



Huila

# Granito de Bruselas

» **Cordillera Oriental y Valle Superior del Magdalena**  
**Departamento del Huila**

---

Gabriel Rodríguez, María Isabel Arango,  
Gilberto Zapata y José Gilberto Bermúdez

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia / Cretácico Inferior  
(Valanginiano)

Citación: Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022). Granito de Bruselas. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/9789585313194.14>

**El Granito de Bruselas constituye un pequeño plutón con un área de aproximadamente 1 km<sup>2</sup>, localizado en un bloque tectónico compuesto por el Monzogranito de Altamira, junto con lavas y tobos de la unidad Vulcanitas de Pitalito, del Jurásico Medio (Arango *et al.*, 2015; Rodríguez *et al.*, 2016b). El bloque está limitado por las fallas Pitalito y Acevedo.**

**El plutón está constituido por monzogranitos y riolitas subvolcánicas, con textura hipidiomorfa microinequigranular a porfídica esferulítica. Este granito presenta características de arcos magmáticos relacionados con ambientes de subducción con edades U-Pb LA-ICPMS de 137,89 ± 0,98 Ma.**

**Hasta el momento no había sido reportado en trabajos de cartografía geológica de la plancha 388 Pitalito; sin embargo, la geomorfología, las texturas petrográficas y la edad permitieron su identificación y separación de rocas lávicas y volcanoclásticas asociadas a las unidades vulcanitas de Pitalito y Formación Saldaña, en el Valle Superior del Magdalena. En el presente catálogo se propone una nueva unidad litoestratigráfica que aflora al suroriente del corregimiento de Bruselas, en el departamento del Huila. Para ello, se describen sus características petrográficas, geoquímicas y geocronológicas.**

### 1. Origen del nombre y distribución geográfica

En el presente trabajo se propone el nombre de *Granito de Bruselas* para un conjunto de rocas porfídicas bimodales que afloran cerca del corregimiento de Bruselas, en el municipio de Pitalito (Huila).

Este nombre atiende a su composición modal dominante y su localización geográfica. El cuerpo está ubicado a 3 km en dirección sureste del corregimiento de Bruselas, y aflora sobre la vía que comunica a Bruselas con la cabecera municipal de Palestina, en la plancha 388 Pitalito. Es un cuerpo con un área menor de 1 km<sup>2</sup>, de forma irregular, elongado, en dirección N-S, que aflora principalmente en la vía Bruselas-Alto de la Cruz (figura 1).

El Granito de Bruselas se localiza en un bloque tectónico compuesto por el Monzogranito de Altamira, junto con lavas y tobos de la unidad Vulcanitas de Pitalito, del Jurásico Medio (Arango *et al.*, 2015; Rodríguez *et al.*, 2016b). El bloque está limitado por las fallas Pitalito y Acevedo, que forman parte del sistema de fallas de Algeciras, que en conjunto conforman un sistema anastomosado con desarrollo de valles interandinos y cerros alargados. El Granito de Bruselas intruye las vulcanitas de Pitalito.

### 2. Reseña histórica

Este pequeño plutón no aparece en la cartografía regional de la plancha 388 Pitalito. En el presente tra-

bajo se describe, se cartografía y se define de acuerdo con la composición modal predominante. Conserva el nombre del lugar geográfico más importante en el área de afloramiento, de acuerdo con la International Sub-commission on Stratigraphic Classification (ISSC, 1987; Riccardi, 1994).

### 3. Descripción geológica

El Granito de Bruselas, expuesto sobre la vía Bruselas-Palestina, corresponde a un intrusivo heterogéneo con una roca predominante de color naranja a rosa, de textura fanerítica (granodiorita), que varía entre porfídica bimodal e inequigranular con tamaño entre fino y medio (granito-riolita). Está constituido por fenocristales euhedrales de plagioclasa y feldespato alcalino (menores de 2 mm), inmersos en una matriz naranja-rosa fanerítica muy fina a afanítica, rica en feldespato alcalino.

Las rocas de este granito están compuestas por feldespato alcalino en cristales subhedrales, plagioclasa de hábito prismático y, en menor proporción, de cristales anhedrales de cuarzo. Como mineral ferro-magnesiano, está la biotita (figura 2).

Son comunes los afloramientos con procesos de meteorización y desarrollo de saprolito de color anaranjado y textura areno-limosa, con parches de tonalidades blancas y verdosas.

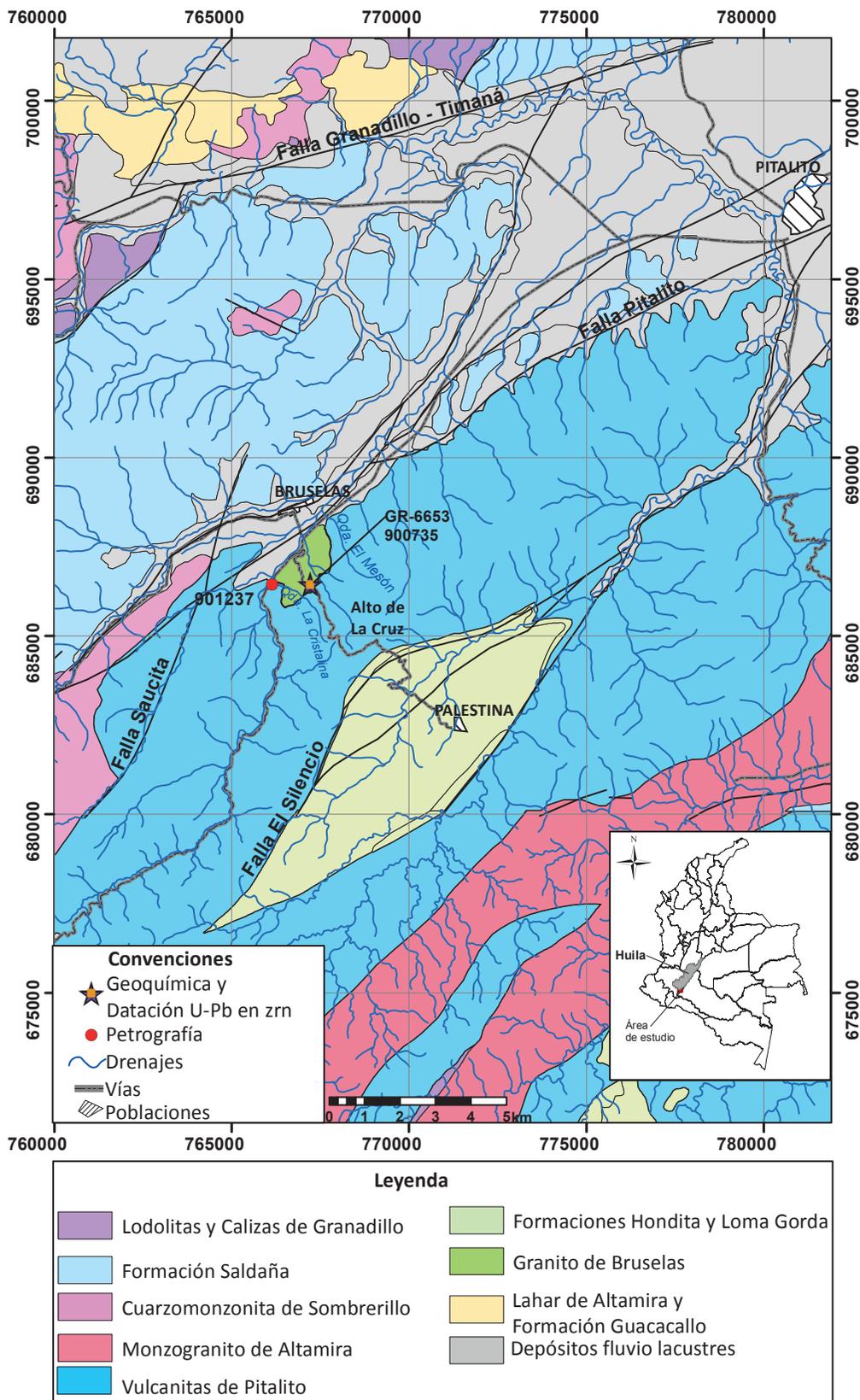


Figura 1. Mapa geológico y muestreo del Granito de Bruselas  
Fuente: geología tomada de Cárdenas *et al.* (2002).

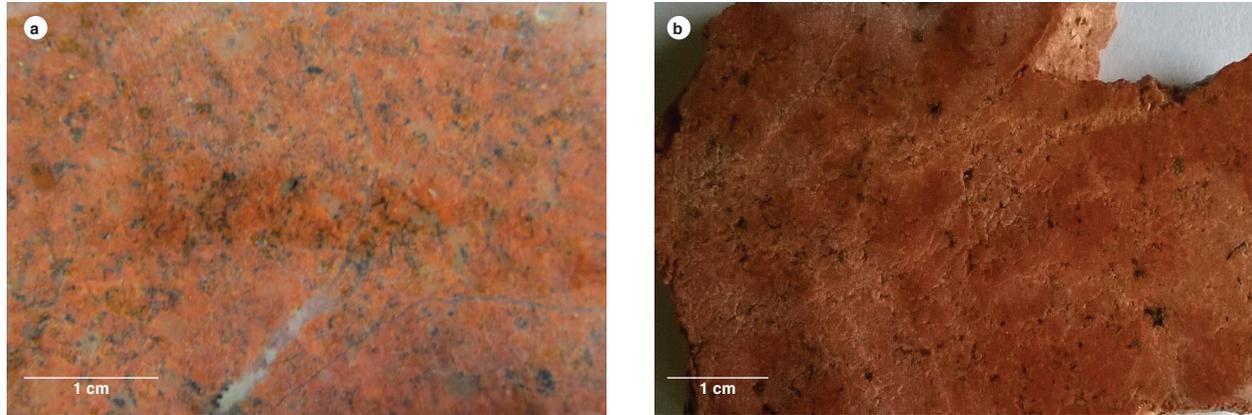


Figura 2. Aspecto macroscópico de las rocas del Granito de Bruselas, con textura fanerítica muy fina a porfídica a) IGM 900735. b) IGM 901237.

Se analizaron dos secciones delgadas (su ubicación se puede ver en la figura 1). Los contenidos modales y la clasificación petrográfica se basan en Streckeisen (1974) (tabla 1 y figura 3). El Granito de Bruselas está atravesado por vetillas de cuarzo, y localmente presenta alteración con reemplazo parcial de la plagioclasa a sericita y alteración de los minerales máficos a clorita; además, presenta óxidos de hierro de color marrón a manera de parches.

El plutón está constituido por monzogranitos y riolitas subvolcánicas, con textura hipidiomorfa microinequigranular a porfídica esferulítica. Se observan

desarrollos de intercrecimientos gráficos entre cuarzo y feldespato potásico a manera de coronas granofídicas intersticiales de tamaño microcristalino. El feldespato presenta texturas peritíticas; las plagioclasas presentan texturas glomeroporfídicas, y las biotitas se presentan como aglomerados (figura 4).

El cuarzo tiene formas anhedrales, su tamaño varía entre 0,1 y 0,4 mm y tienen bordes entre irregulares y rectos. Los cristales se presentan limpios, con extinción ondulatoria, relieve mayor que el del bálamo ( $n > b$ ), color de birrefringencia blanco del primer orden. Los cristales

- 1 Sienita de feldespato alcalino
- 2 Monzodiorita monzogabro
- 3 Diorita, gabro

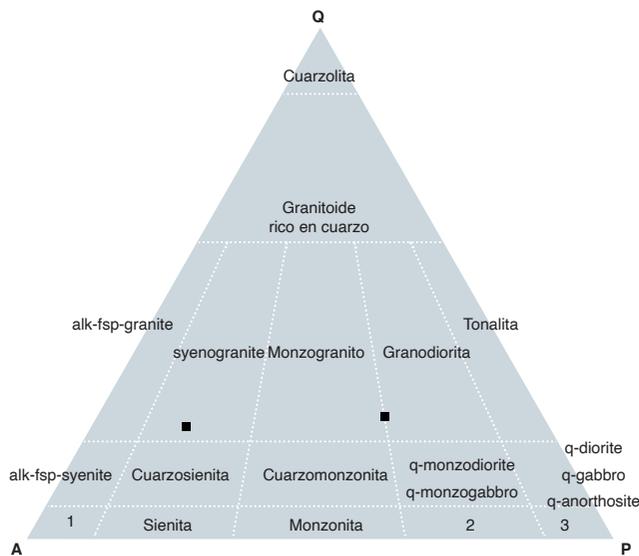


Figura 3. Clasificación modal de las rocas del Granito de Bruselas Fuente: Streckeisen (1974) y este trabajo.

les de cuarzo se presentan de forma intersticial entre los feldespatos de menor tamaño. El cuarzo tiene texturas poiquilíticas debidas a inclusiones de feldespato y plagioclasa e intercrecimientos gráficos frecuentes en las rocas microgranulares. En la riolita, el cuarzo se encuentra en la matriz y forma parte de los núcleos de esferulitas de feldespato. El cuarzo tiene sobrecrecimientos de láminas de biotita y plagioclasa de tamaño menor de 0,3 mm.

La plagioclasa es de composición andesina (An<sub>32-38</sub>), se presenta en cristales subhedrales a euhedrales inequigranulares, con tamaños entre 0,3 y 2,3 mm. Tiene forma tabular larga, con maclas de tipo albita y albita-Carlsbad. La plagioclasa muestra cristales con extinción zonada de tipo normal (el núcleo más cálcico que los bordes). Los cristales están alterados a sericita, en escamas finas hacia el núcleo y arcilla de color pardo hacia los bordes. La alteración enmascara las propiedades ópticas de la plagioclasa y es reemplazada completamente por sericita y agregados de saussurita. La plagioclasa puede aparecer incluida en el feldespato. En las riolitas, las plagioclasas se presentan como fenocristales subhedrales tabulares cuyo tamaño varía entre 0,3 y 0,6 mm, con fuerte alteración a sericita, y forma texturas glomeroporfídicas.

En los monzogranitos, el feldespato potásico es ortosa, y aparece como cristales anhedral a subhedrales con contornos irregulares en tamaños que varían entre 0,4 y 1,3 mm, con alteración a caolín y de color de birrefringencia gris del primer orden. Presenta desmezclas pertíticas en forma de filoncillos, maclas de Carlsbad e inclusiones de cuarzo, plagioclasa y opacos. En las riolitas, el feldespato forma esferulitos de hábito radial bien desarrollados, en tamaños que se encuentran entre 0,2 mm y 1 mm, con los núcleos alterados a caolín. Algunos esferulitos tienen en sus núcleos cristales anhedral de

cuarzo y muestran inclusiones de plagioclasa en cristales tabulares de tamaño fino. Los feldespatos, junto al cuarzo, forman parte de la matriz en microcristales anhedral.

La biotita está completamente reemplazada por moscovita-sericita con algo de opacos residuales, no conserva bien la forma original del mineral y se dificulta reconocerla. La biotita en las riolitas está en láminas tabulares subhedrales, de color pardo, con pleocroísmo pardo oscuro a pardo pálido y extinción ojo de pájaro. Aparecen comúnmente en aglomerados de finas láminas de biotita en la matriz, junto a circón y minerales opacos.

Como minerales accesorios se encuentran titanita, apatito, opacos y circón. Los opacos son anhedral, de tamaños menores de 0,3 mm, generalmente junto a moscovita secundaria según biotita, y ocasionalmente puede tener inclusiones de circón.

El circón tiene forma euhedral a subhedral prismática, con relieve alto y birrefringencia azul del segundo orden, junto o incluido en los opacos. Algunos cristales tienen formas prismáticas cortas y tamaños promedio de 0,2 mm.

El apatito es escaso, presenta forma euhedral a subhedral en cortes basales y longitudinales hexagonales, de relieve alto, incoloros, junto a opacos.

La titanita es xenomorfa, con un tamaño promedio 0,2 mm, de color pardo y relieve alto, con color de interferencia rosado. En las riolitas aparece junto a aglomerados de biotita en la matriz.

En las riolitas, la matriz es microgranular felsítica, constituida por cristales xenomorfos de tamaño por lo general menor de 0,1 mm. Dichos cristales son de cuarzo, feldespato potásico y, en menor proporción, de plagioclasa alterada a sericita. Presenta aglomerados de láminas finas de biotita

Tabla 1. Composición modal de muestras del Granito de Bruselas (resultados expresados en porcentajes)

IGM	N. campo	N	W	Qtz	Pl	Kfs	Bt	Op	Ttn	Ap	Zrn	Fenocristal	Matriz	Clasificación petrográfica
900735	GR-6653	686440	767222	24,8	48	25,6	TR	1,6	TR	TR	TR			Monzogranito
901237	MIA-679	686272	765964	23	14,9	60,6	1	1	TR	TR	TR	38	62	Riolita

Coordenadas en Datum magna Colombia, Bogotá.

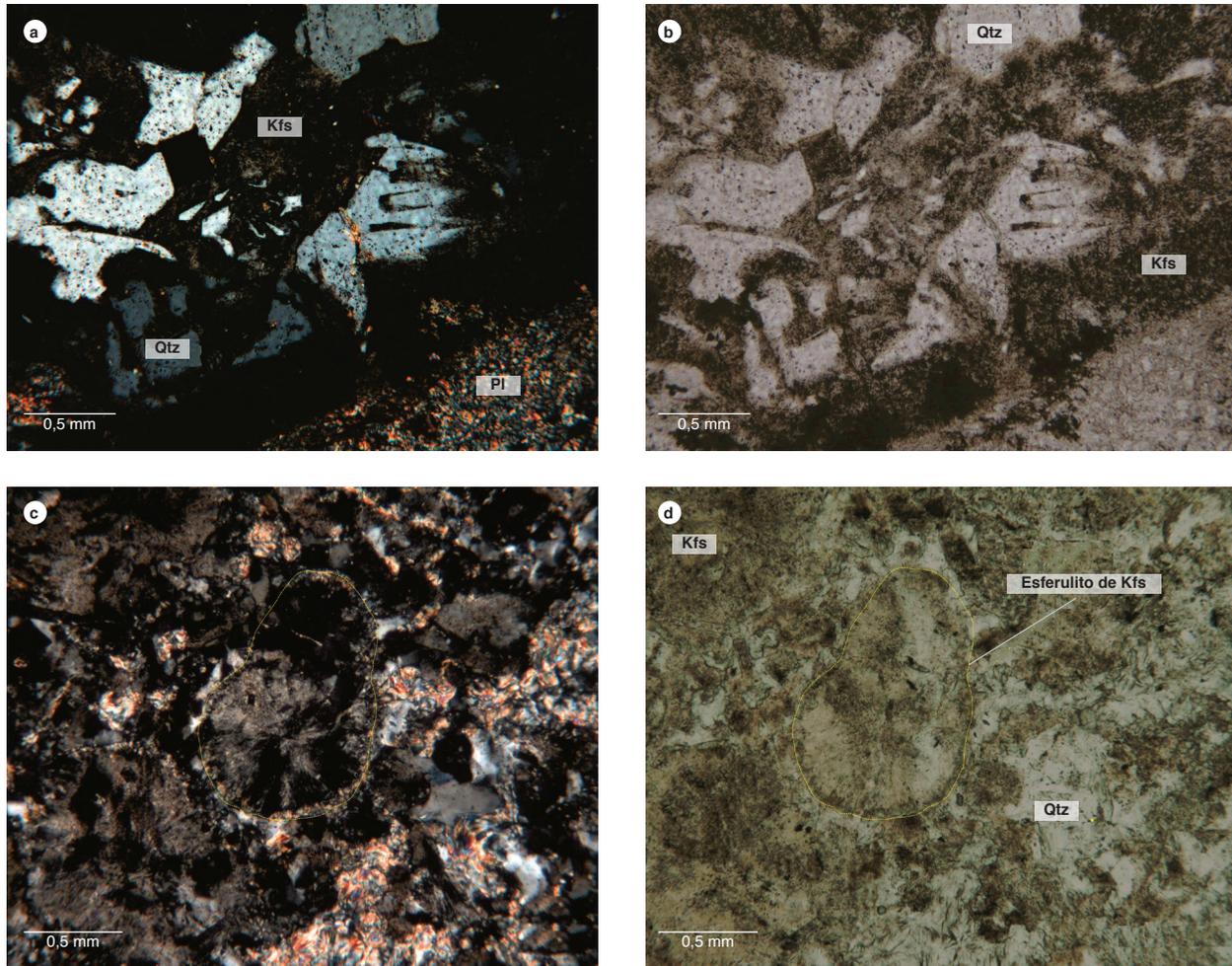


Figura 4. Características petrográficas del Granito de Bruselas. Abreviaturas minerales según Whitney y Evans, 2010. a) IGM-900735, monzogranito con cristales inequigranulares de plagioclasa (Pl) junto a ortosa (Kfs), con intercrecimientos gráficos con cuarzo (Qtz). Aumento: 10x. Nícoles cruzados. b) Monzogranito. Aumento: 10x. Nícoles paralelos. c) IGM 901237, riolita porfídica con esferulitos de feldespato, en matriz microgranular. Aumento: 10x. Nícoles cruzados. d) y c) IGM 901237, riolita. Aumento: 10x. Nícoles paralelos.

#### 4. Geoquímica

La descripción geoquímica se realizó a partir de un solo análisis (figura 1). El análisis químico de la muestra 900735-GR-6653 se realizó por el método de fluorescencia de rayos X para cuantificar los óxidos mayores y los elementos traza V, Mo, Nb, Ta, W, Zr y Hf. Para medir las concentraciones de tierras raras y la mayoría de elementos traza se empleó la espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

##### 4.1. Óxidos mayores

Los valores de los óxidos mayores presentes en la roca clasificada petrográficamente como monzogranito se presentan en la tabla 2. La roca tiene un contenido de  $\text{SiO}_2$  de 70,77%, y se clasifica en el campo de los granitos

en el diagrama de TAS (Middlemost, 1985) (figura 5). Tiene valores de álcalis de alrededor de 9%. Los contenidos de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  son de 15,6%, y tiene contenidos bajos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (2,59%),  $\text{TiO}_2$  (0,51%), CaO (0,1%) y MgO (0,13%). De acuerdo con el diagrama de índices de Shand (Manniar y Piccoli, 1989) (figura 6), el álcalis molar indica una impronta levemente peraluminosa dada por la asociación mineralógica que predomina en estas rocas:  $\text{kfs} + \text{Pl} + \text{Qtz} + \text{Bt}$ , donde A/CNK y A/NK tienen valores por encima de 1.

En el diagrama de Peccerillo y Taylor (1976), la roca analizada está en el límite entre la serie calcoalcalina alta en K y la serie shoshonítica con valores altos de  $\text{K}_2\text{O}$ , de 4,95% wt.

Tabla 2. Composición química de los óxidos mayores del Granito de Bruselas

IGM	N. campo	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mn	FeO	LOI
900735	GR-6653	70,77	0,51	15,6	2,59	0,13	0,1	3,92	4,95	0,06	346	0,24	1,2

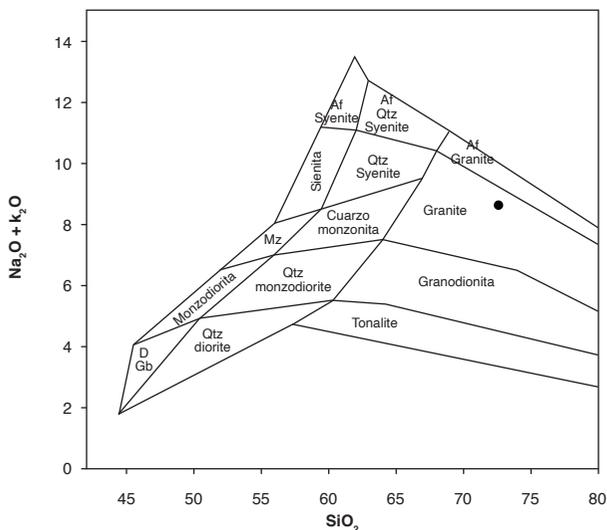


Figura 5. Diagrama TAS correspondiente al Granito de Bruselas Fuente: Middlemost (1985) y este trabajo.

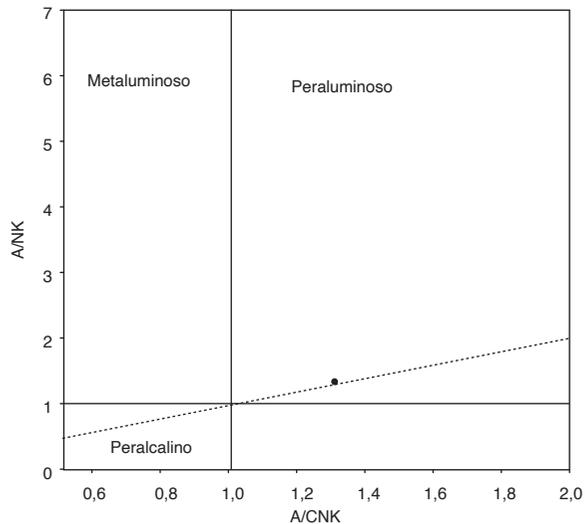


Figura 6. Diagrama de alcalinidad-aluminosidad

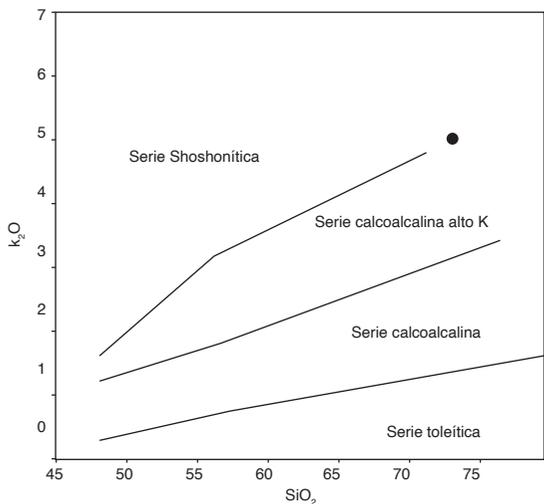


Figura 7. Diagrama K<sub>2</sub>O Vs SiO<sub>2</sub> correspondiente a las rocas del Granito de Bruselas Fuente: Peccerillo y Taylor (1971) y este trabajo.

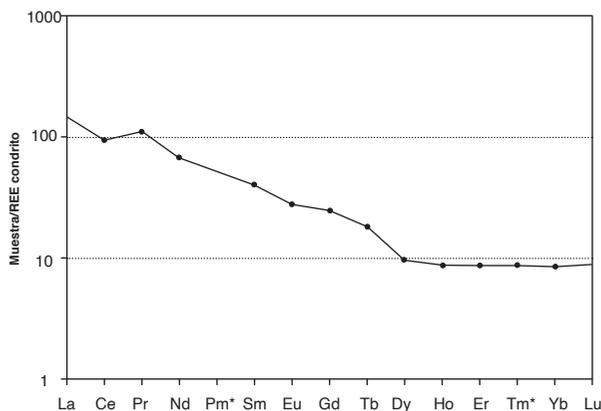


Figura 8. Diagrama REE normalizado a condrito correspondiente a la muestra IGM-900735 Fuente: Nakamura (1974) y este trabajo.

### 4.2. Elementos traza y tierras raras

En la tabla 3 se presentan los valores de elementos traza y tierras raras (REE) correspondientes a la muestra del Granito de Bruselas. El diagrama de elementos trazas normalizados al condrito según los valores de Nakamura (1974) (figura 8) muestra un enriquecimiento hacia

las tierras raras ligeras (LREE) en comparación con las tierras raras pesadas (HREE), que se empobrecen, y el patrón muestra una pendiente negativa. Existe un comportamiento plano entre Ho y Lu, cuyos valores se acercan a diez veces los contenidos del condrito.

La muestra 900735-GR-6653 tiene una ligera anomalía positiva en Pr y una leve inflexión negativa de Eu.

Según el diagrama normalizado a N-MORB de Sun y McDonough (1989) (figura 9), la roca tiene enriquecimientos en Cs, Rb, Ba, K y Pb (LILE). La muestra del Granito de Bruselas tiene anomalías negativas muy marcadas en Nb, P, Ce y Ti, que son indicativas de magmas generados en ambientes de arco, donde estos elementos, que son de carácter inmóvil, son disipados durante la evolución magmática en las facies minerales como apatito y titanita (Winter, 2001). El empobrecimiento de los elementos inmóviles Nb, Ti y P refleja una evolución magmática en la que el Nb se comporta geoquímicamente de forma similar al Ti.

Los mayores valores de los elementos litófilos de alto radio iónico (LILE), como Cs, Ba y Th, indican una afini-

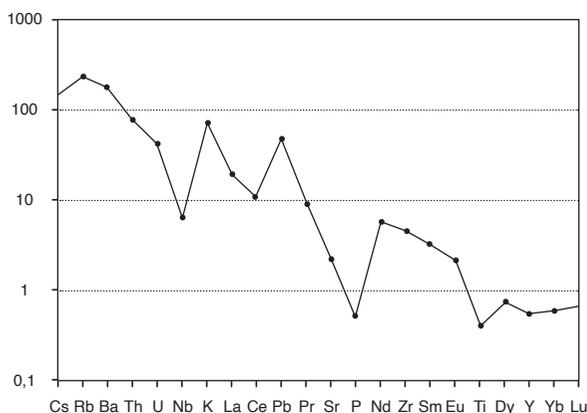


Figura 9. Diagrama multielemental normalizado al NMORB correspondiente a la muestra IGM-900735 del Granito de Bruselas. Fuente: Sun y McDonough (1989) y este trabajo.

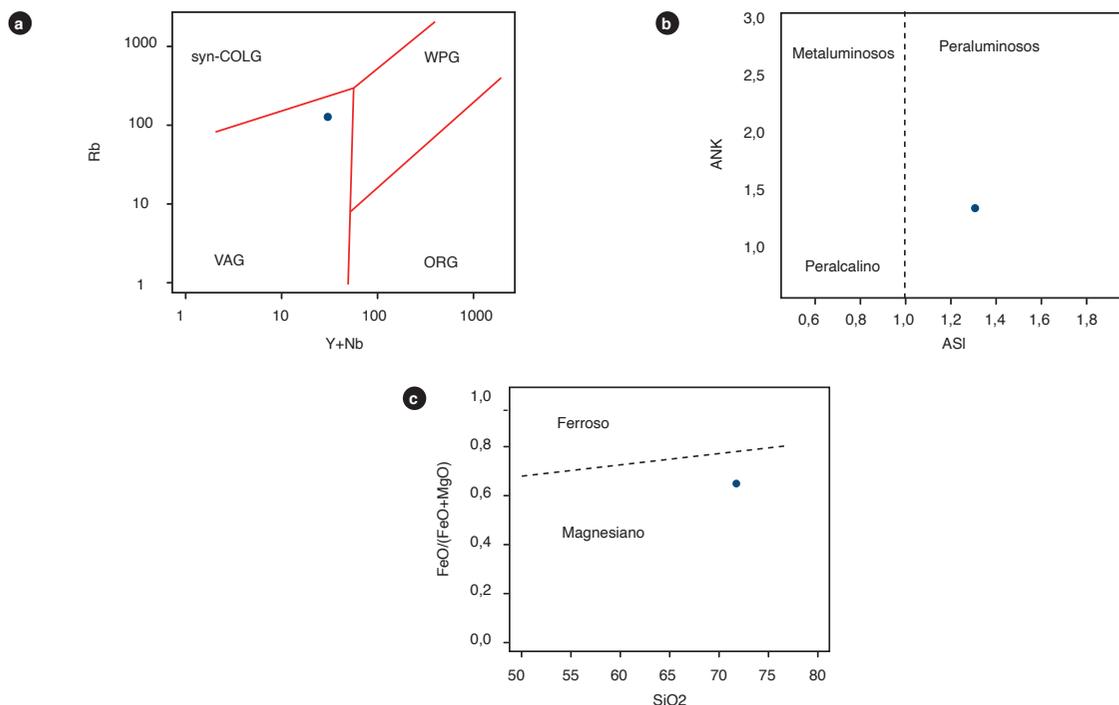


Figura 10. Diagramas de ambiente geotectónico y clasificación. a) Diagrama de Pearce *et al.* (1984), correspondiente a la muestra IGM-900735. b) ANK vs. ASI (Frost *et al.*, 2001), correspondiente a la muestra IGM-900735. c) FeO/(FeO+MgO) vs. SiO<sub>2</sub>, correspondiente a la muestra IGM-900735.

Tabla 3. Composición química de los elementos traza y las tierras raras

Muestra	Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Cd	In	Cs	Ba	La
GR-6653	4,09	2,25	6,98	23,14	3,20	5,36	5,12	7,87	37,73	18,96	129,52	203,15	15,40	0,19	0,03	1,04	1114,70	47,34
	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Ti	Pb	Th	U	Nb
	80,09	12,17	41,94	8,14	2,14	6,71	0,84	3,31	0,60	1,91	0,26	1,85	0,30	0,46	14,34	9,35	1,97	14,60

dad de corteza continental (márgenes convergentes) en la que abundan estos elementos altamente incompatibles. Valores mayores en Sr, K, Ba y Rb se deben a su movilización desde fluidos que interactúan desde la zona de subducción hacia el magma. En cuanto a las anomalías negativas de Nb, Ti y P, son características de arcos magmáticos relacionados con ambientes de subducción, con empobrecimiento progresivo hacia los elementos pesados (Winter, 2001).

La muestra presenta anomalía negativa de Nb-Ti y valores por encima del N-MORB, una signatura geoquímica típica de magmas originados en ambientes de arcos calcoalcalinos.

#### 4.3. Discriminación de ambiente tectónico

Según el diagrama de Pearce *et al.* (1984) (figura 10a), el Granito de Bruselas tiene características químicas afines a granitos de arco volcánico (VAG), y de tipo peraluminoso, de acuerdo con la relación A/NK vs. ASI (*Aluminium saturation index*), definido como el radio molecular  $Al/(Ca\ 1,67P + Na + K)$  de Frost *et al.* (2001) (figura 10b), resultado similar al registrado en el diagrama de la figura 6 (Maniar y Piccoli, 1989).

Además, en la figura 10c (Frost *et al.*, 2001) el granito es clasificado como de tipo magnesiano, por su bajo número de Fe.

#### 5. Posición estratigráfica y edad

El Granito de Bruselas intruye rocas volcánicas pertenecientes a la unidad Vulcanitas de Pitalito, que reportan edades U-Pb en circón de entre 168 y 173 Ma (Rodríguez *et al.*, 2016b).

En el presente trabajo se realizó una datación por el método U-Pb LA-ICPMS en circón a partir de un sapolito colectado en el mismo afloramiento de la muestra de roca GR-6653, bajo las coordenadas N: 686640 y E: 767222, con origen magna Colombia, Bogotá.

El material colectado como sapolito de roca consistió en un concentrado de color anaranjado, con textura arenosa a areno-arcillosa en el que se conservan algunas biotitas lixiviadas y cristales de cuarzo. Fueron separados 35 circones de tamaño variable, con rangos de tamaño entre 120 y 150  $\mu\text{m}$ , y algunos mayores de 300  $\mu\text{m}$ . En la imagen de catodoluminiscencia se observa zonación oscilatoria en algunos de los circones (figura 11), característica de granos de circón de origen ígneo (Vavra *et al.*, 1999).

La separación de minerales densos se realizó en el Laboratorio Químico del Servicio Geológico Colombiano, sede Medellín, utilizando separación hidrodinámica, magnética y, por último, el montaje de los circones. El análisis se realizó usando la técnica de espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo

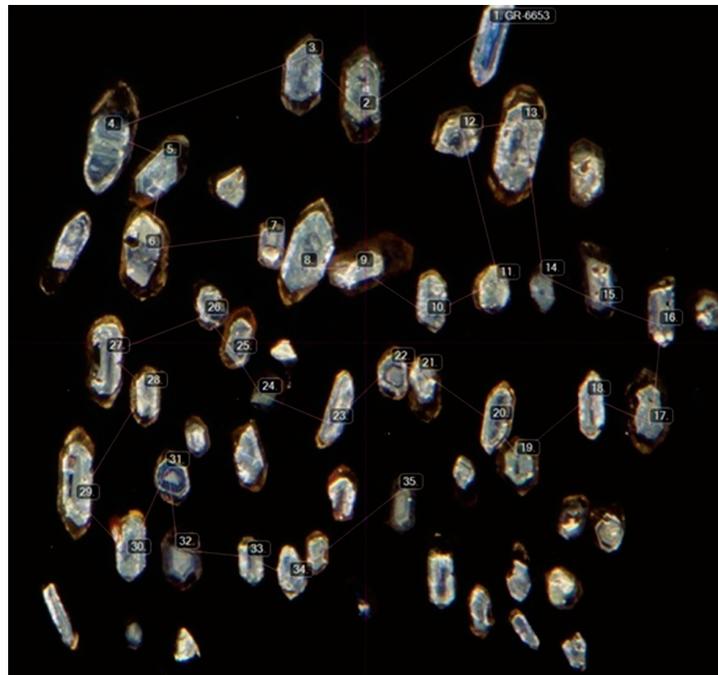


Figura 11. Imagen de catodoluminiscencia de los circones de la muestra GR-6653

(ICP-MS), en el Laboratorio del Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Los datos obtenidos de las muestras GR-6653 fueron procesados y graficados con el software Isoplot/Ex vers. 4.1.5 (Ludwig, 2012). Inicialmente se realizó un filtrado de los datos para descartar los circones con valores discordantes mayores del 15% y errores superiores al 5%, teniendo en cuenta la relación  $[(^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}) - (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})] / (^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}) \times 100$ , con el fin de mejorar el rango de confiabilidad de la edad. Por lo tanto, se trabajó con un total de veinte circones.

En la figura 12 se muestra la edad de cristalización de la muestra del Granito de Bruselas. Se observa un conjunto de circones concordantes interceptando la línea de concordia en el rango de 130 a 145 Ma. Se calculó para la muestra una edad media ponderada de  $137,89 \pm 0,98$  Ma (Valanginiano), con un MSWD = 2,2, dato interpretado como edad de cristalización de la roca.

La técnica de espectrometría de masas ICP-MS permitió, además, definir la concentración de REE en la estructura de los circones (figura 13). Los patrones que describen estos elementos traza y tierras raras inciden sobre la composición y el ambiente de cristalización del magma parental (Belousova *et al.*, 2002; Hoskin y Schaltegger, 2003). En la roca del Granito de Bruselas, las REE livianas normalizadas al condrito de Sun y McDonough (1989) muestran un comportamiento de pendiente positiva hacia las REE pesadas, con anomalías positivas en Ce. De acuerdo con Belousova *et al.* (2002), su incremen-

to está vinculado al aumento en la cantidad de oxígeno presente en el magma parental. Igualmente, es clara la anomalía negativa de europio.

La relación Th/U de los circones varía entre 0,54 y 0,66, valores que se relacionan con un origen ígneo (Hoskin y Schaltegger, 2003).

Para diferenciar entre granitos tipo I, A y S a partir de los contenidos de elementos traza de los circones se utilizan patrones geoquímicos característicos, como Th y Pb (Wang *et al.*, 2012). En el caso del Granito de Bruselas, los circones de la muestra analizada se catalogan en el campo de los granitos tipo I (figura 14).

## 6. Correlaciones

En el valle superior del Magdalena y la cuenca del Putumayo no se conoce ningún cuerpo de composición y edad similares a las del Granito de Bruselas, de edad Cretácica Inferior (Valanginiano). Por tal razón, no se correlaciona por el momento con ningún plutón.

## 7. Localidad tipo

Se propone como localidad tipo una sección de la vía Bruselas-Palestina, en el sector del Alto de la Cruz, entre las coordenadas este: 1°100.800, norte: 686.900, y este: 1°101.300, norte: 685.900, entre las quebradas El Mesón, La Cascajosa y La Cristalina, en la Plancha 388-IV-C Pitalito a, escala 1:25.000. En este sector la unidad muestra afloramientos continuos y meteorizados, pero de fácil acceso.

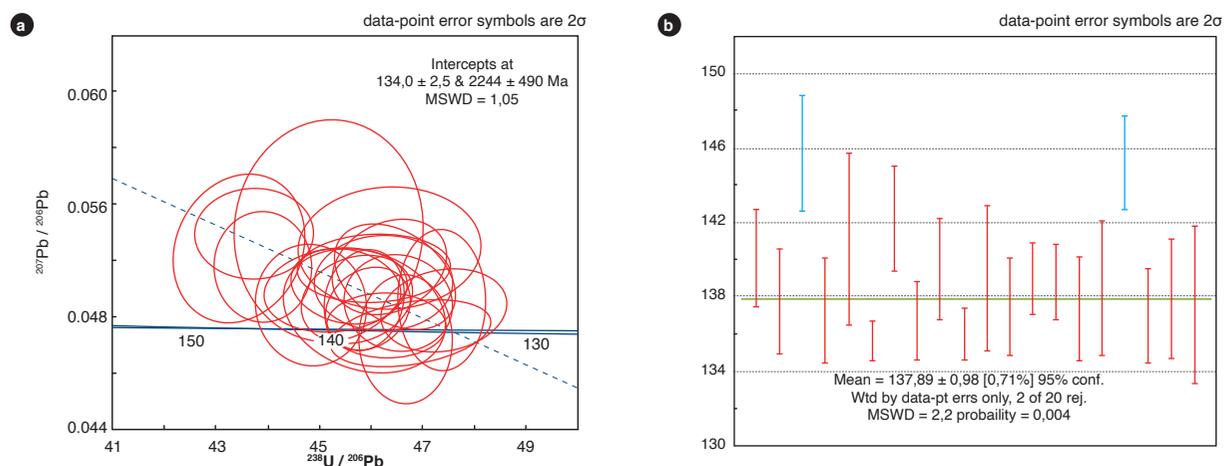
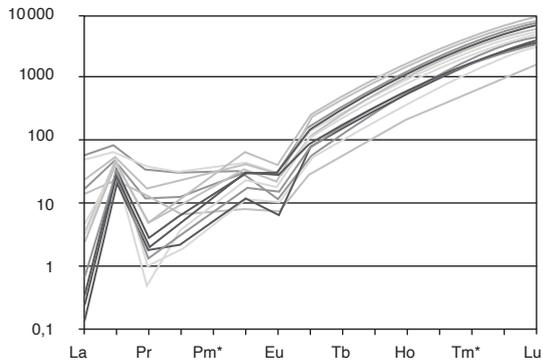
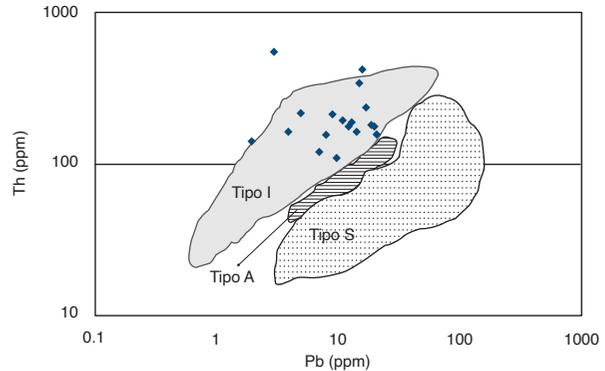


Figura 12. Geocronología de U-Pb correspondiente a circones de la roca GR-6653 (IGM-900735) a) Diagrama de concordia Tera Wasserburg. b) Diagrama del cálculo de la edad media ponderada y la desviación estándar.



**Figura 13.** Diagrama REE (McDonough y Sun, 1995) correspondiente a los circones del Granito de Bruselas  
Se grafican, además, las siguientes relaciones:  $Pm^* = (Nd^*Sm)^2$  y  $Tm^* = (Er^*Yb)^2$ .



**Figura 14.** Diagrama de discriminación de ambiente correspondiente a granitos de tipo I, S y A, de acuerdo con las concentraciones de Th vs. Pb presentes en los circones de la muestra GR-6653  
Fuente: modificado de Wang *et al.* (2012) y este trabajo.

## 8. Génesis

El Granito de Bruselas muestra presencia de ortosa como feldespato potásico, característico de rocas plutónicas que se forman en ambientes de temperaturas intermedias, desarrollo en bordes de texturas porfídicas y granofíricas que indican un emplazamiento cercano a la superficie, probablemente hipoabisal.

De acuerdo con la caracterización geoquímica de la roca y de los circones, corresponde a un granito tipo I, formado en un ambiente de arco (márgenes convergentes), con valores de Pb de 14,34 ppm, siendo característico que las rocas de este ambiente contengan Pb < 25 ppm. Asimismo, muestran contenidos de itrio de entre 976 y 2.900 ppm, proporciones comparables a granitoides tipo I, cuyos valores se sitúan en un rango de 500 a 4.534 ppm (Wang *et al.*, 2012).

## 9. Recursos minerales

Hasta el momento no se conoce ninguna mineralización asociada al Granito de Bruselas.

## 10. Conclusiones

- De acuerdo con relaciones estratigráficas, el Granito de Bruselas intruye rocas volcánicas pertenecientes a la unidad Vulcanitas de Pitalito.
- El Granito de Bruselas constituye un pequeño plutón con un área menor a 1 km<sup>2</sup>.
- El Granito de Bruselas está constituido por monzogranitos y riolitas subvolcánicas de textura hipidiomorfa microinequigranular a porfídica esferulítica.

- Este granito presenta características de arcos magmáticos relacionados a ambientes de subducción.
- Una roca del Granito de Bruselas arrojó una edad U-Pb LA-ICPMS de 137,89 ± 0,98 Ma.
- En el valle superior del Magdalena y la cuenca del Putumayo no se conoce ningún cuerpo de composición y edad similares a las encontradas en este trabajo sobre el Granito de Bruselas.

## Referencias

- Arango, M., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, G. (2015). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia. Monzogranito de Altamira. Departamentos de Huila y Cauca*. Informe. Servicio Geológico Colombiano.
- Belousova, E., Griffin, W., O'Reilly, S. y Fisher, N. (2002). Igneous zircon: Trace element composition as an indicator of source rock type. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 143(5), 602-622. <https://doi.org/10.1007/s00410-002-0364-7>
- Cárdenas, J., Fuquen, J. y Núñez, A. (2002). *Geología de la plancha 388 Pitalito*. Informe Ingeominas.
- Frost, B., Arculus, R., Barnes, C., Collins, W., Ellis, D. y Frost, C. (2001). A geochemical classification of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42(11), 2033-2048. <https://doi.org/10.1093/petrology/42.11.2033>
- Hoskin, P. y Shaltegger, U. (2003). The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 53(1), 27-62. <https://doi.org/10.2113/0530027>

- International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC). (1987). Stratigraphic classification and nomenclature of igneous and metamorphic rock bodies. *GSA Bulletin*, 99(3), 440-442. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1987\)99<440:SCANOI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1987)99<440:SCANOI>2.0.CO;2)
- Ludwig, K. R. (2012). *User's Manual for Isoplot 3.75-4.15: a geochronological toolkit Microsoft Excel*. Special Publication n.º 5. Berkeley Geochronology Center.
- Maniar, P. y Piccoli, P. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. *GSA Bulletin*, 101(5), 635-643. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1989\)101<0635:TDOG>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1989)101<0635:TDOG>2.3.CO;2)
- McDonough, W. y Sun, S. (1995). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120(3-4), 223-253. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(94\)00140-4](https://doi.org/10.1016/0009-2541(94)00140-4)
- Middlemost E. A. K. (1985). *Magmas and magmatic rocks: An introduction to igneous petrology*. Longman.
- Nakamura, N. (1974). Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38(5), 757-775. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(74\)90149-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(74)90149-5)
- Pearce, J., Harris, N. y Tindle, A. (1984). Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25(4), 956-983. <https://doi.org/10.1093/petrology/25.4.956>
- Peccerillo A. y Taylor, T. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58(1), 63-81. <https://doi.org/10.1007/BF00384745>
- Riccardi, A. C. (1994). Reseña: International stratigraphic guide: A Guide to stratigraphic classification, terminology and procedure (Amos Salvador, ed., 1994). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49(3-4), 378.
- Rodríguez G., Arango M. I., Zapata G. y Bermúdez J. G. (2015). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia. Formación Saldaña, cordilleras Central y Oriental. Tolima, Huila, Cauca y Putumayo*. Servicio Geológico Colombiano.
- Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2016). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia, Formación Saldaña. Cordilleras Central y Oriental Tolima, Huila, Cauca y Putumayo*. Informe. Servicio Geológico Colombiano.
- Shand, S. (1943). *Eruptive rocks: Their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits with a chapter on meteorite*. John Wiley & Sons.
- Strecheisen, A. (1974). Classification and nomenclature of plutonic rocks recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of Igneous Rocks. *Geologische Rundschau*, 63(2), 773-786. <https://doi.org/10.1007/BF01820841>
- Sun, S. y McDonough, W. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. En A. Sanders y M. Norry (eds.), *Magmatism in oceanic basins*. Special Publications 42. The Geological Society of London. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19>
- Vavra, G., Schmid, R. y Gebauer, D. (1999). Internal morphology, habit and U-Th-Pb microanalysis of amphibolite-to-granulite facies zircons: geochronology of the Ivrea Zone (Southern Alps). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 134. 380-404. <https://doi.org/10.1007/s004100050492>
- Wang, Q., Zhu, D., Zhao, Z., Guan, Q., Zhang, X., Sui, Q., Hu, Z. y Mo, X. (2012). Magmatic zircons from I-, S- and A-type granitoids in Tibet: Trace element characteristics and their application to detrital zircon provenance study. *Journal of Asian Earth Sciences*, 53, 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.jseae.2011.07.027>
- Winter, J. (2001). *An introduction to igneous and metamorphic petrology*. Prentice Hall.
- Withney, D. y Evans, B. (2010). Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95(1), 185-187. <https://doi.org/10.2138/am.2010.3371>

**Anexo A**  
**Resultados de geocronología U-Pb en circon**  
**Muestra GR-6653**

Circon	U (ppm) <sup>1</sup>	Th (ppm) <sup>1</sup>	Th/U	Edades corregidas (Ma)																
				<sup>207</sup> Pb/ <sup>208</sup> Pb	$\pm 2\sigma$	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	$\pm 2\sigma$	<sup>207</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	$\pm 2\sigma$	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	$\pm 2\sigma$	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	$\pm 2\sigma$	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	$\pm 2\sigma$	Mejor edad (Ma)	$\pm 2\sigma$	Disc. %	Error %	
Zrn-071	462	463	0.98	0.0564	0.0048	0.17	0.013	0.0221	0.00036	0.952	140.9	2.3	160	12.0	508	94	140.9	2.3	11.94	1.63
Zrn-072	157.2	86.6	0.55	0.0591	0.0064	0.19	0.018	0.02199	0.00057	0.259	140.2	3.6	167	15.0	700	120	140.2	3.6	16.05	2.57
Zrn-074	190.2	94	0.49	0.0595	0.0076	0.18	0.026	0.02105	0.00065	0.208	134.3	4.1	163	21.0	640	160	134.3	4.1	17.61	3.05
Zrn-075	256.2	128.8	0.50	0.0592	0.0043	0.17	0.011	0.02115	0.00037	0.275	134.9	2.3	161.3	9.7	740	110	134.9	2.3	16.37	1.70
Zrn-083	198	94.4	0.48	0.0799	0.0056	0.21	0.016	0.02197	0.00042	0.247	140.1	2.6	190	13.0	1190	140	140.1	2.6	26.26	1.86
Zrn-084	236.5	113.9	0.48	0.059	0.015	0.17	0.068	0.022	0.027	0.398	140	150.0	160	220.0	620	250	140.0	150.0	12.50	107.14
Zrn-091	256.1	163.8	0.64	0.107	0.02	0.3	0.082	0.02228	0.00087	0.896	142	5.5	287	55.0	1640	220	1640.0	220.0	50.52	18.41
Zrn-093	232	154.7	0.67	0.0585	0.0042	0.17	0.012	0.02192	0.00042	0.282	136	2.7	160	10.0	730	120	136.0	2.7	15.00	1.99
Zrn-094	207	95	0.46	0.0635	0.0054	0.2	0.017	0.02271	0.00041	0.348	144.8	2.6	181	14.0	740	110	144.8	2.6	20.00	1.80
Zrn-095	241	125	0.52	0.0674	0.0053	0.21	0.015	0.02291	0.00047	0.283	146	3.0	190	13.0	800	110	146.0	3.0	23.16	2.05
Zrn-096	213	141.7	0.67	0.0655	0.0046	0.19	0.013	0.0209	0.00041	0.297	133.4	2.6	175	11.0	816	72	133.4	2.6	23.77	1.95
Zrn-103	395	189	0.46	0.061	0.013	0.18	0.044	0.02177	0.00048	0.467	138.9	2.7	169	34.0	640	250	138.9	2.7	17.81	1.94
Zrn-104	189	120.4	0.64	0.064	0.0091	0.19	0.028	0.02206	0.00045	0.141	140.7	2.8	178	23.0	840	200	140.7	2.8	20.96	1.99
Zrn-073	268	143.7	0.54	0.0528	0.0034	0.16	0.0094	0.02197	0.00042	0.502	140.1	2.6	150.2	8.3	370	87	140.1	2.6	6.72	1.86
Zrn-076	855	555	0.65	0.0496	0.0027	0.15	0.0076	0.0216	0.00044	0.396	137.8	2.8	138.8	6.5	193	58	137.8	2.8	0.72	2.03
Zrn-077	247	165.7	0.67	0.0591	0.0036	0.18	0.011	0.02286	0.00049	0.353	145.7	3.1	168.9	9.1	557	74	145.7	3.1	13.74	2.13
Zrn-078	299	218	0.73	0.0536	0.004	0.16	0.013	0.02152	0.00044	0.563	137.3	2.8	149	11.0	398	71	137.3	2.8	7.85	2.04
Zrn-079	92.6	36.3	0.39	0.0583	0.0081	0.18	0.025	0.02213	0.00073	0.201	141.1	4.6	163	21.0	770	150	141.1	4.6	13.44	3.26
Zrn-080	248	122.1	0.49	0.0514	0.0054	0.15	0.015	0.02111	0.00031	0.15	134.7	2.0	141	13.0	600	110	134.7	2.0	4.47	1.48
Zrn-081	272	159	0.58	0.062	0.0046	0.16	0.014	0.0223	0.00044	0.268	142.2	2.8	150	12.0	443	97	142.2	2.8	5.20	1.97
Zrn-082	351	216.1	0.62	0.0501	0.0042	0.14	0.014	0.02143	0.00034	0.186	136.7	2.1	134	12.0	390	100	136.7	2.1	-2.01	1.54
Zrn-085	218	111	0.51	0.0526	0.0034	0.16	0.0085	0.02187	0.00042	0.124	139.5	2.7	146.5	8.3	374	71	139.5	2.7	4.78	1.94
Zrn-086	342	197	0.58	0.0502	0.0031	0.15	0.0088	0.02109	0.00044	0.171	134.6	2.8	139.2	7.9	304	74	134.6	2.8	3.30	2.08
Zrn-087	251	178	0.71	0.0494	0.0044	0.15	0.015	0.0218	0.00061	0.474	139	3.9	143	13.0	437	91	139.0	3.9	2.80	2.81
Zrn-088	354	191.3	0.54	0.055	0.0037	0.16	0.01	0.02157	0.00042	0.075	137.5	2.6	152.2	8.9	459	76	137.5	2.6	9.66	1.89
Zrn-089	244	165	0.68	0.0504	0.0042	0.16	0.011	0.0218	0.0003	0.077	139	1.9	145.7	9.6	454	90	139.0	1.9	4.60	1.37
Zrn-090	525	347	0.66	0.0501	0.0031	0.15	0.0088	0.02177	0.00032	0.053	138.8	2.0	143.8	7.7	277	65	138.8	2.0	3.48	1.44
Zrn-092	668	429	0.64	0.0491	0.0026	0.14	0.0069	0.02138	0.00058	0.232	136.4	3.7	135.7	6.1	278	66	136.4	3.7	-0.52	2.71
Zrn-097	208	109	0.52	0.0558	0.0055	0.18	0.017	0.02301	0.00055	0.091	146.7	3.5	168	15.0	620	120	146.7	3.5	12.68	2.99
Zrn-098	468	238	0.51	0.0548	0.0031	0.16	0.0083	0.02171	0.00057	0.46	138.5	3.6	153	7.2	456	70	138.5	3.6	9.48	2.60
Zrn-099	257.9	102.2	0.40	0.055	0.0045	0.17	0.013	0.02277	0.0004	0.239	145.2	2.5	159	11.0	554	89	145.2	2.5	8.68	1.72
Zrn-100	287	183.9	0.64	0.0509	0.0035	0.15	0.011	0.02149	0.0004	0.322	137	2.5	143.2	9.6	290	71	137.0	2.5	4.33	1.82
Zrn-101	338	178	0.53	0.0539	0.0043	0.16	0.011	0.02162	0.00051	0.339	137.9	3.2	148.5	9.2	469	81	137.9	3.2	7.14	2.32
Zrn-102	287	157.4	0.55	0.0577	0.0044	0.17	0.014	0.02157	0.00067	0.342	137.6	4.2	156	12.0	494	80	137.6	4.2	11.79	3.05
Zrn-105	213	127.2	0.60	0.0528	0.0033	0.16	0.0097	0.02207	0.00055	0.291	142.1	3.5	149.7	8.4	326	56	142.1	3.5	5.08	2.46

Los valores tachados presentan discordancias mayores del 10% y errores <sup>206</sup>Pb/<sup>235</sup>U mayores del 5%.

Fuente: Laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de México

**Anexo B**

**Resultados de elementos traza y tierras raras de circón**

P	Ti	Y	Nb	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	Hf	Pb	Th	U	
Zrn071	620	0	4.180	4.3	0.101	40.2	0.55	13.3	22.5	6.66	106	34.8	395	144.3	634	260	13.570	9.875	453	462	
Zrn072	480	-4	466	4.32	0.00000008	10.34	0.024	0.5	1.13	0.36	6.5	2.6	94.2	14.45	77.3	498.8	45.2	41.099	4.0225	86.6	457.2
Zrn073	790	3	1.108	3.44	13	49.2	3.23	14	4.5	0.69	17.8	5.77	81.4	34.8	181	482	110.2	15.320	5.9225	143.7	268
Zrn074	110	9	708	1.98	6.4	31	2.2	6.8	2.6	0.93	10.9	3.88	48.1	21.4	112.4	299	72.3	11.650	4.63	94	190.2
Zrn075	580	12	1.163	3.41	10.8	41.2	2.55	12.2	4.4	0.95	16.3	6	81.1	34	185.6	507	442	47.180	5.3	428.8	256.2
Zrn076	80	670	2.900	10.8	0.79	39.8	0.45	4.9	9.5	2.1	47.5	18	231	94.3	444	1032	220	18.470	17.9	555	855
Zrn077	180	21	1.476	2.17	0.033	18.2	0.208	2.92	5.53	1.63	29.4	10.13	119.7	47.7	229	548	116.6	13.800	5.975	165.7	247
Zrn078	490	-26	997	3.48	3.57	28.3	1.07	5.8	3.9	0.68	16.3	5.7	75.7	30.2	163	399	91.4	14.210	6.875	218	299
Zrn079	650	48	351	1.14	3.2	12.7	1.06	3.3	1.16	0.4	5.6	1.81	24.2	11.01	56.4	158.8	37.7	12.450	2.3225	36.3	92.6
Zrn080	-10	15	778	3.13	0.049	15.92	0.042	1.19	1.48	0.51	10.9	4.32	52.5	24.4	123.5	339	78.3	13.590	5.8325	122.1	248
Zrn081	990	8	1.091	3.15	11.4	40	3.5	13.3	5.5	1.16	18.3	6.28	79.7	34	179	457	104.3	13.030	6.4	159	272
Zrn082	210	56	866	2.65	0.025	19.4	0.123	1.32	2.63	0.7	12.7	4.83	66.5	27.7	138.4	372	82.5	16.740	7.5825	216.1	351
Zrn083	90	-10	841	2.5	0.201	15.6	0.33	2.05	2.41	0.63	14.1	4.85	58.6	25.8	140	373	84.5	15.840	4.41	94.4	198
Zrn084	270	5	1.113	2.64	0.079	19.5	0.095	1.87	3.02	0.64	18.1	6.12	79.5	36.1	187.4	522	113	47.060	4.79	419.9	286.5
Zrn085	150	12	686	2.24	-0.0000007	13.5	0.089	0.82	1.62	0.6	10.2	3.76	48.1	21.1	116	301	72	12.350	5.3	111	218
Zrn086	160	46	1.343	4.49	0.32	25.5	0.159	2.15	3.24	0.97	18.8	7.03	94.7	40.5	212	556	126.4	15.450	7.425	197	342
Zrn087	350	13	1.240	2.42	5.4	34.7	1.51	10.2	6.5	1.75	26.3	8.4	99	38.2	192	454	100.7	14.400	5.825	178	251
Zrn088	180	63	1.680	3.98	0.099	21.9	0.123	2.31	3.83	1.04	24.2	9.49	126.2	53.2	269	655	142.7	16.100	7.95	191.3	354
Zrn089	200	18	1.540	3.94	0.239	25.3	0.161	1.84	4.49	1.21	21.8	8.59	115.9	48.6	239.9	558	124.2	10.920	5.975	165	244
Zrn090	-170	46	2.490	4.19	0.161	31.3	0.253	4.56	8.49	2.01	48.6	16.45	206.1	81.5	378	824	173.1	14.100	12.5	347	525
Zrn091	220	49	1.099	2.13	4.4	27	0.9	5.6	3.51	1.13	23	7.3	89.7	36.7	172	437	92.4	49.040	5.125	463.8	256.1
Zrn092	120	35	1.790	6.23	0.153	34.1	0.155	1.75	3.59	0.85	23.7	9.15	124	52.5	280	740	162	16.240	14.35	429	668
Zrn093	70	-3	1.211	1.62	0.025	16.6	0.188	2.25	4.9	1.55	24.9	8.26	99.8	39.2	191.3	469	103.3	16.700	4.945	154.7	232
Zrn094	120	-4	850	2.48	-0.000007	14.4	0.047	1.14	1.68	0.6	12.9	4.23	59.9	26.5	143	399	93	13.800	5	95	207
Zrn095	80	8	1.150	3.74	0.068	16.3	0.063	1.87	2.65	0.6	14.1	5.86	78	33.5	176	453	99	15.210	5.925	125	241
Zrn096	-120	-41	967	1.71	0.056	14.67	0.107	1.86	3.15	0.74	18.7	5.76	75.2	29.7	150	372	86.7	11.520	5.125	141.7	213
Zrn097	250	6	773	1.64	0.04	12.3	0.082	1.51	3.08	0.62	14	4.48	57.6	24.1	125	392	76	43.050	5.925	469	268
Zrn098	110	80	1.646	6.9	0.48	31.4	0.415	4.1	4	1.15	24.7	8.78	124.7	54.2	281	675	149.4	15.960	10.525	238	468
Zrn099	270	11	976	2.77	0.028	13.12	0.16	1.02	1.72	0.36	14.2	5.23	70.3	30.02	154.7	413	94.8	14.260	6.625	102.2	257.9
Zrn100	-70	20	1.113	3.87	0.144	18.21	0.117	1.4	2.51	0.86	17	5.85	76	32.5	169.5	455	107.8	11.710	7.1175	183.9	287
Zrn101	60	38	2.040	4.58	-0.0000069	21.7	0.174	1.9	4.57	1.76	29.9	11.4	146	63.5	316	754	164.1	14.040	7.625	178	338
Zrn102	-70	-11	1.647	3.95	0.07	21.7	0.253	2.88	4.04	1.81	27.1	9.85	124.1	51.5	257	620	133.2	15.120	6.4	157.4	287
Zrn103	-130	1	1.710	3.88	0.11	21.4	0.069	1.95	3.56	0.87	29	10.26	128	54.1	277	691	145.1	18.000	8.5	180	395
Zrn104	320	32	1.095	1.89	4.9	28	1.5	7.4	5.4	1.21	23.4	7.23	90.2	33.7	169	408	89.3	18.270	4.09	120.4	189
Zrn105	360	42	518	1.78	0.24	42.8	0.074	1.02	1.11	0.43	7.6	3.06	36.1	16.86	80.4	217	49	41.470	5.4	427.2	213



**Valle Superior del Magdalena**  
Servicio Geológico Colombiano  
2022



Este trabajo es la continuación de los catálogos publicados dos décadas atrás. Se modernizó el contenido y la presentación de acuerdo con las necesidades actuales de información. Se agruparon en un solo volumen las unidades litológicas que definen un evento geológico regional en una provincia particular. Esta versión incorpora nueva información petrográfica, litogeoquímica, química mineral y geocronológica, e interpreta los datos según el avance del conocimiento actual. Este volumen constituye un aporte al conocimiento básico de la geología colombiana y al conocimiento y evolución del Valle Superior del Magdalena.

