

# Consideraciones petrológicas del plutón Las Juntas, Sierra de Ambato, Catamarca, Argentina

## *Petrological considerations of the Las Juntas pluton, Sierra de Ambato, Catamarca, Argentina*

Rafael A. Furque<sup>1</sup>, Aldana B. Galván<sup>1</sup>, Matías E. Rasjido<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geología, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina

[rafafurque@gmail.com](mailto:rafafurque@gmail.com), [aldana.beatriz.galvan@gmail.com](mailto:aldana.beatriz.galvan@gmail.com), [mrassjido@gmail.com](mailto:mrassjido@gmail.com)

Recibido: 29/06/2020 - Aceptado: 09/11/2020

### Resumen

Estudios petrológicos de campo y gabinete indican la ocurrencia de cuatro unidades graníticas con minerales aluminosos tales como muscovita y granate junto a la distintiva presencia de turmalina. Los granitoides afloran en un área de aproximadamente 60 km<sup>2</sup> localizada a 45 km al NO de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, entre las localidades de El Rodeo y Las Juntas dentro del cordón montañoso de Sierra de Ambato. Las evidencias aquí presentadas señalan que estas cuatro facies de composiciones monzograníticas, denominadas Los Nogales, La Mesadita, Las Peñas Grandes y Las Perdices, constituyen rocas que provienen de un magma común, cristalizado en un estrecho rango de temperaturas, desde ~700°C a 650°C, pero con amplia variación en la presión, del orden de los 4 Kb, bajo condiciones subsolvus en niveles de mesozona. Las cuatro facies, en conjunto, conforman una unidad ígnea mayor denominada plutón Las Juntas, cuya forma elongada a sub-redondeada con unos 15 km de longitud y un ancho máximo de 10 km presenta relaciones discordantes respecto a la roca hospedante. Los esfuerzos compresionales horizontales ocurridos durante el orógeno famatiniano posibilitaron el ascenso del magma, determinando que seguramente fue el *ballooning* el mecanismo responsable del emplazamiento final del plutón.

**Palabras Claves:** granito, petrografía, emplazamiento, Sierras Pampeanas

### Abstract

Field and laboratory petrological studies indicate the occurrence of four granite units with aluminous minerals, such as muscovite and garnet with the distinctive presence of tourmaline. The granitoids are found in an area of approximately 60 km<sup>2</sup> located 45 km NW of the city of San Fernando del Valle de Catamarca, between the towns of El Rodeo and Las Juntas within the Sierra de Ambato mountain range. The evidences mentioned here indicate that these four facies of monzogranitic compositions, called Los Nogales, La Mesadita, Las Peñas Grandes and Las Perdices, constitute rocks that come from a common magma, crystallized in a narrow range of temperatures, from ~700°C to 650°C, but with wide variation in pressure, of the order of 4 Kb, under subsolvus conditions in mesozone levels. Together, the four facies make up a larger igneous unit called the Las Juntas pluton, whose elongated to sub-rounded shape with a length of about 15 km and a maximum width of 10 km shows discordant relationships with respect to the host rock. The horizontal compressional stresses that occurred during the famatinian orogen enabled the rise of the magma, determining what the *ballooning* was the mechanism responsible for the final emplacement of the pluton.

**Keywords:** granite, petrography, emplacement, Sierras Pampeanas

### 1 Introducción

La Sierra de Ambato forma parte de la provincia geológica de las Sierras Pampeanas Septentrionales; estas últimas definidas por Stelzner [1] son una serie de cordones montañosos en el noroeste de Argentina,

compuestas por un basamento cristalino formado por rocas metamórficas y por diversas rocas ígneas de edad paleozoica, en proceso de elevación desde el Mioceno hasta la actualidad, por la orogenia Andina. La historia evolutiva del basamento cristalino de la Sierra de Ambato está vinculada a tres eventos orogénicos: (a)

Pampeano, (b) Famatiniano y (c) Achaliano [2], [3], [4]; siendo el orógeno Famatiniano el mejor expuesto generando secuencias metamórficas y rocas intrusivas ricas en silicatos de aluminio de edad Ordovícica a Silúrica (485-435 Ma).

El presente trabajo tiene como objetivos: (i) describir y analizar los vastos afloramientos de rocas graníticas con muscovita y granate magmáticos junto a turmalina mesoscópica que afloran en el sector centro oriental de la Sierra de Ambato, Sierras Pampeanas de Catamarca, y que conforman en su conjunto el plutón Las Juntas descrito originalmente por Toselli [5]; (ii) determinar las principales características petrológicas de las mencionadas rocas graníticas cuyos procesos de generación, ascenso, emplazamiento y relaciones con la roca de caja han sido poco estudiados.

### 1.1 Antecedentes de la Sierra de Ambato

La Sierra de Ambato está compuesta esencialmente por amplias secuencias metasedimentarias que incluyen desde filitas hasta granulitas, las cuales son indicativas de diferentes grados metamórficos [6]. Utilizando comparaciones litológicas y geoquímicas, estas rocas han sido consideradas como equivalentes de mayor grado metamórfico de la Formación Puncoviscana [7], [8]. Aceñolaza y Toselli [9] denominaron a estas secuencias Formación El Portezuelo, que junto con la Formación Ancastí han sido agrupadas posteriormente bajo la denominación de complejo metamórfico-ígneo El Portezuelo por Larrovere [10]. La actividad ígnea está representada por granitoides peraluminosos tipo-S característicos del magmatismo Famatiniano, como el plutón del Manchao [11]; el plutón de Mutquín [12] y el Granito Los Ángeles [13].

En cuanto al cuerpo ígneo estudiado en este trabajo, la bibliografía es muy escasa. Pasotti, et al. [14], mencionan la existencia de este granitoide entre las localidades de El Rodeo y Las Juntas, atribuyéndole un carácter postectónico dada su forma sub-circular. Estos autores, también manifiestan la posibilidad que podría tratarse de un lacolito y lo describen como un “granito de grano grueso porfiroide con fenocristales de microclino, con biotita, muscovita, cuarzo y plagioclasa”. González Bonorino [15], hace una breve descripción petrográfica de este macizo, reconociendo variaciones texturales y mineralógicas principalmente en las quebradas del río Las Salvias y del río Las Juntas. Toselli [5] indica que se trata de una intrusión de mesozona, de emplazamiento tardío-cinemática y lo denomina originalmente “Stock Granitoide Las Juntas”. La antigua clasificación describía a un stock como un cuerpo ígneo menor de 100 km<sup>2</sup>. Esta nomenclatura ha perdido significación y ha dejado de utilizarse. Por ello, en este trabajo redefinimos su nombre por el de “Plutón Las Juntas”, que según Pitcher [16] tiene mayor aceptación internacional que la de stock.

### 1.2 Metodología de estudio

El trabajo está basado en la cartografía geológica, control y muestreo intensivo de unidades litológicas en el sector centro-oriental de la Sierra de Ambato, especialmente a través de las quebradas del río Los Nogales, Las Lajas, Las Salvias, Las Juntas y Las Trancas (Figura 1). Dada la densa vegetación las mejores exposiciones de rocas quedan restringidas a cortes producto de la erosión de los ríos. La colección de muestras fue preparada para su estudio petrográfico mediante microscopía óptica de polarización y a las más representativas se le efectuó conteos modales y toma de fotomicrografías.

## 2 Geología del área de estudio

El sector estudiado comprende un área de aproximadamente 60 km<sup>2</sup> y se localiza a 45 km al NO de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, dentro del cordón montañoso de Sierra de Ambato.

### 2.1 Basamento metamórfico

El basamento metamórfico está integrado por migmatitas, gneises micáceos y rocas calcosilicáticas. Las metatexitas constituyen la unidad litológica predominante, mesoscópicamente son rocas de grano medio, exhiben una fábrica estromatítica, con desarrollo de un bandeado composicional, marcado por la alternancia de capas leucocráticas (cuarzo-feldespatitas) y melanocráticas (principalmente ricas en biotitas). Algunas capas adquieren formas lenticulares, de espesores variables, del orden de los centímetros, que constantemente se ensanchan y estrechan. En general estas rocas desarrollan una foliación grosera dispuestas en rumbo submeridional NNO-SSE e inclinaciones hacia el NE. En algunos sectores la fábrica estromatítica se pliega siguiendo planos axiales orientados perpendicularmente a la foliación. Las metatexitas pasan progresivamente a diatexitas al disiparse la estructura estromatítica. Los fundidos no están canalizados en bandas leucosomáticas, sino que generan bolsones de fundidos donde los mesosomas se difunden y forman schlieren biotíticos. En las metamorfitas la paragénesis mineral reconocida es cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita. Es frecuente a escala centimétrica la observación de micropliegues ptigmáticos, generados por segregación de fundidos anatéticos. Los segregados van adquiriendo mayor potencia generando desde venas o bandas cuarzo-feldespatitas hasta leucogranitos blanquecinos de grano medio, constituidos mineralógicamente por feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y biotita. Estos segregados presentan una disposición sub-horizontal y son concordantes con la foliación metamórfica.

Las migmatitas no son uniformes en toda el área de estudio, en sectores, la fábrica migmatítica adquiere una geometría bastante compleja. Bandas de melanosomas envuelven tanto a leucosomas deformados como a

resisters esquistosos generando la apariencia de rocas de estructura heterogénea. Los gneises se definen con claridad en la porción noroeste del área de estudio, subordinados a las migmatitas antes descritas,

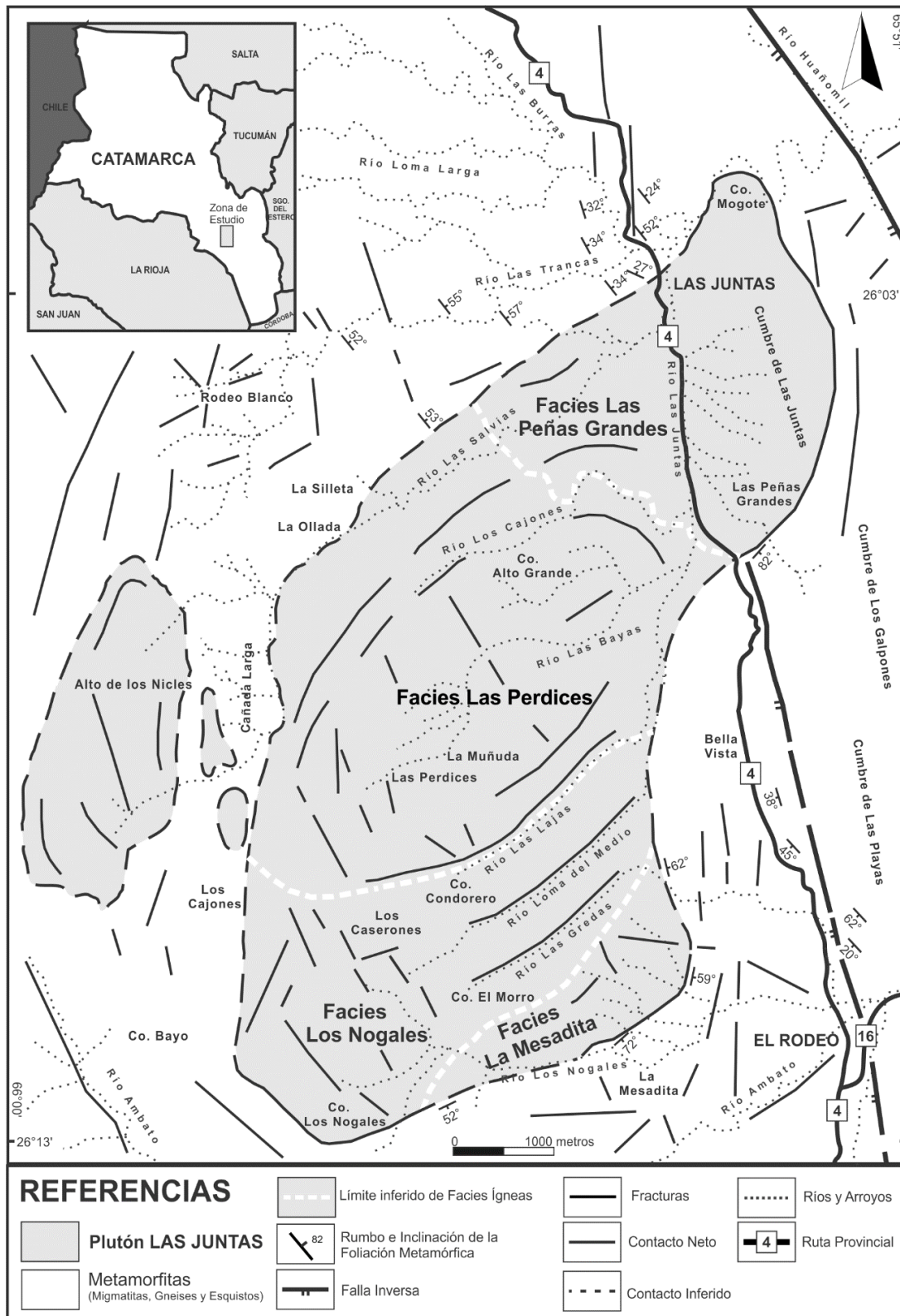


Figura 1. Mapa geológico del plutón Las Juntas. Se observa la disposición de las cuatro facies que lo componen.

dispuestos en bancos delgados en el afloramiento, espacialmente paralelos a la foliación dominante. Presentan grano fino, color gris oscuro y exhiben una fábrica lepidogranoblástica, resultado del bandeo composicional de láminas de biotita y muscovita en las fracciones lepidoblásticas, separadas entre sí por capas finas de hasta 5 mm de espesor de minerales félsicos cuarzo-feldespatícos, en la fracción granoblástica. El conspicuo bandeo que presentan define una foliación esquistosa con orientación NNO-SSE e inclinación hacia el ENE. Asociados a estos se presentan localmente rocas calcosilicáticas ricas en cuarzo, plagioclasa y hornblenda, formando delgados bancos que no superan los 15 cm de espesor. Se trata de metamorfitas de grano fino de color gris verdoso. Los delgados bancos se encuentran interpuestos de forma concordante entre los esquistos micáceos.

2.2 Plutón Las Juntas

En el campo, de acuerdo a las características texturales y asociaciones minerales identificadas, se han reconocido variedades diferentes de rocas graníticas, las cuales afloran principalmente sobre la ladera oriental de la Sierra de Ambato. La primera variedad ígnea denominada facies Los Nogales aflora en la quebrada del río homónimo (Figura 1). Es de color rosado, leucocrática, de grano medio (2 - 5 mm), se clasifica modalmente como monzogranito (Figura 2), con una textura inequigranular y estructura maciza (Figura 3i). Como característica distintiva de campo se destaca la presencia de turmalina y principalmente granate, dispuesto en granos de forma generalmente granular e irregular, con dimensiones que alcanzan el centímetro de longitud. La segunda variedad, denominada como facies La Mesadita (Figura 3g) se ubica al este de la facies anterior (Figura 1). Se reconoce como un granito de color blanco a levemente rosado, leucocrático, de grano medio a grueso de (4 -16 mm), con textura inequigranular a levemente porfiroide. Como característica distintiva de campo podemos mencionar la presencia de cristales de turmalina y megacristales de feldespato alcalino de hasta 7 cm de largo. La tercera variedad, denominada facies Las Peñas Grandes, aflora en la quebrada del río Las Salvias y en el cerro Mogote (Figura 1). Se trata de un granito inequigranular, leucocrático, con cristales de tamaño medio a grueso (4 - 16 mm), y excepcionalmente hasta 2 cm de longitud. Mesoscópicamente predominan la plagioclasa, el feldespato potásico y el cuarzo. Se distinguen micas accesorias, muscovita y biotita, junto con turmalina. La cuarta facies, denominada Las Perdices (Figura 3a), presenta sus mejores exposiciones hacia el suroeste de la quebrada del río Las Salvias (Figura 1). La roca presenta textura porfiroidea con grandes megacristales de feldespato potásico (3 – 8 cm) y matriz de grano medio a grueso (4 -16 mm) de cuarzo, plagioclasa,

muscovita, biotita y turmalina. Es leucocrática de coloración rosada, presenta abundantes cristales de muscovita de formas subhedrales y granos de cuarzo anhedrales. Los granos de feldespato potásico presentan formas subhedras y en ocasiones desarrollan bordes perfectos de hábito tabular con tamaños de hasta 8 cm de longitud. Las cuatro facies reconocidas en este trabajo, constituyen una unidad ígnea mayor denominada plutón Las Juntas, de forma elongada a sub-redondeada con unos 15 km de longitud y un ancho máximo de 10 km, que se dispone en forma discordante respecto a la roca hospedante. Tres pequeño cuerpos o apófisis ubicados algo más al oeste en el paraje denominado Alto de los Nicles posiblemente sean también parte del plutón Las Juntas (Figura 1). Las estrechas fajas de metamorfitas que los separan representarían xenolitos o “colgajos” del basamento metamórfico.

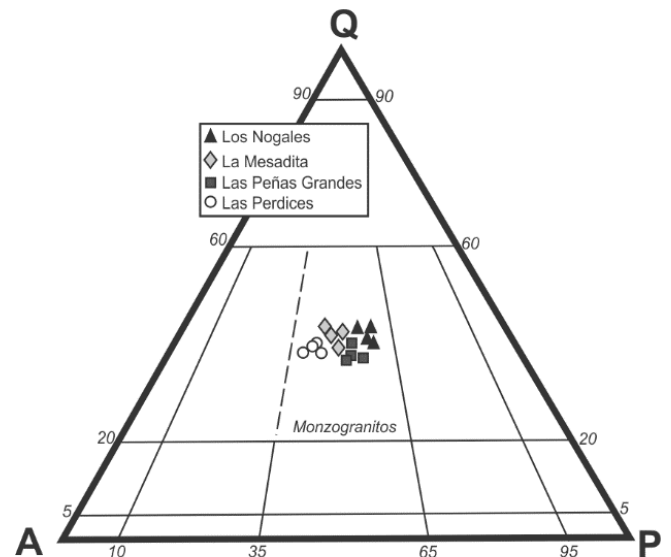


Figura 2. Diagrama QAP [17] clasificando las muestras de las distintas facies en el campo de los monzogranitos.

3 Petrografía de las facies ígneas

Facies Los Nogales. Estas rocas muestran una composición monzogranítica en el diagrama QAP (Figura 2) y se halla constituida por la siguiente asociación mineral [18]: Qz: 35,80%; Mc: 27,14%; Pl: 27,76%; Bt: 4,2%; Ms: 2,8; Grt: 1,2%; Tur: 0,8%; Sil: 0,3%.

El cuarzo se presenta como cristales subhedros y anhedros de diferentes tamaños, fracturados, límpidos, con leve deformación del retículo cristalino y con pequeñas inclusiones de plagioclasa. Otros cristales se presentan euhedros a subredondeados de pequeñas dimensiones como inclusiones en plagioclasas y microclino. El microclino se muestra como cristales subhedros de hábito tabular con maclas bien definidas según las leyes Albita-Periclino. Son cristales límpidos

con inclusiones de pequeños cristales de plagioclasas, biotita y cuarzo. Algunos cristales presentan marcadas exsoluciones, principalmente texturas pertíticas en venas y parches. La plagioclasa se presenta como con maclas combinadas, Albita y Albita-Carlsbad bien definidas. Se observan texturas de intercrecimiento principalmente mirmequitas. Ocasionalmente presentan una leve deformación del retículo cristalino con inclusiones frecuentes de cuarzo subredondeado, biotita

y muscovita secundaria. En sectores se distinguen pequeños cristales de plagioclasas formando pertitas tipo flama en microclino. La biotita se presenta en agregados laminares subhedros, pleocroicos que varía desde pardo oscuro a pardo amarillento. Otras láminas con exfoliación mejor definida e igualmente pleocroicas cortan a las primeras, mientras que en otros sectores cristales subhedros y anhédros de diferentes tamaños están alteradas a muscovita secundaria.

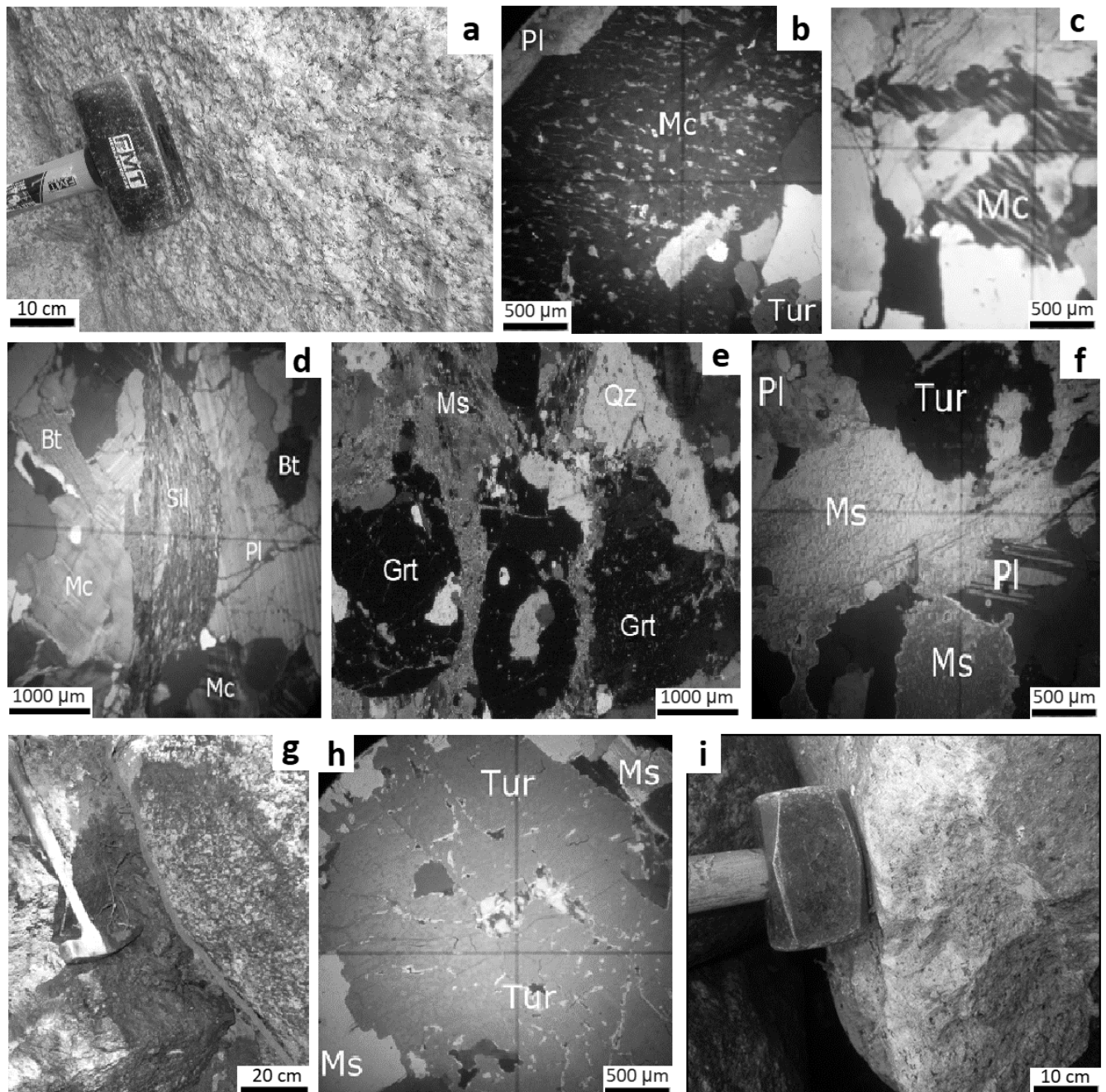


Figura 3. a) Fotografía correspondiente al plutón Las Juntas, facies Las Perdices. b) Microfotografía. Microclino con textura pertítica en parches con inclusiones de plagioclasa y asociada a turmalina (facies Las Peñas Grandes). c) Microfotografía. Textura pertítica subsolvus en microclino (facies Las Perdices). d) Microfotografía. Sillimanita correspondiente a la variedad fibrolita (facies Los Nogales). e) Microfotografía. Granate magmático (facies Los Nogales). f) Láminas de muscovita magmática asociada con plagioclasa y turmalina (facies La Mesadita). g) Fotografía correspondiente al plutón Las Juntas, facies La Mesadita. h) Microfotografía. Megacristales de turmalina asociadas a muscovita magmática (facies La Mesadita). i) Fotografía correspondiente al plutón Las Juntas, facies Los Nogales. Símbolos: Mc: microclino; Ms: muscovita; Grt: granate; Sil: sillimanita; Tur: turmalina; Qz: cuarzo; Pl: plagioclasa.

Algunas láminas se encuentran levemente desferritizadas y formando minerales opacos o bien alteradas a clorita. En menor cantidad se observan restos de biotita como pequeñas inclusiones en minerales esenciales. La muscovita se presenta en láminas subhedralas y anhedralas incoloras. Se encuentra asociada y bordeando cristales mayores de cuarzo, microclino, y plagioclasa. El granate (Figura 3e) se presenta euhedro bastante fracturado de color rosado claro a incoloro con algunas inclusiones de biotita y clorita. La turmalina (variedad chorlo) se presenta en cristales subhedros límpidos y pleocroicos de color verde oscuro y hábito prismático asociada a cristales de cuarzo y microclino. El apatito se muestra en pequeños cristales euhedros a subhedros incoloros de alto relieve asociados a muscovita. La sillimanita (variedad fibrolita) se presenta en agregados fibrosos asociados a los feldspatos, biotita y muscovita (Figura 3d).

*Facies La Mesadita.* Presenta una composición monzogranítica en el diagrama QAP (Figura 2) y se halla constituida por la siguiente asociación mineral: Qz: 32,45%; Mc: 26,40%; Pl: 25,05%; Bt: 1,35%; Ms: 12,8%; Tur: 1,5%; Ap: 0,9%.

El cuarzo se presenta en grandes cristales límpidos, subhedros y euhedros; con algunas fracturas y deformación del retículo cristalino. En sectores se observan escasas inclusiones de muscovita, biotita y opacos. La plagioclasa se presenta en cristales subhedros y anhedralas con maclas según la ley de Albita y Albita-Carlsbad con una moderada alteración a sericitica. En sectores se presentan inclusiones de agregados cuarzo-micáceos y amplios desarrollos de muscovita. El microclino se presenta en cristales euhedros y subhedros, con marcadas texturas subsolvus. Además, se observan inclusiones de plagioclasa y cuarzo. La muscovita (Figura 3f) se presenta en grandes láminas euhedralas, límpidas y con marcada exfoliación, típicamente magmática. En menor proporción, algunas láminas se presentan subhedralas, con exfoliación y algunos restos de opacos asociados a biotitas. La biotita se presenta como láminas anhedralas, pleocroicas de color pardo oscuro, con bordes desflecados alterados a clorita y restos de opacos. La turmalina (Fig. 3h) se presenta como cristales prismáticos, euhedros a subhedros, de marcado pleocroísmo que varía de verde claro a verde oscuro. El apatito se muestra en pequeños cristales subhedros, incoloros, de relieve alto como inclusiones en cuarzo y plagioclasa. Pequeñas cantidades de opacos, posiblemente hematita, se presenta en cristales subredondeados de color pardo rojizos asociados a las biotitas y la turmalina.

*Facies Las Peñas Grandes.* Estas rocas muestran una composición monzogranítica en el diagrama QAP (Figura 2) y se halla constituida por la siguiente asociación mineral: Qz: 36,5%; Mc: 28,9%; Pl: 24,6%; Bt: 4,1%; Ms: 4,8%; Tur: 0,5%; Ap: 0,6%.

El cuarzo se observa como: (1) cristales subhedrales de hábito granular y bordes redondeados. Presenta microtexturas de deformación como extinción ondulante y superficies fracturadas. (2) como inclusiones anhedralas subcirculares dentro de las plagioclasas y microclino. El microclino se presenta en cristales subhedrales a anhedralas, algunos de mayor tamaño (3 mm) aparentan ser megacristales. Exhibe inclusiones de plagioclasa, cuarzo, muscovita y biotita. Se distinguen maclas combinadas de tipo Albita-periclina, altera comúnmente a caolinita y desarrolla con frecuencia texturas peritíticas (Fig. 3b) en parches con bordes incompletos (las láminas de Ab sobrepasan los límites del grano que las contiene, alojándose en el grano vecino). La plagioclasa se presenta como grandes cristales subhedrales a anhedralas. Exhibe grados variables de alteración, frecuentemente se encuentra alterando a sericitica-caolinita. La sericitica, avanza en forma de laminillas finas sobre la superficie de las plagioclasas y en ocasiones se presenta como incipientes láminas secundarias de muscovita. La plagioclasa exhibe principalmente maclas de Albita y menos comúnmente, maclas de Albita-Carlsbad, las cuales en ocasiones se encuentran mal desarrolladas. Contiene inclusiones de cuarzo y opacos. Se forman intercrecimientos de cuarzo mirmequítico en contacto con feldespato potásico. La biotita se presenta: (1) en láminas euhedralas a subhedrales, pleocroica, de color marrón claro a marrón oscuro, presenta un tamaño de grano fino a medio, generalmente se altera a clorita y en sectores posee fuerte desferritización. (2) En pequeñas laminillas anhedralas como inclusiones en cuarzo y microclino. (3) Láminas subhedralas elongadas e intercrecidas con cuarzo y plagioclasa con evidencias de una leve deformación. La muscovita, asociada a la biotita, se presenta como cristales de hábito laminar, subhedrales a euhedralas, de tamaño de grano fino a medio, límpidos e incoloros, presentándose en sectores levemente alterados, con formación de sericitica y opacos. La turmalina se presenta como pequeños cristales prismáticos, subhedros y anhedralas, de marcado pleocroísmo que varía de verde claro a verde oscuro. El apatito se muestra en pequeños cristales subhedros, incoloros, de relieve alto.

*Facies Las Perdices.* Presenta una composición monzogranítica en el diagrama QAP (Figura 2) y se halla constituida por la siguiente asociación mineral: Qz: 27,35%; Mc: 36,8%; Pl: 25,15%; Ms: 9,6%; Bt: 0,6%; Tur: 0,5%.

Los granos de cuarzo se presentan con formas anhedralas, de dimensiones variables, límpidos y escasamente fracturados. En algunos sectores se identificaron granos de formas redondeadas como inclusiones dentro de grandes cristales de plagioclasa y microclino. El microclino, junto a la plagioclasa, constituye la fase mineral más importante. Se presenta

en formas euhedrales a subhedrales generando megacristales levemente isorientados y con desarrollo del típico maclado polisintético de tipo albita-periclina, con alteración incipiente a caolinita-sericita. La plagioclasa forma cristales de tamaños medios a gruesos subhedrales a anhedrales con alteración a caolinita-sericita. Es frecuente la formación de texturas subsolvus (Figura 3c) entre los feldespatos. Algunos cristales desarrollan maclado de tipo Albita y presentan abundantes inclusiones de cuarzo, muscovita y biotita. La muscovita presenta formas euhedrales a subhedrales de tamaño medio a fino. Las láminas se encuentran límpidas aunque en sectores muestran signos de leve alteración a sericita. Los cristales de biotita son escasos y se presentan en formas subhedrales y tamaños medios. Se observan levemente orientados en contacto con los megacristales de microclino y exhiben numerosas inclusiones de circón, evidenciados por la presencia de halos metamórficos. En algunos sectores, las láminas se observan flexuradas y desferritizadas con generación de opacos. Los cristales de turmalina se presentan en proporciones menores. Se localizan en sectores específicos de la lámina delgada, exhiben bordes subhedrales y superficies recorridas por abundantes fracturas. El apatito se muestra en pequeños cristales anhedros, incoloros y de relieve alto como inclusiones en cuarzo y plagioclasa.

#### 4 Mecanismo de emplazamiento del plutón las juntas

De acuerdo a la forma de generación del espacio los mecanismos de emplazamiento plutónico se pueden agrupar en dos grandes categorías: 1- emplazamiento pasivo y, 2- emplazamiento forzado [19]. En la primera categoría, el carácter pasivo de la intrusión viene dado por el hecho que el magma no juega un papel importante en la generación del espacio. Este se genera por la intrusión de magma a lo largo de fallas y/o

fracturas regionales. El nombre de emplazamiento forzado proviene de la deformación que sufren tanto el magma como las rocas encajantes durante el proceso de intrusión [20].

*Deformación de las rocas encajantes.* El rumbo regional NNO-SSE de la esquistosidad y/o foliación de las rocas metamórficas en el área del plutón Las Juntas ha sido truncado por el emplazamiento granítico, indicando un contraste reológico alto entre las rocas de caja y el plutón. Sin embargo, tanto la fábrica planar como los flancos de los pliegues existentes en las metamorfitas se acomodan localmente a los contornos del plutón, de modo tal que resultan paralelos a los contactos dando la apariencia, en muchos sectores, de una intrusión armónica. Alrededor del plutón la foliación del basamento alabea su rumbo regional hasta casi la dirección ESE-OSO, que es la del contacto granítico en el borde este.

*Interacción entre el plutón y las rocas encajantes.* No se han podido establecer evidencias de metamorfismo de contacto sobre el basamento metamórfico en el área. El contacto es neto. Lo que puede notarse, es un incremento en el desarrollo de bandas y venas cuarzo-feldespáticas en las rocas de caja cercanas al contacto.

*Estructura interna del plutón.* Una particularidad del plutón Las Juntas es su forma elongada con un eje mayor de rumbo NE-SO y un eje menor que lo diferencia radicalmente de otros intrusivos graníticos de Sierra de Ambato. Las facies del plutón con una textura mayoritariamente porfiroide se caracterizan por la orientación preferencial de los megacristales de microclino y en menor medida de las láminas de biotita. Principalmente en la facies Las Perdices se distinguen algunos cuerpos de pequeñas longitudes y recorridos no continuos de unos 25 cm de espesor con morfología de diques. Los contactos son netos y planos con un fuerte aspecto cohesivo, lo que permitiría inferir bajo contraste térmico entre el plutón y los diques permitiendo definirlos como sin-magmáticos (Figura 5).

Plutón Las Juntas				
Facies Igneas	Los Nogales	La Mesadita	Las Peñas Grandes	Las Perdices
<b>Características Generales</b>				
Roca Leucocrática	Si	Si	Si	Si
<b>Porcentajes modales</b>	Qz: 35,80%; Mc: 27,14%; Pl: 27,16%; Bt: 4,2%; Ms: 2,8; Grt: 1,2%; Tur: 0,8%; Sil: 0,3%	Qz: 32,45%; Mc: 26,40%; Pl: 25,05%; Bt: 1,35%; Ms: 12,8%; Tur: 1,5% Ap: 0,9%	Qz: 36,5%; Mc: 28,9%; Pl: 24,6%; Bt: 4,1%; Ms: 4,8; Tur: 0,5%; Ap: 0,6%	Qz: 27,35%; Mc: 36,8%; Pl: 25,15%; Ms: 9,6%; Bt: 0,6%; Tur: 0,5%.
<b>Textura</b>	Inequigranular	Levemente porfiroide	Inequigranular	Porfiroidea
<b>Características distintivas en campo</b>	Presencia de Turmalina y Granate	Presencia de Turmalina	Presencia de Turmalina y Muscovita	Presencia de Turmalina y megacristales de feldespatos Alcalinos
<b>QAP</b>	Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito

Figura 4. Cuadro con las principales características de las distintas facies del plutón Las Juntas.

Los xenolitos son escasos y suelen estar presentes en el sector Norte del plutón (Río Las Trancas). En los otros sectores no se han reconocido. Las fracturas son muy conspicuas en todo el plutón. Se distinguen fracturas concéntricas, siguiendo la forma sub-circular del cuerpo. Otro grupo es el de las fracturas sub-horizontales cuyo origen es posterior a la consolidación del granito. Por último, se encuentran familias de diaclasas de rumbo NO-SE; NE-SO, todas ellas generalmente verticales a subverticales.



Figura 5. Fotografía. Dique sin-magmático de escasa continuidad con contactos fuertemente cohesivos en inmediaciones del río Las Salvias y perteneciente a la facies Las Perdices.

### 5 Discusión

**Petrográfica.** Las cuatro facies ígneas poseen similar color, de rosado pálido a rosado, son leucocráticas y no poseen enclaves microgranulares máficos. La presencia de turmalina es un rasgo común y distintivo de todas las facies del plutón Las Juntas, que sugiere que provienen de un magma común enriquecido en boro. La presencia de fases minerales muy aluminosas es reconocida en las cuatro facies, La Mesadita, Las Perdices y Las Peñas Grandes (presencia de muscovita magmática), en Los Nogales (muscovita y granate magmáticos). A partir de la petrografía y tomándolo como una primera estimación inferimos que la aparición de muscovita como mineral primario en las cuatro facies, junto con la separación de cuarzo, indicaría que el inicio de la cristalización magmática se dio en el campo de estabilidad del mencionado filosilicato (Figura 6), esto es, entre 5,5 – 6 Kb de presión y temperaturas del orden de los 700°C, como lo indican Toselli et al. [21]. El crecimiento de granate magmático, identificado en la facies Los Nogales, ratificaría dichas condiciones P-T

iniciales. La consecuente cristalización de feldespato perfitico, tipo parche y con borde incompleto demuestra un alto grado de difusión sugiriendo que la marcha debió proseguir bastante próxima al límite subsolvus - hipersolvus. La presencia de sillimanita, con hábito acicular, aunque escasa y determinada en una sola facies del plutón, corroboraría que la marcha de la cristalización, con disminución de presión (ascenso magmático), pasó a través del campo de estabilidad de este aluminosilicato (Figura 6).

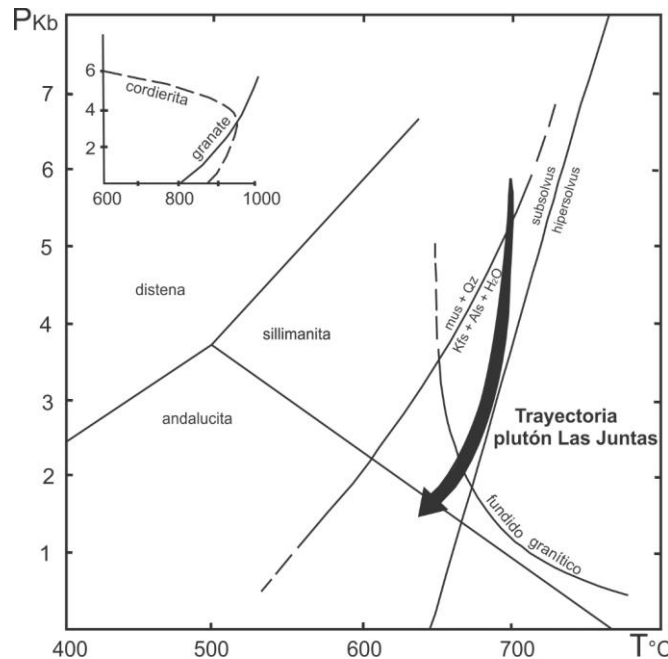


Figura 6. Dominios de estabilidad. Mus: muscovita; Qz: cuarzo; Kfs: feldespato potásico; Als: aluminosilicato. Estabilidad de muscovita, granate y cordierita según Chatterje y Jhohannen [22]. Dominio subsolvus-hipersolvus, de Waldbaum y Thompson [23]. La flecha negra indica la posible trayectoria de cristalización del plutón Las Juntas.

Por otro lado, los feldespatos alcalinos con típicas texturas subsolvus junto a la presencia de turmalina accesoria, indican que existió una fase fluida tardía con contenido de boro, que permitió prolongar la cristalización magmática hasta condiciones aproximadas de 1,5- 2 Kb y unos 650-670°C, donde el magma ya debió estar en gran parte cristalizado, finalizando su capacidad de ascenso (Figura 5). En cuanto a los aluminosilicatos, si bien no se identificó andalucita, la escasa sillimanita (fibrolita) presente condice con estas condiciones P-T finales. De esta forma la evolución genética del Plutón involucra un estrecho rango de temperaturas, desde ~700°C a 650-670°C, y una variación en la presión de ~5,5 o 6 Kb a 1,5 o 2 Kb o lo que sería un emplazamiento final a ~5 km de profundidad con respecto a la superficie, pero bajo características reológicas de niveles de mesozona. En cuanto a la clasificación de Buddington [24], es recomendable aclarar que muchas veces las



perturbaciones del comportamiento reológico de la corteza, causadas por variaciones transitorias de temperatura y los cambios en la tasa de deformación, hacen que las características descritas por este autor para cada uno de los niveles de emplazamiento no necesariamente expresan la profundidad de las intrusiones.

*Sobre el mecanismo de emplazamiento.* La mayoría de los caracteres estructurales y rasgos geológicos que se presentan en el plutón Las Juntas como su forma, las fracturas y principalmente la deformación de la roca de caja, son considerados como indicadores de emplazamiento discordante. En el límite oeste, el contacto es pseudoconcordante dado que las rocas graníticas se mezclan con las metamorfitas, lo cual indica que las rocas de caja podrían haber alcanzado temperaturas elevadas. Marsh [25] considera que está es una condición indispensable para que el magma pueda ascender en forma diapírica (*buoyancy*). Sin embargo, Bateman [26] y Castro [27] sostienen que el ascenso a través de sistemas de fracturas es el mecanismo más viable en la corteza limitando el diapirismo exclusivamente al manto. Una vez que el magma ha ascendido por fracturas hasta reservorios ubicados en niveles superiores de la corteza, si existe una deformación regional que provoque acortamiento horizontal, dicho magma se emplazaría forzosamente por *balloning*. El concepto de *balloning* fue introducido por Ramsay [28] para describir el mecanismo por el cual sucesivos aportes de magma con alto grado de cristalización, que empujan lateralmente a los pulsos ígneos previos, provocan la deformación de las rocas encajantes y de los elementos internos de los plutones. Se ha estimado que el proceso de *balloning* podría generar hasta cerca del 90% del espacio necesario para el emplazamiento de un plutón [29]. Sin embargo, cabe advertir, que el *balloning* puede no ser el único mecanismo involucrado, junto con el diapirismo (*buoyancy*) representan miembros extremos de una serie, pudiendo encontrarse plutones con características intermedias o combinadas [29]. Justamente en el límite oeste pseudoconcordante del Plutón, el diapirismo pudo ser el responsable de generar dicho contacto. Una segunda hipótesis, sobre el límite oeste del plutón, indicaría que simplemente xenolitos o “colgajos” de roca de caja obliteraron el contacto. Otro mecanismo posible de generar el espacio necesario para el emplazamiento forzado es el *stopping*. Este mecanismo consiste en la creación de espacio por fracturamiento, se caracteriza por ser bastante limitado y por incorporar abundantes fragmentos de roca de caja provenientes del techo (*roof pendant*) al magma; evidencias no observadas en el plutón Las Juntas.

## 6 Conclusiones

Con base en la información colectada en los trabajos de campo y los estudios petrográficos, se establece que el plutón Las Juntas está constituido por cuatro facies denominadas Los Nogales, La Mesadita, Las Peñas Grandes y Las Perdices. Las cuatro facies poseen una composición esencialmente monzogranítica, con una asociación paragenética constituida por Mc-Pl-Qz-Ms-Bt y Grt-Tur-Ap-Sil-Zrn-Opq como accesorios. La presencia de minerales aluminosos (muscovita y granate magmático) junto con turmalina y escasa apatita accesorias en todas las facies, indicaría que las rocas se habrían generado a partir de un magma común, rico en aluminio y en boro. Ante la falta de datos geotermobarométricos, se infiere de forma inicial que la cristalización habría ocurrido en un estrecho rango de temperaturas, desde ~700°C a 650°C y con una variación en la presión del orden de los 4Kb, bajo condiciones subsolvus en niveles de mesozona.

En cuanto a la estructura, los cambios en la orientación de la foliación de la roca de caja indican la existencia de un campo deformacional local, cuyo origen debe encontrarse en el emplazamiento del plutón. La orientación paralela a los contornos del plutón que exhiben los megacristales de microclino sería consecuencia del mecanismo de intrusión. La ausencia de evidencias de metamorfismo de contacto, las posibles condiciones P-T de cristalización, más la paragénesis descrita permiten inferir una profundidad de emplazamiento de mesozona. Con respecto a la actividad tectónica el plutón Las Juntas podría tratarse de un cuerpo tardío-cinemático, es decir, emplazado en momentos en que los esfuerzos tectónicos se disipaban. Los últimos esfuerzos compresionales horizontales ocurridos durante el orógeno famatiniano habrían posibilitado la expansión y crecimiento sub-esférico del plutón, indicando que el *balloning* fue el mecanismo final de emplazamiento. En cuanto al límite oeste del plutón, la hipótesis de que colgajos de metamorfitas obliteraron el contacto parece ser válida. Por otra parte, la falta de abundantes xenolitos (*roof pendant*), y su carácter de proceso limitado y localizado, permiten descartar el *stopping* como mecanismo responsable del emplazamiento.

## 7 Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto de investigación SeCyT-UNCa - Cod. 02/N747 y de la Beca BIET (Convocatoria 2018) de la co-autora. Agradecemos los aportes y la buena predisposición de la Dra. Graciela Córdoba y de la Mgter. Fátima Vilches. También agradecemos a los revisores del trabajo por sus aportes para la mejora sustancial del manuscrito.

Por último, destacamos el apoyo de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCa.

## 8 Referencias

- [1] A. Stelzner, "Comunicaciones al profesor H. B. Geinitz Neves" *Jahrbuch for Mineralogie, Geologie and Paleontologie*. Jahrgang. Stuttgart, 1873.
- [2] V. A. Ramos, Late Proterozoic-early Paleozoic of South America: A collisional history. Episodes, *Earth Sciences* 7: 168-175, 1988.
- [3] C. W. Rapela, R. J. Pankhurst, C. Casquet, E. Baldo, J. Saavedra, C. Galindo, "Early evolution of the proto-Andean margin of South America" *Geology* 26, 707-710, 1998 (b).
- [4] C. W. Rapela, R. J. Pankhurst, C. Casquet, E. Baldo, J. Saavedra, C. Galindo, C. M. Fanning, "The Pampean Orogeny of the southern proto-Andes: Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba". En: R. J. Pankhurst y C. W. Rapela (eds.). *The Proto Andean Margin of Gondwana*. Geological Society, London, Special Publications, 142: 181-217, 1998 (a).
- [5] G. A. Toselli, "Petrografía del stock granitoide de Las Juntas y metamorfitas encajantes, Sierra de Ambato, provincia de Catamarca" *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrografía y Sedimentología*, 14(1-2), 1983.
- [6] A. J. Toselli, J. N. Rossi de Toselli, F. G. Aceñolaza, "A proposal for the systematization of the Upper-Precambrian, Lower Paleozoic basement in the Pampean Ranges, Argentina" *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil. I (9-10), 1227, 1986.
- [7] F. G. Aceñolaza, A. J. Toselli, "Geología del Noroeste Argentino" San Miguel de Tucumán, *Universidad Nacional de Tucumán*, 212 pp., 1981.
- [8] U. Zimmermann, "Provenance studies of very low- to low-grade metasedimentary rocks of the Puncoviscana complex, northwest Argentina, en Vaughan, A.P.M., Leat, P.T., Pankhurst, R.J. (eds.), Terrane processes at the margins of Gondwana" United Kingdom, *Geological Society of London*, Special Publications, 246, 381-416, 2005.
- [9] F. G. Aceñolaza, A. J. Toselli, "Esquema geológico de la Sierra de Ancasti, provincia de Catamarca" *Acta Geológica Lilloana*, 14, 233-259, 1977.
- [10] M. A. Larrovere, "Petrología de la faja migmatítica entre el flanco noroccidental de la Sierra de Ancasti, su continuación en la Sierra de Aconquija y el flanco nororiental de la Sierra de Ambato" Córdoba, *Tesis doctoral*, Universidad Nacional de Córdoba, 234 pp., 2009.
- [11] G. A. Toselli, J. Saavedra, E. Petek, "Consideraciones petrológicas y químicas sobre el Granito El Manchao, Sierra de Ambato, Catamarca, Argentina" *Actas (CD) del XV Congreso Geológico Argentino*, 2002.
- [12] G. A. Toselli, E. Petek, "Consideraciones petrológicas preliminares del granito de Mutquín" *Actas Congreso Regional NOA*. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina. 1-10, 2003.
- [13] G. V. Córdoba, "Contribución al conocimiento petrológico del basamento-plutónico-metamórfico en el Cerro de Los Ángeles. Sierra de Ambato, provincia de Catamarca, Argentina" *Tesis doctoral*, Universidad Nacional de Catamarca (inédita), 207 p., Catamarca, 1994.
- [14] P. Pasotti, C. Canoba, O. Albert, "Aporte a la Geología de las Sierras Pampeanas de la Provincia de Catamarca" Univ. Nac. De Rosario. Inst. de Fsiografía y Geología Dr. Alfredo Castellanos, *Pub. LIX*, Rosario, 1975.
- [15] F. González Bonorino, "Descripción geológica de la hoja 14f, San Fernando del Valle de Catamarca, provincias de Catamarca y Tucumán" *Boletín Servicio Geológico Nacional*, 160: 84 p. Buenos Aires, 1978.
- [16] W. S. Pitcher, "The Nature and Origin of Granite" *Blackie Academic*, Glasgow, 1997.
- [17] A. Streckeisen, "To each plutonic rock its proper name" *Earth Sciences Reviews*, 12: 1-33, 1976.
- [18] D. L. Whitney, B. W. Evans, "Abbreviations for names of rock-forming minerals" *American Mineralogist*, 95 (1), 185-187, 2010.
- [19] W. S. Pitcher, *La naturaleza y el origen del granite*. Londres, Glasgow, Nueva York, Tokio, Melbourne, Madrás: Blackie Academic & Professional. 1993.
- [20] J. G. Ramsay, "Emplacement kinematics of a granite diapir: the Chindamora batholith, Zimbabwe" *Journal of Structural Geology*, Vol. 11, No. 1-2, p. 191-209, 1989.
- [21] G. A. Toselli, J. Saavedra, G. V. Córdoba, M. E. Medina, "Petrología y geoquímica de los granitos de la zona Carrizal. Mazán, La Rioja y Catamarca". *Revista Asociación Geológica Argentina*. Vol 46 (1-2), p. 36-50. Buenos Aires, 1991.
- [22] M. D., Chatterjee, W. Johannsen, "Thermal stability and standart thermodynamic properties of synthetic muscovite  $KAl_2 [AlSi_3O_{10}(OH)_2]$ " *Contribution Mineralogy and Petrology*. Vol 48, p. 89-114, 1974.
- [23] D. R. Waldbaum, J. B. Thompson, "Mixing properties of sanidine crystalline solution: Phase diagrams from equations of state" *American Mineralogist*. Vol. 54, p. 1274-1298, 1969.
- [24] A. F. Buddington, "Granite emplacement with special reference to North America" *Bull. Geol. Soc. Am.*, 70: 671-747, 1959.
- [25] B. D. Marsh, "On the mechanics of igneous diapirism, stoping, and zone melting" *American Journal of Science*, 282, 808-855, 1982.
- [26] R. Bateman, "On the role of diapirism in the segregation, ascent and final emplacement of granitoid magmas" *Tectonophysics*, 110:211-231, 1984.
- [27] A. Castro, "On granitoid emplacement and related structures". A review. *Geologische Rundschau*, 76/1:101-124, 1987.
- [28] J. Ramsay, "Emplacement mechanics of the Chindamora Batholith, Zimbabwe". En: Coward, M. P.: Diapirism and gravity tectonics: Report of a Tectonic Studies Group conference held at Leeds University. *J. Struct. Geol.*, 3 (1): 93, 1981.
- [29] S. J. Molyneux, D. H. W. Hutton, "Evidence for significant granite space creation by the ballooning mechanism: the example of the Ardara pluton, Ireland" *Geological Society of America, Bulletin*, Vol. 112, No. 10, p.1543-1558, 2000.

*Información de Contacto de los Autores:*

**Rafael A. Furque**  
Maximio Victoria 55  
SFV. de Catamarca  
Argentina  
rafafurque@gmail.com

**Aldana B. Galván**  
Maximio Victoria 55  
SFV. de Catamarca  
Argentina  
aldana.beatriz.galvan@gmail.com

**Matías E. Rasjido**  
Maximio Victoria 55  
SFV. de Catamarca  
Argentina  
mrasjido@gmail.com

**Autor 1**

Licenciado en Geología. Jefe de Trabajos Prácticos de Petrología en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa. Interesado en la petrogénesis y deformación del basamento paleozoico de las Sierras Pampeanas de Catamarca, Argentina.

**Autor 2**

Estudiante avanzada de la carrera de Geología de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa. Ayudante alumna de Petrología. Su interés se orienta a la petrografía y clasificación de rocas.

**Autor 3**

Licenciado en Geología. Profesor Adjunto de Petrología en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa. Se enfoca en el estudio de la evolución magmática, utilizando, para tal fin, herramientas petrológicas y geoquímicas.