

CARTOGRAFIA Y CARACTERIZACION PETROGRAFICA DEL GRANITO LAS BURRAS, PUNA JUJEÑA

Javier ELORTEGUI PALACIOS¹, Beatriz COIRA² y Fernando HONGN³

¹Instituto de Geología y Minería, UNJu – CONICET, Av. Bolivia 1661, Y4600GNE – San Salvador de Jujuy. Correo electrónico: javierep@idgym.unju.edu.ar

²Instituto de Geología y Minería, UNJu – CONICET, Casilla de Correo N° 258 – San Salvador de Jujuy. Correo electrónico: bcoira@idgym.unju.edu.ar

³IBIGEO, UNSa – CONICET, Buenos Aires 177, A4402FDC – Salta. Correo electrónico: fhongn@aol.com

Palabras Clave: Petrografía, Granitos, Clasificación modal, Puna jujeña, Faja Eruptiva Oriental.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El Granito Las Burras (GLB) se ubica en la Puna jujeña, en cercanías del límite con la provincia de Salta, al norte de la Sierra de Cobres y como una prolongación de ella. El acceso al área es en vehículo automotor por la Ruta Nacional 52, actual "Paso de Jama", hasta la zona conocida por los lugareños como "Puerta de Salas", punto de ingreso al área del Río Las Burras y hacia el GLB.

El GLB es un pequeño cuerpo granítico subcircular, altamente evolucionado, interpretado como de carácter postectónico, que representaría la actividad póstuma del magmatismo ordovícico (Zappettini, 1989) en la denominada Faja Eruptiva Oriental (figura 1A) de la Puna (Mendez et al., 1973). Zappettini (1989) lo identifica como cuerpo independiente y lo caracteriza petrográficamente como un leucogranito con tendencia alcalifeldespática, con nódulos de turmalina hacia el techo, encajado en sedimentitas de edad ordovícica y en otros granitoides: Granito Churcal y Granodiorita Quepente. Los tres cuerpos son interpretados por Zappettini (1989), en base a su carácter peraluminoso, como intrusiones derivadas de la anatexis de materiales de origen siálico. En la Sierra de Tanques y la Sierra de Cobres (figura 1B), afloran otras unidades graníticas, pertenecientes también a la mencionada Faja Eruptiva. Dichas unidades fueron estudiadas por Pérez y Coira (1998, 1999) en el primer caso, y Hongn et al. (2001) y Kirschbaum et al. (2005) en el segundo. Esas unidades presentan aparentes similitudes geoquímicas con las del área del Granito Las Burras, lo que plantearía una semejanza en las fuentes de los magmas graníticos para este tiempo y estas latitudes.

Las edades radimétricas disponibles para la zona de trabajo son una determinación K/Ar de 428 ± 17 Ma en el GLB (Zappettini, 1989), y otra U/Pb de 476 ± 1 Ma en la Granodiorita Cobres (Lork y Balhburg, 1993). Esta última ha sido correlacionada con la Granodiorita Quepente y el Granito Churcal por Zappettini (1989), quien asignó todas estas unidades a un mismo ciclo magmático. Las edades mencionadas no solo reforzarían la caracterización del GLB como postectónico con respecto a los eventos de deformación intraordovícicos, sino que permitiría desvincularlo de sus encajonantes.

Coira et al. (1999) y Coira y Koukharsky (2002) aportan nuevos datos geoquímicos, que utilizan para postular un régimen de convergencia oblicua en el que habría evolucionado esta zona de la Faja Eruptiva Oriental de la Puna. En ese marco geotectónico se habrían generado condiciones para una importante fusión cortical asociada a un régimen transtensivo (Coira et al. 1999) o transpresivo (Hongn y Mon, 1999), que habría controlado tanto el origen como el emplazamiento de los magmas.

El estudio del GLB y de sus encajonantes magmáticos permitirá el conocimiento de las fuentes y el ambiente de generación de los magmas, así como los procesos petrogenéticos y evolutivos actuantes, contribuyendo a acotar los períodos de actividad magmática en la región para estos tiempos. Con ello se contribuirá a un mayor conocimiento en cuanto a origen, evolución en el tiempo y ambiente tectónico de la Faja Eruptiva Oriental.

En el marco de las investigaciones iniciadas a estas latitudes, se ha cartografiado y caracterizado petrográficamente al GLB y granitoides asociados.

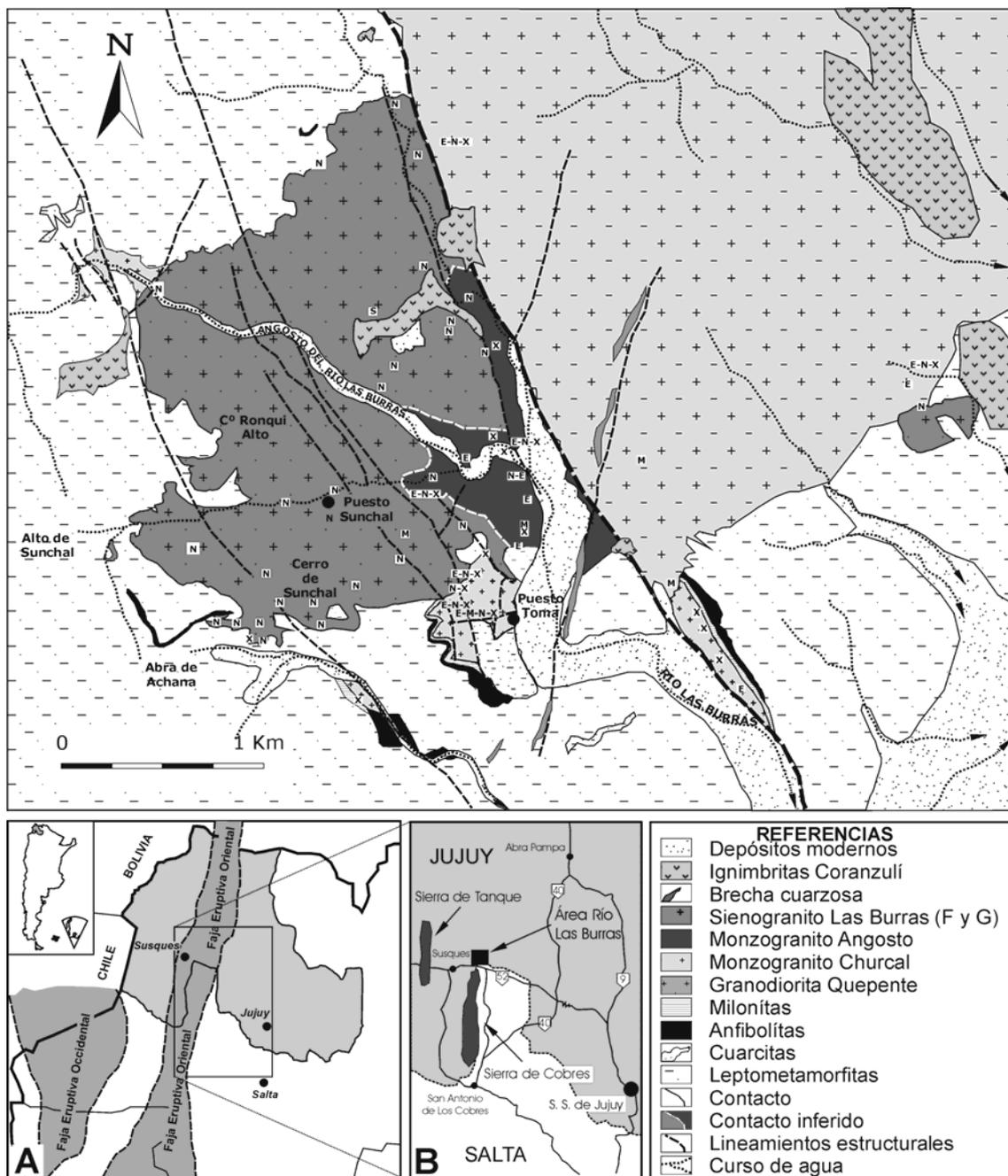


Figura 1: A: ubicación general del área de estudio. Situación respecto a las Fajas Eruptivas de la Puna, modificado de Coira et al (1999) y **B:** Ubicación respecto a la Sierra de Cobres y Sierra de Tanques, donde afloran granitoides con similitudes geoquímicas con los del área de estudio.
Principal: Mapa geológico del Granito Las Burras y su encajonante (ígneo y leptometamorfitas ordovícicas). E=Enclaves, M=Miarolas, N=Nódulos de turmalina, X=Xenolitos, S=Soles de turmalina.

El presente trabajo tiene como objetivos dar a conocer estos resultados para los granitoides del área del Río Las Burras, poniendo especial interés en el GLB. Se prevé proseguir con la realización de estudios geoquímicos, geocronológicos y estructurales sobre dichos granitoides para así avanzar en su conocimiento petrológico y contribuir a la comprensión del magmatismo en la Puna Jujeña.

METODOLOGIA

La elaboración del mapa base fue realizada utilizando fotografías aéreas a escala 1:50.000, ampliaciones 1:25.000 e imágenes satelitales combinadas en distintas bandas.

Como complemento a las descripciones petrográficas se realizó la tinción de plaquetas pulidas con cobaltonitrito de sodio lo que permitió la discriminación entre feldespatos potásicos y plagioclasas.

Para el conteo modal se utilizó una platina integradora automática de diez canales^[1 a 10] marca SWIFT. Contándose por cada corte entre 800 y 1300 puntos con un paso de 2/3 de mm. Se contó cuarzo^[1], feldespato potásico^[2] plagioclasa^[3], biotita^[4] (discriminándose aquella reemplazada por clorita), moscovita^[5] y probable cordierita^[6] (mineral euhedro/subhedro pseudomorfizado por clorita, sericita y moscovita) como minerales esenciales. Como mineralogía accesoria se discriminó turmalina^[7] de otros accesorios en general^[8] (apatita, minerales opacos, circón, etc) y entre la mineralogía secundaria clorita^[9] (considerándose el 100% como biotita alterada) y alteraciones en general o sin identificar^[10] (principalmente sericita, también epidoto y clinozoicita). Con estos datos se clasificó modalmente en el diagrama QAP los granitoides, y con los minerales complementarios a ese diagrama se construyeron diagramas bivariantes.

CARACTERIZACION PETROGRAFICA

GRANITO LAS BURRAS

Es de color claro con zonas con tonalidades rojizas. Es un cuerpo muy homogéneo y en el campo se lo reconoce por su relativamente fina granometría, escasez de mafitos, presencia de nódulos de turmalina (compuestos de turmalina, +/-cuarzo, y en algunos casos bordes finos cuarzo-feldespáticos), y ausencia de enclaves *sensu lato*. También es notable la ausencia de ordenamiento de los fenocristales como indicadores de flujo magmático. Modalmente corresponde a un sienogranito (Figura 2). Con el estudio petrográfico se pudo reconocer, dentro de la homogeneidad general del cuerpo, la existencia de variaciones granulométricas en la pasta de los petrotipos, constituida esencialmente por microclino. En base a ello se determinaron dos facies: una fina (F) y otra gruesa (G).

Las dos facies corresponden a rocas holocristalinas, granudas, generalmente finas, hipidiomórficas, leucocráticas. El promedio de los cristales pocas veces supera los 2 mm de tamaño; cuando ello ocurre alcanzan hasta 4,5 milímetros.

La distribución de las facies reconocidas (F y G) es irregular y de carácter aleatorio, no pudiéndose comprobar relación alguna de ellas con el nivel de exposición del cuerpo, ni con la presencia de minerales máficos o de nódulos de turmalina. La cartografía de tales facies a la escala actual (1:25.000) no es viable.

Hacia el E del área de estudio se muestreó un afloramiento del GLB, ya cartografiado por Zappettini (1989), aislado del cuerpo principal del GLB y en claro contacto ígneo con el Granito Churcal (ver figura 1).

La mineralogía esencial para el GLB es cuarzo, microclino, plagioclasa, biotita, ortosa, moscovita y probable cordierita. La mineralogía accesoria es apatita, circón, titanita?, minerales opacos, turmalina y rutilo. Como productos de alteración deutérica y/o metasomática se reconocen clorita, hematita, epidoto, moscovita secundaria, albita, microclino, minerales opacos y sericita.

El cuarzo tiene entre 2,5 y 3 mm en tamaño y se muestra fragmentado. Ocasionalmente se observa la existencia de seriación, desde cristales grandes (4-4,5 mm) a aquellos más pequeños que están en la base (0,5 mm a menos). Al microscopio se muestra anhedo y con extinción ondulosa.

El feldespato potásico se reconoce en forma de microclino y ortosa. Como microclino se halla conformando, en la totalidad de las muestras observadas, la base de la roca. Es mayormente anhedo y se dispone en forma intersticial y con pequeñas dimensiones (0,6 mm). Como ortosa se muestra en cristales subhedros con tamaño que oscila entre 1-3,5 mm, hasta escasos fenocristales de 8 mm.

La plagioclasa está presente en todas las muestras y se distingue claramente por el carácter euhedro/subhedro de sus cristales, los que de acuerdo a la facies se constituyen en fenocristales. Su tamaño promedio es 1-1,5 mm llegando los fenocristales a los 4-7 mm. Se determinó su composición sobre un total de 22 muestras. Se obtuvieron valores dispersos dentro del rango An_{05-14} , valores que excluyen la consideración de las plagioclasas como feldespatos alcalinos en la clasificación modal (Streckeisen, 1976). En algunos puntos se presenta con leve alteración superficial a Ms y Msf.

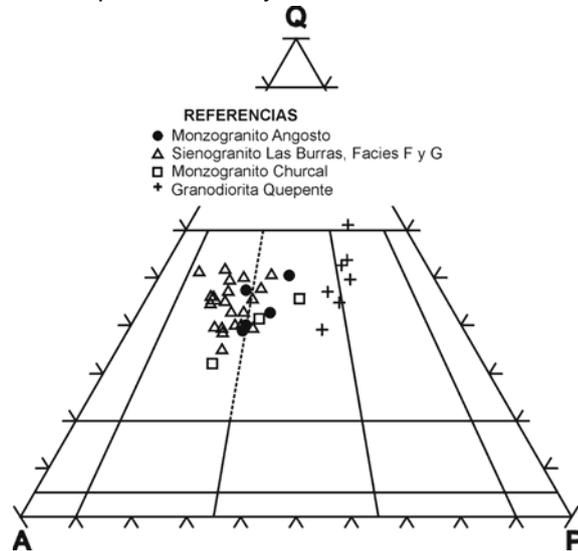


Figura 2: Relaciones modales QAP para el GLB y granitoides aflorantes en el área del Río Las Burras según propuesta de Streckeisen (1976).

La moscovita, interpretada como de origen primario, se presenta en porcentajes variables de entre el 1 y el 9 % modal. En algunas muestras llega a constituir paquetes de más de 3 mm de longitud.

Los mafitos más abundantes son biotita y probable cordierita. La biotita se presenta en paquetes y hojas aisladas que en ningún caso superan los 2 mm. La probable cordierita es un mineral euhedro de color gris azulado y que se encuentra como fenocristales con secciones basales de 0,4 hasta 4 mm y secciones tabulares de 4 mm de longitud. Al microscopio se revela como un mineral totalmente pseudomorfizado por una asociación de filosilicatos (clorita, sericita, moscovita secundaria). Si bien cálculos normativos realizados con datos geoquímicos preliminares indican la presencia de corindón normativo, la cordierita descrita para el Granito Churcal por Zappettini (1989) aún no ha podido ser constatada, encontrándose en todos los petrotipos este mineral euhedro con el reemplazo descrito. La alteración que opera sobre esa fase mineral es claramente diferenciable en los cortes delgados de aquella que afecta a los feldespatos, ya que el reemplazo es total y completamente fino con excepción de algunas moscovitas de mayor tamaño. En general su contenido modal es inferior al 2%. Hay sectores donde tanto la moscovita como la cordierita están ausentes o son accesorios.

La turmalina, de color azul-celeste a verdoso, se encuentra en cristales intersticiales subhedros como un relleno tardío. En algunos casos a manera de venulaciones siguiendo planos de discontinuidad dentro de las otras unidades graníticas y como nódulos, lo que haría pensar en un aporte metasomático de boro al que se asociarían las zonas ricas en turmalina. El rutilo, en menor proporción que en los otros petrotipos, se presenta incluido en biotita como pequeñas agujas de disposición simétrica.

También se observa en este cuerpo y en los restantes petrotipos una alteración variable, desde ínfima hasta el reemplazo pseudomórfico de clorita según biotita.

El porcentaje modal de Bt_{TOTAL} oscila en el rango de 1 a 5% con un promedio de 3,2%. Esta última relación diferencia claramente al GLB de los restantes petrotipos (Figura 3).

MONZOGRANITO ANGOSTO

Esta unidad ha sido reconocida únicamente en la terminación del Angosto del río Las Burras y zonas aledañas (Figura 1). Se trata de una roca granuda mediana con términos gruesos, holocristalina e hipidiomórfica, y su color varía del gris al blanco. Los afloramientos se presentan muy frescos y muestran característicos fenocristales de feldespato potásico, que muestran una ligera orientación que hablaría de cierto control por flujo magmático.

También es conspicua la presencia de enclaves maficos microgranulares ovoidales, algunos pequeños (0,5 a 3 cm) de grano muy fino y otros, de mayor tamaño (5 a más de 20 cm), de granulometría algo más gruesa y mineralogía similar a la del monzogranito. También han sido observados y descritos en diversos puntos pequeños xenolitos provenientes de la caja leptometamórfica, de color oscuro y muy finos, compuestos esencialmente por filosilicatos; tienen dimensiones centimétricas y relaciones axiales 3:1 a 4:1. Diques finos (microgranitos y/o aplitas) de color claro intruyen a la unidad con contactos rectos y bien definidos. Este tipo de diques no ha podido ser observado hasta el momento en ninguna de las dos facies del GLB.

Esta roca está compuesta por cuarzo, biotita, feldespato potásico, plagioclasa, fases según cordierita?, y moscovita como mineralogía esencial. En carácter de accesorios se han descrito apatita, circón, minerales opacos, turmalina y rutilo incluido en biotita. También un mineral euhedro, metamictizado e incluido en biotita que probablemente sea allanita.

El cuarzo, en cristales de 1,5 hasta 7 mm en las muestras más gruesas, se presenta deformado, con extinción ondulosa hasta casi presentar lamelas de deformación.

La plagioclasa se presenta como fenocristales euhedros de 3 a 5 mm, llegando en algunos casos al centímetro de longitud. También hay cristales más pequeños que van de 1 mm a 3 mm, igualmente euhedros. Su composición determinada en cuatro cortes varía entre An_{08-12} , levemente más básica que para el GLB.

El feldespato potásico se presenta como fenocristales tabulares euhedros que incluyen poiquilíticamente a biotita y plagioclasa. Su tamaño varía entre 0,5 y 1,5 cm. El microclino se reconoce como relleno intersticial.

La probable cordierita es euhedra, en cristales prismáticos cortos de 4 mm de diámetro y 7 mm de longitud. Se encuentra, al igual que en todas las muestras estudiadas, reemplazada pseudomórficamente por sericita, moscovita secundaria y clorita.

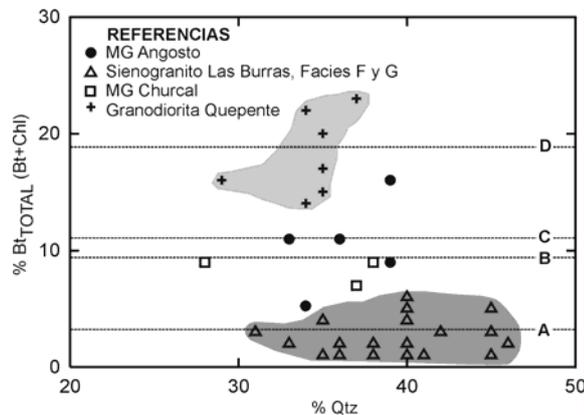


Figura 3: Relaciones modales Bt_{TOTAL} vs. Qtz. Las líneas punteadas indican el promedio para cada petrotipo: **A**-GLB: 3,2 %; **B**- MG Churcal 9,4%; **C**- MG Angosto: 11,1; **D**- GRD Quepente: 18,9 %.

El contenido modal de biotita total ($Bt_{TOTAL} = \text{biotita} + \text{clorita}$) para esta unidad tiene un mínimo de casi 6% (similar al máximo del GLB) y un máximo cercano al 17%. Estos datos modales, cuando son representados en diagramas binarios, asocian claramente este monzogranito con el ploteo del Monzogranito Churcal, separándose del GLB que forma una nube de datos (figura 3). Si bien estos resultados propician una eventual vinculación del Monzogranito Angosto con el Granito Churcal el avance en los estudios petrológicos permitirá establecer las relaciones genéticas del Monzogranito Angosto con el GLB y con el Monzogranito Churcal.

El Monzogranito Angosto está en contacto con el Monzogranito Churcal y con el GLB. El contacto con el Monzogranito Churcal es de origen tectónico y se encuentra en gran parte bajo cobertura moderna. En cambio el contacto con el GLB no es claro presentando características de aparente transicionalidad (Quebrada de Sunchal y Angosto del Río las Burras) o tectónico (contacto al norte del Río Las Burras).

MONZOGRANITO CHURCAL

Este granito forma el mayor cuerpo granítico aflorante, en la zona del Río Las Burras, cubriendo un área de 4 por 7 Km en sentido sub-meridional. Fue definido por Zappettini (1989), quien lo describe como un monzogranito cordierítico. Los afloramientos muestran una roca de grano mediano a gruesa, de colores blancos a gris-blanco inequigranular con presencia de fenocristales. Modalmente corresponde a un monzogranito (Figura 2).

Caracterizan a esta litología zonas con enclaves máficos microgranulares, ovoidales, de dimensiones decimétricas (hasta 80 cm). Estos enclaves son similares a los descritos para el Monzogranito Angosto, aunque su granulometría es mucho más gruesa e incluyen cristales de la probable cordierita y cuarzo y feldespatos de la roca hospedante, hecho que le otorga aspecto granudo grueso. Son ocasionales los xenolitos de rocas de caja, y nódulos de turmalina, estos menos abundantes respecto al GLB.

Mineralógicamente está compuesto por cuarzo, plagioclasa, biotita, moscovita, fenocristales de feldespato potásico y de probable cordierita con idéntico pseudomorfismo al descrito anteriormente para los otros petrotipos. La mineralogía accesoria está representada por circón y rutilo (ambos incluidos en biotita), apatita (incluida tanto en biotita como agujas en plagioclasa), minerales opacos y turmalina. La mineralogía secundaria producto de alteración: en biotita es clorita, epidoto y biotita secundaria; en la plagioclasa es epidoto y clinozoicita; y para la probable cordierita es clorita, sericita y moscovita secundaria.

El cuarzo es anhedral y tiene dimensiones que oscilan entre los 0,5 y 7 mm. Al microscopio se lo observa con extinción ondulosa y fracturado.

El feldespato potásico está representado por ortosa y microclino. Como ortosa en fenocristales de más de 4 cm, y como microclino anhedral, intercrystalino, producto de una cristalización tardía (0,25 a 1 mm tamaño de cristales).

La plagioclasa se presenta en cristales tabulares de 5 a 8 mm intensamente alterados a sericita. El rango composicional de las plagioclasas en esta unidad es aún más amplio variando en el rango An_{12-28} .

Aquí nuevamente los mafitos más abundantes son biotita y cordierita. La biotita se observa en cristales frescos subhedros y de gran tamaño (1,5 a 4 mm longitud de hojas por 1-2 mm espesor de los paquetes). La probable cordierita aquí también se presenta como fenocristales prismáticos (4 a 7 mm) y con secciones basales sub-circulares de entre 1,5 y 2 mm totalmente pseudomorfizada por los filosilicatos ya citados.

Procesos de alteración deutéricos han sido observados en una muestra ubicada en el Perfil Este, en cercanías al cuerpo pequeño del GLB, representados por una nueva generación de biotitas y la aparición de clinozoicita afectando mayormente a las plagioclasas.

El contenido promedio de Bt_{TOTAL} para esta unidad es de 9,4% (Figura 3). Es de destacar que aquí nuevamente estos valores son superiores a los determinados para el GLB, y similares, en promedio a los referidos anteriormente para la Unidad Angosto (11,1% promedio Bt_{TOTAL}).

GRANODIORITA QUEPENTE

El petrotipo Quepente está compuesto por cuarzo, plagioclasa, biotita, probable cordierita, feldespato potásico y moscovita como mineralogía esencial; circón, abundante rutilo, apatita, minerales opacos y turmalina como accesorios, y en carácter de mineralogía secundaria clorita, moscovita secundaria y sericita. Se trata de una granodiorita (Figura 2) como ya fuera descrita por Zappettini (1989). Tiene aspecto gnésico, y textura holocristalina inequigranular porfírica de grano medio a grueso. Su color va del gris azulado al gris oscuro según el contenido de mafitos. De las rocas granitoides aflorantes es la que posee mayor contenido en mafitos: entre un 19 y algo más de un 30 % (biotita, clorita y cordierita?) siendo de esta manera la roca granítica con mayor índice de color de las aquí descritas.

En general muestra una marcada foliación gnésica dada por la orientación preferencial en los minerales micáceos (biotita y moscovita principalmente) y fenocristales de plagioclasa. Esta foliación es variable de un sector a otro, siendo más notable hacia los contactos con la caja, donde desarrolla zonas miloníticas próximas a rocas anfibolitas con variable grado de deformación interna (ver en figura 1).

A diferencia de otras unidades, en ésta abundan los xenolitos de caja, cuyo tamaño varía desde decímetros hasta la decena de metros. Los enclaves máficos aquí también son ovoidales y de textura fina, aunque no tan abundantes como en el Granito Churcal y en el Monzogranito Angosto. También es propio y llamativo en esta unidad el hallazgo de xenocristales decimétricos de cuarzo blanco lechoso anhedro.

El cuarzo de esta roca define junto a los filosilicatos la matriz. Sus dimensiones medias oscilan los 0,5 mm y las máximas 1 mm. En las zonas donde se observa mayor deformación conforma cintas de 1 a 2 mm por hasta 1 cm de longitud.

Las plagioclasas, que en esta unidad denotan zonación, se encuentran como cristales euhedros-subhedros porfiroides de carácter tabular y su composición está en el límite oligoclasa-andesina (An_{30}).

El escaso feldespato potásico participa como fenocristales, también como relleno intercrystalino en la matriz o como cintas recrystalizadas de 3,5 por 6 mm de longitud.

La probable cordierita es característica en esta unidad por su abundancia. Supera el 5% hasta alcanzar el 11% modal. Es anhedra, elongada o subredondeada y sus dimensiones al igual que en los otros petrotipos la elevan a la categoría de fenocristal. La Bt_{TOTAL} (biotita + clorita), cuyo porcentaje modal supera el 14% con un máximo de 22% (figura 3), se presenta en pequeños paquetes y también como laminillas sueltas que define la matriz del petrotipo.

Nuevamente aquí el contenido modal de Bt_{TOTAL} determina una nube de datos que se separa visiblemente de los otros petrotipos descritos previamente (Figura 3).

La deformación de esta roca es dúctil, relacionada a su etapa de emplazamiento como lo descrito por Kirschbaum et al. (2005) para la zona de la sierra de Cobres.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los trabajos realizados han permitido redefinir cartográficamente al Granito Las Burras y caracterizarlo petrográficamente, al igual que otras unidades magmáticas aflorantes en el área del Río Las Burras. Dentro de ellas se pudo reconocer una nueva unidad a la cual se propone denominar Monzogranito Angosto.

La mineralogía de todas las unidades (granitos de dos micas, turmalina y probable cordierita?) sería indicadora de la peraluminosidad del magma, hecho confirmado por datos geoquímicos preliminares, en concordancia con Zappettini (1989).

El estado actual de conocimientos deja en claro la existencia y límites de las distintas unidades descritas en el presente artículo y las similitudes mineralógicas existentes entre ellas y las de la región, hecho que hablaría de un origen común en las fuentes para el GLB y granitos asociados así como su filiación con otras secuencias magmáticas de la Faja Eruptiva Oriental de la Puna. La secuencia estratigráfica propuesta por Zappettini (1989) permanece vigente, existiendo dudas acerca de la posición a ocupar por el Monzogranito Angosto, unidad

cuyos vínculos genéticos también son inciertos. Por todo ello será necesario un mayor conocimiento tanto del Granito Las Burras como del Granito Churcal en lo referente a sus posiciones estratigráficas y sus fuentes mediante la realización de estudios geocronológicos, geoquímicos e isotópicos.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo es una contribución al Proyecto PICT 07-8724 "Evolución magmática ordovícica en la Puna (22°-25°15'S)-relaciones geotectónicas y metalogenéticas", de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) con el que ha sido íntegramente financiado.

A la Dra. N. Menegatti (UNSa-CONICET) por la determinación, mediante RX de las fases pseudomorfos a la probable cordierita.

Al Licenciado. D. Fracchia (IdGyM-UNJu) por su invaluable ayuda en una de las campañas y por las enriquecedoras discusiones geológicas.

A la familia Puca (Clodomiro, Eustaquia, Próspero, Ariel y Silvina) por la hospitalidad durante las tareas de campaña.

REFERENCIAS

- Coira, B.L., Kay, S. Mahlburg, Pérez, B., Woll, B., Hanning, M., y Flores, P., 1999. Magmatic sources and tectonic setting of Gondwana margin Ordovician magmas, northern Puna of Argentina and Chile. (*in*: Ramos, V.A., and Keppie, J.D., eds.. *Laurentia-Gondwana Connections before Pangea*: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 336: 145-170.
- Coira, B. y Koukharsky, M., 2002. Ordovician volcanic activity in the Puna, Argentina. (En: *Aspects of the Ordovician System in Argentina*. F.G. Aceñolaza, Ed.). Serie de Correlación Geológica 16: 267-280. INSUGEO-Tucumán.
- Hongn, F.D., y Mon, R., 1999. La deformación ordovícica en el borde oriental de la Puna. 14º Congreso Geológico Argentino. Relatorio 1: 212-216. Salta.
- Hongn, F.D., Acuña, P.A., Mon, R., y Kirschbaum, A.M., 2001. Deformación paleozoica en el área de La Colorada. Sierra de Cobres (NO de la Argentina), VII Congreso Argentino de Geología Económica, Actas 1: 65-71. Salta.
- Kirschbaum, A., Hongn, F. y Menegatti, N., 2005. The Cobres Plutonic Complex, eastern Puna (NW Argentina): petrological and structural constraints for Lower Paleozoic magmatism. *Journal of South American Earth Sciences* (en prensa).
- Méndez, V., Navarini, A., Plaza, D. y Viera, V., 1973. Faja Eruptiva de la Puna Oriental. Quinto Congreso Geológico Argentino, 1: 19-36.
- Palma, M.A., Parica, P.D., y Ramos, V.A., 1986. El granito Archibarca: su edad y significado tectónico, provincia de Catamarca. *Revista Asociación Geológica Argentina* 41: 414-419.
- Pérez, B. y Coira, B., 1998. El magmatismo ordovícico de la Sierra de Tanque, Puna Septentrional, Argentina. *Memorias del Congreso Geológico de Bolivia*. pp. 229-235. Potosí.
- Pérez, B. y Coira, B., 1999. El granito de la Sierra de Tanque, borde oriental de la Puna jujeña. 14º Congreso Geológico Argentino. Actas 2: 159-162. Salta.
- Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Review* 12: 1-33.
- Zappettini, E.O., 1989. Geología y metalogénesis de la región comprendida entre las localidades de Santa Ana y Cobres, provincias de Jujuy y Salta, República Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, UBA. 180 p.