole de sus estudios, aunque cabe señalar la participación de los distintos integrantes que han actuado por el Plan La Rioja de la Secretaría de Minería de la Nación. La mayor extensión la cubre el trabajo de Turner (op.cit.), quien netamente distingue dos unidades formacionales (Formación Antinaco y Formación Paimán) que atribuye directamente al Precámbrico. El pequeño afloramiento sedimentario (Formación Agua Colorada) lo atribuye al Carbónico por similitud litológica con otros de áreas vecinas.

Toselli et al. (1978), en una caracterización del basamento de las Sierras Pampeanas septentrionales, hacen referencia a las rocas que lo constituyen en las sierras de Velasco y Paimán.

Como Formación Antinaco, Turner, (op.cit.) denomina a un conjunto de esquistos diferencialmente inyectados y cuerpos de granitos migmatíticos, es decir con escaso o difuso hasta muy profuso aporte magmático. Entre las variedades observadas y descritas se mencionan esquistos cuarzo-micáceos como roca poco modificada, alternante con fajas completamente migmatizadas, esquistos cuarzosos con nódulos de cuarzo y feldespato de dimensiones de hasta un centímetro. Son conocidas asimismo rocas de mezcla con pasajes de inyección nodular o venosa, en disposición generalmente concordante, aunque no falta, en menor proporción, las que se manifiestan en trayectoria irregular. Las migmatitas de tipo gnésico correspondientes a esquistos o micacitas fuertemente inyectadas ofrecen a la observación un aporte muy importante de feldespato potásico como porfidoblastos de ortosa.



A la Formación Paimán pertenecen los granitos de composición bastante homogénea, aunque con predominio del tipo porfiroide que afloran saltuariamente en la cadena montañosa, principalmente en el sector norte, donde el cerro Potrerillo es el representante más conspicuo.

### Caracteres petrográficos

Los componentes minerales de las migmatitas de la Formación Antinaco están compuestas por cuarzo, microclino perfitico, plagioclasa, biotita y muscovita. El *cuarzo* es anedral de tamaño mediano a pequeño y presenta claros indicios de presiones; son comunes las fracturas, la extinción ondulosa y un visible alargamiento de los granos, lo que llegan a formar lenticulas aplanadas. Las inclusiones no son muy abundantes y consisten en *apatita* acicular y en menor medida, gaseosas. Las secciones mayores presentan fracturas ocupadas por material micáceo. En otros casos el *cuarzo*, triturado y recrystalizado se extiende entre los feldespatos formando bandas constituidas por granos unidos por contactos sinuosos.

Grandes cristales de *microclino* perfitico se encuentran oscurecidos por una marcada sericitización y por la deformación de sus maclas; muy fracturado, los planos de fractura están ocupados por mica escamosa dispuesta sin orientación.

*Plagioclasa* flexionada, maclada según ley de albita tiene aspecto turbio por efectos de una alteración cuya distribución no es uniforme; así, da lugar a centro o núcleos sericitizados.

La *biotita*, muy alterada, desferrizada, por lo general de color pardo claro, pardo oscuro o rojizo. Las laminillas mayores están curvadas o plegadas, arrugadas; las menores, forman agregados en disposición subparalela marcando la foliación o bordeando cristales de *cuarzo* y *plagioclasa*.

La *muscovita* es, en tamaño y disposición, semejante a la *biotita*. Se la observa en cordones alargados con sericita y *clorita* o adopta forma de láminas prismáticas, subcuadradas, deflecionadas.

El *epidoto* (zoicita) está en prismas de distintos tamaños, alargados en la dirección de la foliación. Presenta colores de interferencia anómalos.

Como minerales accesorios, la *apatita* se presenta en cristales grandes de sección hexagonal que incluyen generalmente a *biotita*. Minerales de hierro, *circón* y *clorita*, con fuerte pleocroísmo y colores de interferencia de pardo a púrpura, forman agregados o manchas en feldespatos; es, en algunos casos un constituyente importante.

Hay marcados efectos cataclásticos: fragmentación de los componentes minerales, en especial el *cuarzo*, el que triturado puede formar un mosaico o, si alargado, constituir los típicos "ojos", láminas de *biotita* y *muscovita* orientadas, flexionadas y microplegadas, maclas de los feldespatos oscurecidos por la deformación; extinción ondulosa y contactos suturales de los granos de *cuarzo*.

Las migmatitas forman parte de la Formación Antinaco descrita por Turner (op.cit.), como integrada por sedimentos metamorfozados con penetración de material ígneo. Estas rocas originadas por un aporte magmático diferencial sobre esquistos *cuarzo-micáceos*, presentan en el área variaciones texturales, marcadas especialmente por el aumento de micas, observándose así toda una transición que va desde la esquistosidad muy clara hasta otros casos en que ésta se encuentra pobremente definida.

Los granitos presentan en su totalidad marcado efecto cataclástico. La textura es granular, holocristalina, de grano mediano, predominando el tipo porfírico según feldespato potásico.

Los minerales esenciales son feldespatos alcalinos, *plagioclasa*, *biotita* y *anfíbol*; en algunos casos este último es tan abundante que la roca puede considerársela como granito anfibólico. *Apatita* y *zircón*, son los accesorios.

El feldespato alcalino predominante es el *microclino*, que aparece en megacristales subdiales junto a los componentes esenciales. Se observan perfitas, secciones de *cuarzo* anedrales de diferentes tamaños, con fuertes efectos de cataclasis: extinción ondulosa, líneas de

MUESTRA	LOCALIDAD	% K	K <sup>40</sup>	Ar <sup>40</sup>	Ar <sup>40</sup> ATM	E D A D
F (QA)	Qda. de la Aguada Sa. de Famatina.	7,41	22,12	67,192	5,1	451 ± 15
P (CH) <sub>8</sub>	Sa. de Paimán. Chilecito.	7,39	22,06	65,413	2,9	442 ± 15
P (NO)	Nonogasta. Sa. de Paimán.	7,37	22,00	65,700	1,8	443 ± 15
F (PF) <sub>10</sub>	Pampita Paimán. Sa. de Paimán.	7,52	22,45	64,665	3,5	430 ± 15
P (RI)5	Sa. de Paimán.	6,47	19,31	41,469	3,7	330 ± 10
P (SN)	San Nicolás. Sa. de Paimán.	9,36	27,94	63,696	15,3	347 ± 15
P (CN)	Cto. Negro. Sa. de Paimán.	6,84	20,42	41,615	8,7	310 ± 15
P (SM)	San Miguel. Sa. de Paimán.	9,81	29,28	64,185	9,9	336 ± 15
P (RS)	Mogote. Barrealito. Sa. de Paimán.	8,25	24,63	51,571	4,3	320 ± 15

fractura y contactos suturales entre los granos. Cristales tabulares subedrales de *plagioclasa*, maclados según la ley de albita y albita-periclino presentan algo de zonación. La alteración sericitica es común

La *biotita*, que predomina sobre la *muscovita* forma secciones de distintos tamaño irregularmente distribuida, pleocroica, desferriada, con numerosas inclusiones de *apatita* y *zircón*. La presencia de clorita a partir de *biotita* es frecuente.

El anfíbol *hornblenda*, como componente importante, se presenta en individuos alargados y en secciones transversales rómbicas a pseudoexagonales de pleocroísmo verde pálido a amarillento y tamaño variable, con secciones en disposición heterogénea, las que en algunos casos muestran contornos irregulares.

Estas rocas fueron definidas por Turner (op.cit.) como granitos porfiroideos (según ortosa y plagioclasa). Sin embargo, la presencia de hornblenda las hace comparables al "granito hornblendífero-biotítico" de la Formación Ñuñorco (Turner, op.cit.), que aflora en las proximidades de las Cuevas de Noroña, hacia el sureste, diferenciándose en que este último posee ortosa como feldespato alcalino y una textura granular de grano fino a mediano sin desarrollo de fenocristales.

#### Edad de las formaciones

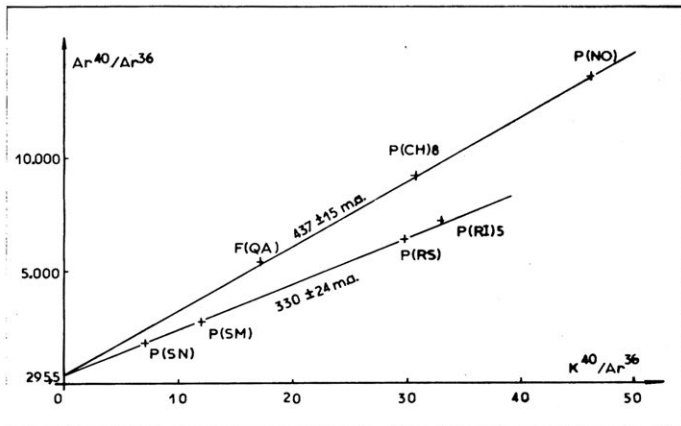
Investigaciones precedentes, como las de Stelzner (1885), Bodenbender (1922), González Bonorino (1950) y el mismo Turner en varias de sus publicaciones, atribuyen a las rocas que conforman las formaciones descritas como pertenecientes en su totalidad al Precámbrico, criterio ligeramente modificado con posterioridad para indicar que algunas de las manifestaciones eruptivas podrían corresponder al Paleozoico inferior. De hecho, son muchos los datos suministrados por análisis radimétricos que las confirman como de esa edad (en varios lugares al Paleozoico ya bastante alto).

El análisis de la secuencia estratigráfica permite elaborar un esquema simple sobre la sucesión de los eventos geológicos que estruc-

turaron el basamento. Comienza con la deposición de sedimentos pelíticos en un ambiente geosinclinal, los que por acción del metamorfismo regional dieron lugar a rocas esquistosas. El ascenso del magma granítico dio origen a migmatitas y a diversas formas de inyección, culminando con el emplazamiento de los cuerpos graníticos. A partir del Carbónico, último período de deposición de sedimentos en la zona, el área se comportó como elemento positivo, por lo que las fuerzas erosivas jugaron un importante rol. Una cubierta cuartaria, con sedimentos de distintos espesores, completan el panorama geológico local.

Los análisis radimétricos realizados (unos por el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica INGEIS— otros por el Programa Geocronología Tucumán —GEOTUC) posibilitaron determinar un número razonable de resultados como para llegar a conclusiones satisfactorias sin que ello signifique el fin del problema. De esta manera los valores extremos de  $451 \pm 15$  y  $425 \pm 15$  ma para las rocas graníticas, con un valor promedio de  $438 \pm 15$  ma, es coherente con el ofrecido por la isocrona, permitiendo ubicar el evento magmático próximo al límite Silúrico-Devónico, o sea integrando la fase Oclóyica (Turner y Méndez; 1975) dentro del Ciclo Magmático Caledónico (Ramos y Ramos, 1978). Estos valores son perfectamente comparables con los suministrados por González y Toselli (1974) para granitos de la Cuesta de Miranda, Sierra de Famatina ( $448 \pm 20$  ma) y Cuesta de Zapata (sierra homónima) con  $444 \pm 6$  ma.

En cuanto a la edad obtenida para las migmatitas de la Formación Antinaco, los resultados están comprendidos entre los  $310 \pm 15$  y  $347 \pm 15$  ma, con un valor promedio de  $329 \pm 15$  ma, coincidente asimismo con el valor suministrado por la isocrona. Estos resultados parecerían contradecir los valores suministrados por las rocas graníticas. Pero es que, sin duda, las cifras que se indican corresponden a eventos geológicos de otra naturaleza. La edad señalada es coherente con la pérdida de argón radigénico durante un proceso de calentamiento.



to producto de movimientos tectónicos, consecuencias observables en este caso por los efectos cataclásticos que denota el estudio de los cortes delgados. Son indicadores inequívocos: la fragmentación de los constituyentes minerales, las laminillas de mica flexionadas, orientadas y microplegadas, el maclado polisintético irregular de las plagioclasas y los contactos suturales entre los granos de cuarzo. Así, el argón rescatado en los análisis de referencia, es el obtenido a partir del último proceso de estabilización del sistema, es decir, que la relación  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  es distinta a la que correspondería de haberse mantenido el primer cierre del sistema.

De esta manera, lo expuesto precedentemente señala para el caso particular de las Formaciones Antinaco y Paimán, dos aspectos vinculados al comportamiento tectomagmático del área. Por una parte, la edad mínima correspondiente al emplazamiento de los cuerpos intrusivos y consecuentemente vinculado a ello la intromisión de materia magmática modificando las características primarias de gran parte de las metamorfitas. Por otra parte, los efectos

de un tectonismo acentuado, produjo el desequilibrio de cierre del sistema en la producción de  $^{40}\text{Ar}$  radiogénico y el escape del ya formado, proceso que pudo haberse repetido más de una vez, pero que el obtenido en esta ocasión al señalar un nuevo cierre del sistema es coincidente con el último evento acaecido.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a la Fundación Miguel Lillo por el aporte brindado; al Lic. Manuel A. Cabrera por la confección de las ilustraciones.

#### BIBLIOGRAFIA

- BODENBENDER, G. 1922. El Nevado de Famatina.- Anals Minist. Agric. Nac. B. Aires 16,1.  
 DE ALBA, E. 1954. Descripción geológica de la Hoja 16c, Villa Unión (provincia de La Rioja). Boln Dir. Nac. Min. B. Aires, 82.  
 DE ALBA, E. 1956. Acerca de la edad del granito de Famatina.- Revta. Asoc. geol. argent. B. Aires, 11,1.

- DE ALBA, E. 1979. Descripción geológica de la Hoja 16d, Chilecito (provincia de La Rioja).- Boln Servicio geológico nac. B. Aires, 163.
- BONZALEZ BONORINO, F. 1950. Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas.- Revta Asoc. geol. argent. B. Aires, 5,3.
- TOSELLI, A., y ROSSI de TOSELLI, J. 1978. Caracterización del basamento metamórfico de las Sierras Pampeanas Septentrionales de la República Argentina. VII Congr. Geol. Argentino, Neuquén; Actas, 2. Buenos Aires.
- GONZALEZ, R. y TOSELLI, A. 1974. Radiometric dating of igneous rocks from Sierras Pampeanas, Argentina. Revista Brasileira de Geociencias, 4.
- STELZNER, A. 1885. Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischer Republik. Geologischer Theil. Berlin.
- TURNER, J. C. 1971. Descripción geológica de la Hoja 15 d, Famatina (provincia de La Rioja). Boln Dir. Nac. Geol. Min. B. Aires, 126.
- VILLAR FAVRE, J.; GONZALEZ, R. 1969. El granito de la Cuesta de Miranda.- Acta geol. lilloana, 10, 6.

