Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia

Sierra Nevada de Santa Marta

Vol. 3

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia

Sierra Nevada de Santa Marta

Vol. 3

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

Vol. 3

Batolito Central de la Sierra Nevada

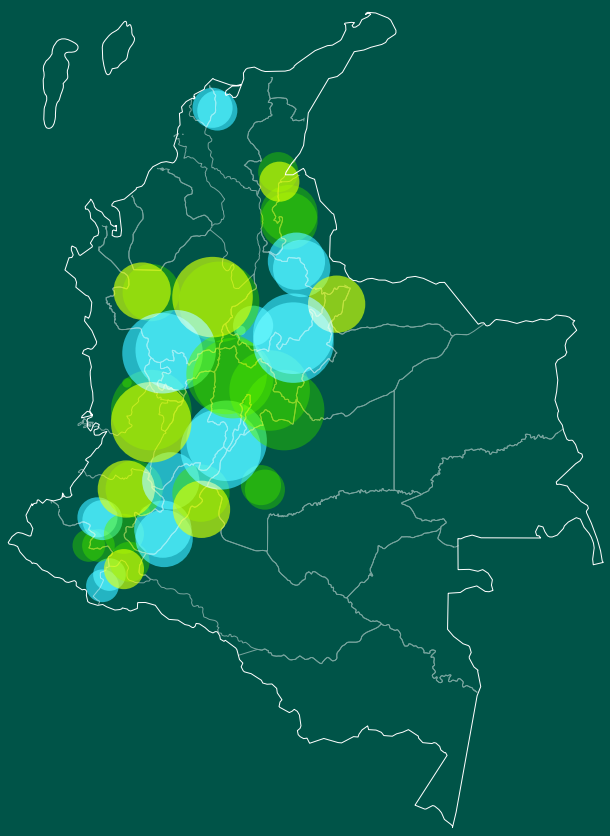
Batolito de Atanquez

Batolito de Pueblo Bello

Batolito de Patillal

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia

Sierra Nevada de Santa Marta



Gabriel Rodríguez
Juan Pablo Zapata
Ana María Correa Martínez
Diego Ramírez
Gloria Obando
Jimmy Muñoz
Lorena del Pilar Rayo
Cindy Lizeth Ureña

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

© Servicio Geológico Colombiano

Julio Fierro Morales
Director general

ISBN digital: 978-628-95485-2-5

Autores
Gabriel Rodríguez
Juan Pablo Zapata
Ana María Correa Martínez
Diego Ramírez
Gloria Obando
Jimmy Muñoz
Lorena del Pilar Rayo
Cindy Lizeth Ureña

Comité Editorial

Integrantes
Yenny Paola Casallas
Juanita Sierra Salamanca
John Makario Londoño
Lorena del Pilar Rayo
Juan Manuel Herrera
Hernando Camargo
Alberto García Bolívar
Viviana Dionicio
Julián Escallón
Constanza Martínez
Robinson Eduardo Patiño
Juan Guillermo Ramírez
Óscar Romero

Diagonal 53 n.° 34-53
Bogotá D. C., Colombia
Teléfono: 601 220 0200, ext.: 3048
ceditorial@sgc.gov.co

Fernando Carretero
Édgar Ordóñez
Corrección de estilo

Diana Paola Abadía
Diseño

Leonardo Cuéllar
Diagramación

Carolina Hernández
Editora general

Marzo, 2023

Citación: Rodríguez, G., Zapata, J. P., Correa, A. M. y Ramírez, D. A. (2023). *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Sierra Nevada de Santa Marta.* Vol. 3. Servicio Geológico Colombiano.

Prólogo

El *Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia* es uno de los productos del Servicio Geológico Colombiano contemplados en el Plan Estratégico 2014-2023 como un medio para formalizar y presentar diversas unidades geológicas de Colombia de manera detallada e individualizada.

Este volumen, denominado *Sierra Nevada de Santa Marta*, corresponde a la tercera entrega del *Catálogo*, y se enfoca en el magmatismo jurásico que se dio en Colombia en dicha zona. En el primer volumen se presentaron unidades del Macizo de Santander, y en el segundo, unidades del Valle Superior del Magdalena.

El primer trabajo completo de cartografía geológica realizado en la Sierra Nevada de Santa Marta fue elaborado por Tschanz, Jimeno y Cruz en cooperación con Jaramillo, Arias y Vesga, en 1969, y consistió tanto en el mapa geológico como en su memoria explicativa. De las rocas plutónicas objeto de este catálogo, en ese momento se dataron edades K-Ar que comprendían desde el límite entre el Triásico y el Jurásico hasta el límite entre este último y el Cretácico. Tschanz y colaboradores, en 1974, mostraron con varias edades K-Ar y dos edades Rb-Sr determinadas en rocas plutónicas y volcánicas asociadas, que las edades predominantes de estos cuerpos eran jurásicas. Trabajos posteriores enfocados en las rocas magmáticas jurásicas, como el de Colmenares y colaboradores publicado en 2007, y estudios petrogenéticos de algunas unidades realizados por investigadores de posgrado nacionales y extranjeros, posibilitaron una actualización cartográfica. En esas investigaciones, tales como la de Ordóñez Carmona presentada en el 2001, y la de Quandt y colaboradores publicada en 2018, se abordaron información geoquímica, isotópica y edades U-Pb en circón de varios cuerpos ígneos.

En el presente catálogo, realizado por los geólogos del Grupo de Estudios Geológicos Especiales de la Dirección de Geociencias Básicas del Servicio Geológico Colombiano (SGC), se presentan cuatro grandes unidades: el Batolito Central de la Sierra Nevada, el Batolito de Atánquez, el Batolito de Pueblo Bello y el Batolito de Patillal. La primera corresponde a una propuesta de reagrupación de algunos de los plutones que inicialmente habían sido definidos por Tschanz *et al.* (1969) y Colmenares *et al.* (2007). De todos los batolitos se presenta una caracterización petrográfica detallada que incluye la revisión de secciones delgadas del repositorio institucional del Ingeominas (ahora SGC) y de muestras colectadas específicamente durante el estudio. También se presentan la geoquímica de roca total y dataciones U-Pb en circón, que se pudieron obtener gracias a las facilidades analíticas con las que cuenta el SGC desde hace unos años. Los datos geoquímicos fueron adquiridos por la Dirección de Laboratorios, mientras que las dataciones fueron realizadas por la Dirección de Asuntos Nucleares, del SGC.

Se espera que el *Catálogo* sea un material de consulta, tanto para estudiantes universitarios de pregrado y posgrado como para investigadores de las geociencias, pues contiene información de base que permite profundizar en el conocimiento geológico del territorio colombiano y de sus recursos naturales, al tiempo que sirve de insumo para refinar los modelos de evolución geológica de esta esquina de Suramérica.

Ana María Correa Martínez
Grupo de Estudios Geológicos Especiales
Dirección de Geociencias Básicas
Servicio Geológico Colombiano

Contenido

Prólogo 7



Batolito de Atánquez 73

1. Origen del nombre, distribución geográfica y reseña histórica 74
2. Descripción geológica 74
3. Litogeoquímica 83
4. Posición estratigráfica y edad 90
5. Correlaciones 94
6. Localidad tipo 95
7. Génesis 95
8. Recursos minerales 96
9. Conclusiones 96

Referencias 97

Anexos 102

Batolito Central de la Sierra Nevada 13

1. Procedencia del nombre 14
2. Distribución geográfica 14
3. Reseña histórica 14
4. Descripción geológica 16
5. Litogeoquímica 24
6. Geocronología 29
7. Correlaciones 45
8. Localidad tipo 46
9. Génesis 46
10. Recursos minerales 47
11. Conclusiones 47

Referencias 48

Anexos 51



Batolito de Pueblo Bello 109

1. Proveniencia del nombre, distribución geográfica y reseña histórica 110
2. Descripción geológica 110
3. Litogeoquímica 120
4. Posición estratigráfica y edad 125
5. Correlaciones 137
6. Localidad tipo 137
7. Génesis 137
8. Recursos minerales 138
9. Conclusiones 138

Referencias 139

Anexos 144





Batolito de Patillal 161

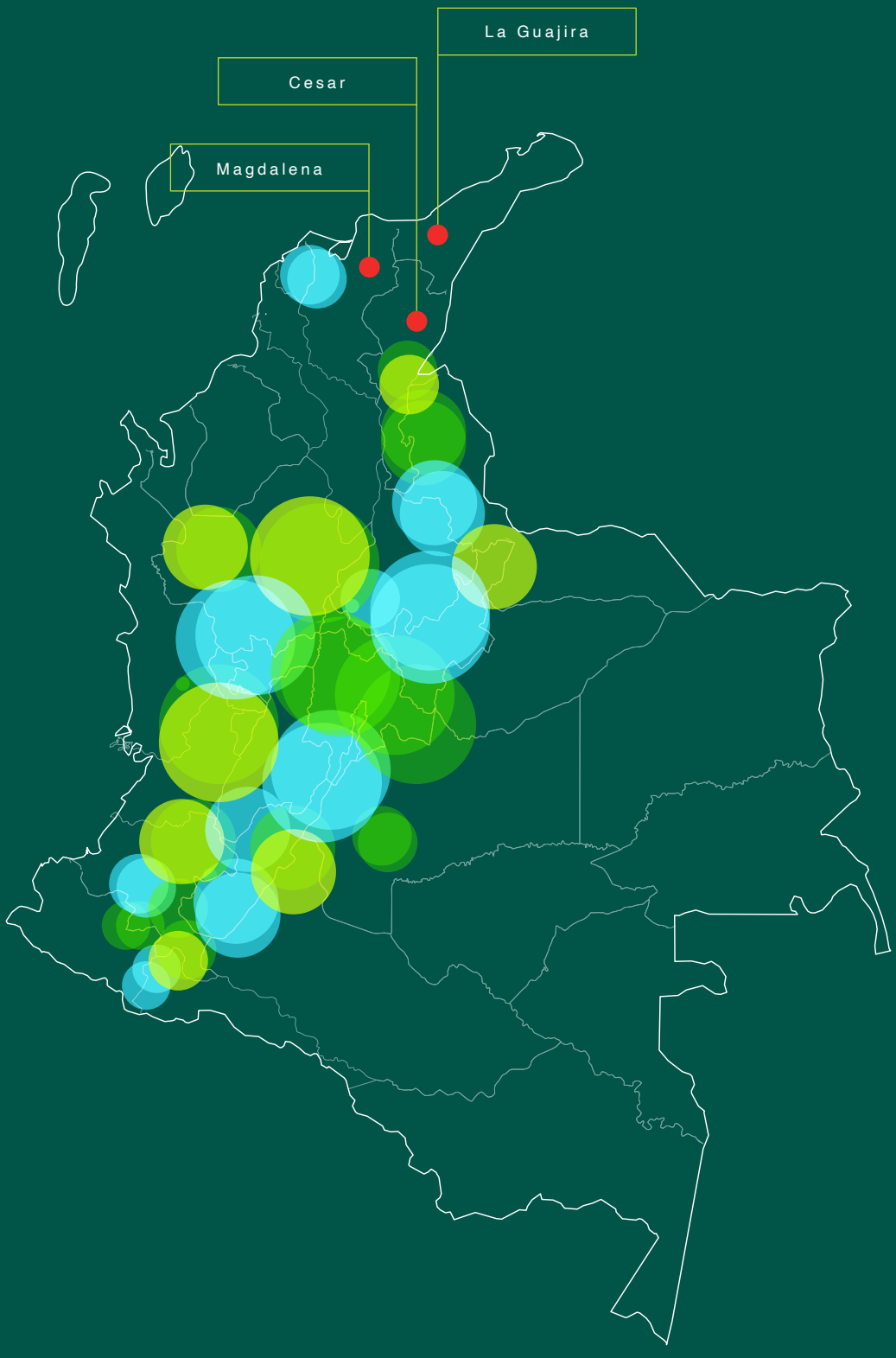
1. Proveniencia del nombre, distribución geográfica y reseña histórica 162
2. Descripción geológica 162
3. Litogeoquímica 171
4. Posición estratigráfica y edad 180
5. Correlaciones 194
6. Localidad tipo 195
7. Génesis 195
8. Recursos minerales 196
9. Conclusiones 196

Referencias 197

Anexos 202



Camino al filo Cebolleta, Geoformas del Batolito Central
en la Sierra Nevada de Santa Marta.
Autor: Gabriel Rodríguez G.


La Guajira
Cesar
Magdalena

Batolito Central de la Sierra Nevada

Sierra Nevada de Santa Marta
Magdalena, La Guajira y Cesar

Ana María Correa Martínez, Diego Armando Ramírez Sarmiento, Gabriel Rodríguez García, Juan Pablo Zapata Villada, Gloria Obando Erazo, Jimmy Alejandro Muñoz, Lorena del Pilar Rayo y Cindy Lizeth Ureña

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia / Jurásico

Citación: Correa-Martínez, A. M., Ramírez Sarmiento, D. A., Rodríguez, G., Zapata, J. P., Obando Erazo, G., Muñoz, J. A., Rayo, L. P. y Ureña, C. L. (2023). Batolito Central de la Sierra Nevada. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Sierra Nevada de Santa Marta*. Vol. 3. Servicio Geológico Colombiano.

Los cuerpos magmáticos jurásicos que afloran en la Sierra Nevada de Santa Marta fueron estudiados durante la ejecución del proyecto "Magmatismo jurásico en Colombia" por parte del Grupo de Estudios Geológicos Especiales del Servicio Geológico Colombiano. Entre los plutones investigados están varios cuerpos que fueron definidos por Tschanz *et al.* (1969a) hacia la parte central y suroccidental de la Sierra Nevada, como los batolitos Central, de Aracataca, de Bolívar; la apófisis del Plutón de Nueva Lucha; el Stock del Socorro, y la Cuarzomonzonita de Palomino. Dado que la mayor parte de estos cuerpos comparten características de campo, petrográficas y geocronológicas (Colmenares *et al.*, 2007; Quandt *et al.*, 2018; Rodríguez *et al.*, 2019; Tschanz *et al.*, 1969a), se propone incluirlos en una sola unidad denominada "Batolito Central de la Sierra Nevada".

Se conserva y se amplía el nombre de Batolito Central, ya que este cuerpo es el de mayor extensión en la región de estudio y por ser ampliamente conocido en la literatura geológica. En este catálogo se presenta la redefinición del Batolito Central, incluyendo los otros plutones mencionados, sus características geológicas de campo, petrográficas, geoquímicas y geocronológicas, que permiten interpretar la unidad como un batolito compuesto por plutones resultantes de varios pulsos magmáticos. Se presenta una interpretación de su génesis, se establecen posibles correlaciones con otras unidades jurásicas en Colombia y se exponen algunos recursos minerales asociados a este batolito.

1. Procedencia del nombre

La denominación "Batolito Central de la Sierra Nevada" proviene de la unidad Batolito Central, inicialmente definida por Tschanz *et al.* (1969a), la cual se ubica en la parte central de la Sierra Nevada de Santa Marta. Se adiciona "de la Sierra Nevada" al nombre de la unidad para diferenciarla del Batolito Central de Tschanz *et al.* (1969a) y para incluir además de este plutón, los cuerpos aledaños ubicados en el sector suroccidental (Aracataca, Bolívar, *Stocks* del Socorro y apófisis de Nueva Lucha) y en el septentrional (Cuarzomonzonita de Palomino). Para acatar las recomendaciones de la guía estratigráfica internacional, se opta por el nombre de la unidad más ampliamente conocida y el más usado en la literatura geológica.

2. Distribución geográfica

El Batolito Central de la Sierra Nevada aflora en la Sierra Nevada de Santa Marta, entre los límites de los departamentos de Magdalena y La Guajira, dentro de la provincia geotectónica de la Sierra Nevada (Tschanz *et al.*, 1974) (figura 1).

Se extiende desde el corregimiento de Bellavista (Magdalena) hasta las inmediaciones del río Tucurinca y la vereda Palmor (Magdalena) al oeste, la vereda Claralicia (Magdalena) al noroeste, la falla Las Vueltas en la parte alta de los ríos Ancho y Cañas (La Guajira) al norte, la vereda Machetado (La Guajira) al este, y las cabeceras del río Tucurinca y los picos Ojeda y Codazzi (Magdalena) al sur.

3. Reseña histórica

En el sector central de la Sierra Nevada de Santa Marta afloran cuerpos intrusivos de diferente extensión, los cuales fueron descritos originalmente por Gansser (1955) y Tschanz *et al.* (1969a), con base en sus características de campo, petrográficas y termocronológicas (K-Ar). Estos son los batolitos Central, de Aracataca, de Bolívar; la Cuarzomonzonita de Palomino; el Plutón del Socorro, y la apófisis del Plutón de Nueva Lucha (Colmenares *et al.*, 2007; Tschanz *et al.*, 1969a). A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno:

El Batolito Central está compuesto por varios plutones ligeramente diferentes, y se divide en tres facies:

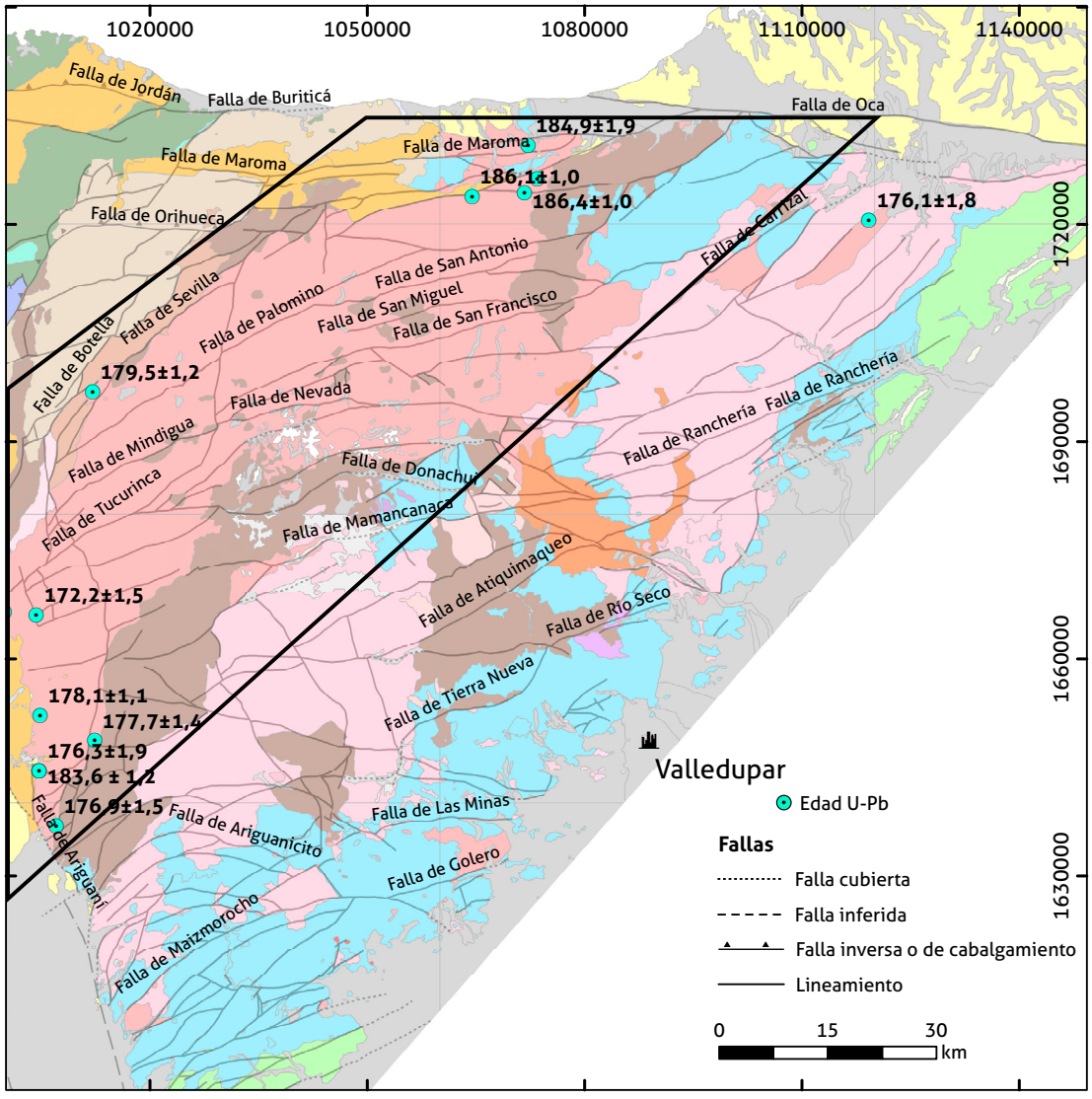


Figura 1. Mapa geológico de la Sierra Nevada de Santa Marta donde se muestra la localización del Batolito Central de la Sierra Nevada
Fuente: modificado de Colmenares *et al.* (2007); Tschanz *et al.* (1969b).

la más externa, a lo largo del costado noroeste de composición cuarzodiorita; la intermedia, de composición diorita, y la interna, de composición granodiorita (de color gris) –Cuarzomonzonita (con variación de color de gris a rosa) (Tschanz *et al.*, 1969a). Colmenares *et al.* (2007) realizaron cambios a la cartografía de Tschanz *et*

al. (1969b), entre ellos la separación de unidades en la parte norte, donde observaron que rocas de afloramientos localizados cerca de la población de Mingueo presentan mayor semejanza con las rocas del Batolito de Santa Marta y el Plutón de Buritaca que con el Batolito Central.

El Batolito de Aracataca, descrito por Tschanz *et al.* (1969a), corresponde a un cuerpo alargado, orientado S-N y SSW-NNE, ubicado al este de la población de Fundación. Se extiende desde la Cuchilla Arucina y la loma El Espinazo, al norte, hasta las poblaciones de El Veinticinco y El Santuario, al sur; y desde la carretera troncal, al oeste, hasta la quebrada Serancua, al este (Colmenares *et al.*, 2007; Tschanz *et al.*, 1969a, 1969b). Según Tschanz *et al.* (1969a), este cuerpo presenta variaciones locales de facies, con predominio de cuarzomonzonita y granodiorita hacia el noroeste; esta última tiene venas con feldespato potásico y diques pegmatíticos. Adicionalmente, Tschanz *et al.* (1969a) describieron una facies interior a lo largo del río Aracataca, caracterizada por monzonita gris, cortada por diques irregulares y venas de granito. Colmenares *et al.* (2007) describen que el Batolito de Aracataca está compuesto por granodioritas biotíticas y cuarzomonzonitas leucocráticas. Describen también enclaves máficos rectangulares, elongados y redondeados de dimensiones de 2 cm a 20 cm.

El Batolito de Bolívar, inicialmente mapeado y descrito por Gansser (1955), incluye las unidades "Gabros y dioritas hornbléndicas máficas" y "Zona de borde occidental" de Tschanz *et al.* (1969a) (Colmenares *et al.*, 2007), y se extiende desde la vereda La Fuente y el río Tucurinca, al oeste, hasta los picos nevados de Bolívar y Colón, al este; y desde la serranía Doran Chucua, al norte, hasta la Cuchilla Arucina, al sur. De acuerdo con Gansser (1955), este batolito está compuesto de tres tipos de roca: tonalita con augita, granodiorita con augita y biotita, y granodiorita con biotita, y muestra diques aplíticos y pegmatíticos, cortados por diques diabásicos. Tschanz *et al.* (1969a) sugirieron que el Batolito de Bolívar puede formar parte del Batolito Central según las observaciones de Gansser (1955). Según el trabajo de Colmenares *et al.* (2007), esta unidad está compuesta de rocas de composición granodiorita a tonalita.

El Plutón de Nueva Lucha fue definido por Tschanz *et al.* (1969a); aflora en la loma Nueva Lucha, al norte de la quebrada Arena o Ley de Dios, 5 km al sureste de El Copey; y fue asociado con los plutones de El Santuario y de Millo (Tschanz *et al.*, 1969a). Esta unidad está distribuida en varios cuerpos pequeños compuestos por rocas máficas y localizados al suroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta. El principal se encuentra dentro del Batolito de Pueblo Bello. Colmenares *et al.* (2007), realizaron observaciones del Plutón de Nueva Lucha en tres transectas, en las que describen textura porfirítica y la presencia de diques máficos afaníticos. En este trabajo se incluyen como parte del Batolito Central de la Sierra Nevada unos cuerpos pequeños asociados al Batolito de Aracataca que fueron cartografiados por Tschanz *et al.* (1969b) como cuerpos correlacionables con el Plutón de Nueva Lucha.

El *Stock* del Socorro es un cuerpo plutónico alargado de composición intermedia a máfica, el cual se extiende por 15 km en dirección N20°E, en su segmento sur; y N-S, en su segmento norte (Colmenares *et al.*, 2007; Tschanz *et al.*, 1969a). Según Tschanz *et al.* (1969), este cuerpo intruyó a lo largo del lineamiento de Sevilla. La roca es una granodiorita con biotita y hornblenda, la cual presenta foliación leve causada por deformación protoclástica durante la etapa tardía de cristalización (Tschanz *et al.*, 1969a).

La Cuarzomonzonita de Palomino, descrita por Tschanz *et al.* (1969a), se expone desde el río Don Diego Chiquito hasta el río San Salvador; y se encuentra pobremente mapeada.

La variabilidad de rocas presentes en los cuerpos previamente mencionados se debe posiblemente a que están compuestos por múltiples plutones de edades similares. Esta interpretación fue corroborada por Quandt *et al.* (2018) a partir de resultados de geoquímica de roca total, geocronología U-Pb en circón e isótopos radiogénicos de Sm-Nd, Rb-Sr y Pb. Los autores concluyeron que los intrusivos jurásicos de la Sierra Nevada de Santa Marta no forman parte de una única serie comagmática. Por este motivo, los cuerpos intrusivos Batolito Central, Batolito de Aracataca, Batolito de Bolívar, *Stock* del Socorro, apófisis del Plutón de Nueva Lucha y Cuarzomonzonita de Palomino han sido agrupados en una única unidad denominada Batolito Central de la Sierra Nevada (figura 1).

4. Descripción geológica

El Batolito Central de la Sierra Nevada, de más de 2000 km^2 de extensión, se presenta en contacto intrusivo con el basamento conformado por la Granulita de Los Mangos, el Neis de Los Muchachitos y el Ortoneis del Encanto, y cubierto discordantemente o en contacto fallado con las rocas volcánicas y volcanoclásticas jurásicas, y las rocas sedimentarias del Neógeno (Colmenares *et al.*, 2007; Piraquive, 2017; Tschanz *et al.*, 1969a).

Estructuralmente, se encuentra intensamente fracturado por fallas de componente dextral y sinistral. Localmente afloran sectores milonitizados, y los diques porfiríticos intruyen a lo largo de los planos de falla (Colmenares *et al.*, 2007).

4.1. Características macroscópicas y relaciones con unidades adyacentes

El Batolito Central de la Sierra Nevada está compuesto por rocas plutónicas félsicas, intermedias y máficas. Los tipos de rocas predominantes son tonalitas, granodioritas y monzogranitos. Hay una menor proporción de cuarzomonzonitas, cuarzomonzodioritas, dioritas y cuarzodioritas. Generalidades de estos litotipos se presentan a continuación:

Tonalitas y granodioritas tienen textura fanerítica de tamaño de grano medio a fino, holocristalina e hipidiomórfica. Están compuestas de plagioclasa blanca lechosa (40 %-60 %), cuarzo (25 %-35 %), feldespato potásico (0 %-15 %), biotita (5 %-25 %) y anfíbol (0 %-20 %). Se observan minerales de alteración como epidota, clorita y pirita. Presentan enclaves máficos centimétricos y están atravesadas por diques félsicos aplíticos y pegmatíticos y máficos. Varias características macroscópicas de estos litotipos se ilustran en las figuras 2 y 3.

Monzogranitos y cuarzomonzonitas son de textura holocristalina, fanerítica, meso- a finogranular e hipidiomórfica, meso- a leucocráticas, de colores blanco y rosado con pintas negras (figuras 4a y 4b), compuestas por plagioclasa (35 %-40 %), feldespato potásico rosado (25 %-35 %), cuarzo (10 %-15 %), biotita (1 %-3 %). Ocasionalmente presentan enclaves máficos y están intruidos por venas aplíticas y pegmatíticas. En el área de Palomino, la roca presenta deformación y se clasifica como metamonzogranito (figura 4c).

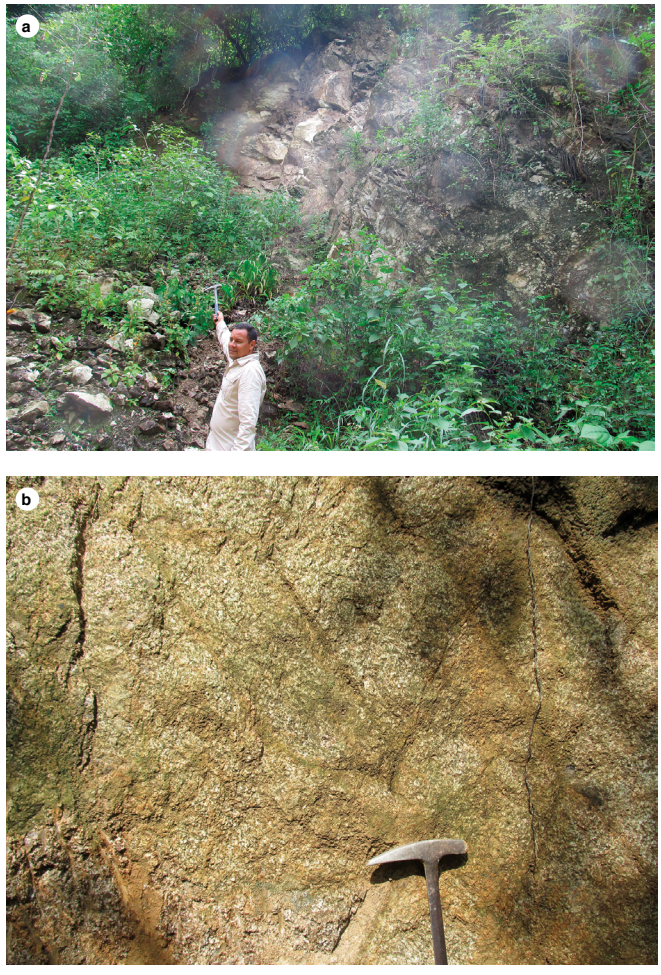


Figura 2. Aspecto macroscópico de tonalitas
a) Afloramiento de tonalita en roca alterada; b) afloramiento de tonalita en roca fresca.



Figura 3. Aspecto macroscópico de las granodioritas
a) Granodiorita con xenolito máfico; b) granodiorita con diques félsicos; c) detalle de diques félsicos en granodiorita; d) detalle muestra de mano del afloramiento de granodiorita.

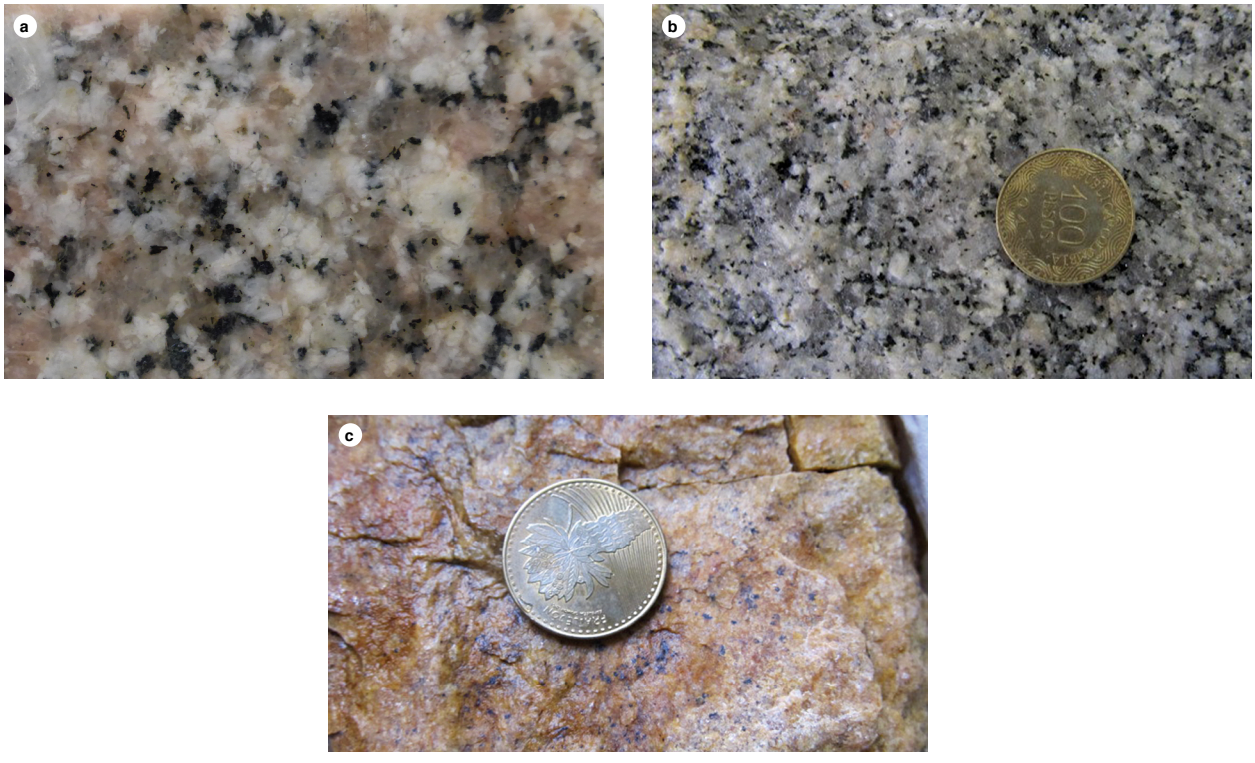


Figura 4. Aspecto macroscópico de monzogranitos
a) Monzogranito fanerítico de grano medio y tonalidad rosa; b) monzogranito de coloración gris clara; c) monzogranito deformado de color naranja.

Las cuarzodioritas (figura 5) y dioritas (figura 6) son más escasas. Estas rocas exhiben textura fanerítica, meso- a grueso granular, holocristalina (figura 6) y están compuestas por plagioclasa (35 %-65 %), anfíbol (20 %-40 %), biotita (0 %-10 %) y cuarzo (0 %-5 %). Las intruyen diques félsicos pegmatíticos.

4.2. Características microscópicas

Los análisis microscópicos incluyen 14 secciones delgadas nuevas (13 granitoides y 1 dique) y 51 secciones reclasificadas de Tschanz *et al.* (1969a).

La tabla 1 y la figura 7 muestran los resultados porcentuales del conteo modal de minerales y la distribución composicional en el diagrama de Streckeisen (1976) de las secciones delgadas del Batolito Central, respectivamente. Además, en la figura 7, se incluyeron los resultados de 16 secciones delgadas de Quandt *et al.* (2018).

El diagrama de Streckeisen muestra que las rocas del Batolito Central de la Sierra Nevada se distribuyen principalmente entre los campos monzogranito, granodiorita, tonalita y cuarzodiorita; en menor proporción, se encuentran rocas que grafican en los campos de cuarzomonzonita, cuarzomonzodiorita y gabro. A continuación, se describen las características petrográficas generales de los tipos de roca y de los minerales principales.



Figura 5. Aspecto macroscópico de cuarzodiorita
Cuarzodiorita en detalle de afloramiento grano grueso holocristalina hipidiomórfica de color blanco con manchas negras.

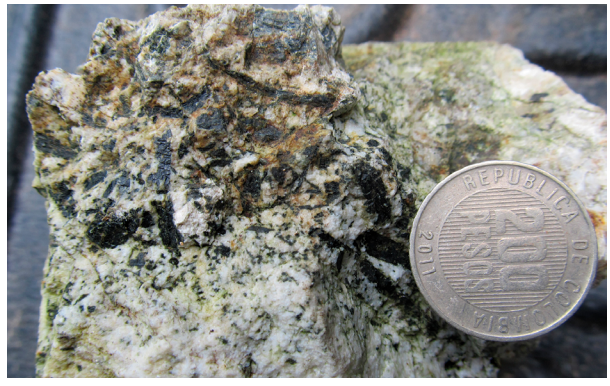


Figura 6. Aspecto macroscópico de diorita grueso granular a pegmatítica

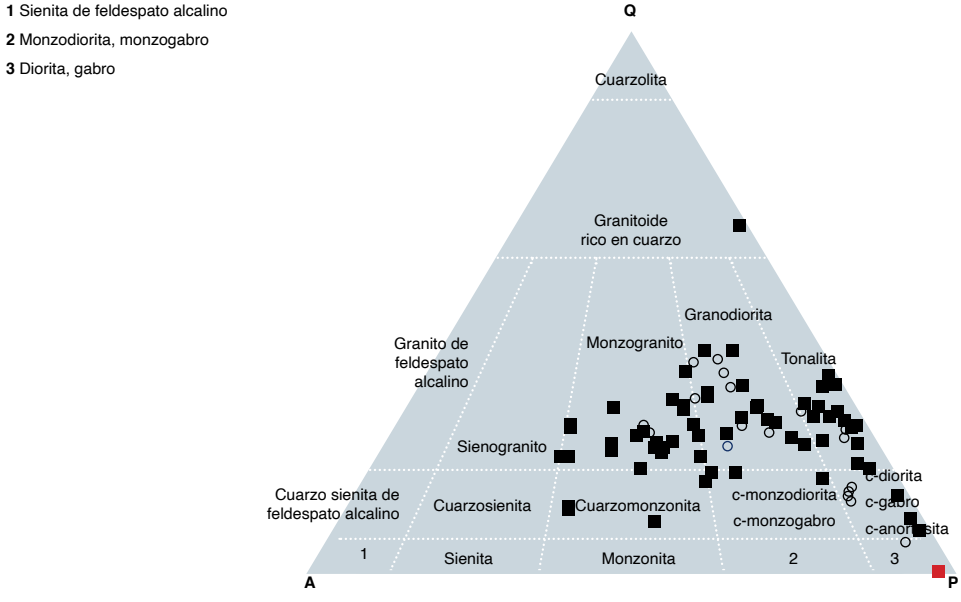


Figura 7. Clasificación petrográfica de Streckeisen (1976) de las muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada
Cuadrados negros corresponden a las muestras nuevas de este estudio y Tschanz *et al.* (1969a). Cuadro rojo: muestra de dique. Círculos sin relleno corresponden a datos de Quandt *et al.* (2018).

Tabla 1. Conteo modal (%) de todas las secciones delgadas analizadas en el presente estudio

Nomenclatura SGC (IGM/IMN)	Nombre de campo	Coordenadas		Contenido porcentual (%) de minerales*												Clasificación
		Oeste (m)	Norte (m)	Qtz	Pl	Fsp	Hbl	Bt	Ms	Chl	Op	Ap	Zrn	Ttn	Ep	
901370	GOE-1033	1004858	1652201	36,5	40,9	12,0		7,7	0,9		0,9	0,9	0,2	0,3		Granodiorita
901376	GOE-1039	1067338	1731128	32,1	34,4	20,1			9,2		4,1					Metamonzogranito
901417	GR-6799	999884	1666486	17,3	50,0	26,3		2,6	3,2		0,6					Cuarzomonzodiorita
901418	GR-6801	1002704	1666830	6,1	70,6			20,3	1,8						1,2	Cuarzodiorita
901419	GR-6802	1004321	1666093	24,3	54,1	6,2	7,2	3,6			TR				4,4	Tonalita
901436	GR-6819	1119243	1720628	24,3	54,1	6,2	7,2	3,6			TR				4,4	Granodiorita
901626	GZ-6891	1071682	1724404	27,1	26,0	5,0	6,5	24,2				3,2	1,6		6,5	Granodiorita
901627	GZ-6893	1064479	1723870	22,6	39,6		3,0	17,8				2,0	3,0	3,0	9,0	Tonalita con biotita
901477	JGB-528A	1004721	1644535	38,5	38,5	17,0		5,0			1,0					Granodiorita
901479	JGB-530A	1012358	1648731	5,0	45,0		39,0	10,0			0,5			0,5		Cuarzodiorita
901480	JGB-532A	1003246	1671116		80,0		20,0									Diorita
901495	MIA-695	1004121	1656086	22,0	40,0	33,0		5,0								Monzogranito
901496	MIA-696	1007051	1636969	24,0	36,0	32,0		8,0								Monzogranito
1000		1013265	1660326	21,3	37,6	30,6		10,0		0,3						Monzogranito
1039		1011938	1660404	26,9	48,7	13,1		9,3	0,8	1,0						Granodiorita
1061		1015953	1697337	2TR	53,6	1,2	5,0	19,8								Tonalita
1062		1019469	1697277	14,8	60,0	2,1	12,0	3,0		8,0						Cuarzodiorita
1063		1021376	1696745	21,3	66,9	2,3		7,1	0,4	2,0						Tonalita
1107		1056232	1712975	24,2	40,5	23,3	5,1	4,8		2,0						Monzogranito
1108		1044820	1709808	22,7	42,2	14,8	11,5	7,0		2,0						Granodiorita
1110		1103774	1717818	21,6	32,0	37,4	4,0	5,0								Monzogranito
1201721		1009113	1689656	14,8	56,1	3,1	13,7	11,4							0,9	Cuarzodiorita
1201739B		1007249	1680948	23,2	43,9		23,4	9,3			0,2			0,2		Tonalita
1201740B		1007376	1681121	12	49,3	8,0	15,2	15,1		TR	TR			TR	TR	Cuarzodiorita
1226		1085843	1706157	23,3	47,4	20,3		8,3		0,6						Granodiorita
1229		1070533	1704739	21,2	39,6	30,6	1,2	6,4		0,9						Monzogranito
1232		1071177	1698535	20,1	31,7	36,8	4,2	6,8								Monzogranito
1233		1068649	1694003	30,6	42,1	19,8		7,2								Granodiorita
1234		1067118	1695734	23,7	44,9	24,9	2,9	3,3								Monzogranito
1242		1055076	1731383	20,9	49,1	28,0	0,3		0,3	1,0					0,3	Monzogranito
1245		1074790	1730700	20,1	26,9	47,9	0,3	4,0	0,3	0,2					0,3	Monzogranito
252		1007941	1639427	16,9	33,3	4,0	32,8				5,0	2,0			6,0	Tonalita
613		1004002	1641571	16,4	36,7	33,8	3,4	9,6		TR						Cuarzomonzonita
614-2		1005976	1655439	24,2	36,7	33,4			2,0	4,1						Monzogranito
648		1004985	1674018	17,6	24,6	40,6	9,3	7,2						TR	0,6	Granito
699		1000422	1672020	26,3	48,5	1,7	14,3	8,7						0,2	0,3	Tonalita
703		1005227	1664365	21,7	67,8	2,3			4,0	4,5						Tonalita
711		1010139	1689197	20,3	55,2			21,3		TR	TR			0,2	2,9	Tonalita
796		1005304	1656350	31,3	45,7	13,7		6,0		0,3	TR			0,2	3,0	Granodiorita
797		1014465	1655950	24,1	64,3	1,9	2,8	6,0		0,9	TR			0,2		Tonalita
809		1068692	1714289	19,5	54,1	9,3	5,3	11,7								Tonalita
810		1057741	1708277	22,3	56,3	11,4		9,9								Granodiorita
811		1049641	1713194	10,6	31,6	50,2		7,1		0,3						Cuarzomonzonita
812		1023663	1702647	25,5	58,7	2,5	3,7	7,8		2,0						Tonalita cataclástica
813		1023707	1702044	20,7	40,7	31,6	3,7	2,9								Monzogranito
814		1026600	1689596	30,1	38,2	26,2		3,9		2,0						Monzogranito
816		1016916	1695699	24,7	61,3	2,2	4,1	6,8		0,9						Tonalita
817		1032771	1713229	8,3	44,6	37,8		9,0								Cuarzomonzonita
904		1013269	1681220	24,8	52,1	4,6	5,0	13,0								Tonalita
905		1011259	1682680	18,7	50,3		16,5	10,0							4,0	Tonalita
941		1004971	1662156	14,9	48,1	27,3		8,1	1,0	0,2						Cuarzomonzonita cataclástica
942		1006816	1664628	26,2	60,8	4,2		7,0		2,0						Tonalita
944		1002859	1661915	14,5	45,5	19,3	1,0	17,5						0,2	2,0	Cuarzomonzodiorita
947		1004762	1665784	20,5	57,7	6,8	6,6	5,1				TR		0,2	3,1	Tonalita
951		1067295	1731908	29,9	42,2	26,4	0,3	0,8	0,7							Monzogranito
955		1040576	1684137	11,5	69,1		10,3	1,6		7,4	0,2			0,2		Cuarzodiorita
960		1028742	1678082	24,7	53,1	11,6		7,0		4,0						Granodiorita
961		1021128	1670991	21,7	40,3	28,4		4,0	2,0	3,9						Monzogranito
962		1028921	1678393	27,2	55,9	13,9		3,0		TR						Granodiorita
963		1028742	1678082	24,8	38,0	36,2		0,9								Monzogranito
964		1028742	1678082	26,3	26,6	45,2		0,6	1,3							Monzogranito
965		1018671	1670314	21,4	38,5	30,6		8,3	0,0	0,9						Monzogranito
966		1012112	1667567	28,4	30,3	35,4		3,3	1,6	1,0						Monzogranito
967		1005304	1665285	24,9	52,9	11,6		6,4		0,3	TR	0,2		0,2	3,4	Granodiorita

*Porcentaje normalizado al 100%.

4.2.1. Monzogranitos, tonalitas, granodioritas y cuarzodioritas

Los monzogranitos presentan textura holocristalina que varía de hipidiomórfica a alotriomórfica, y de equigranular a inequigranular. Las plagioclasas pueden estar zonadas o tener textura mirmequítica, y en el feldespato potásico la textura puede ser pertítica o poiquilítica con chadacristales de biotita, cuarzo y plagioclasa. Estos monzogranitos están compuestos de plagioclasa (albita-oligoclasa, 50 %-30 %), feldespato potásico (ortosa y microclina, 50 %-20 %), cuarzo (30 %-20 %), biotita (10 %-0 %) y hornblenda (5 %-0 %); el apatito, el circón y los opacos se presentan como minerales accesorios y, la clorita, epidota y sericita como minerales producto de alteración (figura 8).

Las plagioclasas se presentan en forma de cristales de tamaño medio (entre 0,7 mm y 3,0 mm) subhedrales, tabulares con bordes irregulares a rectos. Exhiben maclas de albita y albita-Carlsbad, algunas de ellas cuentan con textura mirmequítica. La alteración a sericita y clinozoisita-epidota ocurre principalmente hacia la parte central de los cristales y a lo largo de los planos de clivaje. Adicionalmente, presenta inclusiones de minerales opacos.

El feldespato potásico forma cristales anhedrales, inequigranulares de tamaño de grano medio-grueso (entre 1,0 mm y >5,0 mm), distinguibles por su textura pertítica y poiquilítica con chadacristales de biotita y plagioclasa. Se encuentran levemente alterados a sericita y caolín.

El cuarzo es anhedral de tamaño fino a medio (entre 0,5 mm y 1,0 mm), y forma algunos cristales redondeados y otros con bordes irregulares, limpios, con extinción ondulatoria marcada y figura de interferencia biáxica.

La biotita forma cristales anhedrales, algunos subhedrales principalmente, de tamaño de grano fino <1,0 mm, algunos de tamaño medio (2,0 mm), con extinción paralela al clivaje, color de interferencia amarillo-amarillo rojizo, pleocroísmo marrón claro a marrón verdoso. Algunas no presentan alteración, otras están alteradas a clorita.

Las tonalitas presentan textura fanerítica de grano medio e hipidiomórfica granular, además de intercrecimientos simplectíticos de hornblenda-cuarzo, biotita-cuarzo, epidota-cuarzo. Están compuestas de plagioclasa (oligoclasa-andesina, 70 %-50 %), cuarzo (25 %-20 %), feldespato potásico (10 -0 %), hornblenda y biotita, con apatito, opacos, titanita, epidota y allanita, como minerales accesorios (figura 9).

Los cristales de plagioclasa son euhedrales a subhedrales, de formas tabulares. Presentan maclas albita y albita-Carlsbad, y forman bordes de reacción en los contactos con el feldespato alcalino. Están levemente alterados a arcilla, epidota y sericita, y presentan inclusiones de apatito y escasos circones.

El cuarzo se encuentra en forma de cristales anhedrales, de tamaños entre 1,0 mm y 2,0 mm; es incoloro, con birrefringencia blanca del primer orden, relieve moderado mayor al bálsamo y extinción ondulatoria.

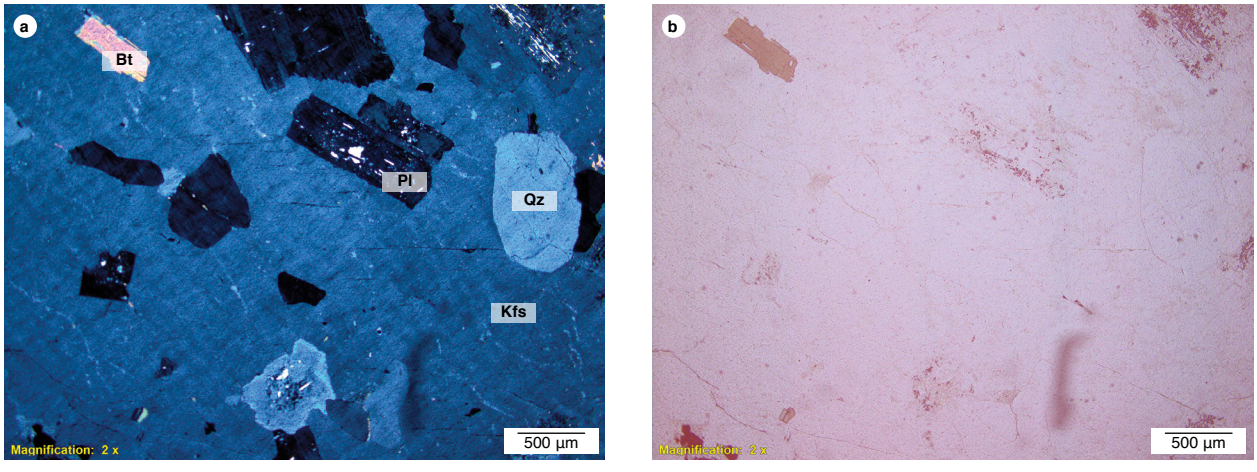


Figura 8. Microfotografía de la sección delgada IGM-901495-monzogranito
a) Nicoles cruzados, b) nícoles paralelos. Feldespato potásico (Kfs) con textura poiquilítica. Cristales embebidos de plagioclasa (Pl), cuarzo (Qz) y biotita (Bt).

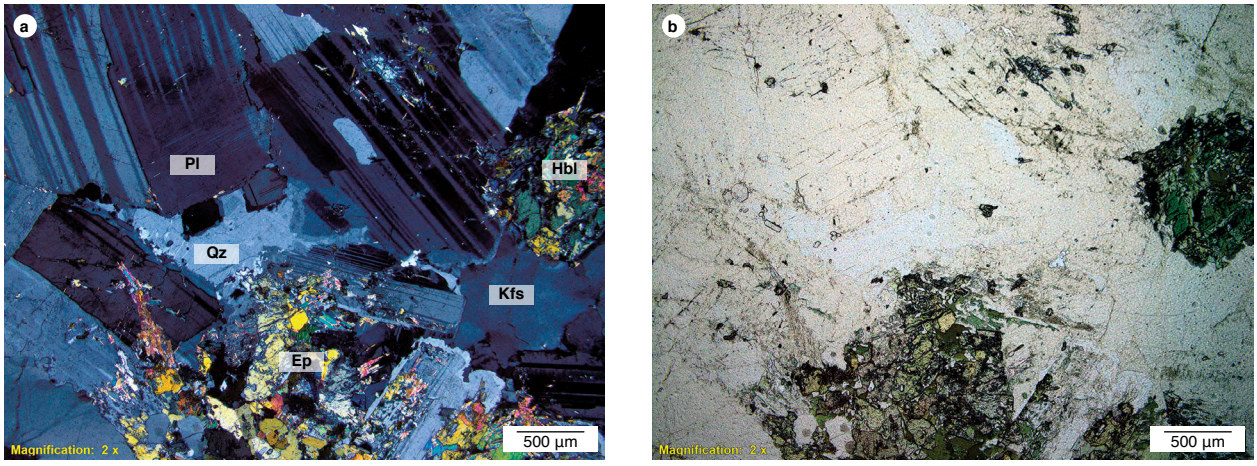


Figura 9. Microfotografía de la sección delgada IGM-901419-tonalita
Escala gráfica y nicoles (XPL, PPL). Cristales de plagioclasa (Pl) algunos con borde de reacción con feldespato alcalino (Kfs), junto a agregados de hornblenda (Hbl) y epidota (Ep).

Localmente, se presenta intersticial entre los cristales de plagioclasa y pueden tener microfracturas e inclusiones de polvo.

El feldespato potásico se presenta como cristales anhedrales a subhedrales de tamaños menores al de la plagioclasa (entre 0,5 y 1,5 mm), incoloro, limpio. Generalmente, aparece intersticial entre las plagioclasas y el cuarzo, o como desmezclas en plagioclasa irregulares.

El anfíbol (hornblenda) forma cristales euhedrales a anhedrales de tamaños menores a 2,0 mm. Es de color verde, con pleocroísmo X: amarillo claro verdoso; Y: verde, y Z: verde oliva. Ocasionalmente, se encuentra junto a biotita. Muestra alteración a epidota e inclusiones de biotita, minerales opacos, apatito y titanita.

La biotita es subhedral, por lo general con contornos irregulares, de color verde oliva, con pleocroísmo X: amarillo verdoso pálido; Y y Z: verde oliva; tiene birrefringencia verde del segundo orden y extinción ondulatoria. Presenta menor tamaño que la hornblenda, entre 0,3 mm y 0,5 mm y, ocasionalmente, cuenta con inclusiones de cuarzo y titanita.

Las granodioritas tienen textura alotriomórfica, inequigranular; en los bordes de algunas plagioclasas la textura es mirmequitica y en el feldespato potásico es poiquilítica; entre la plagioclasa y el feldespato potásico se observan bordes de reacción. Estas rocas están compuestas de plagioclasa (andesina-oligoclasa, 60%-30%), cuarzo (40%-20%), feldespato potásico (ortoclasa, pertita y microclina, 30%-8%), biotita (30%-10%) y trazas de hornblenda y moscovita, clorita, epidota, esfena, apatito, circón y magnetita como minerales accesorios (figura 10).

La plagioclasa se presenta como cristales subhedrales, tabulares e incoloros, con tamaños de 1,0 mm-3,0 mm. Se caracterizan por tener la macla de albita y albita-Carlsbad. Algunos exhiben zonación concéntrica oscilatoria y se encuentran alterados a saussurita y argilita.

El cuarzo es anhedral, incoloro, con extinción ondulatoria y bordes irregulares. Los tamaños de los cristales varían entre 0,5 mm y 4,0 mm.

El feldespato potásico (ortoclasa, pertita y microclina) forma cristales anhedrales a subhedrales tabulares, con desmezclas pertíticas en venillas y macla de Carlsbad y en enrejado de microclina. Ocasionalmente, presenta textura poiquilítica con inclusiones de plagioclasa, biotita y poca cantidad de cuarzo.

La biotita se encuentra en láminas subhedrales a anhedrales con tamaños entre 0,6 mm hasta 1,5 mm. Son pleocroicas, de color pardo verdoso a amarillo claro y color de interferencia verde de tercer orden. Algunas biotitas están levemente alteradas a clorita y moscovita, y tienen inclusiones de circón con halos pleocróicos.

Las cuarzodioritas presentan textura hipidiomórfica inequigranular. Están compuestas de plagioclasa (oligoclasa-andesina, 70%-30%), cuarzo (25%-5%), feldespato potásico (10%-5%), hornblenda (40%-10%) y biotita (30%-5%), con titanita, opacos, apatito y circón como minerales accesorios (figura 11).

Los cristales de plagioclasa son subhedrales, con tamaños entre 1,0 mm y 2,0 mm. En algunos se alcanza a

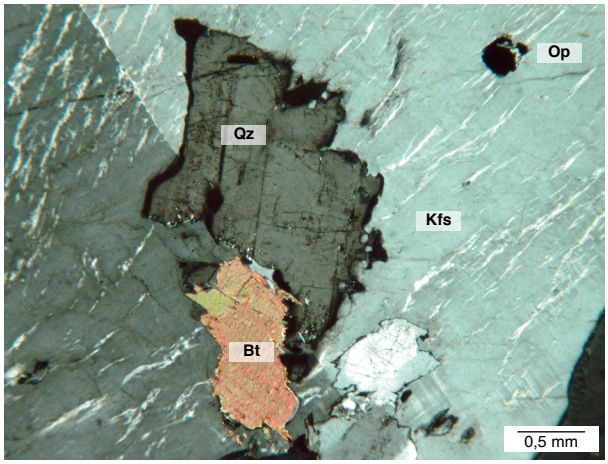


Figura 10. Microfotografía de la sección delgada IGM-901477-granodiorita
Feldespato potásico con macla Carlsbad (Kfs), micropertitas en venillas, inclusiones de biotita (Bt), cuarzo (Qz), opaco (Op), XPL.

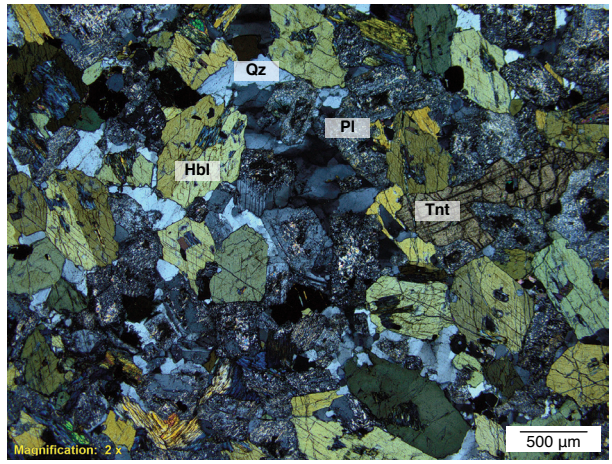


Figura 11. Microfotografía de la sección delgada IGM-901479-cuarzodiorita
Textura hipidiomórfica inequigranular donde se aprecian los minerales principales y accesorios. XPL.

distinguir macla de albita y albita-Carlsbad. Esporádicamente se aprecia macla de la periclina. La mayoría presenta alteración a sericita y saussurita moderada a fuerte.

El cuarzo se presenta en cristales anhedrales, con extinción ondulatoria moderada y formación de subgranos. Su tamaño es menor a 0,8 mm en su dimensión mayor.

La hornblenda se encuentra formando cristales subhedrales de bordes irregulares en algunas partes, con tamaños promedio 0,8 mm-1,5 mm. Ocurren en cortes longitudinales y basales, con pleocroísmo de verde oliva a amarillo claro. Los contactos con las plagioclasas normalmente son lineales. Presentan leve alteración a clorita y epidota.

La biotita se encuentra en láminas totalmente alteradas a clorita con color de interferencia azul Berlín y localmente un poco de epidota. Las láminas de biotita son aproximadamente de 0,8 mm-1,5 mm.

4.2.2. Rocas de dique

Se encontró un dique de gabro hornbléndico (IGM901478-JGB528B), el cual intruye una granodiorita (IGM901477-JGB528A). El dique tiene textura hipidiomórfica inequigranular de grano fino. Está compuesto por hornblenda (60 %) y plagioclasa (40 %) (figura 12), y como minerales accesorios se encuentran apatito, opaco y circón. La principal alteración se da en la hornblenda, la cual es reemplazada parcialmente por clorita y epidota; la plagioclasa está alterada a saussurita y sericita.

En la muestra se diferencian dos poblaciones de hornblenda; sin embargo, es posible que haya varias generaciones de anfibol porque localmente algunos cristales prismáticos crecieron cortando a otros, y en agregados de clorita y epidota también hay cristales euhedrales menores de anfibol. La primera población la conforman cristales subhedrales prismáticos cortos en secciones longitudinales y transversales, de contornos rectos; algunos están maclados y exhiben pleocroísmo desde amarillo muy pálido a verde oliva y colores de interferencia que alcanzan el azul de segundo orden (figura 12b). Su ángulo de extinción varía entre 10° y 30°. Están localmente alterados a clorita y epidota. La segunda población se diferencia de la primera solo en que los cristales tienden a ser tabulares a equidimensionales de contornos irregulares, y los colores de interferencia son bajos, grises y amarillos de primer orden (figura 12b). Por su forma parecen el resultado del reemplazamiento de antiguos cristales de piroxeno. Los tamaños de ambas poblaciones son similares y tienden a ser menores de 1,0 mm × 2,75 mm.

La plagioclasa se presenta en cristales subhedrales a anhedrales con maclas de albita, periclina y de Carlsbad. Por el grado de sericitización-saussuritización moderada (figura 12a) no fue posible determinar su composición por el método Michel-Lévy. Varios cristales de plagioclasa muestran maclas acuñadas y extinción ondulante que sugieren efectos de deformación dinámica en la muestra. Aunque algunos cristales alcanzan tamaños de 1,25 mm × 3,0 mm, los que predominan son los de tamaños aproximados de 0,8 mm × 1,25 mm y menores.

El apatito ocurre en cristales euhedrales, diseminados en la muestra, pero especialmente asociados a plagioclasa, con tamaño promedio de 0,07 mm × 0,13 mm. Los cristales de circón son escasos en la muestra y se caracterizan por ser euhedrales prismáticos, menores a 0,05 mm. Los opacos también son escasos, muy finos y se presentan diseminados en la roca.

5. Litogeoquímica

5.1. Resultados de elementos mayores en rocas plutónicas y dique del Batolito Central de la Sierra Nevada

Se analizaron elementos mayores en catorce (14) muestras distribuidas en varios cuerpos. Los resultados de estos se presentan en la tabla 2. La mayor parte de las muestras presentan valores de pérdida al fuego (LOI) menores al 2 %, excepto la del dique con un LOI de 2,87 %, lo cual sugiere que las muestras no tienen mucha alteración y que probablemente no hubo modificación química de los óxidos mayores por movilidad. Sin embargo, para determinar las muestras con posible modificación química por alteración hidrotermal, se usaron los criterios de Large *et al.* (2001) quienes consideran los índices AI (Índice de alteración) y CCPI y los de Wilt (1995) en el diagrama SiO_2 *vs* índice "K". Lo que se observa en la figura 13a es que hay dos muestras que grafican por fuera de los campos que representan composiciones primarias: la del dique y la IGM901376. Esta última quedó por fuera de los campos de la figura 13b

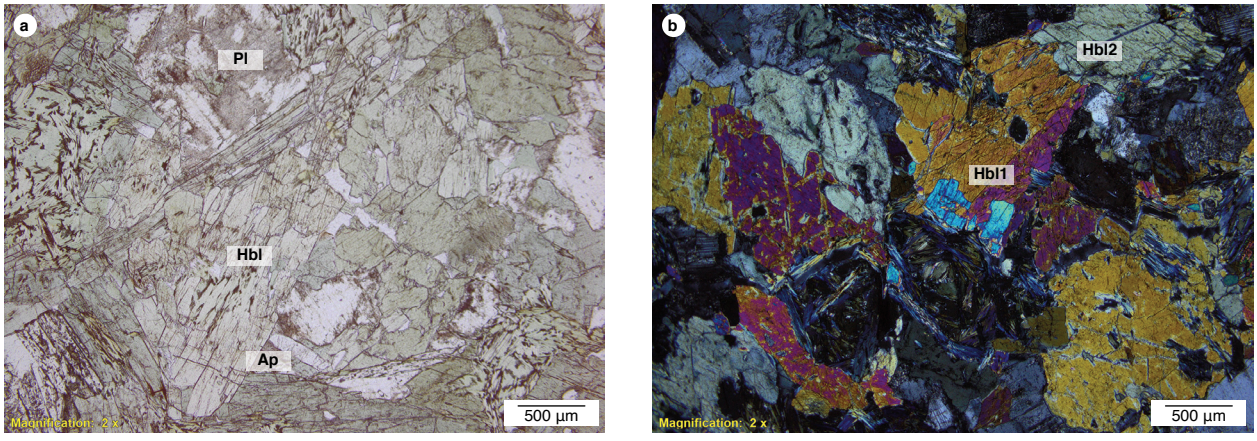


Figura 12. Microfotografía del dique IGM901478 (JGB-528B)
a) Textura y composición mineralógica de la roca. Hornblenda (Hbl) y plagioclasa (pl) moderamente saussuritizada; b) cristal maclado de hornblenda de la población 1 (Hbl1) y cristales de hornblenda de la población 2 (Hbl2).

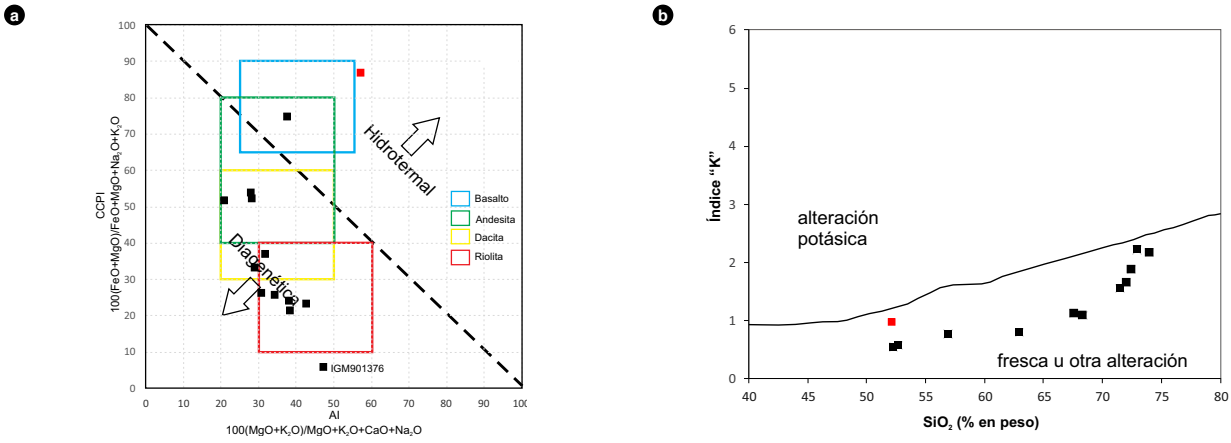


Figura 13. Diagramas para analizar posibles alteraciones hidrotermales de muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada
a) Diagrama de Large *et al.* (2001), b) diagrama de Wilt (1995), donde el índice de potasio [índice "K" = $(Na_2O + K_2O + MgO)/(CaO + FeO^T)$]. Leyenda: cuadrados negros son las rocas plutónicas del Batolito Central de la Sierra Nevada; cuadrado rojo: dique en rocas plutónicas.

porque tiene un índice "K" de 8,3; es decir que es una muestra con alteración potásica. Las muestras restantes están frescas, poco alteradas o podrían presentar otro tipo de alteración no analizado aquí.

La clasificación química de las muestras se presenta en el diagrama TAS de Middlemost (1994) (figura 14), donde con símbolos rellenos están las muestras analizadas en este estudio y en símbolos vacíos las de Quandt *et al.* (2018). En este diagrama no se representan las muestras con contenido de SiO_2 superior al 70 %. En algunas muestras existe coincidencia entre la clasificación petrográfica y la geoquímica de la tabla 2. En el diagrama de la figura 14 se representa una muestra de dique subvolcánico que grafica en el campo de los granitos y corresponde a una riolita (Quandt *et al.*, 2018). Las muestras son de la serie subalcalina (figura 15).

Tabla 2. Resultados de óxidos mayores del Batolito Central de la Sierra Nevada

Código IGM	Código de campo	Oeste (m)	Norte (m)	Clasificación petrográfica	Unidad geológica según Colmenares *et al.* (2007)	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3T	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	MnO	LOI	Total
901495	MIA-695	1004121	1656086	Monzogranito	Batolito de Aracataca	73,49	0,21	14,05	1,73	0,39	1,98	3,95	3,33	0,065	0,057	0,59	99,84
901496	MIA-696	1007051	1636969	Monzogranito	Batolito de Aracataca	72,56	0,27	14,27	1,89	0,58	2,01	3,84	3,81	0,073	0,042	0,52	99,86
901477	JGB-528A	1004721	1644535	Granodiorita	Batolito de Aracataca	71,25	0,24	15,36	2,12	0,55	2,91	4,30	2,66	0,084	0,059	0,30	99,84
901370	GOE -1033	1004858	1652201	Granodiorita	Batolito de Aracataca	71,78	0,23	15,07	2,06	0,54	2,68	4,02	2,96	0,078	0,062	0,35	99,83
901480	JGB-532 A	1003246	1671116	Diorita	Batolito de Bolívar	51,82	0,42	23,40	4,18	2,36	10,06	4,34	1,43	0,215	0,064	1,55	99,84
901417	GR-6799	999884	1666486	Cuarzomonzodiorita	Batolito de Bolívar	72,12	0,31	14,62	2,15	0,38	2,20	3,99	3,43	0,126	0,048	0,44	99,81
901418	GR-6801	1002704	1666830	Cuarzodiorita	Batolito de Bolívar	56,44	0,81	20,14	5,98	2,34	6,30	4,73	1,96	0,199	0,078	0,80	99,78
901419	GR-6802	1004321	1666093	Tonalita	Batolito de Bolívar	62,57	0,64	17,42	5,12	1,91	5,25	4,22	1,81	0,199	0,084	0,63	99,86
901626	GZ-6891	1071682	1724404	Granodiorita	Batolito Central	67,86	0,38	16,22	3,21	0,92	3,94	3,84	2,72	0,148	0,070	0,57	99,88
901627	GZ-6893	1064479	1723870	Tonalita	Batolito Central	67,25	0,37	17,09	2,93	0,71	3,96	4,16	2,60	0,156	0,054	0,47	99,75
901479	JGB-530 A	1012358	1648731	Cuarzodiorita	Plutón de Nueva Lucha	51,21	1,27	17,01	10,50	4,67	7,95	2,96	1,90	0,233	0,118	1,98	99,80
901376	GOE-1039	1067338	1731128	Monzogranito deformado	Cuarzomonzonita de Palomino	76,27	0,05	13,56	0,55	< 0,10	0,52	4,17	4,22	< 0,024	0,004	0,46	99,80
901478	JGB-528B	1004721	1644535	Dique de gabro hornbléndico	Dique en Batolito de Aracataca	50,62	0,66	12,52	8,93	12,45	8,15	2,05	1,17	0,145	0,139	2,87	99,70

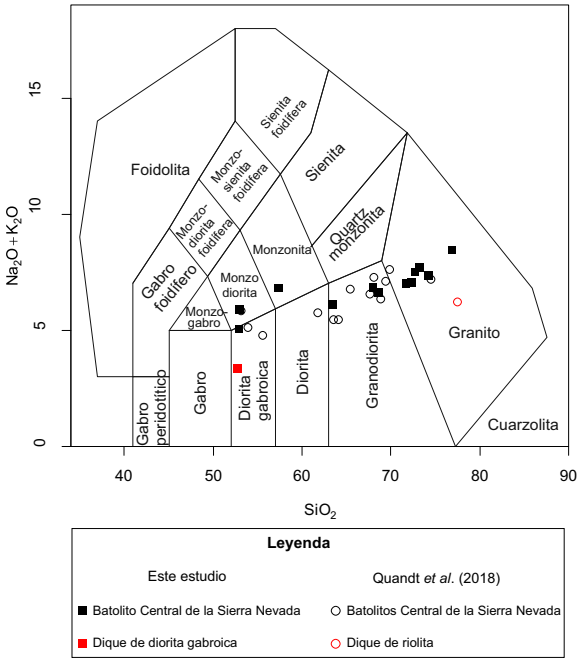


Figura 14. Clasificación geoquímica de las muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada en el diagrama de Middlemost (1994)
Fuente: elaboración propia y Quandt *et al.* (2018).

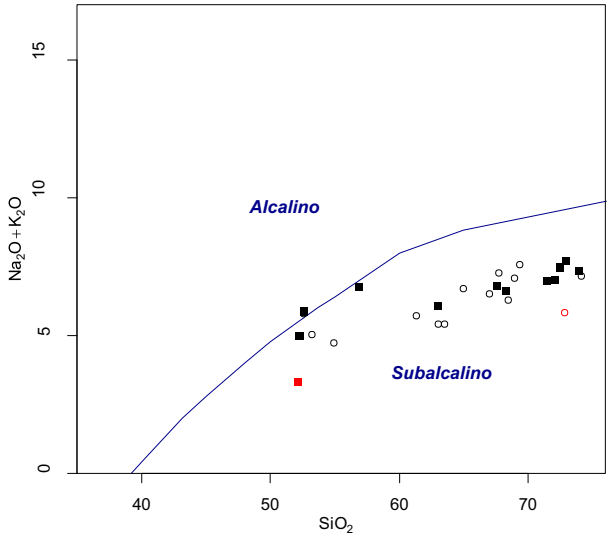


Figura 15. Muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada en diagrama de Irvine y Baragar (1971)
Símbolos: como en figura 14. Fuente: autores y Quandt *et al.* (2018).

Tabla 3. Comparación entre clasificación petrográfica y geoquímica de las muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada

Código IGM	Código de campo	Oeste	Norte	Clasificación petrográfica	Clasificación geoquímica
901495	MIA-695	1004121	1656086	Monzogranito	Granito
901496	MIA-696	1007051	1636969	Monzogranito	Granito
901477	JGB-528A	1004721	1644535	Granodiorita	Granito
901419	GR-6802	1004321	1666093	Tonalita	Granodiorita
901370	GOE -1033	1004858	1652201	Granodiorita	Granito
901480	JGB-532 A	1003246	1671116	Diorita	Monzodiorita
901417	GR-6799	999884	1666486	Cuarzomonzodiorita	Granito
901418	GR-6801	1002704	1666830	Cuarzodiorita	Monzonita
901626	GZ-6891	1071682	1724404	Granodiorita	Granodiorita
901627	GZ-6893	1064479	1723870	Tonalita	Granodiorita
901479	JGB-530 A	1012358	1648731	Cuarzodiorita	Diorita gabróica
901376	GOE-1039	1067338	1731128	Monzogranito deformado	Granito
901478	JGB-528B	1004721	1644535	Dique de Gabro hornbléndico	Diorita gabróica

Las muestras analizadas en este estudio y por Quandt *et al.* (2018) grafican en el campo calcoalcalino en el diagrama AFM (figura 16), excepto la del dique de diorita gabroica (IGM901478) que grafica entre el límite toleítico-calcoalcalino. Se aprecia que varias muestras forman agrupaciones y no hay una continuidad entre estas. Lo anterior sugiere que no se generaron durante un mismo pulso magmático dentro del arco, que no hay una tendencia que corresponda a diferenciación magmática o que el muestreo es insuficiente.

Hay rocas tanto metaluminosas (IGM901479, 901480, 901418, 901419, 901626 y el dique 901478), como levemente peraluminosas con A/CNK >1,1 (IGM901417, 901370, 901477, 901495, 901496 y 901376) (figura 17).

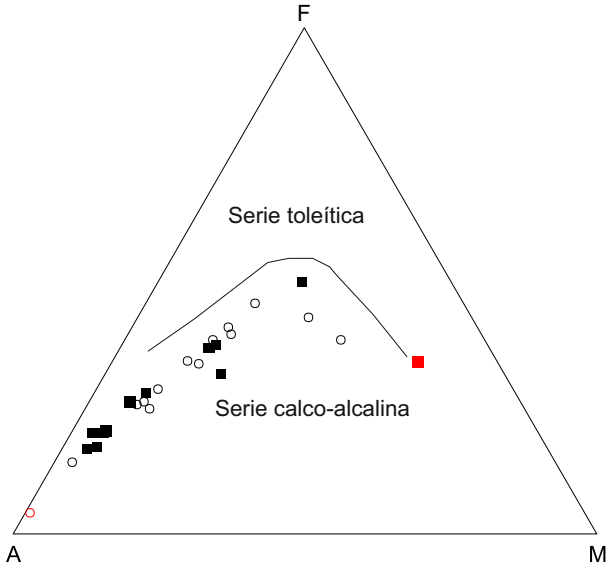


Figura 16. Muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada en el diagrama AFM, donde se observa que las rocas siguen una tendencia calco-alcalina
Símbolos como en figura 14.

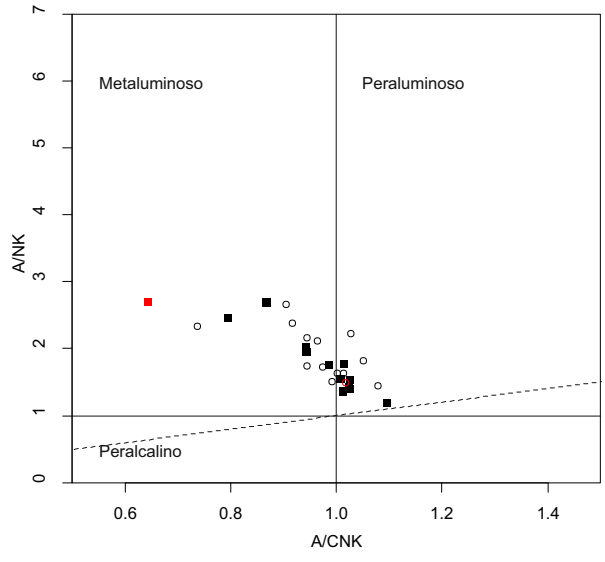


Figura 17. Diagrama de Shand (1943) donde se muestra el índice de aluminosidad de las muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada
Símbolos como en figura 14. Fuente: elaboración propia y Quandt *et al.* (2018)

5.2. Resultados de elementos traza en rocas plutónicas y diques del Batolito Central

Los elementos traza se analizaron en catorce (14) muestras del Batolito Central (tabla 4) y los de tierras raras (REE) en trece (13) muestras (tabla 5). Al hacer el control de calidad a los datos de laboratorio, se encontraron errores en los resultados de Ce; en consecuencia, la anomalía de este elemento en los patrones de tierras raras se debe a problemas analíticos y no a procesos geológicos, por lo que no se puede usar para hacer inferencias o interpretaciones petrogenéticas.

En el diagrama multielemental (figura 18) casi todas las muestras tienen patrones semejantes, con anomalías negativas de Nb, P y Ti y positivas de Pb que sugieren un origen relacionado a zonas de subducción. Solamente el patrón de una muestra (IGM901376) exhibe menor concentración de casi todos los elementos de alto potencial iónico (*high field strength elements* [HFSE]), en comparación con las otras muestras, excepto en Y.

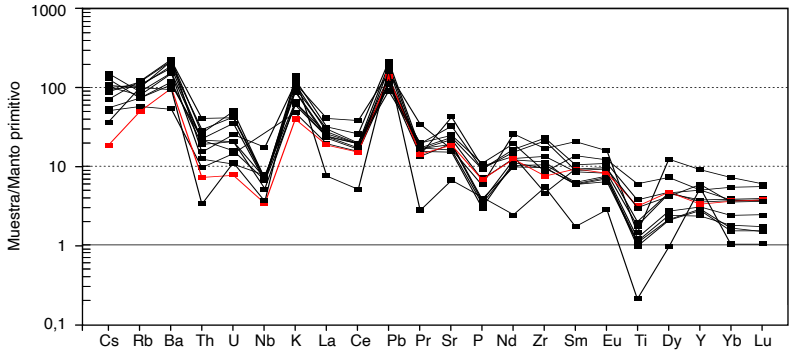


Figura 18. Diagrama multielemental con los patrones de las muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada Valores normalizados al manto primitivo de Sun y McDonough (1989). Símbolos como en figura 14.

Tabla 4. Elementos traza de muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada

Código IGM	Código campo	Y	Li	Be	Sc	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	In	Cs	Ba	Tl	Pb	Th	U	Nb	V	Rb	Sr	Zr
901495	MIA-695	13	22,9	1,92	2,81	14,8	4,9	6,6	39,3	16,0	1,36	0,021	0,75	1343	0,370	13,7	2,5	0,90	5	< 66	67	324	106
901496	MIA-696	14	24,6	1,39	2,83	16,4	3,2	8,5	33,7	15,6	1,43	0,017	0,70	1538	0,395	15,4	3,5	0,88	5	< 66	75	339	118
901477	JGB-528A	11	25,0	1,53	3,60	9,9	3,9	19,6	41,0	15,5	0,74	0,020	1,19	1078	0,259	12,5	1,9	0,33	5	< 66	56	407	108
901419	GR-6802	27	17,7	1,53	8,84	17,3	12,7	59,0	73,3	21,0	1,96	0,035	1,03	759	0,230	8,0	1,9	0,75	5	67	47	489	236
901370	GOE -1033	13	26,4	1,31	2,74	14,9	3,8	9,6	50,1	15,2	0,78	0,018	0,80	1241	0,296	9,7	1,8	0,44	5	< 66	69	404	127
901480	JGB-532 A	23	7,7	1,19	13,98	15,0	22,3	35,6	44,9	21,5	0,93	0,044	0,40	373	0,165	7,8	0,82	0,30	< 2	90	36	900	51
901417	GR-6799	42	26,1	4,24	4,01	6,6	2,9	34,3	72,3	20,4	2,16	0,047	0,56	1607	0,465	10,9	1,3	0,53	12	< 66	77	348	189
901418	GR-6801	16	15,2	1,59	9,42	20,3	14,6	17,8	74,9	22,9	1,53	0,037	0,82	1072	0,224	8,0	1,1	0,23	6	90	52	686	259
901626	GZ-6891	17	15,40	1,32	5,9		8,6	26	58	21	1,5	0,031	0,844	1530	0,193	8,5	2,249	1,049	5	50	64	460	150
901627	GZ-6893	12	12,20	1,45	3,3		6,9	22	58	21	1,7	0,022	0,982	2745	0,202	8,4	3,004	0,826	4	40	60	607	191
901479	JGB-530 A	23	12,6	0,99	29,71	36,2	13,7	110,2	94,5	20,3	1,79	0,090	0,43	836	0,304	6,4	1,6	0,44	4	336	47	527	97
901376	GOE-1039	24	3,6	1,38	1,21	9,5	4,1	4,6	16,1	16,8	<0,4	0,009	0,29	665	0,313	12,3	0,28	0,24	3	< 66	64	141	61
901478	JGB-528B	15	36,1	0,93	25,64	54,3	273,1	68,7	95,1	15,4	0,92	0,055	0,15	688	0,174	9,7	0,62	0,16	2	151	32	393	84

Tabla 5. Elementos de las tierras raras (REE) de muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada

Código IGM	Código campo	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	∑REE	La_N/Yb_N
901495	MIA-695	19,0	34,3	4,3	15,1	2,7	1,2	2,4	0,318	1,52	0,291	0,776	0,102	0,748	0,113	82,14	16,97
901496	MIA-696	21,7	46,1	4,7	13,8	2,8	1,3	2,7	0,369	2,00	0,398	1,214	0,170	1,191	0,180	97,53	12,17
901477	JGB-528A	15,8	29,6	3,7	13,4	2,6	1,2	2,4	0,351	1,77	0,351	0,981	0,134	0,879	0,128	72,28	12,01
901419	GR-6802	16,5	30,6	4,8	20,5	3,9	1,6	3,8	0,589	3,05	0,631	1,838	0,264	1,754	0,266	88,28	6,26
901370	GOE -1033	20,4	34,9	4,6	16,5	2,6	1,1	2,3	0,307	1,55	0,299	0,905	0,124	0,816	0,110	85,55	16,67
901480	JGB-532 A	13,4	27,4	3,9	18,3	4,2	1,6	3,8	0,611	3,43	0,703	2,078	0,290	1,850	0,274	79,63	4,82
901417	GR-6799	28,0	67,7	9,5	35,1	9,2	2,7	9,2	1,604	9,10	1,776	4,715	0,621	3,602	0,443	178,6	5,18
901418	GR-6801	18,0	34,5	5,4	22,3	4,7	1,8	4,3	0,641	3,46	0,701	2,063	0,285	1,815	0,278	98,09	6,6
901626	GZ-6891	17	34	4,6	17,2	3,79	1,38	3,75	0,585	3,31	0,652	2,04	0,291	1,91	0,289	88,89	5,9
901479	JGB-530 A	16,4	34,5	5,5	26,4	6,1	2,0	6,0	0,929	5,34	1,103	3,163	0,425	2,671	0,408	107,8	4,08
901376	GOE-1039	5,2	9,0	0,8	3,3	0,76	0,48	0,71	0,116	0,70	0,136	0,425	0,070	0,508	0,077	21,86	6,85
901478	JGB-528B	12,9	26,8	3,9	16,8	4,1	1,4	3,8	0,595	3,44	0,715	2,056	0,280	1,782	0,280	76,72	4,81

Desde el punto de vista de los elementos de las tierras raras (figura 19) todas las muestras exhiben pendiente negativa, con patrones paralelos a subparalelos, donde las diferencias entre patrones se deben principalmente a concentraciones de REE.

Es posible distinguir varios patrones o conjuntos de estos. De arriba hacia abajo en el diagrama de la figura 19 hay un conjunto de patrones que se detalla en la figura 20 y está conformado por las muestras IGM901480, 901418, 901419, 901417, IGM901479, IGM901626 e IGM901478 (dique en Batolito de Aracataca). Los patrones de este conjunto se caracterizan por estar más enriquecidos en REE que los otros conjuntos o patrones, casi todos son paralelos entre sí, la sumatoria de REE varía entre 76 y 178 (tabla 5), la relación $(La/Yb)_N$ varía entre 4,1 y 6,6 (tabla 5), que indica menor inclinación que la de los patrones del segundo conjunto que se describe más adelante. Otra característica común a estas muestras es su carácter metaluminoso, excepto en una muestra (IGM901417). Varias exhiben anomalía positiva de Eu que sugieren procesos de acumulación de plagioclasa.

El segundo conjunto está conformado por las muestras IGM901477, 901495, 901496 y 901370 (figura 21) y se diferencia del anterior en que tiene menor concentración de elementos de las tierras raras pesadas (HREE), una mayor pendiente según lo indica la relación $(La/Yb)_N$ poco variable entre 12 y 16 (tabla 7). Las muestras de este conjunto tienen un contenido total de REE que varía entre 72 y 97 (tabla 7), son peraluminosas en límite con el campo metaluminoso y todas presentan anomalía positiva de Eu que sugiere acumulación de plagioclasa.

Hay un tercer patrón, el de la muestra IGM901376 (metagranito del sector de Palomino) (figura 22) que, a pesar de ser subparalalelo con los conjuntos descritos anteriormente, muestra una menor concentración de elementos de las tierras raras y un contenido total de REE de 21 (tabla 7) también más bajo. Esta muestra es peraluminosa.

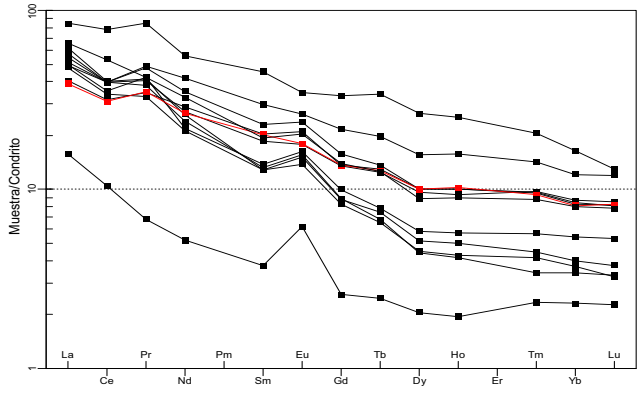


Figura 19. Patrones de los elementos de las tierras raras de las muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada Valores normalizados al condrito de Nakamura (1974). Símbolos como en figura 14.

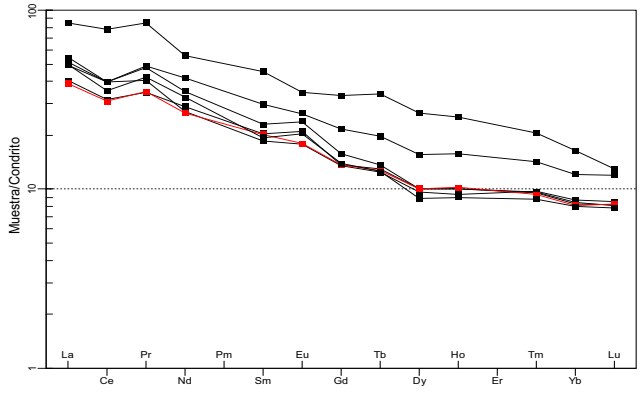


Figura 20. Patrones de REE de un conjunto de muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada. Valores normalizados al condrito de Nakamura (1974) Símbolos: como en figura 14.

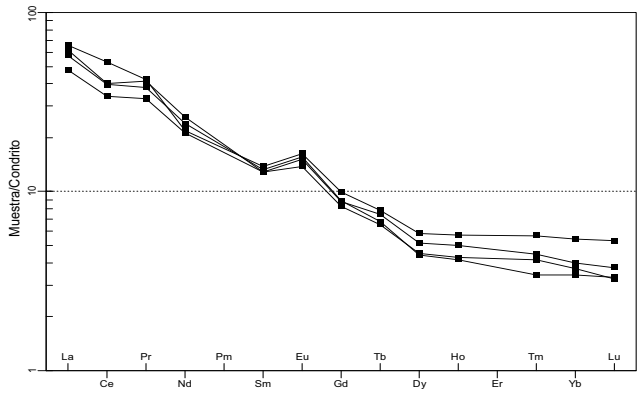


Figura 21. Patrones de REE de otro conjunto de muestras del Batolito Central de la Sierra Nevada. Valores normalizados al condrito de Nakamura (1974)
Símbolos: como en figura 14.

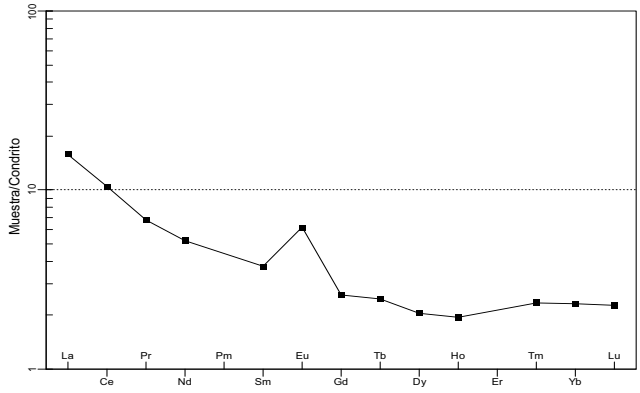


Figura 22. Patrón de REE de muestra IGM901376 (metamonzogranito del sector de Palomino). Valores normalizados al condrito de Nakamura (1974)
Símbolos como en la figura 12.

6. Geocronología

6.1. Estudios anteriores de geocronología y termocronología en el Batolito Central de la Sierra Nevada

La tabla 6 resume los resultados de los análisis radiométricos obtenidos en estudios anteriores en el Batolito Central de la Sierra Nevada. Los datos geocronológicos y termocronológicos son escasos en esta unidad, lo que dificulta el análisis de su historia de enfriamiento.

Quandt *et al.* (2018) reportan una edad U-Pb en circón (muestra JRQ-19-15L) de 179,7 ± 1,3 Ma (MSWD = 6,8). Debido a la alta dispersión de las dataciones, esta fue re-

Tabla 6. Resumen de dataciones radiométricas del Batolito Central de la Sierra Nevada reportadas en trabajos anteriores

Unidad geológica según Colmenares *et al.* (2007)	Nombre de la muestra	Oeste (m)	Norte (m)	Litología	Edad (Ma)	Método	Autores
Batolito de Aracataca	22	1007130	1659480	Granodiorita	166 ± 6	K–Ar (Biotita)	Tschanz *et al.* (1969a)
Batolito Central	25	1067582	1714612	Granodiorita	172 ± 7	K–Ar (Biotita)	Tschanz *et al.* (1969a)
Batolito Central	25	1067582	1714612	Granodiorita	177 ± 13	K–Ar (Hbl)	Tschanz *et al.* (1969a)
Stock del Socorro	15	1004602	1682570	Granodiorita	131 ± 5	K–Ar (Biotita)	Tschanz *et al.* (1969a)
Batolito Central	SN31	1069332	1726184	Granodiorita	22,3 ± 3,1	AFT	(Villagómez *et al.*, 2011)
Batolito de Aracataca	SN23	1005843	1672714	Granodiorita	26,7 ± 3,6	AFT	Villagómez *et al.* (2011)
Batolito de Aracataca	SN26	1012022	1648748	Diorita	23,3 ± 4,4	AFT	Villagómez *et al.* (2011)
Batolito de Aracataca	SN25	1009719	1646861	Granito	24,2 ± 2,8	AFT	Villagómez *et al.* (2011)
Batolito de Aracataca	SN24	1011154	1647085	Granodiorita	29,8 ± 3,8	AFT	Villagómez *et al.* (2011)
Batolito Central	SN32	1073860	1726856	Granitoide	27,6 ± 4,6	AFT	Villagómez *et al.* (2011)
Batolito Central	JRQ-19-15L	1010270	1688460	Cuarzodiorita	179,7 ± 1,3	U-Pb (Circón)	Quandt *et al.* (2018)

Nota: AFT = trazas de fisión en apatito.
Fuente: Tschanz *et al.* (1974); Villagómez *et al.* (2011); Quandt *et al.* (2018).

evaluada (figura 23a) en el presente estudio, lo que arrojó como resultado dos poblaciones con edad promedio: 1) 176,0 ± 0,6 Ma y 2) 181,8 ± 0,9 Ma (figuras 23b y 23c), las cuales fueron interpretadas como la edad de cristalización y la de un pulso magmático previo al emplazamiento del intrusivo, respectivamente.

Las edades K-Ar, en biotita y hornblenda, fueron interpretadas por Tschanz *et al.* (1974) como edades de cristalización. Aunque en la actualidad el método sea considerado potencialmente impreciso, estas probablemente se relacionen con la edad de enfriamiento del plutón, o la ocurrencia de eventos hidrotermales, a temperaturas aproximadas de 280 °C -530 °C.

Villagómez *et al.* (2011) reportan seis (6) edades AFT (trazas de fisión en apatito) en muestras colectadas a lo largo de la transecta Santa Rosa de Lima-La Cristalina, el río Tucurinca (al oeste del batolito) y alrededores de Mingueo, con edades entre 22 Ma y 29 Ma.

En la transecta Santa Rosa de Lima-La Cristalina, localizada cerca de la falla Santa Marta, los datos muestran una relación linear a lo largo del perfil de elevación. Villagómez *et al.* (2011), basados en los resultados del modelamiento en apatitos de la Granulita de Los Mangos, sugieren que estas rocas se enfriaron dentro de un mismo bloque entre 40 Ma y 30 Ma a una tasa suficientemente lenta que permitió el *annealing* parcial de las trazas, y por ende una reducción en sus edades AFT. Las muestras de los alrededores de Mingueo tampoco presentan cantidad suficiente de trazas confinadas, y posiblemente también forman parte del mismo bloque (Villagómez *et al.*, 2011).

Solamente la muestra SN23 (26,7 ± 3,6 Ma), localizada en el río Tucurinca, fue modelada en HeFTy con el fin de conocer su historia de enfriamiento, ya que es la única que cuenta con mediciones de longitud de trazas. Según el resultado, esta sufrió enfriamiento rápido entre 29 Ma

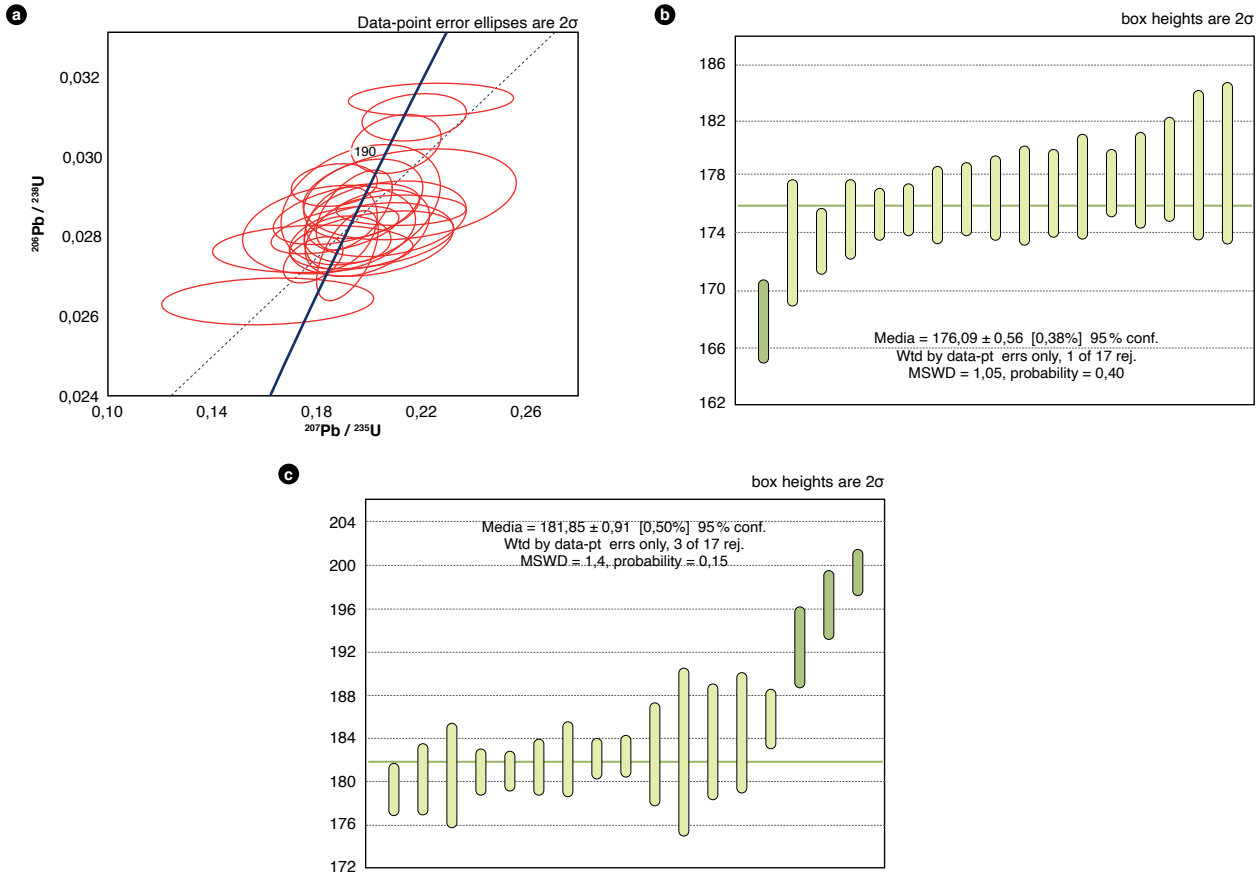


Figura 23. Resultados geocronológicos de la muestra JRQ-19-15 de Quandt *et al.* (2018), reintepretados en este trabajo
a) Diagrama Wetherill de la muestra JRQ-19-15; b) edad promedio ponderada de circones con dataciones entre ca. 174 Ma y 179 Ma; c) edad promedio ponderada de circones con dataciones entre ca. 180 Ma y 186 Ma.
Fuente: elaboración propia y Quandt *et al.* (2018).

y 26 Ma (entre ca. 120 °C-60 °C) a una tasa de ca. 20 °C/My (Villagómez *et al.*, 2011).

Aunque los datos son muy regionales, Villagómez *et al.* (2011) sugieren que el evento de 40 Ma-30 Ma fue causado por el aplanamiento del ángulo de subducción de la placa Caribe, el cual reactivó sistemas de fallas antiguos. Este evento compresivo acrecentó durante 29 Ma-26 Ma, debido a que el desplazamiento sinistral de la falla Santa Marta empujó la Sierra Nevada de Santa Marta hacia el *plateau* Caribe, produciendo el cabalgamiento de bloques hacia el noroeste.

6.2. Dataciones U-Pb en circón por LA-ICP-MS en rocas del Batolito Central de la Sierra Nevada

Se obtuvieron edades U-Pb por LA-ICP-MS (*Laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry*) de diez (10) muestras de granitoides y un dique del Batolito Central de la Sierra Nevada.

Los datos isotópicos obtenidos se presentan en el anexo 1 y las edades calculadas se resumen en la tabla 7.

6.3. Rocas de granitoides del cuerpo principal

La muestra GZ-6892 arrojó resultados geocronológicos anómalos en comparación con los mostrados para el Batolito Central de la Sierra Nevada, porque a pesar de que presenta algunos resultados jurásicos, la edad mejor definida de la muestra es pérmica. Los resultados geocronológicos U-Pb y la interpretación de la GZ-6892 se exponen en esta sección, porque esta muestra fue colectada en el mismo bloque de la GZ-6891 que dio una edad jurásica, y ambas están en un área que correspondería probablemente al Batolito Central al norte de la falla Las Vueltas, según Tschanz *et al.* (1969a).

La muestra GZ-6892 corresponde a un saprolito de granodiorita, más félsica y de grano más fino que las del Batolito Central de la Sierra Nevada. Los circones son traslúcidos, desde incoloros a tonalidad rosa, con algunas inclusiones de óxidos de hierro, euhedrales prismáticos alargados inequigranulares con tamaños variados entre 45 × 76 µm y 132 × 310 µm, algunos achatados subredondeados con tamaños promedio de 195 × 200 µm. En CL (figura 24) se aprecian cristales de circones prismáticos cortos o tallos largos, donde la mayoría exhibe núcleos con zonación concéntrica, seguidos de una franja fina negra y rodeados por un borde gris homogéneo y otros cristales achatados, y en tallos cortos con núcleos irregulares oscuros seguidos hacia el exterior por zonas también irregulares de color gris claro.

En esta muestra se analizaron 96 puntos, dos (2) de los cuales no arrojaron resultados isotópicos. De lo obtenido con edades precámbricas se descartaron cuatro (4) por porcentajes de discordancia mayores a 5 %; dos (2) por discordancia inversa menor a -4; dos (2) por discordancia gráfica y uno (1) por error mayor a 4 %. De los datos fanerozoicos, treinta (30) se descartaron por discordancias mayores al 10 % y cuatro (4) por errores mayores al 6 %.

En la figura 24 se muestran las imágenes de CL con los cristales de las tres poblaciones encontradas. Una de xenocristales precámbricos (n = 11 cristales) (figura 24a), otra con datos principalmente pérmicos y algunos carboníferos y triásicos (n = 42 cristales) (figura 24b) y la última

Tabla 7. Resumen de edades U-Pb en circón del Batolito Central de la Sierra Nevada obtenidas en el presente estudio

Código campo	Oeste (m)	Norte (m)	Clasificación	Edad U-Pb (Ma)	MSWD	Herencias (Ma)
GZ-6892	1073475	1726345	Saprolito de granodiorita	262,8 ± 3,5	4,2	1370,4 ± 84; 1250 ± 26; 1125,9 ± 23,9; 1150 ± 30 (n=2); 1020 ± 25 (n=3); 966,7 ± 18,5; 930,8 ± 33; 861,1 ± 44,2; 293-279 (n=8)
GR-6799	999884	1666486	Cuarzomonzodiorita	188,4 ± 2,3	1,5	999,7 ± 37,3 950,2 ± 44,7 909,0 ± 34,5 894,6 ± 32,8
GZ-6891	1071682	1724404	Granodiorita	186,4 ± 1,0	1,2	195,8 ± 1,7
GZ-6893	1064479	1723870	Tonalita	186,1 ± 1,0	1,3	1046 ± 11; 958 ± 19 195,2 ± 1,2
GOE-1036	1072195	1730973	Saprolito de granodiorita	184,9 ± 1,9	0,7	192,9 ± 1,9
JGB-528A	1004721	1644535	Saprolito de granodiorita	183,6 ± 1,2	1,9	933,9 ± 20,8
GR-6846	1012080	1696911	Saprolito de granitoide	179,5 ± 1,2	1,2	965,4 ± 23,2; 189,9 ± 6,6
GR-6819	1119243	1720628	Granodiorita	176,1 ± 1,8	0,8	195,8 ± 3,2; 185,3 ± 2,9
GOE-1033	1004858	1652201	Granodiorita	178,1 ± 1,1	2,2	1007,0 ± 13,0; 966,0 ± 11,0; 199,4 ± 1,7; 192,7 ± 1,2; 185,6 ± 1,2
JGB-530A	1012358	1648731	Cuarzodiorita	177,7 ± 1,4	0,8	977,8 ± 22,5; 187,6 ± 2,6
MIA-696	1007051	1636969	Monzogranito	176,9 ± 1,5	1,2	1145,5 ± 29,0; 1132,2 ± 31,3; 198,2 ± 2,1; 187,8 ± 0,9
JGB-528B	1004721	1644535	Dique de gabro hornbléndico	176,3 ± 1,9	1,6	187,1 ± 2,5
GR-6802	1004321	1666093	Tonalita	172,2 ± 1,5	1,4	183,6 ± 3,8

MSWD = Mean square of weighted deviates.

(n = 5 cristales) con circones de bordes jurásicos y núcleos precámbricos, y en menor cantidad cristales con edades del Triásico Superior-Jurásico Inferior (figura 24c).

Todos los resultados aceptados se visualizan en el diagrama de concordia Wetherill (figuras 25a y 25b). La edad de cristalización de esta muestra parece ser del Pérmico, ya que es la población más abundante de datos. Las dataciones pérmicas varían entre 293 Ma y 250 Ma, y tienen relaciones U/Th entre 0,23 y 1,74 que son propias de circones ígneos. Con estos datos (n = 25) se obtuvo una edad promedio ponderada de 267,9 ± 4,7 Ma y un MSWD de 10,1. Ya que el MSWD tan alto indica dispersión, se aplicó la función *Unmix Ages* al conjunto de datos pérmicos. Se diferencian dos poblaciones de edades: una, alrededor de los 284 ± 3,1 Ma, definida por las edades entre 293 Ma y 280 Ma, y otra próxima de los 263 Ma, la cual incluye las edades entre 272 Ma y 250 Ma. La edad promedio ponderada para este último intervalo (n = 17 datos) es de 262,8 ± 3,5 Ma con un MSWD de 4,2 (figura 25c), la cual se interpreta como la edad de cristalización de la roca. Varios de los circones carboníferos y pérmicos se obtuvieron dataciones triásicas, parte de ellas discordantes. Los datos concordantes se hallan hacia los mantos de los núcleos zonados, o en áreas de mezcla entre núcleos y bordes, y arrojaron edades entre 238 Ma y 233 Ma, y razones Th/U ente 0,28 y 2,24, lo que sugiere también que son circones ígneos.

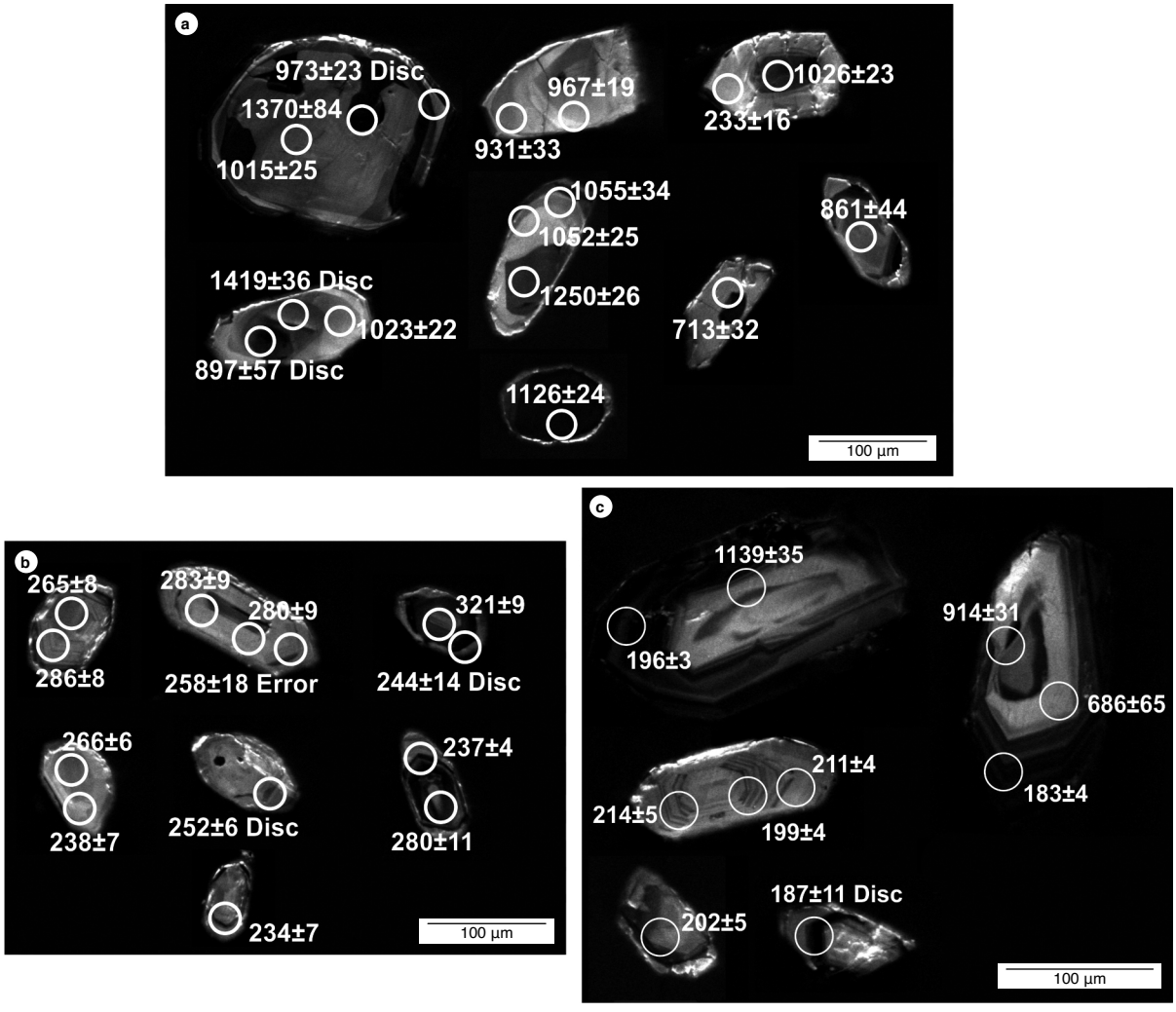


Figura 24. Imágenes de catodoluminiscencia CL de circones en la muestra de saprolito GZ-6892
Los círculos representan los puntos de los circones analizados y los números las edades (en millones de años [Ma]).

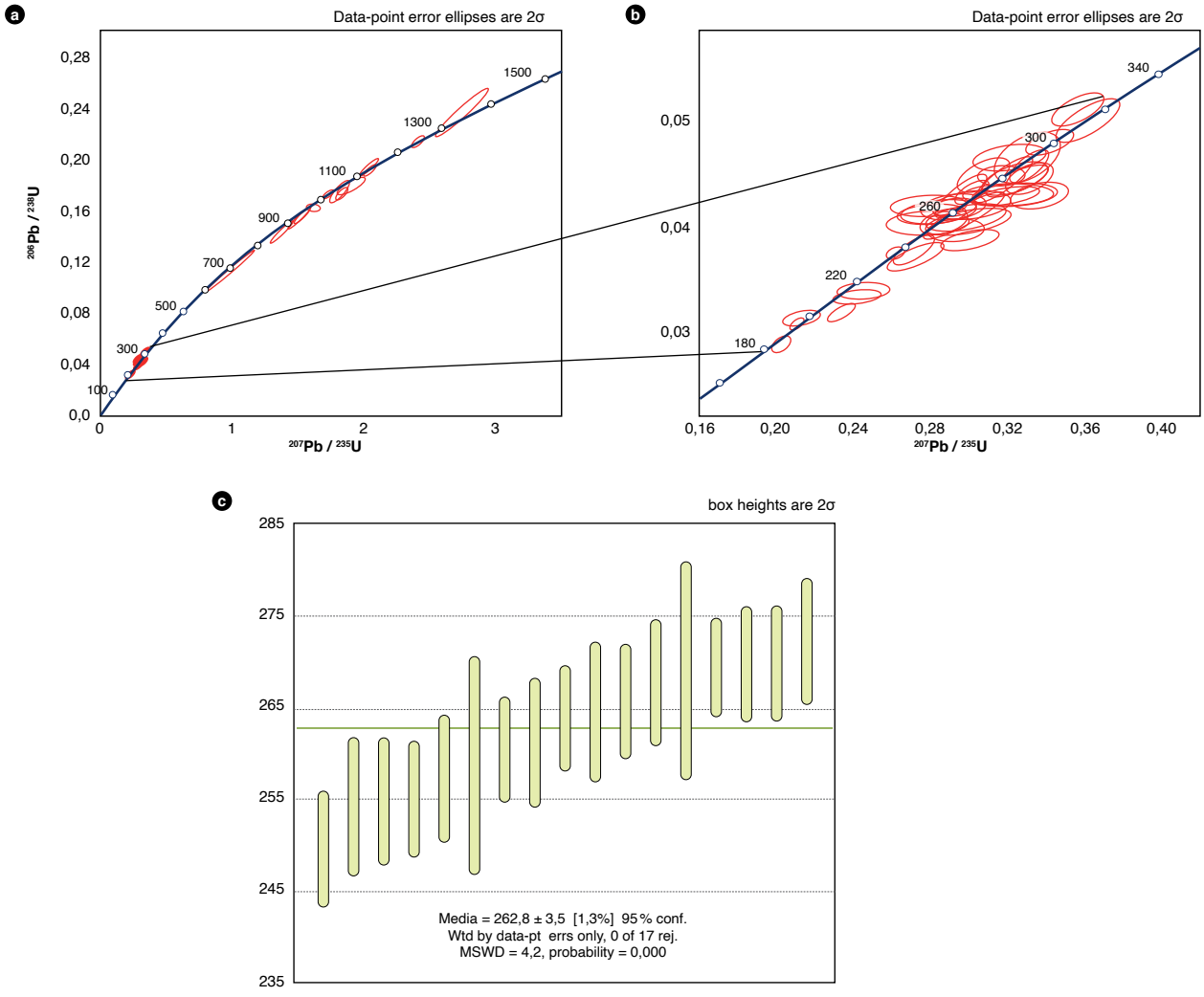


Figura 25. Resultados U-Pb en circón de muestra GZ-6892
a) Diagrama de la concordia Wetherill para todos los resultados aceptados; b) diagrama de la concordia Wetherill para los resultados entre el Carbonífero y el Jurásico temprano; c) edad promedio ponderada de datos pérmicos entre 272 Ma y 250 Ma.

Los resultados más jóvenes presentan dataciones entre 201,5 ± 4,8 Ma y 183,4 ± 4,2 Ma, los cuales corresponden al Jurásico temprano. Se interpreta que la muestra GZ-6892 trata de un saprolito de una roca pérmica o permotriásica con xenocristales precámbricos, contaminado con circones jurásicos, quizás por la presencia de venas jurásicas que no se pueden reconocer a simple vista.

Los circones de la muestra GR-6799 fueron seleccionados de una cuarzomonzodiorita (figura 26a). Los cristales son subhedrales a euhedrales, prismáticos cortos y achatados, escasos en forma de agujas, incoloros, de tamaños entre 70 × 85 mm y 87 × 186 mm. En imágenes de catodoluminiscencia (CL) (figura 26b) su estructura interna es relativamente homogénea y son escasos los cristales que muestran zonación concéntrica, característica de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999).

En la muestra GR-6799 se hicieron 59 dataciones (anexo 1) de las cuales se descartaron 31 por discordancia. En los datos aceptados se diferenciaron dos poblaciones. La primera con edades entre 197 Ma y 168 Ma (figura 26c), la cual arrojó una edad promedio ponderada de 188,4 ± 2,3 Ma (n = 22) con un MSWD de 1,5 (figura 26d) y relaciones Th/U que varían entre 0,2 y 1,5 (anexo 1), característicos de circones ígneos (Rubatto, 2002). La segunda población consiste en cristales heredados con dataciones entre 999,7 ± 37,3 Ma y 894,6 ± 32,8 Ma (tabla 3), que corresponden al Neoproterozoico (periodo Tónico).

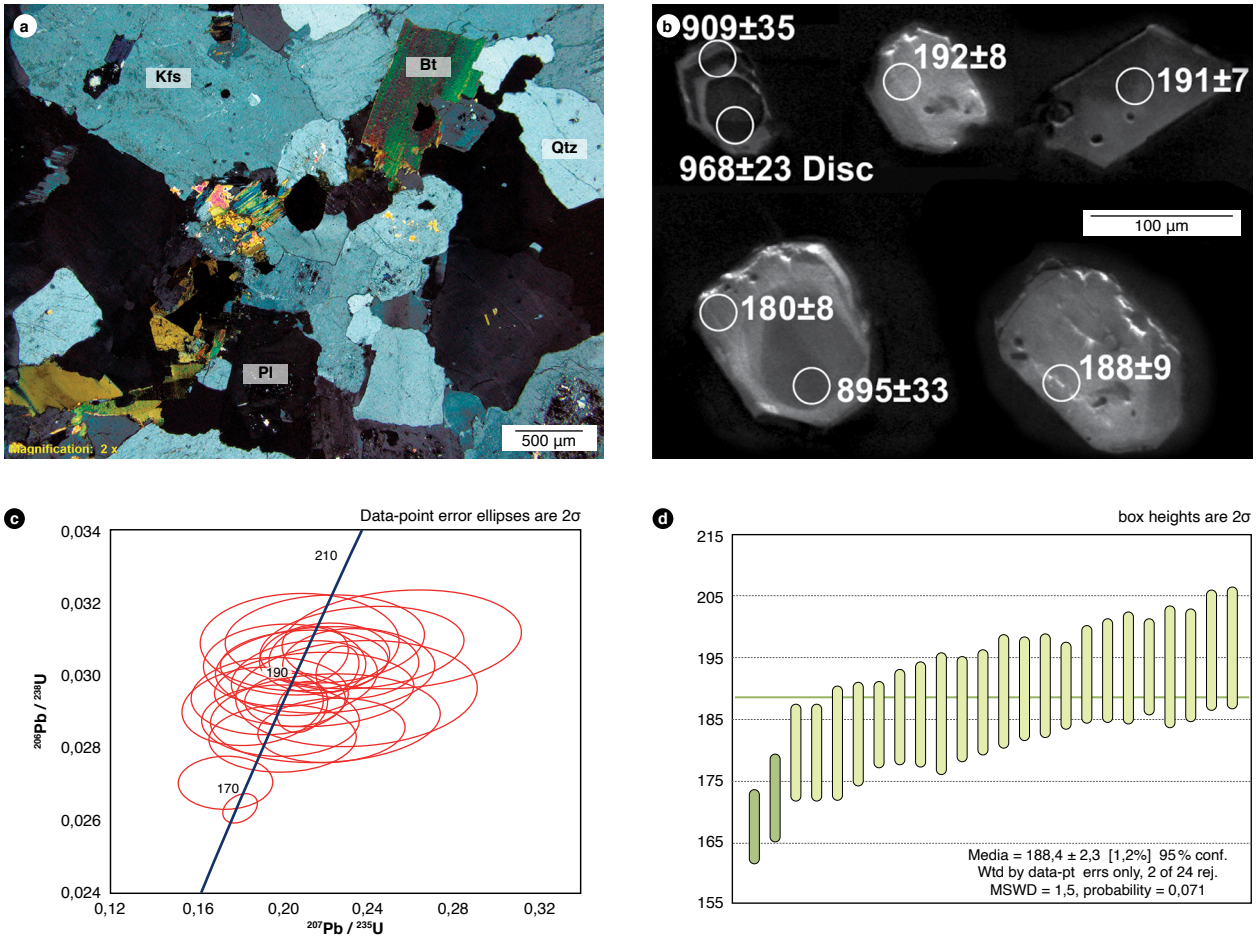


Figura 26. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6799
a) Fotografía de la muestra GR-6799; b) imágenes de CL de algunos circones analizados en la muestra. Los círculos representan los puntos de los circones analizados y los números las edades (en millones de años [Ma]); c) diagrama de concordia Wetherill de la muestra GR-6799; d) edad promedio ponderada de cristalización de la muestra GR-6799.

La muestra GZ-6891 corresponde a una granodiorita (figura 27a). Los circones analizados son euhedrales, incoloros, traslúcidos a levemente parduzcos, con algunas inclusiones de opacos, inequigranulares y varían desde prismáticos alargados con tamaños 55 × 103 mm hasta 105 × 490 mm a achatados con tamaños de 73 × 112 mm. En CL son homogéneos y en algunos se aprecian zonas irregulares con diferente luminiscencia (figura 27b).

En la muestra GZ-6891 se llevaron a cabo setenta y un (71) análisis (anexo 1), de los cuales veinticinco (25) fueron descartados. Las dataciones aceptadas varían en el rango de 207 Ma a 178 Ma (figuras 27c y 27d) formando por lo menos dos picos (se insinúa un tercero) en el diagrama de distribución de probabilidad (figura 27d) corroborados por la función *Unmix Ages*: uno con edad próxima a los a los 186 Ma y el otro, a 197 Ma. El primero comprende dataciones en el rango entre 191 ± 4 Ma y 178 ± 5 Ma, que arrojan una edad promedio ponderada de 186,9 ± 1,1 Ma (n = 22 datos) con un MSWD de 1,2 (figura 27e), la cual se interpreta como la edad de cristalización de la roca. Estos circones presentan relaciones Th/U entre 0,4 y 1,4, propias de circones ígneos. El segundo conjunto está compuesto por edades entre 206,7 ± 9,5 Ma y 192,0 ± 4,9 Ma que podrían representar la cristalización de circones en las primeras etapas del magmatismo. Para este intervalo (n = 22 datos) se obtuvo una edad promedio ponderada de 196,6 ± 1,6 Ma con un MSWD de 1,9 (figura 27f).

La muestra GZ-6893 es una tonalita (figura 28a) colectada en el río Ancho. Los circones analizados son euhedrales, incoloros, prismáticos y en tallos, la mayoría son menores a 100 mm en su dimensión mayor. En CL la mayor parte de los cristales exhibe zonación concéntrica (figura 28b), con escasos núcleos de xenocristales.

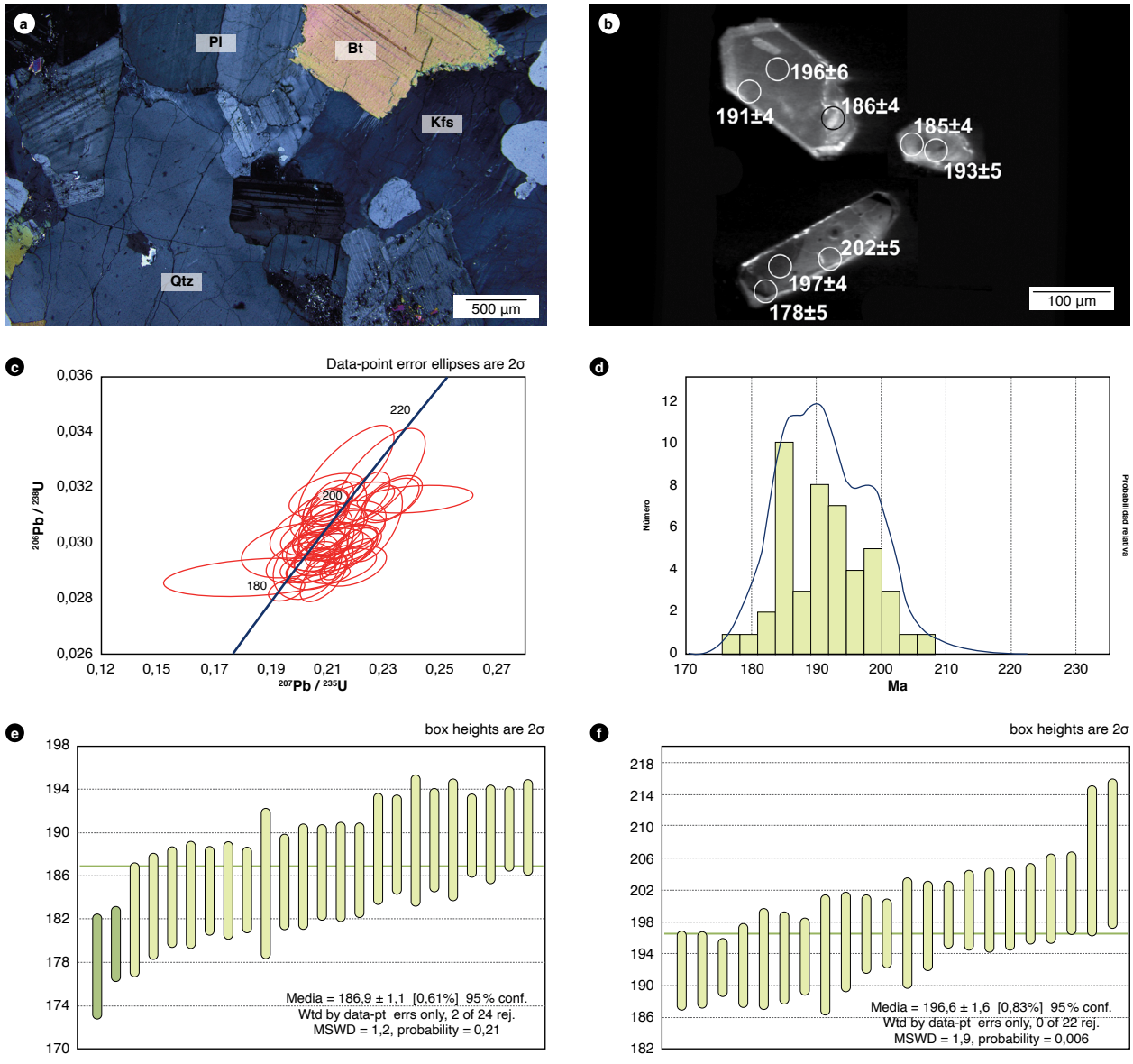


Figura 27. Petrografía y geocronología de la muestra GZ-6891
a) Fotografía de la muestra GZ-6891 que ilustra la textura subidiomórfica y los principales minerales; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GZ-6891. Los círculos representan los puntos de los circones analizados y los números las edades (en millones de años [Ma]) correspondientes; c) diagrama de concordia Wetherill de la muestra GZ-6891; d) diagrama de densidad de probabilidad de los datos jurásicos de la muestra; e) edad promedio ponderada de cristalización de la muestra GZ-6891; f) edad promedio ponderada de circones jurásicos más antiguos.

En esta muestra se realizaron ochenta y seis (86) análisis (anexo 1), de los cuales se descartaron veinticinco (25). Se obtuvieron dos dataciones de cristales heredados del límite Neoproterozoico-Mesoproterozoico (periodo Tónico) y dataciones entre 203 Ma y 181 Ma (figuras 28c y 28d). A partir de la inflexión en la curva del diagrama de densidad de probabilidad que se observa alrededor de los 190,5 Ma (figura 28d) y de la aplicación de la función *Unmix Ages*, fue posible diferenciar dos poblaciones de cristales. La más joven (n = 27 datos) arrojó una edad promedio ponderada de 186,1 ± 1,0 Ma y un MSWD de 1,3 (figura 28e), la cual se interpreta como la edad de cristalización de la roca. La población más antigua, con una edad promedio ponderada de 195,2 ± 1,2 Ma (n = 32 datos) y un MSWD de 1,8 (figura 28f), podría corresponder a antecristales. Los circones con edades jurásicas presentan relaciones Th/U entre 0,1 y 1,0 (anexo 1), donde predominan los valores por encima de 0,4, lo que indica que son circones ígneos (Rubatto, 2002).

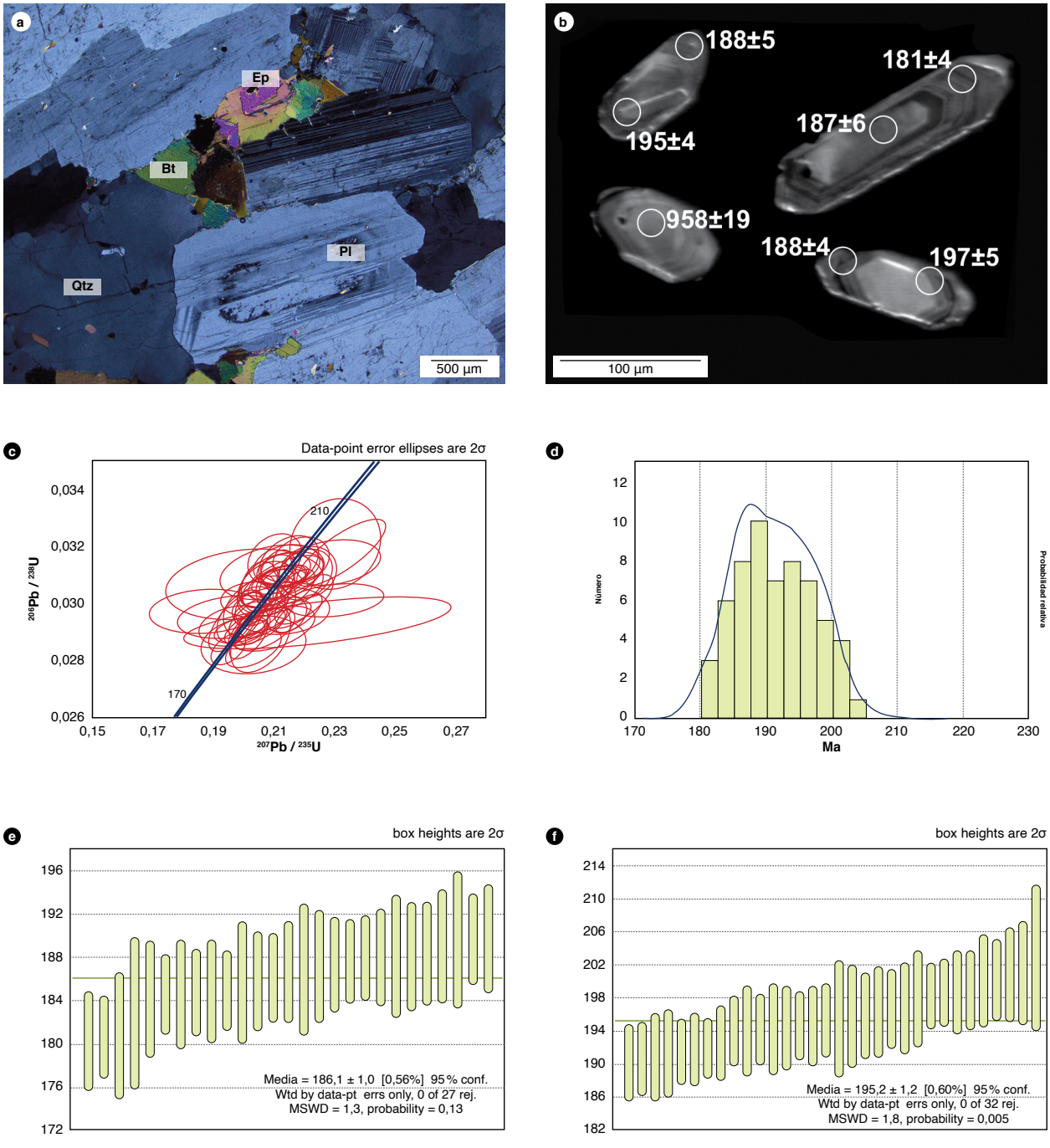


Figura 28. Petrografía y geocronología de la muestra GZ-6893
a) Fotografía de la muestra GZ-6893 que indica textura general y los principales minerales; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GZ-6893. Los círculos representan los puntos analizados y los números las edades correspondientes (en millones de años [Ma]); c) diagrama de concordia Wetherill de la muestra GZ-6893; d) diagrama de densidad de probabilidad de los datos jurásicos de la muestra; e) edad promedio ponderada de cristalización de la muestra GZ-6893; f) edad promedio ponderada de circones jurásicos más antiguos.

La muestra GOE-1036 corresponde a un saprolito de una granodiorita. Los circones son incoloros y algunos tienen inclusiones de opacos, euhedrales a subhedrales en tallos cortos y largos, algunos achatados, con longitud que oscila entre 50 µm a 120 µm y el ancho entre 30 µm y 70 µm. En CL (figura 29a), algunos circones son casi homogéneos, otros muestran zonas irregulares de luminiscencia distinta, pocos exhiben zonación paralela longitudinal y en escasos cristales se aprecia zonación concéntrica.

Se realizaron un total de cuarenta y cinco (45) análisis (anexo 1) y se descartaron veinte (20) de ellos. Los datos aceptados varían entre 204 Ma y 182 Ma (figuras 29b y 29c). En la campana del diagrama de densidad de probabilidad (figura 29c) se aprecia una inflexión aproximadamente a los 189 Ma, por lo cual se interpreta que en esta muestra también hay dos poblaciones de circones jurásicos. La primera tiene una edad promedio ponderada de 184,9 ± 1,3 Ma (n = 11 datos) y un MSWD de 0,72 (figura 29d), y se interpreta como la edad de cristalización de la roca. La segunda presenta una edad promedio ponderada de 192,9 ± 1,9 Ma (n = 13 datos) con un MSWD de 1,7 (figura 29e) y podría corresponder a la edad de antecristales. Los circones jurásicos tienen relaciones Th/U variables entre 0,2 y 1,7, propias de circones ígneos (Rubatto, 2002).

Los circones de la muestra JGB-528A fueron concentrados de un saprolito de granodiorita y en la figura 30a se exhibe la fotografía de la sección delgada de la muestra fresca próxima al saprolito. Aquí, los circones son euhedrales prismáticos alargados, de tonalidad amarilla pálida, la mayoría transparentes, pocos con inclusiones, y sus tamaños son de 50 mm a 120 mm. En CL, los circones muestran zonación concéntrica bien definida (figura 30b).

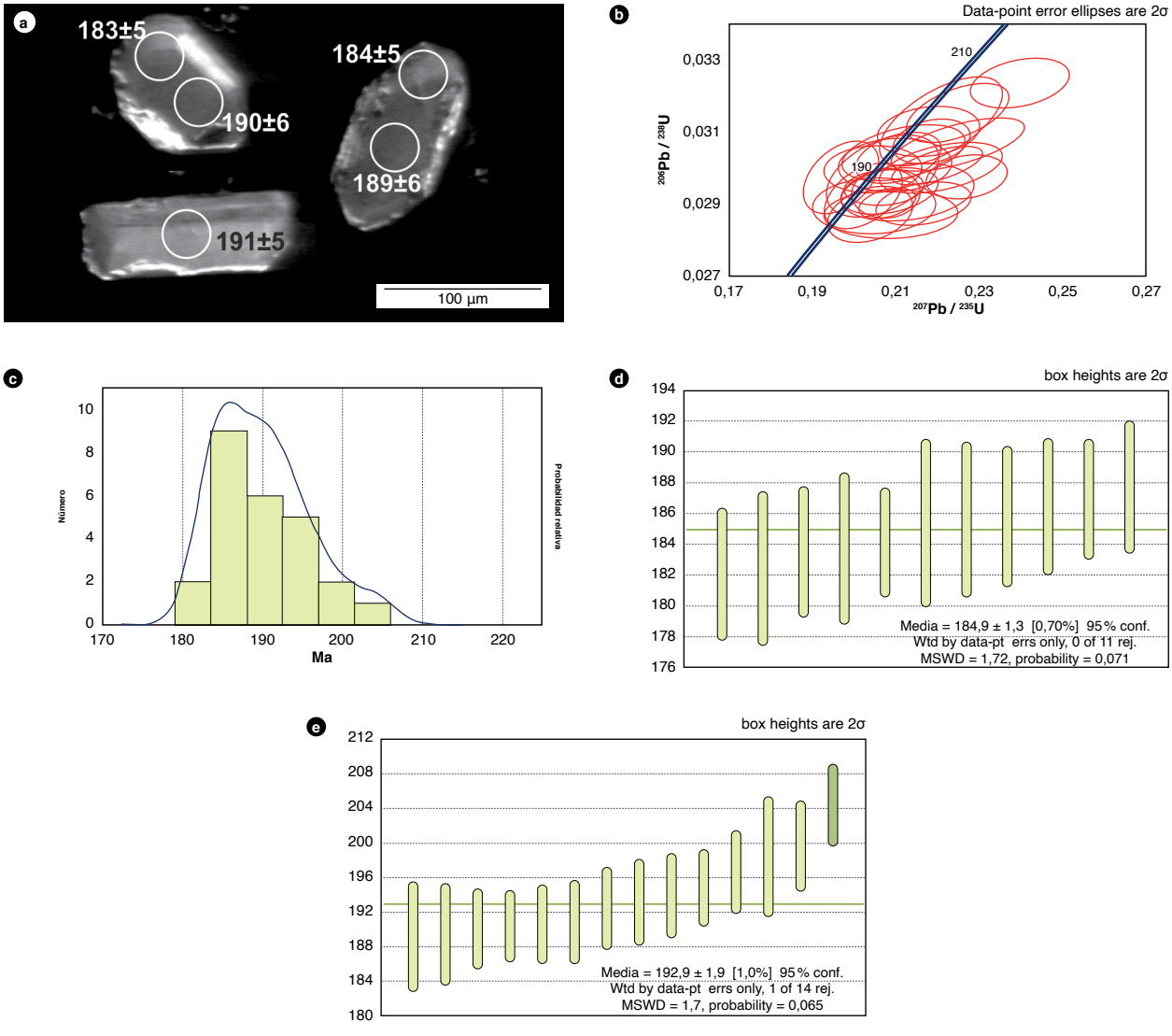


Figura 29. Geocronología de la muestra GOE-1036
a) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GOE-1036. Los círculos representan los puntos analizados y los números las edades correspondientes (en millones de años [Ma]); b) diagrama de concordia Wetherill de la muestra GOE-1036; c) diagrama de densidad de probabilidad de los datos jurásicos de la muestra; d) edad promedio ponderada de cristalización de la muestra GOE-1036; e) edad promedio ponderada de circones jurásicos más antiguos.

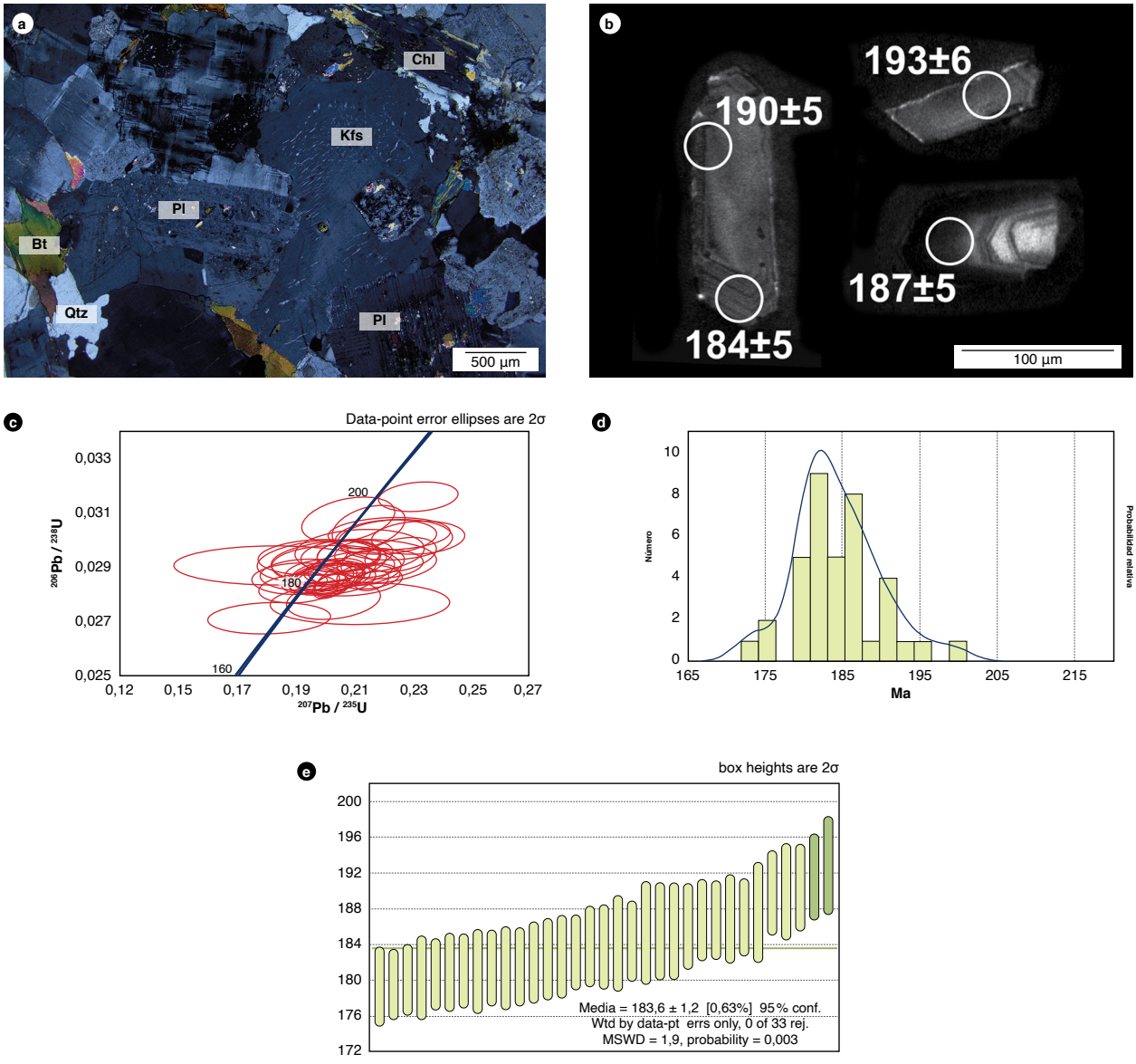


Figura 30. Petrografía y geocronología de la muestra JGB-528A
a) Fotografía de la muestra JGB-528A que ilustra textura general y los principales minerales; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra JGB-528A; c) diagrama de concordia Wetherill de la muestra JGB-528A; d) diagrama de densidad de probabilidad de los datos jurásicos de la muestra JGB-528A; e) edad promedio ponderada de cristalización de la muestra JGB-528A. Abreviaturas en figura a) son explicadas en capítulo de petrografía. En figura b), los círculos representan los puntos de los circones analizados y los números las edades (en millones de años [Ma]) correspondientes.

De setenta y cinco (75) análisis realizados (anexo 1), treinta y seis (36) fueron descartados para la interpretación. Dentro de los datos aceptados, solamente se obtuvo una datación del Neoproterozoico (periodo Tónico) (tabla 3); el resto de edades varían entre 200 Ma y 173 Ma (figuras 30c y 30d). En el diagrama de densidad de probabilidad se observa una población principal y dos subordinadas, una más antigua de 196 Ma (con dos datos) y la otra más joven de 176 Ma (con tres datos). Con el conjunto de edades entre 193 Ma y 179 Ma, se calculó la edad promedio ponderada de la muestra que dio 183,6 ± 1,2 Ma (n = 31 datos) con un MSWD de 1,9 (figura 30e), la cual se interpreta como la edad de cristalización de la roca. Las relaciones Th/U en los circones jurásicos varían entre 0,1 y 0,8 (anexo 1), características de circones ígneos (Rubatto, 2002).

La muestra GR-6846 corresponde a un saprolito de cuarzodiorita. Los circones son anhedrales, irregulares a

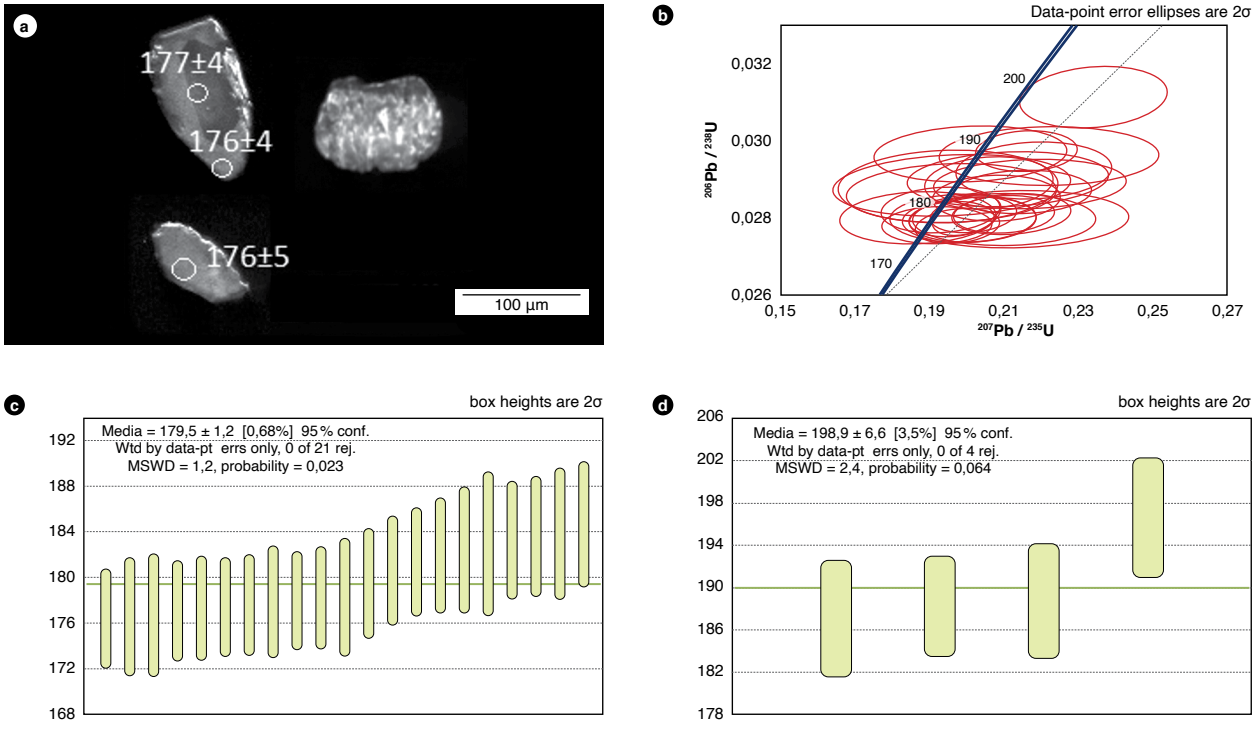


Figura 31. Geocronología de la muestra GR-6846
a) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6846. Los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma). El cristal sin dataciones representa la población no analizada por su alto grado de alteración; b) diagrama Wetherill de la muestra GR-6846; c) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 175 Ma y 185 Ma; d) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 188 Ma y 190 Ma.

ovalados, con contornos redondeados, incoloros y de tamaño de grano que varía entre 50 mm y 150 mm. Las imágenes de CL no muestran estructuras concéntricas en los cristales, pero permiten distinguir dos grupos según su textura: unos rugosos y otros con superficies más suaves (figura 31a). Los primeros no fueron tenidos en cuenta para el análisis, ya que su textura es producto de la alteración física y química de la roca, y sus resultados no son confiables.

Los circones presentan dataciones concordantes que varían entre ca. 176 Ma y 188 Ma (figura 31b), arrojando una edad promedio de 180,4 ± 1,6 Ma; sin embargo, el MSWD de 2,3 sugiere dispersión de los resultados. De esta manera, los datos fueron separados en dos grupos con edades promedio de 1) 179,5 ± 1,2 Ma y 2) 189,9 ± 6,6 Ma (figuras 31c y 31d); los cuales concuerdan con los resultados de la función *Unmix Ages*. Esta arrojó poblaciones similares a 179,4 ± 1,2 Ma y 189,3 ± 3,3 Ma (desajuste relativo 0,813). Un solo análisis presenta una datación de 965,4 ± 23,2 Ma.

Las relaciones Th/U de los cristales varía entre 0,4 y 1,4 (anexo 1), lo que indica que son producto de cristalización magmática (Rubatto, 2002).

La muestra GOE-1033 corresponde a una granodiorita (figura 32a). Presenta circones euhedrales a subhedrales, de tamaño entre 30 mm y 150 mm, incoloros, traslucidos, en su mayoría prismáticos, y algunos con inclusiones minerales. En las imágenes de CL es posible diferenciar que la mayoría presenta zonación formando anillos euhedrales alrededor del núcleo; sin embargo, en algunos pocos se distingue que este último fue reabsorbido (figura 32b).

La edad calculada presenta alta dispersión (186,7 ± 2,1 Ma, MSWD = 30), lo cual puede estar relacionado con pérdida de plomo en los circones, análisis de edades mixtas, la presencia de componentes heredados o problemas sistemáticos no detectados durante la medición de los datos en el laboratorio. La función *Unmix Ages* presenta las siguientes poblaciones a partir de los datos concordantes (figura 32c): 178,1 ± 1,1 Ma; 185,5 ± 0,9 Ma; 192,9 ± 0,9 Ma, y 201,1 ± 1,0 Ma (desajuste relativo 0,203). Así, se obtiene que la edad calculada de la población más joven (178,1 ± 1,1, MSWD: 2,2) (figura 32d) correspondería a autocristales que se habrían formado durante la cristalización del intrusivo, mien-

tras que las agrupaciones más antiguas (185,6 ± 1,2 Ma; 192,7 ± 1,2 Ma, y 199,4 ± 1,7 Ma) (figuras 32e, 32f y 32g) corresponderían a poblaciones de antecristales. Adicionalmente, dos medidas arrojaron edades de: 966,0 ± 11,0 Ma y 1007,0 ± 13,0 Ma, los cuales evidencian la presencia de xenocristales en la roca.

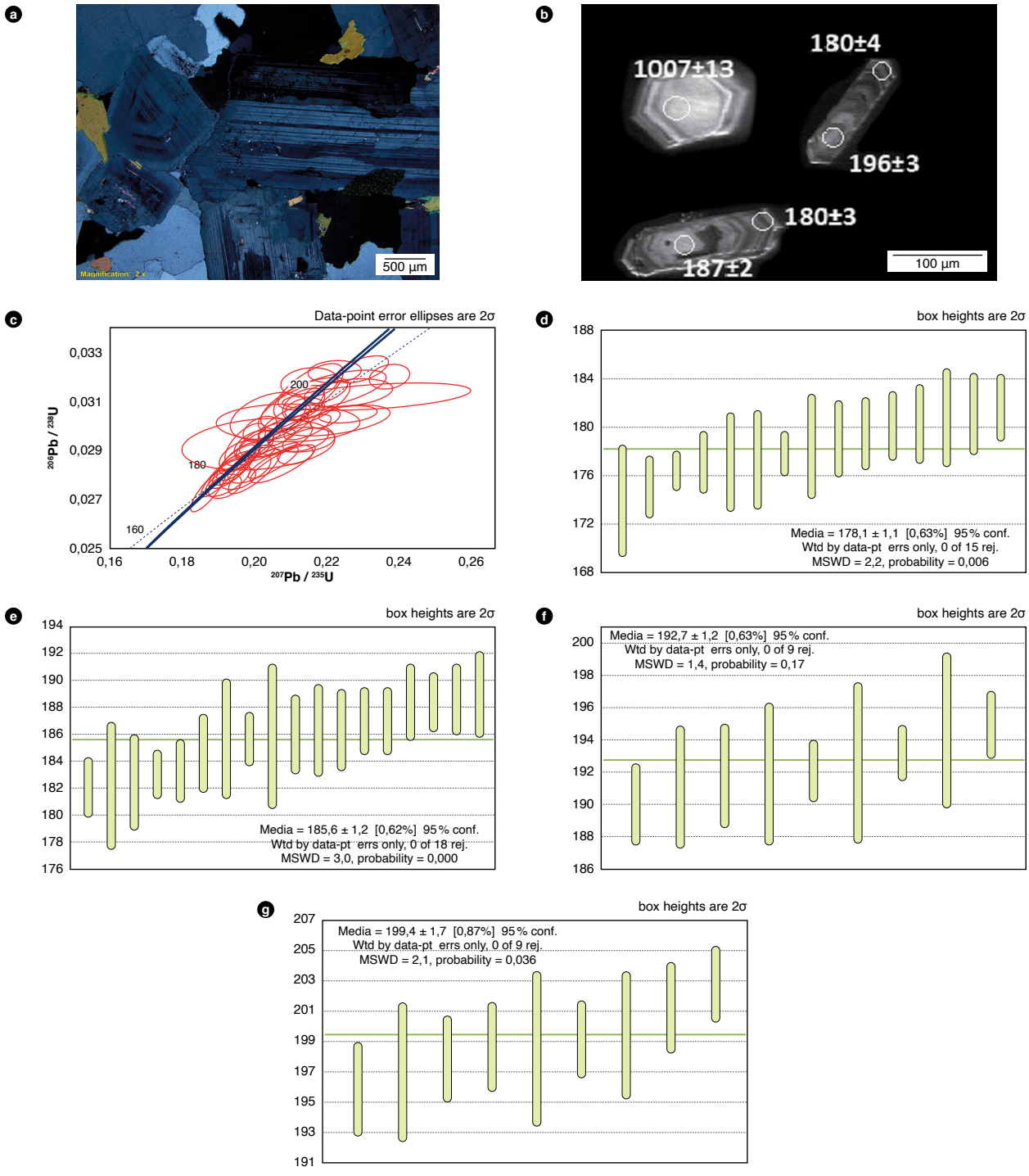


Figura 32. Petrografía y geocronología de la muestra GOE-1033

a) Fotografía de la muestra GOE-1033 que ilustra su textura general; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GOE-1033. Los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) diagrama Wetherill de la muestra GOE-1033; d) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 173 Ma y 182 Ma; e) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 183 Ma y 188 Ma; f) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 190 Ma y 195 Ma; g) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 196 Ma y 203 Ma.

Las relaciones Th/U de todos los circones varían entre 0,1 y 1,6 (anexo 1), lo que sugiere cristalización magmática (Rubatto, 2002).

La muestra JGB-530A se encuentra clasificada como cuarzodiorita (figura 33a). Presenta circones euhedrales, traslúcidos, prismáticos cortos y alargados, de tamaño promedio de 100 mm. Bajo CL, los cristales son homogéneos en su mayoría y solo algunos exhiben una leve zonación (figura 33b).

Los análisis U-Pb arrojaron dataciones concordantes desde ca. 171 Ma hasta 195 Ma (figura 33c), los cuales fueron agrupados en dos poblaciones: 1) 177,7 ± 1,4 Ma (figura 33d) y 2) 187,6 ± 2,6 Ma (figura 33e). Estos concuerdan con los resultados de la función *Unmix Ages*, la cual arrojó poblaciones a 177,9 ± 1,6 Ma y 187,2 ± 3,8 Ma (desajuste relativo 0,920). Aunque la edad promedio de todos los circones de la muestra es 180,0 ± 2,0 Ma (MSWD = 2,5), las dos poblaciones calculadas son correlacionables con las edades obtenidas en otras muestras del presente estudio en las que los cristales más jóvenes corresponden a la edad de cristalización y los antiguos a pulsos magmáticos previos al emplazamiento del intrusivo. Una datación arrojó un resultado de 977,8 ± 22,5 Ma, el cual podría corresponder a un xenocristal.

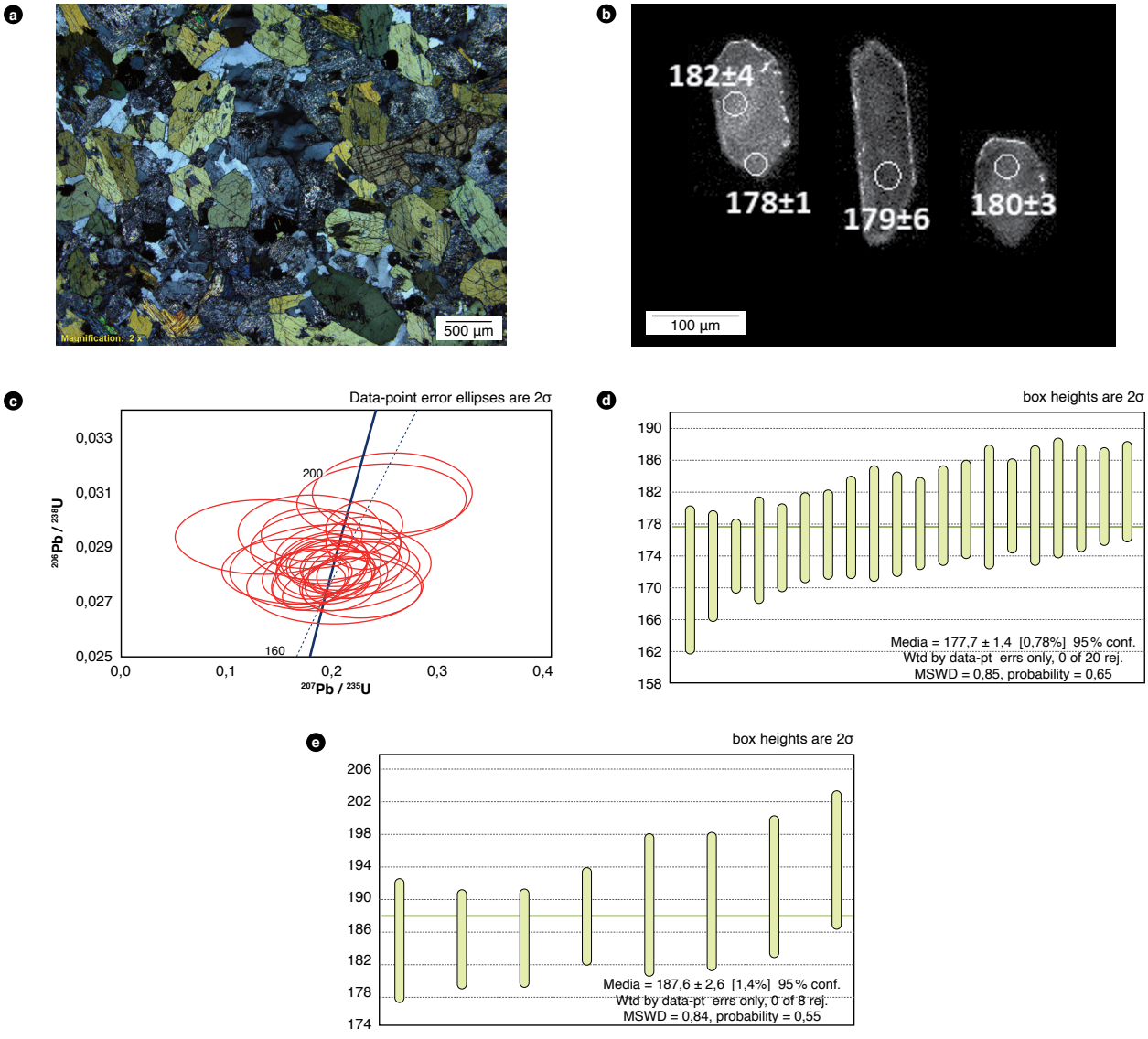


Figura 33. Petrografía y geocronología de la muestra JGB-530A
a) Fotografía de la muestra JGB-530A que ilustra su textura general; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra JGB-530A. Los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) diagrama Wetherill de la muestra JGB-530A; e) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 172 y 182 Ma; e) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 184 Ma y 194 Ma.

La relación Th/U de todos los cristales varía entre 0,1 y 1,0 (anexo 1) indicando la cristalización magmática de estos (Rubatto, 2002).

La muestra MIA-696 corresponde a un monzogranito (figura 34a). Los circones son euhedrales, prismaticos alargados, incoloros, traslúcidos, fracturados, con inclusiones minerales, y tamaños entre 77 mm y 210 mm. Algunos cristales son subhedrales de 56 mm. Las imágenes de CL permiten diferenciar que los circones tienen una leve zonación alrededor del núcleo. En algunos pocos, sin embargo, no es posible diferenciar tal zonación (figura 34b).

Las dataciones concordantes de esta muestra varían entre ca. 171 Ma y 205 Ma (figura 34c), produciendo una edad promedio de 186,6 ± 1,9 Ma con un alto grado de dispersión de los datos (MSWD = 7,5). De acuerdo con los resultados de la función *Unmix Ages*, estos fueron agrupados en tres poblaciones: 1) 176,9 ± 1,5 Ma; 2) 187,8 ± 0,9 Ma, y 3) 198,2 ± 2,1 Ma (figuras 34d, 34e y 34f), las cuales indican las edades de cristalización de autocristales y antecristales, respectivamente. Además, la muestra presenta un circón con dataciones de 1132,2 ± 31,3 Ma y 1145,5 ± 29,0 Ma, el cual indica la presencia de componentes heredados más antiguos.

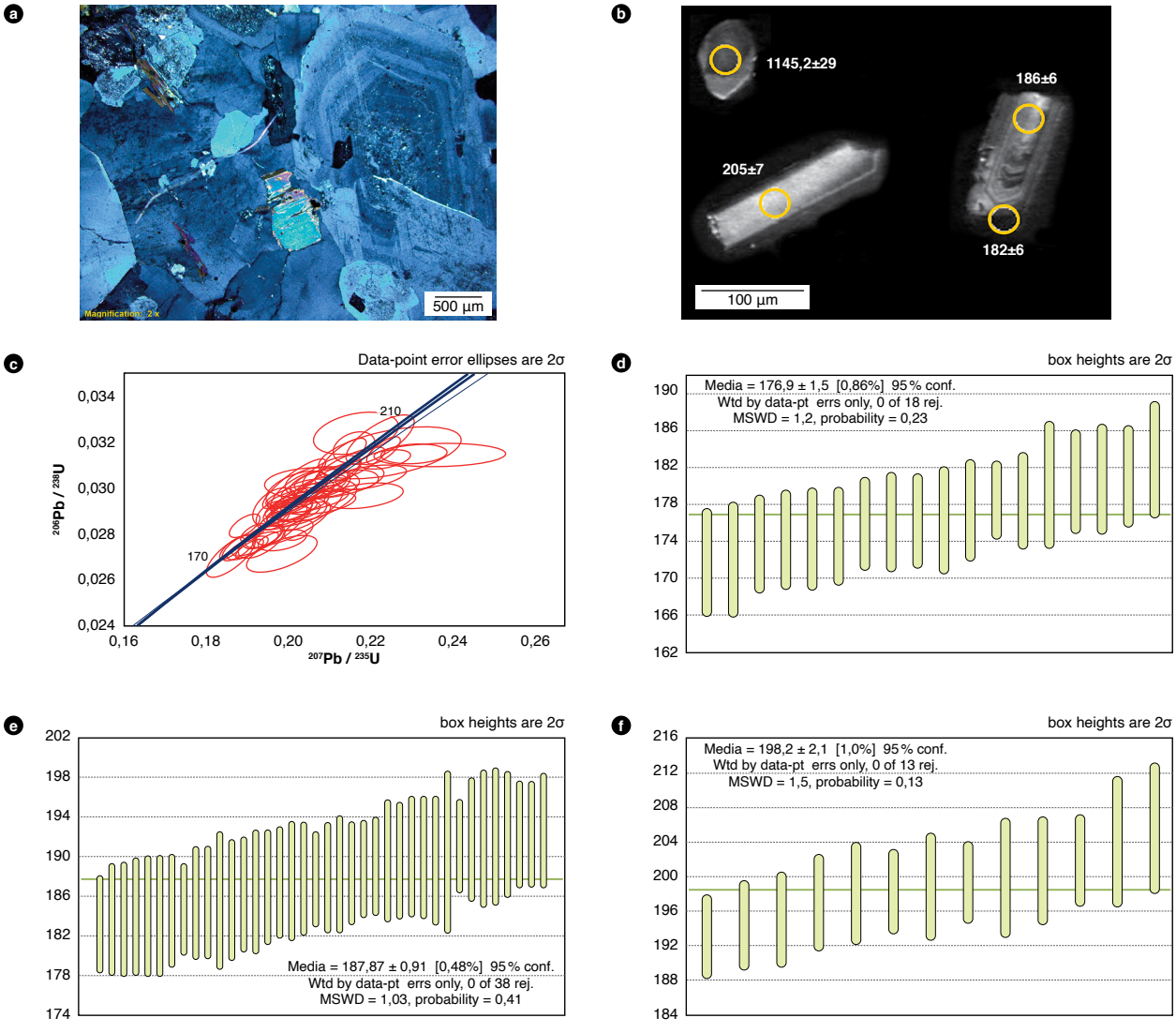


Figura 34. Petrografía y geocronología de la muestra MIA-696
a) Fotografía de la muestra MIA-696 que ilustra su textura general; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra MIA-696. Los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); b) diagrama Wetherill de la muestra MIA-696; d) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 172 Ma y 183 Ma; e) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 184 Ma y 192 Ma; f) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 193 Ma y 204 Ma.

Las relaciones Th/U varían entre 0,2 hasta 2,4, lo que sugiere un origen producto de cristalización magmática (Rubatto, 2002).

La muestra GR-6802 corresponde a una tonalita (figura 35a). Los circones son euhedrales a subhedrales, prismáticos cortos y alargados, incoloros, con tamaños entre 50 mm y 100 mm. Las imágenes de CL no muestran anillos de crecimiento de los cristales; sin embargo, es posible distinguir un halo de tonalidad gris oscuro hacia el núcleo (figura 35b).

Los cristales presentan dataciones concordantes que varían entre ca. 165 Ma y 185 Ma (figura 35c), lo que arroja una edad promedio de 172,7 ± 1,6 Ma con MSWD de 1,8. Estadísticamente, los datos sugieren una población de circones; sin embargo, basados en los resultados de la función *Unmix Ages* (170,5 ± 2,0 Ma y 177,6 ± 2,6 Ma), los datos fueron agrupados en dos conjuntos con edades promedio ponderadas para cada uno de: 1) 172,3 ± 1,5 Ma y 2) 183,6 ± 3,8 Ma (figuras 35d y 35e). Estas edades son correlacionables con las edades obtenidas en otras muestras del presente estudio, donde la población joven se interpreta como la edad de cristalización y la antigua como pulsos magmáticos previos. No presenta xenocristales.

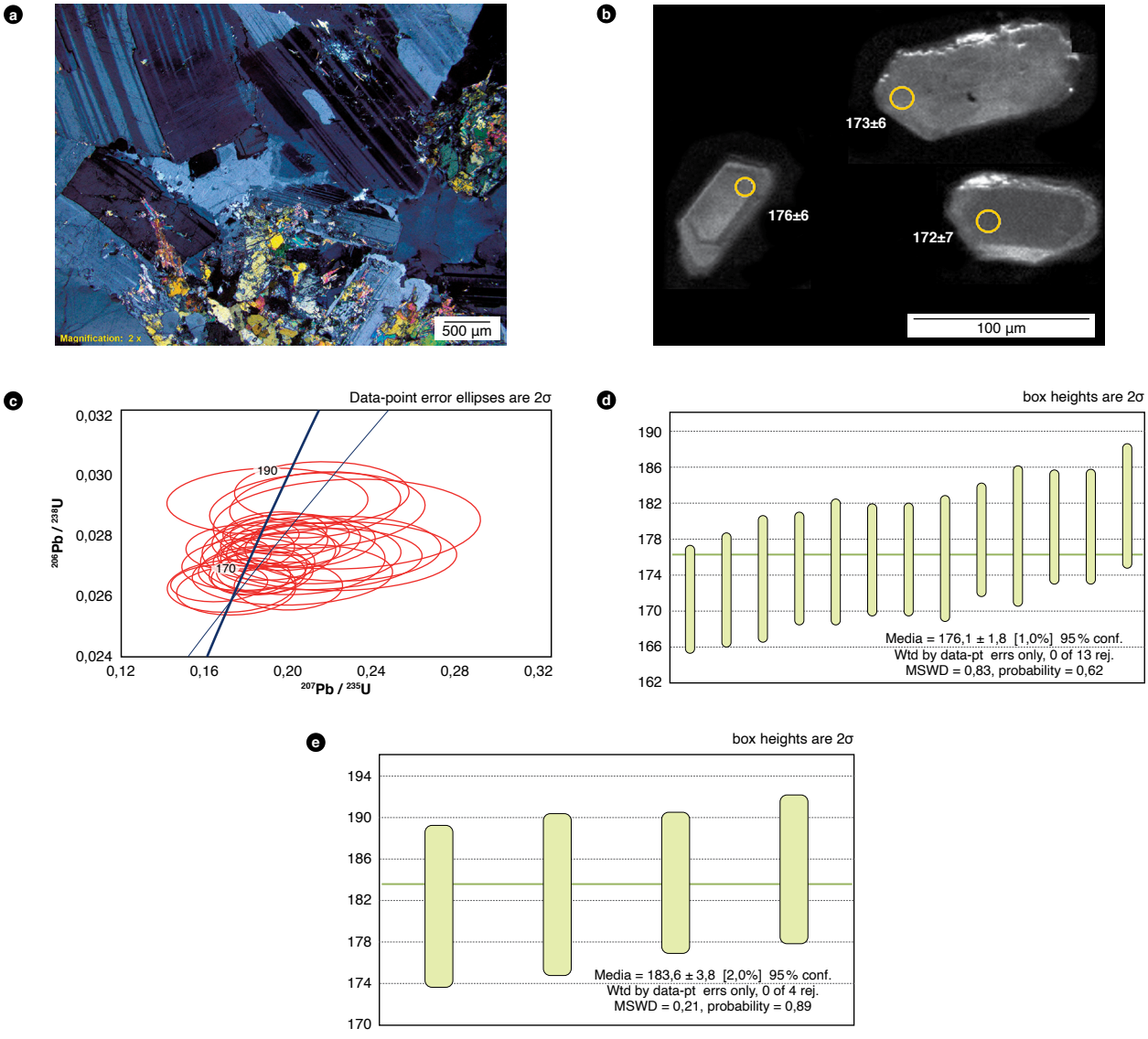


Figura 35. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6802
a) Fotografía de la muestra GR-6802 que ilustra su textura general; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6802. Los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) diagrama Wetherill de la muestra GR-6802; d) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 166 Ma y 178 Ma; e) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 182 Ma y 185 Ma.

Las relaciones Th/U de estos varía entre 0,1 y 1,3, lo que indica que son producto de cristalización magmática (Rubatto, 2002).

La muestra GR-6819 corresponde a una granodiorita (figura 36a). Los circones son euhedrales prismáticos cortos y achatados, escasos cristales en tallos y columnares, incoloros. Las imágenes de CL muestran cristales con una clara zonación alrededor del núcleo, y algunos pocos con textura rugosa (figura 36b).

Las dataciones concordantes de esta muestra varían entre ca. 171 Ma y 200 Ma (figura 36c), lo que arroja una edad promedio de 181,2 ± 3,4 Ma con MSWD de 5,3. De acuerdo con los resultados de la función *Unmix Ages* (3 poblaciones: 175,9 ± 2,3 Ma; 184,2 ± 4,2 Ma y 195,7 ± 3,6 Ma; desajuste relativo 0,669), estos fueron agrupados en tres poblaciones: 1) 176,1 ± 1,8 Ma; 2) 185,3 ± 2,9 Ma, y 3) 195,8 ± 3,2 Ma (figuras 36d, 36e y 36f), las cuales indican las edades de cristalización de au-

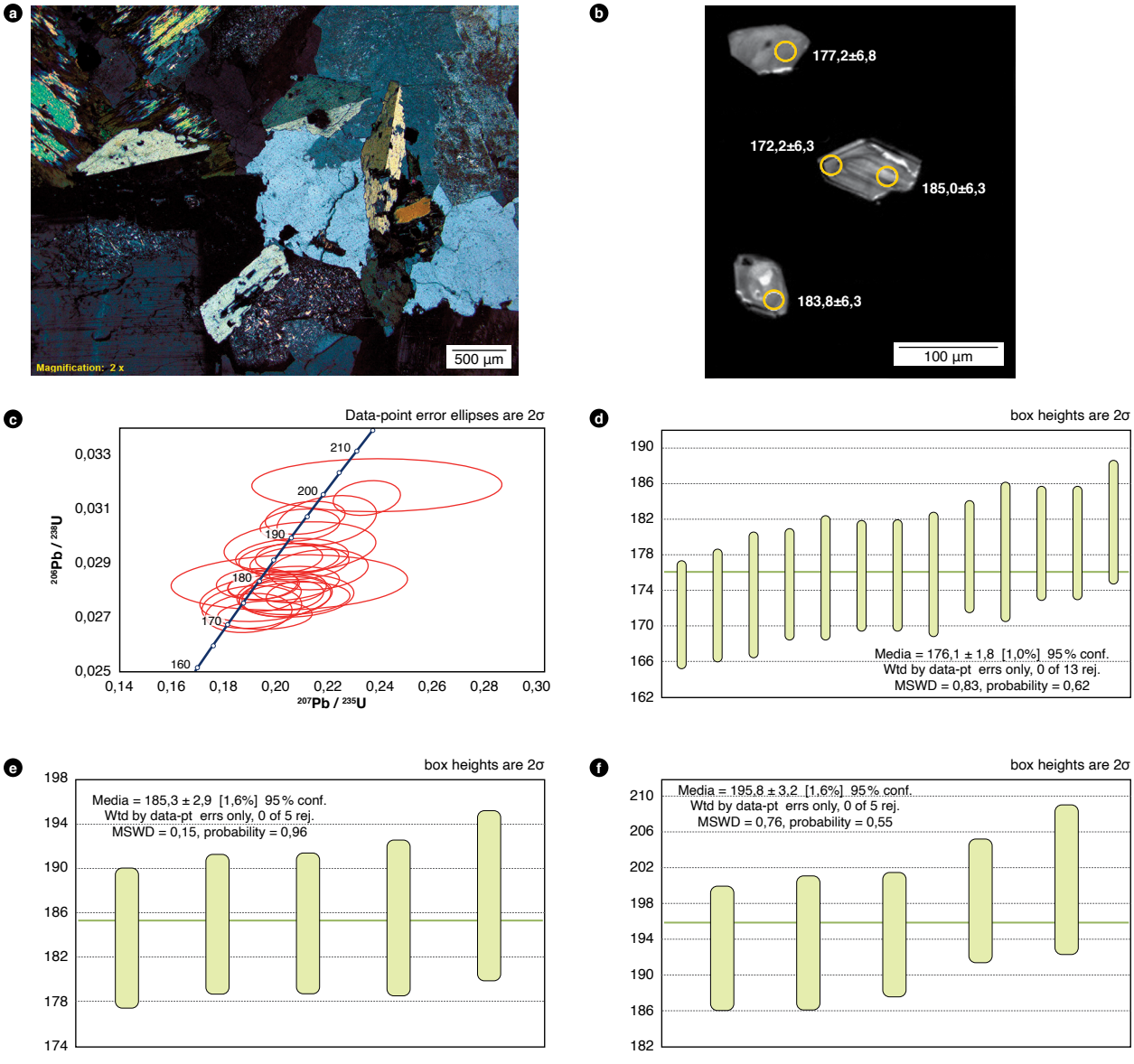


Figura 36. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6819
a) Fotografía de la muestra GR-6819 que ilustra su textura general; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6819. Los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) diagrama Wetherill de la muestra GR-6819; d) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 171 Ma y 181 Ma; e) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 183 Ma y 187 Ma; f) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 193 Ma y 200 Ma.

tocristales y antecristales, respectivamente. La muestra no presenta xenocristales.

Las relaciones Th/U varían entre 0,6 hasta 2,0, lo que sugiere un origen producto de cristalización magmática (Rubatto, 2002).

6.3. Rocas de dique

La muestra JGB-528B corresponde al saprolito de un dique de gabro hornbléndico (figura 37a) que intruye a la muestra JGB-528A. Presenta cristales euhedrales, prismáticos, traslucidos, en forma de tallos y agujas, y otros, anhedrales, achatados, cortos y fracturados. Estos últimos no exhibieron buenos resultados; por tanto, no fueron tenidos en cuenta en el análisis. Bajo CL, los circones aptos son homogéneos o presentan texturas caóticas, posiblemente producto del enfriamiento rápido (figura 37b).

Las dataciones concordantes varían entre ca. 172 Ma y 182 Ma (figura 37c), lo que arroja una edad de 176,3 ± 1,9 Ma con MSWD de 1,6, la cual es interpretada como la edad de cristalización del dique (figura 37d). No presenta xenocristales.

Los valores de la relación Th/U varían entre 0,1 hasta 2,5, lo que sugiere que los circones son producto de cristalización magmática (Rubatto, 2002).

7. Correlaciones

El Batolito Central de la Sierra Nevada se correlaciona litológicamente con la Granodiorita de Ipapure en la Alta Guajira (Radelli, 1960), y geocronológicamente con los batolitos de Pueblo Bello, Patillal y Atánquez en la Sierra Nevada de Santa Marta (Colmenares *et al.*, 2007; Tschanz *et al.*, 1969a, 1969b); los de Norosí y Guamocó, en el flanco oriental de la serranía de San Lucas (Bogotá y Aluja, 1981; González *et al.*, 2015; Leal-Mejía, 2011), y los plutones Monzogranito de Algeciras (Ferreira *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2022a), Cuarzolatita de Teruel (Arango *et al.*, 2022a), Granito de Garzón (Rodríguez *et*

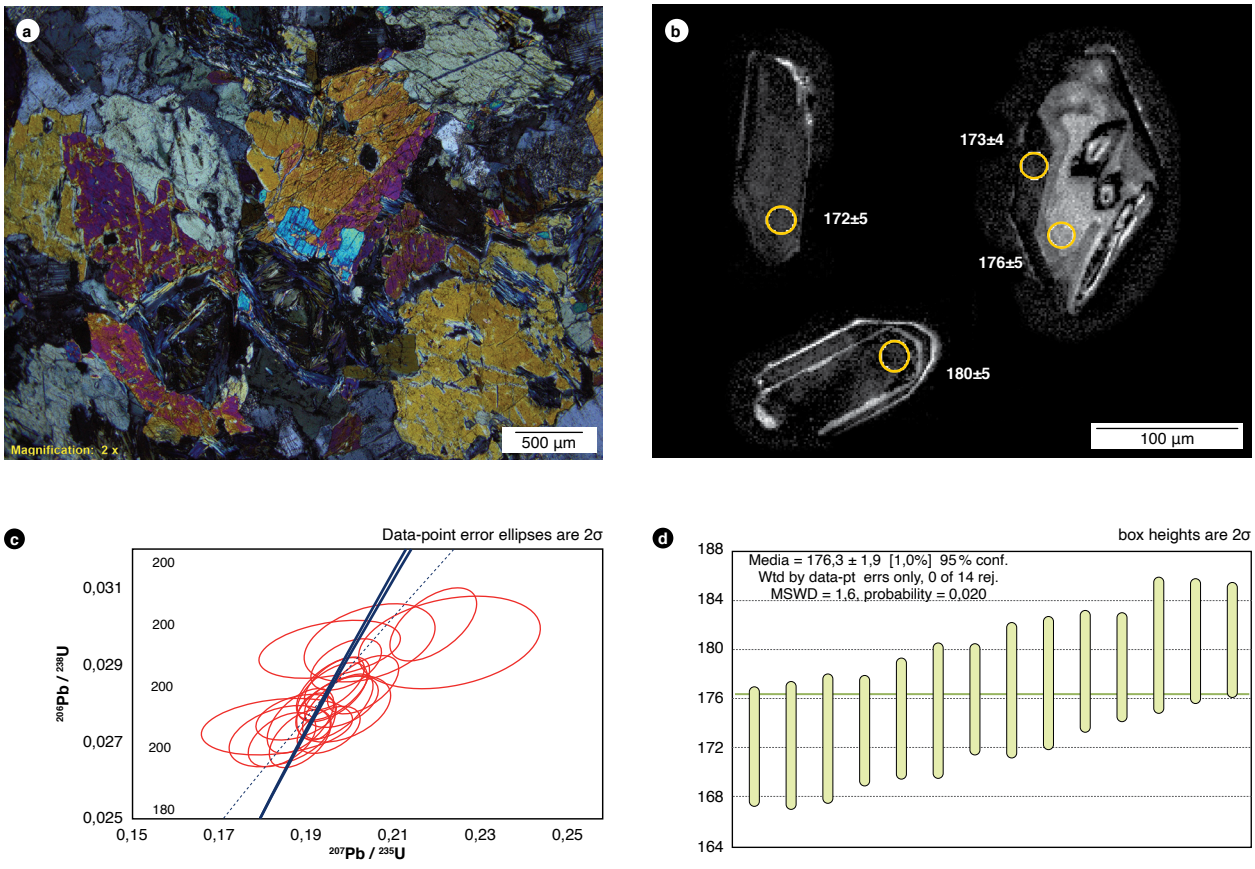


Figura 37. Petrografía y geocronología de la muestra JGB-528B
a) Fotografía de la muestra JGB-528B que ilustra su textura general; b) imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra JGB-528B. Los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) diagrama Wetherill de la muestra JGB-528B; d) edad promedio ponderada de circones con edades entre ca. 172 Ma y 182 Ma.

al., 2022b; Velandia *et al.*, 2001), Monzogranito de Altamira (Arango *et al.*, 2022b) y Monzogranito de Mocoa (Arango *et al.*, 2022c) en el Valle Superior del Magdalena.

Tanto en petrografía como en geoquímica, una muestra proveniente de la antigua unidad Cuarzomonzonita de Palomino exhibe diferencias notables con relación a las muestras de otros plutones incluidas en el Batolito Central de la Sierra Nevada. Es posible que parte de la Cuarzomonzonita de Palomino no sea correlacionable con el batolito mencionado. Se requieren estudios adicionales petrográficos, geoquímicos y geocronológicos en los granitoides del sector de Palomino, para confirmar o descartar su relación genética con el resto del Batolito Central de la Sierra Nevada.

8. Localidad tipo

Los mejores afloramientos de esta unidad, según Colmenares *et al.* (2007), son los que se consideran las localidades tipo del Batolito Central de la Sierra Nevada. Estos afloramientos se ubican en el camino Mingueo-Santa Clara-Bongá (San Antonio), en la vía Aracataca-vereda La Fuente, en el carreteable entre Santa Rosa-Santa Clara, en el río San Sebastián, en la carretera El Copey-quebrada Ley de Dios, en el arroyo Maizmorocho y en los cerros El Socorro y Cerro Azul, y a lo largo de la vía a El Palmor y La Bodega.

9. Génesis

Los plutones que conforman el Batolito Central de la Sierra Nevada exhiben variación composicional y las rocas que los integran corresponden a tonalitas, granodioritas y monzogranitos, con otras litologías menores.

Las características geoquímicas de las rocas de ser calcoalcalinas, con anomalías negativas de Nb, P y Ti y positivas de Pb, sugieren una génesis relacionada a una zona de subducción de margen continental. En la figura se parecía que las muestras también grafican dentro del campo de arcos continentales.

Cabe destacar que gran parte de las muestras analizadas presentan dataciones concordantes más antiguas que las edades de cristalización o erupción de la roca, las cuales son interpretadas como cristales heredados de eventos magmáticos anteriores (antecristales), o de la roca encajante (xenocristales).

Los antecristales de las rocas volcánicas y plutónicas, con edades entre ca. 215 Ma y 175 Ma, son coetáneos con los picos máximos identificados, lo cual sugiere que la cristalización de los cuerpos intrusivos y la erupción de las unidades volcánicas ocurrieron a través de diferentes pulsos magmáticos, tal como lo proponen Tschanz *et al.* (1969a) y Quandt *et al.* (2018). Esto se evidencia microscópicamente en las secciones delgadas de las muestras de los plutones, pues es posible distinguir rasgos petrográficos que sugieren asimilación incompleta de minerales cristalizados previamente por parte de los magmas que dieron origen a las rocas analizadas (figura 38).

Quandt *et al.* (2018) sugieren que los magmas, que dieron lugar a las rocas de arco de la Sierra Nevada de Santa Marta, resultaron de material proveniente del manto litosférico con asimilación de la corteza continental. Rodríguez *et al.* (2019) consideran que el mag-

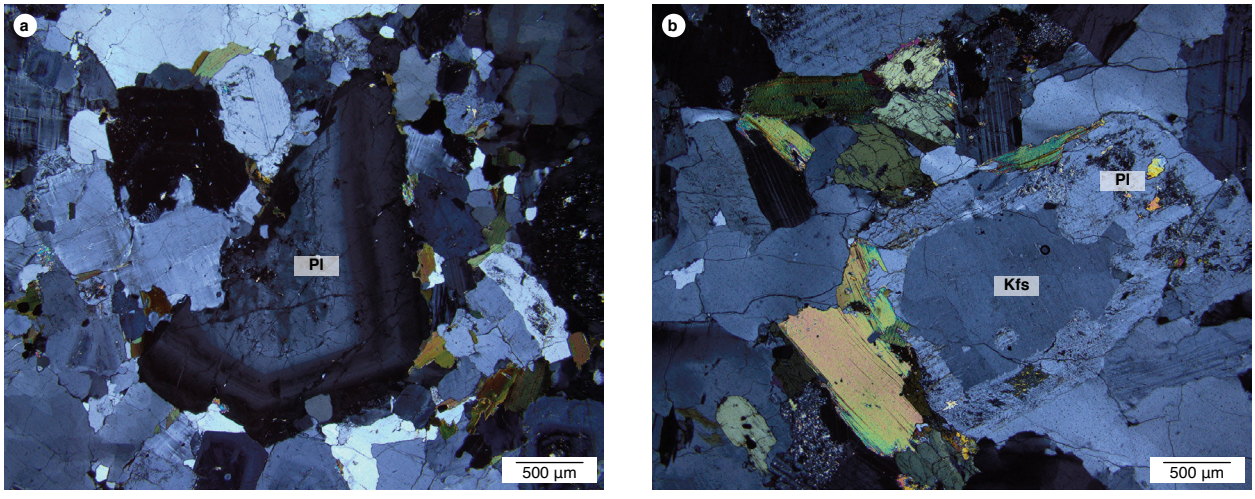


Figura 38. Posibles cristales de primeros pulsos magmáticos en muestras de los plutones del Batolito Central de la Sierra Nevada
a) Muestra GZ-6891: plagioclasa subhedral truncada; b) muestra JGB-528A: cristal euhedral que creció sobre un cristal anhedral de feldespato potásico.

matismo Triásico-Jurásico de Colombia está relacionado con tres arcos diferentes, donde el más extenso es el que aparece en el Valle Superior del Magdalena, la serranía de San Lucas y la Sierra Nevada de Santa Marta, emplazados en basamento Neoproterozoico y dispersado posterior a la cristalización a lo largo de la paleomargen suramericana.

10. Recursos minerales

La Sierra Nevada de Santa Marta presenta potencial geológico para explorar y explotar piedras ornamentales (Roa, 2001). No obstante, en gran parte del área que ocupa el Batolito Central de la Sierra Nevada existen dos zonas con restricciones para actividad minera, porque una corresponde al Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta y la otra a resguardos indígenas (Roa, 2001). El área disponible para actividades mineras corresponde a la parte meridional del Batolito Central de la Sierra Nevada, a lo que se conocía como el Batolito de Arataca (que incluye la zona de borde oriental y la zona de borde occidental) en la nomenclatura de Tschanz *et al.* (1969b), y en el sector septentrional a una parte del área ocupada por la Cuarzomonzonita de Palomino. Roa (2001) estableció una priorización de la exploración en esos lugares, basado en los criterios de facilidad de acceso y localización dentro de la Frontera de Desarrollo Minero. Según dicho estudio, la Cuarzomonzonita de Palomino y el Batolito de Aracataca presentan una priorización alta para la exploración. Castiblanco y Ruiz (2000), y Bernal y Ruiz (2002) también mencionan que, en el área de Bosconia y El Copey, que corresponde a la parte sur del Batolito Central de la Sierra Nevada, hay potencial para exploración de rocas ornamentales. A la fecha no se conocen estudios de caracterización de las rocas con fines ornamentales ni de reservas, en los sectores de las unidades geológicas mencionadas.

Se hizo un análisis para potencial en Cu de los magmas, a partir de los datos de geoquímica de roca total. De la interpretación se descartaron las muestras alteradas y aquellas que no cumplían con los criterios planteados por Loucks (2014), como Eu/Eu*<1,3, Al_2O_3 <20 % y las muestras con SiO_2 fuera del rango 58 %-70 %. Después de filtrado, pocas muestras son aptas para la interpretación y solo dos de ellas muestran potencial fertilidad para Cu (figura 39). Estas muestras son la GZ-6893 y GZ-6891, ambas ubicadas en la parte norte del Batolito Central de la Sierra Nevada.

11. Conclusiones

El Batolito Central de la Sierra Nevada macroscópicamente se caracteriza por presentar rocas félsicas, intermedias y máficas de composición cuarzomonzonita, monzogranito, granodiorita, tonalita, cuarzodiorita y diorita.

Microscópicamente, las rocas se distribuyen entre los campos monzogranito, granodiorita, tonalita y cuar-

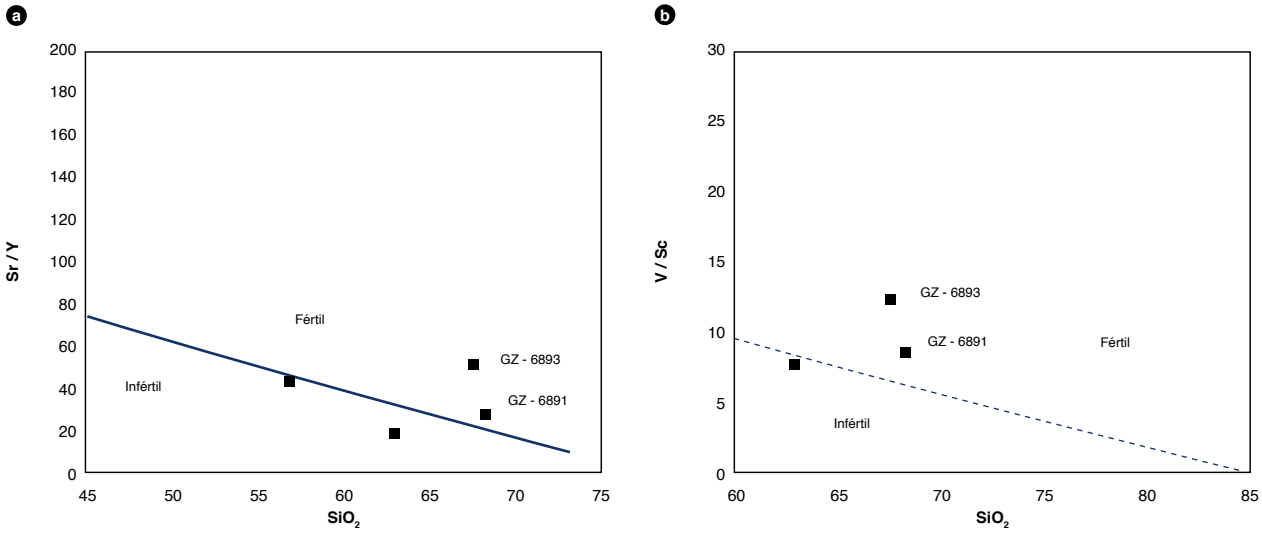


Figura 39. Gráficos de química de roca total de rocas del Batolito Central de la Sierra Nevada en diagramas discriminantes de Loucks (2014) para depósitos de Cu porfídico fanerozoicos, en rocas ígneas de ambientes de arco volcánico
a) SiO2 vs. Sr/Y; b) SiO2 vs. V/Sc. Fuente: elaboración propia y Loucks (2014).

zodiorita; sin embargo, algunas secciones se clasifican dentro de los campos cuarzomonzonita, cuarzomonzodiorita y gabro.

Las rocas del Batolito Central de la Sierra Nevada son calcoalcalinas, metaluminosas a levemente peraluminosas, con anomalías negativas de Nb, P y Ti, y positivas de Pb, que sugieren una génesis relacionada a una zona de subducción de margen continental.

La Cuarzomonzonita de Palomino se correlacionó con el Batolito Central de la Sierra Nevada por la edad de 184,9 ± 1,9 Ma obtenida en un saprolito (GOE-1039) colectado al sur de la traza septentrional de la Falla Maroma. Sin embargo, las rocas (metamonzogranito-IGM901376) al norte de dicha traza de falla, de las que no se disponen de dataciones geocronológicas, parecen no ser correlacionables con el Batolito Central de la Sierra Nevada, porque presentan características petrográficas y geoquímicas distintas.

El Batolito Central de la Sierra Nevada registra edades U-Pb en circones entre 172 Ma y 188 Ma, las cuales indican el rango de cristalización del batolito. Los circones tienen valores Th/U entre 0,2 hasta 2,5, lo que sugiere que son producto de cristalización magmática. Además, las muestras incluyen circones heredados con edades entre 1145 Ma y 930 Ma, indicando que este cuerpo intruyó unidades con circones del Meso-Neoproterozoico, como la Granulita de Los Mangos y el Neis de Dibuya.

La muestra GZ-6892 presenta una edad U-Pb en circones de 262 Ma obtenida en un saprolito al sur de la población de Mingueo, la cual no pertenece a esta unidad. Esta edad indica la presencia de rocas correlacionables con los cuerpos de la quebrada Valencia y el ortoneis de El Encanto, los cuales presentan dataciones U-Pb entre 309 Ma y 238 Ma.

Los recursos minerales en los que la unidad presenta potencial son como piedra ornamental, y posiblemente algunos cuerpos pueden tener potencial para Cu.

El Batolito Central de la Sierra Nevada se interpreta como un plutón compuesto, generado a partir de varios pulsos magmáticos en el Jurásico inferior y es correlacionable con otros batolitos de la Sierra Nevada de Santa Marta, con los del flanco oriental de la serranía de San Lucas y con varios batolitos y plutones del Valle Superior del Magdalena.

Referencias

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022a). Cuarzolatita de Teruel. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.9

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022b). Monzogranito de Altamira. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.12

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022c). Monzogranito de Mocoa. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.1

Bernal, L. y Ruiz, S. (2002). *Aprovechamiento de materiales lapidarios en la Sierra Nevada de Santa Marta, departamentos del Cesar y La Guajira. Informe fotogeológico, Sector 1 "Copey-Bosconia", departamento del Cesar*. Ingeominas.

Bogotá, J. y Aluja, J. (1981). Geología de la Serranía de San Lucas. *Geología Norandina*, 4, 49-55.

Castiblanco, C. y Ruiz, S. (2000). *Proyecto de rocas ornamentales en la Sierra Nevada de Santa Marta. Informe de compilación y Evaluación de Información. Departamento del Cesar*. Ingeominas.

Colmenares, F., Mesa, A., Roncancio, J., Arciniegas, E., Pedraza, P., Cardona, A., Romero, A. J., Silva, C. A., Alvarado, S. I., Romero, O. A. y Vargas, A. (2007). *Geología de las planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 y 40. Proyecto: Evolución geohistórica de la Sierra Nevada de Santa Marta*. Instituto Colombiano de Geología y Minería.

Ferreira, P., Nuñez, A. y Rodríguez, M. (2001). *Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 323 Neiva*. Servicio Geológico Colombiano.

Gansser, A. (1955). Ein Beitrag zur geologie and petrographie dar Sierra Nervada de Santa Marta (Kolumbien, Sudamerika) Schweizer. *Mineralog. U. Petrog. Mitt, 35*(2), 209-279.

González, H., Salinas, R., Cárdenas, J., Muñoz, C. y Vélez, W. (2015). *Memoria explicativa: Plancha 41 - Becerril*. Servicio Geológico Colombiano.

Irvine, T. N. y Baragar, W. R. A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences, 8*(5), 523-548. https://doi.org/10.1139/e71-055

Large, R. R., Gemmell, J. B., Paulick, H. y Huston, D. L. (2001). The alteration box plot: A simple approach to understanding the relationship between alteration mineralogy and lithogeochemistry associated with volcanic-hosted massive sulfide deposits. *Economic Geology, 96*(5), 957-971. https://doi.org/10.2113/gsecongeo.96.5.957

Leal-Mejía, H. (2011). *Phanerozoic Gold Metallogeny in the Colombian Andes: A tectono-magmatic approach* [Tesis de doctorado]. Universitat de Barcelona.

Loucks, R. R. (2014). Distinctive composition of copper-ore-forming arcmagmas. *Australian Journal of Earth Sciences, 61*(1), 5-16. https://doi.org/10.1080/08120099.2013.865676

Middlemost, E. A. K. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth Science Reviews, 37*(3-4), 215-224. https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9

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

Piraquive, A. (2017). *Marco estructural deformaciones y exhumación de los esquistos de Santa Marta: la acreción e historia de deformación de un terreno caribeño al norte de la Sierra Nevada de Santa Marta (Universidad Nacional de Colombia)*. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01689912/document

Quandt, D., Trumbull, R. B., Altenberger, U., Cardona, A., Romer, R. L., Bayona, G., Ducea, M., Valencia, V., Vásquez, M., Cortes, E. y Guzman, G. (2018). The geochemistry and geochronology of Early Jurassic igneous rocks from the Sierra Nevada de Santa Marta, NW Colombia, and tectono-magmatic implications. *Journal of South American Earth Sciences, 86*, 216-230. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.06.019

Radelli, L. (1960). El basamento cristalino de la península de La Guajira. *Boletín Geológico, 8*(1-3), 5-32.

Roa, R. A. (2001). *Proyecto piedras ornamentales: Sierra Nevada de Santa Marta, República de Colombia*. Unidad de Planeación Minero Energética.

Rodríguez, G., Zapata, G., Arango, M. I. y Bermúdez, J. G. (2022a). Monzogranito de Algeciras. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.10

Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022b). Granito de Garzón. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano https://doi.org/10.32685/9789585313194.11

Rodríguez, G., Correa, A. M., Zapata, G., Arango, M. I., Obando, G., Zapata, J. P. y Bermúdez, J. G. (2019). Diverse Jurassic magmatic arcs of the Colombian Andes: Constraints from petrography, geochronology and geochemistry. En J. Gómez y A. O. Pinilla-Pachón (eds.), *Geology of Colombia* (vol. 2 Mesozoic, pp. 117-170). Servicio Geológico Colombiano.

Rubatto, D. (2002). Zircon trace element geochemistry: Partitioning with garnet and the link between U–Pb ages and metamorphism. *Chemical Geology, 184*(1-2), 123-138. https://doi.org/10.1016/S0009-2541(01)00355-2

Shand, S. J. (1943). *Eruptive rocks. Their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits with a chapter on meteorites*. John Wiley & Sons, Ltd.

Streckeisen, A. (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews, 12*(1), 1-33. https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0

Sun, S. y McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematics of ocean basalts: Implications for mantle composition and processes. En A. Saunders y M. Norry (eds.), *Magmatism in the ocean basins* (vol. 42, pp. 313-345). https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19

Tschanz, C., Jimeno, A. y Cruz, J. (1969a). *Geology of the Santa Marta area (Colombia)*. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras.

Tschanz, C., Jimeno, A. y Cruz, J. (1969b). *Mapa geológico de reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta (1:200 000)*. Ingeominas.

Tschanz, C., Marvin, R., Cruz, J., Mehnert, H. y Cebula, G. (1974). Geologic evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta area, Colombia. *GS America Bulletin, 85*(2), 273-284. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1974)85<273:GEOTSN>2.0.CO;2

Vavra, G., Schmid, R. y Gebauer, D. (1999). Internal morphology, habit and U-Th-Pb microanalysis of amphibolite-to-granulite facies zircons: Geochro-

nology of the Ivrea Zone (Southern Alps). *Contributions to Mineralogy and Petrology, 134*(4), 380-404. https://doi.org/10.1007/s004100050492

Velandia, F., Nuñez, A. y Marquínez, G. (2001). *Mapa geológico departamento del Huila. Escala 1:300 000. Memoria explicativa*. Servicio Geológico Colombiano.

Villagómez, D., Spikings, R., Mora, A., Guzmán, G., Ojeda, G., Cortés, F. y Van der Lelij, R. (2011). Vertical tectonics at a continental crust-oceanic plateau plate boundary zone: Fission track thermochronology of the Sierra Nevada de Santa Marta. *Tectonics, 30*(4). https://doi.org/10.1029/2010TC002835

Wilt, J. C. (1995). Correspondence of alkalinity and ferric/ferrous ratios of igneous rocks associated with various types of porphyry copper deposits. En F. W. Pierce y J. G. Bolm (eds.), *Porphyry copper deposits of the American Cordillera* (pp. 180-200). Arizona Geological Society Digest 20.

Anexos

Anexo 1. Geocronología

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GZ__6892_01	290,0	31,0	0,1	0,0767	0,0010	2,0340	0,0580	0,1930	0,0057	0,9	1138,8	34,7	1126,0	19,0	1112	27
GZ__6892_02	3520,0	438,0	0,1	0,0501	0,0006	0,2105	0,0029	0,0308	0,0004	0,6	195,6	3,3	193,9	2,4	202	25
GZ__6892_03	1167,0	87,1	0,1	0,0796	0,0009	1,8030	0,0290	0,1645	0,0035	0,9	972,9	22,9	1048,4	9,8	1187	23
GZ__6892_04	495,0	69,5	0,1	0,0843	0,0013	2,7400	0,1600	0,2360	0,0150	1,0	1370,4	84,0	1331,0	44,0	1298	29
GZ__6892_05	141,0	64,9	0,5	0,0762	0,0012	1,7980	0,0400	0,1711	0,0037	0,7	1014,6	24,6	1046,0	15,0	1098	32
GZ__6892_06	580,0	283,1	0,5	0,0718	0,0007	1,5060	0,0550	0,1528	0,0051	1,0	914,3	31,2	931,0	23,0	980	19
GZ__6892_07	360,0	71,9	0,2	0,0671	0,0016	0,9900	0,1400	0,1130	0,0110	1,0	686,4	64,9	740,0	59,0	833	54
GZ__6892_08	2570,0	157,3	0,1	0,0512	0,0010	0,2027	0,0042	0,0289	0,0006	0,5	183,4	4,2	187,4	3,5	244	47
GZ__6892_09	93,5	6,6	0,1	0,0729	0,0017	1,6140	0,0390	0,1621	0,0024	0,0	966,7	18,5	975,0	15,0	1005	47
GZ__6892_10	137,3	15,1	0,1	0,0704	0,0009	1,5380	0,0530	0,1554	0,0055	0,9	930,8	33,0	950,0	19,0	939	26
GZ__6892_11	439,0	87,3	0,2	0,0763	0,0010	1,8270	0,0370	0,1731	0,0033	0,8	1025,9	22,9	1055,0	13,0	1113	25
GZ__6892_12	52,0	34,3	0,7	0,0514	0,0030	0,2750	0,0290	0,0369	0,0026	0,9	233,4	16,3	248,0	23,0	240	120
GZ__6892_13	562,0	48,5	0,1	0,0864	0,0008	2,3760	0,0630	0,1990	0,0048	0,9	1159,9	30,3	1234,0	19,0	1347	17
GZ__6892_14	518,0	28,3	0,1	0,0868	0,0011	2,2580	0,0750	0,1891	0,0055	0,9	1103,7	31,5	1197,0	23,0	1356	24
GZ__6892_15	321,0	129,0	0,4	0,0797	0,0022	2,0100	0,2400	0,1790	0,0180	1,0	1055,5	102,3	1089,0	87,0	1192	54
GZ__6892_16	49,7	36,0	0,7	0,0585	0,0024	0,3610	0,0140	0,0447	0,0006	0,1	279,4	5,2	313,0	11,0	566	90
GZ__6892_17	50,2	27,4	0,5	0,0512	0,0019	0,3164	0,0098	0,0447	0,0008	0,1	282,4	5,8	278,9	7,5	238	83
GZ__6892_18	57,4	47,7	0,8	0,0538	0,0020	0,2940	0,0110	0,0396	0,0009	0,2	249,7	6,3	261,1	8,3	363	79
GZ__6892_19	241,0	234,0	1,0	0,0677	0,0037	0,3700	0,0310	0,0384	0,0007	0,7	237,7	5,3	310,0	16,0	830	100
GZ__6892_20	59,3	34,8	0,6	0,0596	0,0020	0,3580	0,0130	0,0427	0,0008	0,1	266,7	6,0	310,3	9,4	577	75
GZ__6892_21	76,1	23,6	0,3	0,0525	0,0019	0,2950	0,0110	0,0419	0,0007	0,4	264,0	5,8	263,9	9,0	294	82
GZ__6892_22	38,8	32,2	0,8	0,0526	0,0025	0,2980	0,0170	0,0408	0,0010	0,4	257,3	6,9	264,0	13,0	300	110
GZ__6892_23	0,0	0,0	2,1	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ__6892_24	1079,0	395,0	0,4	0,0771	0,0008	2,0430	0,0370	0,1908	0,0034	0,9	1125,9	23,9	1130,0	12,0	1122	20
GZ__6892_25	167,0	11,5	0,1	0,0774	0,0014	1,8980	0,0870	0,1784	0,0056	0,8	1054,8	33,7	1082,0	29,0	1129	35
GZ__6892_26	217,5	90,6	0,4	0,0756	0,0011	1,8380	0,0460	0,1775	0,0038	0,7	1051,9	25,2	1062,0	17,0	1095	29
GZ__6892_27	295,0	115,4	0,4	0,0811	0,0009	2,4130	0,0300	0,2137	0,0038	0,8	1249,9	26,0	1246,3	8,9	1223	22
GZ__6892_28	101,4	46,3	0,5	0,0520	0,0018	0,2420	0,0100	0,0333	0,0006	0,4	210,8	4,4	219,8	8,4	292	81
GZ__6892_29	161,7	162,1	1,0	0,0498	0,0016	0,2131	0,0076	0,0314	0,0006	0,5	199,4	4,4	196,0	6,3	167	72
GZ__6892_30	77,0	73,6	1,0	0,0530	0,0026	0,2450	0,0110	0,0339	0,0006	0,2	214,4	4,9	222,5	9,3	310	110
GZ__6892_31	38,3	39,9	1,0	0,0960	0,0120	0,6060	0,0890	0,0435	0,0011	0,8	259,5	8,7	469,0	54,0	1500	230
GZ__6892_32	970,0	548,0	0,6	0,0566	0,0009	0,2310	0,0140	0,0297	0,0018	1,0	187,1	11,2	211,0	11,0	471	35
GZ__6892_33	1106,0	382,0	0,3	0,0532	0,0008	0,2338	0,0057	0,0319	0,0007	0,7	201,5	4,8	213,2	4,7	336	36
GZ__6892_34	63,8	45,9	0,7	0,0573	0,0027	0,3100	0,0190	0,0390	0,0010	0,7	244,8	7,5	274,0	15,0	480	110
GZ__6892_35	60,1	78,0	1,3	0,0591	0,0025	0,3450	0,0180	0,0427	0,0011	0,3	267,1	8,1	300,0	13,0	552	93
GZ__6892_36	141,0	184,0	1,3	0,0504	0,0013	0,3414	0,0099	0,0478	0,0010	0,6	301,9	6,9	298,0	7,5	209	56
GZ__6892_37	47,1	43,3	0,9	0,0780	0,0280	0,4500	0,1400	0,0480	0,0018	0,7	292,7	15,4	357,0	66,0	580	240

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GZ__6892_38	15,0	17,4	1,2	0,0953	0,0068	0,6740	0,0420	0,0504	0,0014	0,0	300,4	9,2	521,0	26,0	1510	140
GZ__6892_39	110,7	56,6	0,5	0,0777	0,0063	0,4440	0,0370	0,0439	0,0011	0,8	268,1	7,5	378,0	28,0	1080	150
GZ__6892_40	30,4	27,7	0,9	0,0551	0,0032	0,3230	0,0180	0,0429	0,0009	0,3	269,9	6,3	283,0	14,0	380	130
GZ__6892_41	105,3	66,8	0,6	0,0723	0,0051	0,4210	0,0310	0,0421	0,0006	0,4	258,7	5,3	355,0	21,0	920	120
GZ__6892_42	291,0	81,2	0,3	0,0508	0,0010	0,2950	0,0110	0,0426	0,0018	0,9	269,2	11,9	262,1	8,8	229	44
GZ__6892_43	0,0	0,1	4,1	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ__6892_44	151,0	7,0	0,0	0,0726	0,0010	1,7320	0,0300	0,1718	0,0030	0,7	1022,8	21,9	1022,0	12,0	1001	27
GZ__6892_45	258,0	63,7	0,2	0,0834	0,0013	2,8510	0,0650	0,2444	0,0057	0,8	1418,8	36,5	1368,0	17,0	1277	30
GZ__6892_46	148,0	23,3	0,2	0,0738	0,0015	1,5400	0,1200	0,1501	0,0097	1,0	896,6	56,6	936,0	50,0	1039	38
GZ__6892_47	173,0	149,0	0,9	0,0503	0,0012	0,3560	0,0110	0,0509	0,0012	0,6	321,0	8,7	308,8	8,0	204	53
GZ__6892_48	683,0	462,0	0,7	0,0652	0,0017	0,3460	0,0270	0,0392	0,0022	0,9	243,6	14,1	300,0	20,0	775	53
GZ__6892_49	39,7	12,6	0,3	0,0828	0,0092	0,4760	0,0550	0,0416	0,0007	0,7	252,4	6,0	390,0	36,0	1250	220
GZ__6892_50	64,9	59,1	0,9	0,0536	0,0015	0,3310	0,0100	0,0444	0,0012	0,5	279,5	8,1	290,2	7,7	343	63
GZ__6892_51	28,3	16,6	0,6	0,0514	0,0031	0,2980	0,0190	0,0419	0,0011	0,3	264,6	7,5	264,0	15,0	270	130
GZ__6892_52	133,0	115,0	0,9	0,0530	0,0009	0,3305	0,0083	0,0455	0,0012	0,7	286,5	8,1	289,8	6,3	324	38
GZ__6892_53	55,0	39,4	0,7	0,0528	0,0022	0,3300	0,0140	0,0464	0,0019	0,5	292,2	12,4	289,0	10,0	320	97
GZ__6892_54	64,6	54,3	0,8	0,0576	0,0016	0,3330	0,0130	0,0415	0,0007	0,8	260,3	5,7	291,2	9,8	504	62
GZ__6892_55	60,5	43,0	0,7	0,0565	0,0018	0,3000	0,0120	0,0387	0,0007	0,6	242,9	5,4	266,2	9,6	459	69
GZ__6892_56	27,2	22,6	0,8	0,2100	0,0240	1,5300	0,2800	0,0537	0,0044	0,9	272,4	24,2	930,0	110,0	2920	190
GZ__6892_57	662,0	614,0	0,9	0,0508	0,0008	0,2614	0,0035	0,0374	0,0004	0,3	236,6	4,0	235,7	2,8	227	36
GZ__6892_58	326,0	203,0	0,6	0,0514	0,0009	0,3180	0,0120	0,0443	0,0017	0,8	279,6	10,6	279,8	8,9	253	40
GZ__6892_59	22,9	11,9	0,5	0,0474	0,0029	0,2790	0,0160	0,0419	0,0008	0,2	265,8	6,2	249,0	13,0	90	120
GZ__6892_60	239,0	67,6	0,3	0,0528	0,0013	0,2710	0,0085	0,0377	0,0011	0,7	238,0	7,5	243,3	6,8	311	54
GZ__6892_61	218,5	211,0	1,0	0,0514	0,0010	0,3017	0,0072	0,0431	0,0009	0,6	272,4	6,9	267,6	5,6	255	44
GZ__6892_62	54,8	27,3	0,5	0,0606	0,0031	0,4050	0,0210	0,0478	0,0007	0,1	298,1	5,6	345,0	15,0	620	110
GZ__6892_63	40,0	31,0	0,8	0,0563	0,0028	0,3420	0,0190	0,0432	0,0010	0,4	271,1	6,9	301,0	14,0	480	110
GZ__6892_64	63,5	21,9	0,3	0,0499	0,0013	0,3070	0,0110	0,0447	0,0013	0,6	282,6	8,7	271,2	8,4	188	59
GZ__6892_65	59,6	24,6	0,4	0,0526	0,0016	0,3230	0,0140	0,0444	0,0013	0,6	279,8	8,7	284,0	10,0	303	68
GZ__6892_66	73,0	26,5	0,4	0,0536	0,0017	0,3060	0,0240	0,0410	0,0029	0,9	258,3	18,0	270,0	19,0	355	73
GZ__6892_67	15,3	10,6	0,7	0,0808	0,0085	0,4930	0,0620	0,0431	0,0014	0,4	262,3	10,0	400,0	41,0	1200	220
GZ__6892_68	49,8	60,5	1,2	0,0578	0,0029	0,3220	0,0160	0,0398	0,0007	0,1	249,7	5,4	283,0	12,0	490	110
GZ__6892_69	22,8	18,7	0,8	0,0579	0,0033	0,3540	0,0210	0,0442	0,0008	0,2	276,8	6,3	310,0	16,0	490	120
GZ__6892_70	25,9	18,6	0,7	0,0507	0,0023	0,3210	0,0150	0,0464	0,0010	0,3	292,9	7,5	282,0	12,0	219	98
GZ__6892_71	87,4	104,0	1,2	0,0854	0,0097	0,4660	0,0580	0,0397	0,0008	0,7	240,1	6,5	383,0	37,0	1220	190
GZ__6892_72	202,0	452,0	2,2	0,0545	0,0019	0,2720	0,0120	0,0371	0,0010	0,8	233,8	6,9	244,2	9,4	378	74
GZ__6892_73	4,0	5,6	1,4	0,2180	0,0200	2,8900	0,3300	0,0951	0,0050	0,6	474,4	28,6	1355,0	77,0	2890	110
GZ__6892_74	25,6	29,1	1,1	0,0542	0,0033	0,3200	0,0190	0,0429	0,0009	0,1	270,0	6,3	281,0	14,0	340	130
GZ__6892_75	51,3	49,7	1,0	0,0651	0,0029	0,3740	0,0160	0,0417	0,0008	0,0	258,7	5,9	322,0	12,0	776	90
GZ__6892_76	155,0	42,5	0,3	0,0521	0,0015	0,2970	0,0170	0,0410	0,0018	0,9	258,8	11,8	263,0	13,0	282	65
GZ__6892_77	237,0	62,7	0,3	0,0714	0,0010	1,1670	0,0510	0,1181	0,0053	0,9	712,8	31,6	788,0	23,0	968	27

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GZ__6892_78	148,0	119,4	0,8	0,0518	0,0015	0,3610	0,0130	0,0499	0,0017	0,8	314,2	11,2	312,6	9,9	280	68
GZ__6892_79	38,1	25,0	0,7	0,0496	0,0029	0,2840	0,0160	0,0413	0,0009	0,3	261,3	6,9	256,0	12,0	170	120
GZ__6892_80	35,2	20,6	0,6	0,0684	0,0032	0,4070	0,0220	0,0441	0,0009	0,4	272,3	6,8	345,0	16,0	857	99
GZ__6892_81	500,0	164,0	0,3	0,0530	0,0011	0,3190	0,0300	0,0428	0,0039	1,0	269,7	24,3	279,0	23,0	330	51
GZ__6892_82	82,9	18,7	0,2	0,0541	0,0020	0,3200	0,0130	0,0428	0,0007	0,4	269,5	5,4	282,0	10,0	361	84
GZ__6892_83	150,7	43,4	0,3	0,0694	0,0011	1,3810	0,0680	0,1432	0,0074	1,0	861,1	44,2	877,0	30,0	907	32
GZ__6892_84	105,0	39,5	0,4	0,0712	0,0054	0,4840	0,0390	0,0494	0,0010	0,4	303,7	7,6	398,0	27,0	920	170
GZ__6892_85	69,5	5,7	0,1	0,0619	0,0030	0,4120	0,0220	0,0486	0,0018	0,6	302,4	11,7	349,0	16,0	660	100
GZ__6892_86	50,7	26,3	0,5	0,0488	0,0023	0,2800	0,0140	0,0411	0,0007	0,2	260,5	5,7	250,0	11,0	160	100
GZ__6892_87	36,1	27,4	0,8	0,0595	0,0038	0,3460	0,0220	0,0424	0,0011	0,3	265,1	7,5	307,0	18,0	560	140
GZ__6892_88	25,3	28,7	1,1	0,2110	0,0270	1,7700	0,2700	0,0593	0,0024	0,9	300,1	17,9	1010,0	100,0	2910	220
GZ__6892_89	76,6	108,0	1,4	0,0590	0,0027	0,3360	0,0120	0,0428	0,0010	0,3	267,8	6,8	294,1	9,5	563	92
GZ__6892_90	233,0	81,0	0,3	0,0798	0,0013	2,6100	0,1500	0,2360	0,0120	1,0	1377,4	73,2	1297,0	45,0	1194	33
GZ__6892_91	48,3	84,0	1,7	0,0512	0,0015	0,2870	0,0100	0,0404	0,0009	0,4	255,2	6,3	256,2	8,0	243	66
GZ__6892_92	38,6	51,1	1,3	0,0498	0,0032	0,2780	0,0170	0,0403	0,0009	0,1	254,9	7,0	248,0	14,0	180	130
GZ__6892_93	309,0	33,3	0,1	0,1730	0,0170	1,1800	0,2400	0,0453	0,0059	0,8	243,1	31,3	770,0	110,0	2520	160
GZ__6892_94	85,8	28,6	0,3	0,1020	0,0091	1,2400	0,1600	0,0831	0,0042	0,2	487,1	25,8	799,0	66,0	1600	140
GZ__6892_95	107,0	37,0	0,3	0,0819	0,0014	2,7240	0,0650	0,2407	0,0063	0,9	1400,5	38,8	1339,0	20,0	1254	32
GZ__6892_96	16,4	6,0	0,4	0,0544	0,0030	0,2990	0,0180	0,0404	0,0010	0,5	254,3	7,5	265,0	14,0	370	120
GZ__6891_01	99,1	40,0	0,4	0,0527	0,0019	0,2177	0,0082	0,0301	0,0005	0,4	190,5	4,4	199,8	6,8	305	79
GZ__6891_02	64,4	40,9	0,6	0,0506	0,0024	0,2118	0,0088	0,0308	0,0009	0,1	195,6	6,2	196,3	7,7	230	100
GZ__6891_03	98,8	44,9	0,5	0,0530	0,0020	0,2123	0,0095	0,0295	0,0005	0,5	186,4	4,4	195,2	8,0	318	83
GZ__6891_04	15,7	7,4	0,5	0,0443	0,0066	0,1780	0,0270	0,0297	0,0006	0,1	189,8	5,1	164,0	23,0	-50	250
GZ__6891_05	21,1	9,1	0,4	0,0475	0,0069	0,1850	0,0270	0,0288	0,0006	0,3	183,2	4,9	175,0	24,0	60	260
GZ__6891_05	183,0	142,0	0,8	0,0541	0,0016	0,2271	0,0078	0,0307	0,0011	0,6	193,9	7,5	207,7	6,4	367	65
GZ__6891_06	60,6	30,1	0,5	0,0481	0,0023	0,2170	0,0140	0,0325	0,0014	0,8	206,7	9,5	201,0	11,0	111	99
GZ__6891_07	169,0	39,5	0,2	0,0498	0,0012	0,2321	0,0060	0,0336	0,0006	0,7	213,3	5,1	211,8	4,9	182	52
GZ__6891_08	60,3	4,4	0,1	0,0718	0,0014	1,6970	0,0310	0,1728	0,0024	0,6	1029,5	21,3	1007,0	12,0	977	39
GZ__6891_09	58,3	49,5	0,8	0,0499	0,0021	0,1997	0,0092	0,0293	0,0006	0,3	186,0	4,9	184,7	7,7	189	92
GZ__6891_10	81,2	29,9	0,4	0,0495	0,0023	0,2190	0,0120	0,0314	0,0006	0,6	199,7	5,2	201,0	10,0	166	96
GZ__6891_11	85,5	50,0	0,6	0,0556	0,0026	0,2193	0,0095	0,0292	0,0006	0,4	184,1	4,7	201,1	7,9	410	100
GZ__6891_12	58,7	33,5	0,6	0,0485	0,0022	0,2100	0,0110	0,0317	0,0006	0,5	201,6	5,2	192,9	9,4	128	93
GZ__6891_13	168,0	54,9	0,3	0,0489	0,0014	0,2087	0,0065	0,0309	0,0005	0,5	196,7	4,3	192,4	5,4	140	63
GZ__6891_14	991,0	165,0	0,2	0,0506	0,0009	0,1969	0,0039	0,0280	0,0006	0,7	177,7	4,9	182,4	3,3	218	41
GZ__6891_15	58,8	50,2	0,9	0,0518	0,0028	0,2100	0,0130	0,0298	0,0007	0,3	188,5	5,1	193,0	11,0	240	120
GZ__6891_16	205,0	49,3	0,2	0,0567	0,0035	0,3430	0,0390	0,0432	0,0022	0,9	271,0	14,3	301,0	30,0	490	140
GZ__6891_17	41,0	67,2	1,6	0,0796	0,0064	0,3600	0,0300	0,0326	0,0006	0,2	199,5	5,2	314,0	23,0	1220	160
GZ__6891_18	446,0	750,0	1,7	0,0591	0,0024	0,2265	0,0072	0,0276	0,0005	0,2	173,6	4,1	207,2	6,0	552	88
GZ__6891_19	105,6	98,1	0,9	0,0511	0,0019	0,2080	0,0081	0,0294	0,0005	0,2	186,6	4,4	191,7	6,8	240	80
GZ__6891_20	80,0	49,3	0,6	0,0495	0,0015	0,2290	0,0130	0,0324	0,0014	0,7	205,7	9,4	209,0	11,0	170	66

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GZ__6891_21	143,5	70,8	0,5	0,0593	0,0019	0,2545	0,0090	0,0314	0,0010	0,6	196,9	6,8	230,0	7,3	567	70
GZ__6891_22	115,6	55,3	0,5	0,0513	0,0018	0,2111	0,0068	0,0303	0,0006	0,2	192,0	4,9	195,6	6,0	262	82
GZ__6891_23	710,0	44,1	0,1	0,0500	0,0010	0,2320	0,0100	0,0344	0,0017	0,9	218,2	10,7	211,9	8,4	193	44
GZ__6891_24	114,0	73,3	0,6	0,0504	0,0019	0,2096	0,0081	0,0299	0,0004	0,4	189,7	3,9	194,4	6,4	208	81
GZ__6891_25	132,0	62,3	0,5	0,0488	0,0014	0,2055	0,0069	0,0309	0,0006	0,4	196,5	4,9	189,7	5,8	138	62
GZ__6891_26	84,6	20,5	0,2	0,0488	0,0015	0,2121	0,0063	0,0315	0,0006	0,3	200,3	5,1	195,2	5,2	151	73
GZ__6891_27	89,3	48,0	0,5	0,0523	0,0023	0,2178	0,0094	0,0300	0,0005	0,4	189,9	4,5	199,8	7,9	285	96
GZ__6891_28	59,0	25,2	0,4	0,0594	0,0019	0,2500	0,0120	0,0311	0,0009	0,4	195,3	6,2	226,5	9,8	569	73
GZ__6891_29	105,5	40,9	0,4	0,0488	0,0012	0,2035	0,0044	0,0299	0,0004	0,2	190,4	3,9	188,0	3,7	138	55
GZ__6891_30	74,0	61,0	0,8	0,0498	0,0026	0,2030	0,0100	0,0292	0,0010	0,3	185,3	7,0	189,5	9,2	180	110
GZ__6891_31	149,0	73,7	0,5	0,0494	0,0016	0,2104	0,0061	0,0311	0,0007	0,4	197,5	5,6	193,8	5,1	163	71
GZ__6891_32	159,0	66,1	0,4	0,0491	0,0019	0,2120	0,0100	0,0310	0,0010	0,6	196,7	6,9	194,5	8,5	153	82
GZ__6891_33	54,8	32,1	0,6	0,0514	0,0031	0,2090	0,0110	0,0299	0,0007	0,4	189,4	5,6	195,0	10,0	240	120
GZ__6891_34	421,0	592,0	1,4	0,0495	0,0010	0,1993	0,0043	0,0291	0,0004	0,8	184,7	4,1	184,4	3,6	178	47
GZ__6891_35	59,0	44,2	0,7	0,0483	0,0026	0,2040	0,0120	0,0304	0,0008	0,5	193,6	5,8	188,0	10,0	140	120
GZ__6891_36	108,1	68,4	0,6	0,0625	0,0041	0,2720	0,0230	0,0310	0,0009	0,4	193,6	6,3	243,0	18,0	650	130
GZ__6891_37	161,0	66,4	0,4	0,0591	0,0017	0,2730	0,0130	0,0325	0,0007	0,6	203,6	5,7	245,0	10,0	580	70
GZ__6891_38	184,1	128,7	0,7	0,0501	0,0011	0,2090	0,0055	0,0298	0,0006	0,5	189,4	4,8	192,6	4,7	193	50
GZ__6891_39	217,0	193,4	0,9	0,0489	0,0015	0,2068	0,0076	0,0302	0,0006	0,3	192,0	4,8	191,9	6,1	143	69
GZ__6891_40	169,2	132,6	0,8	0,0504	0,0011	0,1956	0,0053	0,0283	0,0003	0,4	179,7	3,5	181,3	4,5	199	53
GZ__6891_41	2,2	7,6	3,4	0,7760	0,0130	65,7000	1,7000	0,6150	0,0160	0,8	1189,7	65,7	4263,0	25,0	4909	29
GZ__6891_42	81,0	60,7	0,7	0,0765	0,0085	0,3360	0,0380	0,0310	0,0004	0,0	190,6	4,5	291,0	28,0	1020	220
GZ__6891_43	72,9	41,6	0,6	0,0619	0,0025	0,2850	0,0120	0,0337	0,0006	0,3	210,7	5,0	254,2	9,3	651	86
GZ__6891_44	254,0	134,1	0,5	0,0512	0,0014	0,2242	0,0064	0,0317	0,0007	0,6	201,0	5,6	205,3	5,3	243	62
GZ__6891_45	69,8	54,4	0,8	0,0504	0,0023	0,2150	0,0130	0,0305	0,0009	0,4	193,4	6,3	197,0	11,0	208	96
GZ__6891_46	17,1	14,5	0,8	0,0770	0,0100	0,3650	0,0470	0,0346	0,0008	0,7	212,0	6,5	311,0	34,0	1040	260
GZ__6891_47	261,0	46,8	0,2	0,0562	0,0026	0,2500	0,0130	0,0322	0,0002	0,2	203,0	3,7	226,0	10,0	438	97
GZ__6891_48	74,4	56,1	0,8	0,0510	0,0019	0,2061	0,0087	0,0290	0,0006	0,3	184,3	4,9	190,1	7,4	228	81
GZ__6891_49	549,0	397,0	0,7	0,0531	0,0009	0,2136	0,0045	0,0293	0,0005	0,5	185,5	4,4	196,5	3,8	328	38
GZ__6891_51	36,5	44,6	1,2	0,0596	0,0037	0,2580	0,0160	0,0314	0,0006	0,4	197,0	5,1	232,0	13,0	580	140
GZ__6891_52	142,0	119,8	0,8	0,0535	0,0016	0,2330	0,0079	0,0316	0,0006	0,5	199,5	5,0	212,5	6,5	338	69
GZ__6891_53	60,1	43,8	0,7	0,0603	0,0058	0,2530	0,0270	0,0303	0,0008	0,5	189,8	6,0	228,0	21,0	540	190
GZ__6891_54	54,6	39,7	0,7	0,0792	0,0091	0,3610	0,0420	0,0321	0,0007	0,2	196,5	5,7	309,0	31,0	1140	230
GZ__6891_55	113,5	74,2	0,7	0,0670	0,0030	0,2940	0,0130	0,0316	0,0003	0,4	196,5	3,8	262,0	10,0	836	99
GZ__6891_56	54,4	33,5	0,6	0,1060	0,0210	0,5700	0,1600	0,0343	0,0018	0,9	202,5	12,5	425,0	87,0	1600	330
GZ__6891_57	80,5	76,4	0,9	0,0506	0,0033	0,2120	0,0150	0,0304	0,0007	0,5	192,6	5,3	195,0	12,0	200	130
GZ__6891_58	128,7	96,8	0,8	0,0503	0,0021	0,2031	0,0080	0,0291	0,0004	0,2	184,7	3,9	187,6	6,7	201	90
GZ__6891_59	138,0	58,8	0,4	0,0540	0,0019	0,2329	0,0090	0,0316	0,0007	0,5	199,5	5,3	212,4	7,4	360	76
GZ__6891_60	261,0	206,0	0,8	0,0541	0,0016	0,2179	0,0073	0,0295	0,0005	0,8	186,4	4,6	200,0	6,0	384	73
GZ__6891_61	47,4	27,1	0,6	0,0589	0,0032	0,2460	0,0150	0,0298	0,0006	0,3	187,2	4,7	223,0	12,0	580	120

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GZ__6891_62	197,6	217,0	1,1	0,0588	0,0032	0,2620	0,0170	0,0320	0,0004	0,4	200,6	4,0	235,0	13,0	580	130
GZ__6891_63	13,4	39,2	2,9	0,5430	0,0130	6,7800	0,1500	0,0898	0,0022	0,6	228,5	12,1	2086,0	21,0	4358	36
GZ__6891_64	106,0	36,9	0,3	0,0554	0,0037	0,2410	0,0170	0,0316	0,0004	0,3	199,0	4,2	214,0	10,0	360	110
GZ__6891_65	166,0	120,0	0,7	0,0529	0,0015	0,2084	0,0068	0,0287	0,0007	0,6	181,9	5,3	192,1	5,7	325	67
GZ__6891_66	496,0	154,0	0,3	0,0510	0,0010	0,2127	0,0039	0,0303	0,0003	0,2	192,4	3,7	195,7	3,2	235	45
GZ__6891_67	434,0	360,0	0,8	0,0536	0,0013	0,2203	0,0061	0,0299	0,0005	0,5	188,9	4,6	202,0	5,0	358	51
GZ__6891_68	108,0	74,8	0,7	0,0504	0,0022	0,2120	0,0100	0,0305	0,0006	0,6	193,8	4,9	195,1	8,7	205	93
GZ__6891_69	60,3	40,7	0,7	0,0483	0,0037	0,1980	0,0150	0,0298	0,0008	0,3	189,4	6,1	183,0	12,0	120	150
GZ__6891_70	80,1	47,8	0,6	0,0531	0,0027	0,2130	0,0120	0,0292	0,0005	0,4	184,7	4,5	197,8	9,3	310	110
GZ__6891_71	106,3	94,9	0,9	0,0606	0,0021	0,2544	0,0084	0,0304	0,0004	0,1	190,7	4,1	230,0	6,8	628	71
GZ__6893_01	345,1	9,0	0,6	0,0484	0,0012	0,1984	0,0060	0,0296	0,0008	0,5420	188,1	5,6	183,7	5,0	120	52
GZ__6893_02	1223,0	44,0	0,1	0,0766	0,0008	1,3890	0,0350	0,1310	0,0033	0,9265	783,4	22,0	883,0	15,0	1113	20
GZ__6893_03	401,0	47,0	0,3	0,0780	0,0014	1,0040	0,0710	0,0936	0,0058	0,9663	563,9	34,7	701,0	38,0	1144	37
GZ__6893_04	250,2	6,0	0,4	0,0757	0,0015	0,8060	0,0520	0,0766	0,0036	0,9646	464,8	22,6	597,0	28,0	1084	39
GZ__6893_05	230,0	11,0	0,2	0,0562	0,0029	0,2450	0,0190	0,0309	0,0006	0,7465	194,7	5,0	222,0	15,0	440	100
GZ__6893_06	184,7	4,4	0,6	0,0509	0,0012	0,2175	0,0045	0,0306	0,0005	0,5822	194,1	4,2	199,8	3,8	232	55
GZ__6893_07	67,5	3,9	0,6	0,0495	0,0020	0,2158	0,0083	0,0313	0,0004	0,1000	198,7	4,1	198,3	6,9	182	88
GZ__6893_08	233,0	36,0	0,2	0,0523	0,0012	0,2334	0,0062	0,0323	0,0003	0,2000	204,1	3,5	212,9	5,1	291	53
GZ__6893_09	109,7	8,8	0,3	0,0760	0,0110	0,3400	0,0580	0,0327	0,0014	0,6190	200,8	9,5	291,0	39,0	940	240
GZ__6893_10	457,0	18,0	0,1	0,0523	0,0011	0,2179	0,0062	0,0297	0,0006	0,7287	188,0	4,5	200,1	5,1	292	48
GZ__6893_11	39,5	1,4	0,5	0,0501	0,0042	0,2120	0,0130	0,0298	0,0007	0,1000	189,1	5,2	195,0	11,0	180	170
GZ__6893_12	64,7	0,6	0,6	0,0498	0,0019	0,2049	0,0069	0,0296	0,0004	0,1000	188,0	3,9	190,3	5,5	182	82
GZ__6893_13	98,0	8,1	0,2	0,0525	0,0013	0,2197	0,0077	0,0302	0,0007	0,6619	190,9	5,3	201,5	6,3	300	57
GZ__6893_14	64,8	1,0	0,5	0,0485	0,0028	0,2035	0,0092	0,0302	0,0005	0,1000	191,8	4,3	187,8	7,7	130	120
GZ__6893_15	186,9	5,2	0,8	0,0576	0,0020	0,2504	0,0091	0,0316	0,0004	0,5862	198,4	4,0	226,7	7,3	501	74
GZ__6893_16	139,1	8,0	0,6	0,0493	0,0012	0,2050	0,0065	0,0300	0,0005	0,5080	190,7	4,4	189,2	5,5	160	54
GZ__6893_17	125,0	12,0	0,5	0,0500	0,0015	0,2114	0,0076	0,0307	0,0006	0,5720	194,7	4,8	194,5	6,3	190	65
GZ__6893_18	82,8	1,3	0,5	0,0510	0,0019	0,2064	0,0083	0,0291	0,0006	0,5414	184,9	4,7	190,3	7,0	233	82
GZ__6893_19	40,4	3,9	1,0	0,0469	0,0042	0,1870	0,0150	0,0298	0,0006	0,1000	189,7	5,0	176,0	13,0	60	170
GZ__6893_20	132,0	12,0	0,5	0,0497	0,0017	0,2102	0,0074	0,0306	0,0005	0,2812	194,2	4,2	193,5	6,3	175	77
GZ__6893_21	98,0	5,5	0,6	0,0501	0,0022	0,2140	0,0088	0,0314	0,0006	0,1602	199,0	4,7	196,7	7,4	189	93
GZ__6893_22	154,4	7,1	0,6	0,0517	0,0014	0,2208	0,0066	0,0310	0,0007	0,3271	196,3	5,5	202,5	5,5	264	61
GZ__6893_23	143,7	9,0	0,5	0,0492	0,0018	0,2093	0,0097	0,0307	0,0005	0,7125	195,3	4,4	192,7	8,1	155	79
GZ__6893_24	129,0	11,0	0,6	0,0538	0,0020	0,2270	0,0100	0,0308	0,0012	0,6309	194,6	8,2	207,3	8,6	349	82
GZ__6893_25	217,3	7,3	0,5	0,0507	0,0015	0,2047	0,0078	0,0297	0,0007	0,7004	188,2	5,0	188,9	6,6	233	68
GZ__6893_26	60,6	1,5	0,8	0,0520	0,0026	0,2100	0,0110	0,0291	0,0007	0,5068	184,7	5,0	192,8	9,2	270	110
GZ__6893_27	47,8	1,2	0,5	0,0465	0,0031	0,1940	0,0130	0,0295	0,0006	0,1886	188,4	4,7	179,0	11,0	40	130
GZ__6893_28	212,6	6,0	0,7	0,0519	0,0016	0,2128	0,0065	0,0296	0,0005	0,3365	187,4	4,3	195,7	5,5	283	72
GZ__6893_29	283,0	16,0	0,7	0,0503	0,0012	0,2017	0,0058	0,0290	0,0007	0,6054	184,2	5,4	186,5	4,9	205	53
GZ__6893_30	183,1	2,5	0,6	0,0516	0,0009	0,2166	0,0043	0,0303	0,0003	0,4499	192,0	3,6	199,0	3,5	263	43

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GZ__6893_31	80,7	2,7	0,3	0,0530	0,0017	0,2320	0,0120	0,0318	0,0009	0,7913	201,0	6,3	211,5	9,5	318	72
GZ__6893_32	69,2	6,0	0,2	0,0497	0,0018	0,2118	0,0076	0,0306	0,0007	0,2158	194,4	5,1	194,9	6,4	176	86
GZ__6893_33	30,3	1,8	0,4	0,0484	0,0033	0,2090	0,0140	0,0311	0,0008	0,3172	198,0	5,8	192,0	12,0	120	140
GZ__6893_34	46,4	2,5	0,4	0,0505	0,0026	0,2052	0,0099	0,0299	0,0009	0,3911	189,7	6,3	189,3	8,3	210	110
GZ__6893_35	286,0	23,0	0,1	0,0486	0,0007	0,2211	0,0088	0,0331	0,0013	0,8869	210,4	8,8	202,6	7,3	129	33
GZ__6893_36	18,2	1,0	0,4	0,0476	0,0047	0,2000	0,0210	0,0307	0,0010	0,2231	195,5	7,0	187,0	18,0	80	190
GZ__6893_37	148,4	3,3	0,5	0,0499	0,0013	0,2010	0,0062	0,0291	0,0005	0,5450	184,8	4,0	185,9	5,2	183	60
GZ__6893_38	41,0	11,0	0,5	0,0495	0,0027	0,2140	0,0140	0,0318	0,0015	0,4610	202,0	10,1	197,0	11,0	133	94
GZ__6893_39	105,4	7,8	0,9	0,0503	0,0015	0,2056	0,0069	0,0300	0,0006	0,5241	190,2	4,7	189,8	5,8	201	65
GZ__6893_40	219,0	27,0	0,5	0,0721	0,0014	1,5820	0,0420	0,1603	0,0035	0,7330	958,0	19,0	962,0	16,0	992	43
GZ__6893_41	87,6	2,3	0,4	0,0679	0,0010	0,8840	0,0610	0,0941	0,0058	0,8356	573,8	35,1	639,0	33,0	863	32
GZ__6893_42	76,0	1,7	0,8	0,0506	0,0015	0,2131	0,0064	0,0307	0,0005	0,2662	194,7	4,1	197,0	5,1	217	68
GZ__6893_43	123,7	3,9	0,4	0,0495	0,0013	0,2069	0,0067	0,0301	0,0007	0,7760	191,3	5,3	190,8	5,6	165	59
GZ__6893_44	105,5	5,1	0,6	0,0499	0,0013	0,1909	0,0049	0,0278	0,0004	0,3054	176,5	3,5	177,4	4,2	185	57
GZ__6893_45	38,3	3,2	0,8	0,0532	0,0018	0,2300	0,0120	0,0321	0,0013	0,1187	202,9	8,8	210,0	10,0	324	76
GZ__6893_46	55,7	5,7	0,4	0,0501	0,0021	0,2187	0,0077	0,0315	0,0006	0,1843	200,2	4,9	200,7	6,4	210	92
GZ__6893_47	69,2	3,8	0,2	0,0505	0,0014	0,2059	0,0070	0,0294	0,0006	0,4895	186,7	4,7	189,9	5,9	224	66
GZ__6893_48	119,1	7,9	0,4	0,0502	0,0017	0,2250	0,0091	0,0328	0,0008	0,4386	208,3	5,9	205,8	7,5	193	75
GZ__6893_49	114,0	13,0	0,4	0,0517	0,0021	0,2054	0,0082	0,0289	0,0010	0,4349	182,9	6,9	190,8	7,2	276	91
GZ__6893_50	204,8	9,6	0,5	0,0499	0,0014	0,2049	0,0047	0,0303	0,0006	0,2746	192,6	4,5	189,2	4,0	185	61
GZ__6893_51	128,0	1,9	0,4	0,0505	0,0009	0,2262	0,0054	0,0327	0,0004	0,5883	207,5	4,2	207,0	4,4	216	39
GZ__6893_52	48,0	2,4	0,7	0,0537	0,0027	0,2300	0,0120	0,0315	0,0006	0,2170	198,7	5,0	209,7	9,7	330	110
GZ__6893_53	72,4	1,0	0,4	0,0491	0,0016	0,1968	0,0072	0,0288	0,0006	0,1379	182,9	4,6	182,2	6,1	149	72
GZ__6893_54	167,5	2,9	0,4	0,0502	0,0013	0,2131	0,0089	0,0308	0,0010	0,7984	195,5	6,9	195,9	7,4	199	60
GZ__6893_55	73,0	10,0	0,5	0,0488	0,0022	0,2250	0,0100	0,0335	0,0010	0,4464	212,8	6,9	205,5	8,4	139	92
GZ__6893_56	186,7	3,0	0,5	0,0494	0,0011	0,2101	0,0049	0,0312	0,0004	0,4861	198,3	4,0	193,6	4,1	164	50
GZ__6893_57	27,3	0,7	0,5	0,0533	0,0033	0,2030	0,0140	0,0286	0,0008	0,1449	180,8	5,8	187,0	12,0	320	130
GZ__6893_58	95,0	13,0	0,7	0,0478	0,0017	0,2101	0,0071	0,0316	0,0007	0,2885	200,9	5,6	193,5	6,0	95	73
GZ__6893_59	184,1	5,1	0,8	0,0491	0,0016	0,1984	0,0067	0,0291	0,0004	0,3722	185,0	3,7	183,6	5,6	159	72
GZ__6893_60	134,0	12,0	0,2	0,0491	0,0017	0,2147	0,0081	0,0315	0,0007	0,3238	200,1	5,6	197,3	6,8	147	75
GZ__6893_61	166,0	6,2	0,5	0,0726	0,0009	1,7620	0,0220	0,1762	0,0020	0,6436	1046,0	11,0	1031,3	8,0	1005	23
GZ__6893_62	143,0	13,0	0,4	0,0520	0,0026	0,2200	0,0140	0,0307	0,0005	0,5265	194,3	4,3	202,0	11,0	270	100
GZ__6893_63	398,0	20,0	0,8	0,0493	0,0009	0,1988	0,0031	0,0295	0,0007	0,7087	187,2	5,2	184,1	2,6	160	40
GZ__6893_64	195,0	14,0	0,5	0,0503	0,0012	0,2015	0,0052	0,0293	0,0005	0,4839	186,2	4,1	186,3	4,4	203	52
GZ__6893_65	198,0	22,0	0,9	0,0566	0,0028	0,2300	0,0130	0,0301	0,0005	0,2673	189,7	4,2	210,0	10,0	450	100
GZ__6893_66	139,2	3,8	0,5	0,0529	0,0013	0,2372	0,0067	0,0324	0,0006	0,5460	204,7	4,7	216,0	5,5	316	57
GZ__6893_67	375,1	7,8	0,9	0,0523	0,0012	0,2148	0,0060	0,0296	0,0004	0,5213	187,7	3,8	198,4	5,2	313	57
GZ__6893_68	43,0	9,1	0,7	0,0513	0,0057	0,2280	0,0310	0,0325	0,0025	0,4551	205,9	16,4	206,0	25,0	260	220
GZ__6893_69	170,0	10,0	0,7	0,0504	0,0014	0,2179	0,0069	0,0310	0,0006	0,4675	196,7	4,7	200,0	5,8	207	61
GZ__6893_70	144,0	25,0	0,7	0,0522	0,0017	0,2290	0,0110	0,0327	0,0008	0,4954	206,9	6,1	211,2	8,3	284	70

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GZ__6893_71	124,0	13,0	0,7	0,0503	0,0017	0,2072	0,0077	0,0306	0,0007	0,3511	194,1	5,4	191,1	6,5	180	81
GZ__6893_72	205,0	10,0	0,4	0,0521	0,0017	0,2209	0,0077	0,0311	0,0007	0,1958	196,8	5,5	202,5	6,4	283	74
GZ__6893_73	235,0	32,0	0,7	0,0497	0,0017	0,2104	0,0054	0,0308	0,0009	0,3579	195,8	6,2	193,8	4,5	180	73
GZ__6893_74	95,4	4,9	1,6	0,0488	0,0017	0,1948	0,0079	0,0292	0,0006	0,2829	185,8	4,6	180,6	6,7	140	73
GZ__6893_75	500,0	12,0	0,3	0,0490	0,0009	0,2037	0,0048	0,0301	0,0004	0,2381	191,5	3,9	188,2	4,0	145	43
GZ__6893_76	346,0	67,0	0,2	0,0493	0,0016	0,2057	0,0053	0,0306	0,0007	0,1221	194,3	5,5	189,8	4,4	162	72
GZ__6893_77	148,4	5,7	0,5	0,0524	0,0018	0,2030	0,0075	0,0285	0,0006	0,5407	180,4	4,5	187,5	6,4	296	74
GZ__6893_78	379,0	12,0	0,3	0,0703	0,0009	1,1340	0,0730	0,1183	0,0074	0,9706	714,9	45,2	778,0	35,0	942	22
GZ__6893_79	79,0	2,3	0,5	0,0615	0,0028	0,2730	0,0130	0,0314	0,0007	0,6621	196,7	5,6	244,0	10,0	671	96
GZ__6893_80	203,5	5,3	0,5	0,0505	0,0015	0,2136	0,0068	0,0309	0,0007	0,5570	195,9	5,2	196,4	5,7	214	67
GZ__6893_81	130,2	9,5	0,6	0,0654	0,0075	0,2710	0,0380	0,0289	0,0009	0,6215	180,3	6,4	240,0	30,0	750	240
GZ__6893_82	136,9	4,1	0,6	0,0520	0,0022	0,1999	0,0085	0,0278	0,0004	0,2704	176,0	3,9	184,8	7,2	271	93
GZ__6893_83	340,0	12,0	0,9	0,0501	0,0013	0,2024	0,0040	0,0291	0,0004	0,3039	184,7	3,7	188,0	3,7	204	60
GZ__6893_84	70,9	5,9	0,9	0,0524	0,0052	0,2240	0,0360	0,0293	0,0007	0,6202	185,8	5,6	192,0	16,0	250	170
GZ__6893_85	172,0	18,0	1,0	0,0487	0,0011	0,1967	0,0068	0,0294	0,0008	0,6978	186,9	6,1	183,2	5,5	131	50
GZ__6893_86	344,8	7,0	1,0	0,0497	0,0010	0,1948	0,0045	0,0284	0,0004	0,4617	180,7	3,8	181,4	3,9	176	46
JGB__528_A_01	149,0	53,4	0,4	0,0480	0,0045	0,1810	0,0170	0,0271	0,0005	0,1	173,0	4,5	170,0	15,0	170	150
JGB__528_A_02	483,0	60,0	0,1	0,0727	0,0023	0,2974	0,0099	0,0293	0,0004	0,3	180,6	4,2	264,2	7,8	989	67
JGB__528_A_03	147,0	35,7	0,2	0,0501	0,0058	0,2100	0,0230	0,0292	0,0007	0,1	185,3	5,8	190,0	19,0	260	180
JGB__528_A_04	56,9	27,2	0,5	0,0577	0,0091	0,2240	0,0340	0,0291	0,0008	0,1	183,2	6,4	204,0	29,0	330	250
JGB__528_A_06	232,4	80,0	0,3	0,0508	0,0028	0,2090	0,0120	0,0290	0,0005	0,3	183,8	4,7	192,5	9,9	836	125
JGB__528_A_07	138,3	37,6	0,3	0,0515	0,0046	0,2040	0,0180	0,0290	0,0006	0,0	184,1	5,3	191,0	15,0	908	123
JGB__528_A_08	182,0	54,0	0,3	0,0517	0,0039	0,2070	0,0160	0,0286	0,0005	0,1	181,1	4,7	189,0	13,0	954	123
JGB__528_A_09	144,8	64,7	0,4	0,0502	0,0045	0,1990	0,0180	0,0292	0,0006	0,2	185,5	5,5	182,0	15,0	960	123
JGB__528_A_10	57,2	23,4	0,4	0,0540	0,0110	0,2450	0,0420	0,0292	0,0009	0,0	184,8	6,8	214,0	36,0	200	300
JGB__528_A_11	210,5	80,4	0,4	0,0693	0,0039	0,2850	0,0160	0,0296	0,0005	0,1	183,3	4,6	256,0	13,0	890	110
JGB__528_A_12	461,0	118,8	0,3	0,0511	0,0022	0,2082	0,0088	0,0294	0,0005	0,1	186,7	4,6	192,5	7,4	224	85
JGB__528_A_13	1700,0	354,0	0,2	0,0546	0,0012	0,2161	0,0048	0,0285	0,0003	0,3	180,1	3,9	198,2	4,1	379	48
JGB__528_A_14	568,0	302,0	0,5	0,0494	0,0027	0,2000	0,0110	0,0287	0,0005	0,1	182,4	4,5	183,4	9,0	180	100
JGB__528_A_15	351,0	110,3	0,3	0,0552	0,0031	0,2190	0,0120	0,0291	0,0004	0,2	183,8	4,5	202,0	10,0	350	110
JGB__528_A_16	97,3	41,9	0,4	0,0569	0,0067	0,2120	0,0250	0,0277	0,0006	0,1	174,4	5,3	190,0	21,0	300	200
JGB__528_A_17	246,0	106,5	0,4	0,0528	0,0045	0,2240	0,0160	0,0300	0,0006	0,1	189,9	5,4	202,0	14,0	270	140
JGB__528_A_18	530,0	247,9	0,5	0,0535	0,0022	0,2163	0,0088	0,0292	0,0004	0,2	184,4	4,5	198,6	7,5	354	83
JGB__528_A_19	1940,0	276,3	0,1	0,0516	0,0012	0,2023	0,0051	0,0283	0,0003	0,3	179,7	4,0	187,9	4,3	257	50
JGB__528_A_20	1730,0	535,0	0,3	0,0719	0,0009	1,5430	0,0240	0,1562	0,0020	0,7	933,9	20,8	947,4	9,8	976	24
JGB__528_A_21	317,0	133,0	0,4	0,0502	0,0034	0,1910	0,0130	0,0286	0,0005	0,1	181,4	4,6	178,0	11,0	190	120
JGB__528_A_22	87,1	72,3	0,8	0,0639	0,0089	0,2830	0,0360	0,0315	0,0010	0,2	196,5	7,7	243,0	28,0	470	230
JGB__528_A_23	426,0	120,3	0,3	0,0498	0,0027	0,1910	0,0110	0,0282	0,0004	0,2	179,4	4,4	178,5	9,0	170	100
JGB__528_A_24	282,0	154,9	0,5	0,0735	0,0040	0,2960	0,0160	0,0291	0,0005	0,1	179,4	4,6	261,0	13,0	970	110
JGB__528_A_25	76,3	50,7	0,7	0,1190	0,0120	0,5480	0,0510	0,0335	0,0008	0,1	194,1	6,6	444,0	34,0	1720	200

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
JGB__528_A_26	74,8	22,4	0,3	0,1230	0,0120	0,5940	0,0610	0,0348	0,0009	0,3	200,5	7,1	491,0	37,0	1740	210
JGB__528_A_27	166,0	74,0	0,4	0,0670	0,0053	0,2870	0,0210	0,0308	0,0007	0,1	191,7	5,9	255,0	17,0	720	150
JGB__528_A_28	436,0	258,9	0,6	0,0640	0,0031	0,2560	0,0120	0,0294	0,0004	0,3	183,6	4,4	232,0	10,0	650	99
JGB__528_A_29	165,1	95,9	0,6	0,0891	0,0064	0,3910	0,0270	0,0320	0,0007	0,2	193,1	5,9	330,0	20,0	1350	140
JGB__528_A_30	226,3	216,0	1,0	0,0648	0,0048	0,2590	0,0190	0,0297	0,0005	0,1	185,3	4,8	233,0	15,0	690	140
JGB__528_A_31	407,4	125,4	0,3	0,0782	0,0034	0,3200	0,0140	0,0297	0,0005	0,3	182,3	4,6	282,0	11,0	1088	89
JGB__528_A_32	135,8	88,5	0,7	0,0711	0,0071	0,3060	0,0290	0,0313	0,0007	0,0	193,6	5,8	269,0	23,0	860	180
JGB__528_A_33	327,0	137,5	0,4	0,0594	0,0034	0,2400	0,0140	0,0293	0,0005	0,2	184,2	4,9	217,0	11,0	510	120
JGB__528_A_34	599,0	220,3	0,4	0,0514	0,0020	0,2034	0,0085	0,0289	0,0004	0,3	183,2	4,2	187,3	7,1	238	77
JGB__528_A_35	332,0	93,8	0,3	0,0554	0,0032	0,2320	0,0130	0,0301	0,0005	0,1	189,8	4,7	210,0	11,0	430	110
JGB__528_A_36	326,0	165,0	0,5	0,0606	0,0032	0,2410	0,0140	0,0296	0,0005	0,3	185,4	4,9	221,0	11,0	570	110
JGB__528_A_37	344,0	166,0	0,5	0,0538	0,0034	0,2210	0,0140	0,0301	0,0005	0,2	190,4	4,9	199,0	11,0	310	120
JGB__528_A_38	492,0	416,0	0,8	0,0543	0,0027	0,2320	0,0110	0,0316	0,0004	0,2	199,5	4,7	209,9	9,5	307	96
JGB__528_A_39	1122,0	1330,0	1,2	0,0560	0,0025	0,2300	0,0110	0,0295	0,0012	0,7	186,0	8,1	210,6	9,7	457	81
JGB__528_A_40	70,0	31,2	0,4	0,2370	0,0190	1,3000	0,1000	0,0390	0,0013	0,4	189,9	9,3	824,0	45,0	2930	170
JGB__528_A_41	250,0	159,0	0,6	0,0590	0,0054	0,2430	0,0220	0,0305	0,0006	0,1	191,6	5,4	218,0	18,0	520	160
JGB__528_A_42	287,0	147,1	0,5	0,0495	0,0033	0,1940	0,0130	0,0287	0,0005	0,1	182,6	4,6	181,0	10,0	190	120
JGB__528_A_43	449,0	202,9	0,5	0,0552	0,0028	0,2230	0,0120	0,0289	0,0005	0,2	182,1	4,6	203,9	9,7	390	100
JGB__528_A_44	282,0	119,4	0,4	0,0519	0,0040	0,2220	0,0170	0,0302	0,0005	0,1	191,6	4,8	203,0	14,0	310	140
JGB__528_A_45	821,0	418,0	0,5	0,0506	0,0020	0,1961	0,0073	0,0285	0,0004	0,2	181,1	4,1	182,4	6,3	223	78
JGB__528_A_46	321,6	208,0	0,6	0,0689	0,0034	0,2710	0,0130	0,0291	0,0005	0,2	180,7	4,6	242,0	11,0	810	100
JGB__528_A_47	39,0	20,4	0,5	0,0550	0,0220	0,2170	0,0840	0,0292	0,0012	0,1	184,3	9,6	229,0	70,0	745	126
JGB__528_A_48	1248,0	241,0	0,2	0,0497	0,0015	0,2000	0,0066	0,0294	0,0004	0,3	187,1	4,3	184,8	5,6	752	126
JGB__528_A_49	80,4	40,1	0,5	0,0920	0,0140	0,3810	0,0540	0,0312	0,0008	0,1	187,6	6,9	312,0	37,0	758	126
JGB__528_A_5	141,9	38,3	0,3	0,0482	0,0041	0,1980	0,0170	0,0294	0,0005	0,1	186,9	5,0	182,0	14,0	765	126
JGB__528_A_50	136,4	68,1	0,5	0,0569	0,0050	0,2200	0,0210	0,0287	0,0006	0,2	180,7	5,2	204,0	17,0	771	126
JGB__528_A_51	217,0	111,2	0,5	0,0956	0,0054	0,3830	0,0230	0,0294	0,0006	0,4	176,2	5,0	328,0	17,0	778	125
JGB__528_A_52	471,0	211,0	0,4	0,0537	0,0022	0,2149	0,0087	0,0287	0,0004	0,2	181,4	4,2	196,4	7,2	784	125
JGB__528_A_53	409,0	144,0	0,4	0,0508	0,0027	0,2020	0,0110	0,0287	0,0005	0,2	182,0	4,5	187,0	9,1	791	125
JGB__528_A_54	622,2	208,5	0,3	0,0613	0,0022	0,2560	0,0100	0,0301	0,0004	0,5	188,5	4,4	230,1	8,0	797	125
JGB__528_A_55	288,0	133,0	0,5	0,0727	0,0068	0,3150	0,0290	0,0313	0,0007	0,2	192,8	5,9	276,0	23,0	804	125
JGB__528_A_56	475,0	65,7	0,1	0,0605	0,0023	0,2296	0,0097	0,0272	0,0004	0,4	170,5	4,3	209,6	8,0	810	125
JGB__528_A_57	384,0	102,3	0,3	0,0517	0,0023	0,2013	0,0095	0,0286	0,0004	0,3	181,6	4,4	185,2	7,9	817	125
JGB__528_A_58	139,7	84,9	0,6	0,0649	0,0063	0,2730	0,0250	0,0300	0,0006	0,1	186,8	5,2	247,0	19,0	823	125
JGB__528_A_59	65,3	38,7	0,6	0,0627	0,0082	0,2970	0,0390	0,0350	0,0009	0,1	218,3	7,2	258,0	31,0	830	125
JGB__528_A_60	144,1	35,8	0,2	0,0742	0,0064	0,3040	0,0240	0,0300	0,0007	0,1	184,6	5,7	270,0	19,0	843	124
JGB__528_A_61	207,0	76,4	0,4	0,0509	0,0042	0,2120	0,0180	0,0296	0,0007	0,1	187,7	5,6	192,0	15,0	849	124
JGB__528_A_62	363,0	125,3	0,3	0,0521	0,0027	0,2040	0,0110	0,0286	0,0004	0,2	180,9	4,4	186,3	9,1	856	124
JGB__528_A_63	663,0	331,0	0,5	0,0523	0,0020	0,2133	0,0081	0,0295	0,0004	0,2	186,8	4,4	195,2	6,8	862	124
JGB__528_A_64	132,0	62,7	0,5	0,0460	0,0072	0,1830	0,0280	0,0291	0,0006	0,0	185,5	5,4	177,0	24,0	869	124

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
JGB__528_A_65	1676,0	247,6	0,1	0,0522	0,0013	0,2035	0,0061	0,0285	0,0005	0,6	180,3	4,7	187,9	5,1	875	124
JGB__528_A_66	197,3	107,2	0,5	0,0652	0,0040	0,2680	0,0160	0,0295	0,0005	0,1	183,8	4,8	242,0	13,0	882	124
JGB__528_A_67	324,4	124,5	0,4	0,0775	0,0039	0,2910	0,0170	0,0270	0,0005	0,6	165,8	4,3	257,0	13,0	889	124
JGB__528_A_68	723,0	280,3	0,4	0,0496	0,0016	0,1931	0,0063	0,0284	0,0003	0,2	180,7	4,0	179,0	5,4	895	124
JGB__528_A_69	389,0	62,2	0,2	0,0490	0,0028	0,2080	0,0130	0,0308	0,0007	0,3	195,5	5,6	193,0	10,0	902	124
JGB__528_A_70	310,0	97,0	0,3	0,0710	0,0033	0,2840	0,0130	0,0292	0,0005	0,2	180,8	4,5	255,0	11,0	915	123
JGB__528_A_71	215,8	197,4	0,9	0,0539	0,0036	0,2030	0,0130	0,0278	0,0006	0,2	175,8	5,0	186,0	11,0	921	123
JGB__528_A_72	630,0	261,4	0,4	0,0577	0,0021	0,2154	0,0079	0,0273	0,0003	0,2	172,1	3,9	198,6	6,7	928	123
JGB__528_A_73	647,0	275,0	0,4	0,0549	0,0023	0,2259	0,0099	0,0295	0,0005	0,3	186,1	4,8	205,0	8,2	934	123
JGB__528_A_74	436,4	332,0	0,8	0,0524	0,0022	0,2150	0,0100	0,0305	0,0007	0,4	193,0	5,5	198,5	8,2	941	123
JGB__528_A_75	108,6	67,4	0,6	0,0890	0,0110	0,3700	0,0470	0,0300	0,0007	0,1	181,1	5,9	284,0	27,0	947	123
GR__6846_01	48,5	44,5	0,9	0,0833	0,0062	0,3370	0,0270	0,0288	0,0006	0,6	175,2	5,2	282,0	20,0	1110	150
GR__6846_02	55,3	30,6	0,6	0,0537	0,0036	0,2340	0,0160	0,0311	0,0007	0,2	196,7	5,7	211,0	13,0	300	120
GR__6846_03	27,7	0,6	0,0	0,0715	0,0022	1,6060	0,0520	0,1616	0,0022	0,3	965,4	23,2	967,0	21,0	952	64
GR__6846_04	124,5	66,5	0,5	0,0522	0,0025	0,2018	0,0094	0,0281	0,0004	0,2	178,0	4,3	187,6	7,8	277	92
GR__6846_05	31	29,0	0,9	0,0543	0,0058	0,2130	0,0230	0,0280	0,0006	0,1	176,7	5,2	198,0	18,0	320	180
GR__6846_06	22,63	17,8	0,8	0,0615	0,0071	0,2640	0,0310	0,0303	0,0006	0,2	189,9	5,7	232,0	25,0	470	210
GR__6846_07	53,5	25,1	0,5	0,0525	0,0035	0,2080	0,0140	0,0285	0,0005	0,0	180,6	4,8	189,0	11,0	290	120
GR__6846_08	74,4	38,7	0,5	0,0539	0,0028	0,2100	0,0110	0,0281	0,0004	0,1	177,6	4,4	193,5	9,2	350	100
GR__6846_09	52	23,1	0,4	0,0550	0,0037	0,2100	0,0140	0,0279	0,0005	0,1	176,0	4,6	194,0	12,0	340	120
GR__6846_10	42,1	18,3	0,4	0,0619	0,0050	0,2440	0,0190	0,0277	0,0005	0,0	173,6	4,9	224,0	15,0	630	150
GR__6846_11	38,3	25,3	0,7	0,0643	0,0066	0,2690	0,0280	0,0297	0,0006	0,2	185,3	5,4	241,0	22,0	650	190
GR__6846_12	28,7	12,3	0,4	0,0920	0,0950	0,5700	0,2500	0,0351	0,0024	0,5	211,0	30,1	367,0	49,0	-2000	2900
GR__6846_13	141,7	58,7	0,4	0,0517	0,0027	0,1950	0,0100	0,0280	0,0004	0,1	177,4	4,3	180,2	8,6	250	100
GR__6846_14	25,2	19,4	0,8	0,0780	0,0110	0,3480	0,0490	0,0323	0,0009	0,2	197,8	7,2	293,0	40,0	750	270
GR__6846_15	52	54,6	1,1	0,0480	0,0059	0,1960	0,0230	0,0287	0,0006	0,1	182,5	5,5	177,0	20,0	190	200
GR__6846_16	128,5	69,8	0,5	0,0584	0,0035	0,2180	0,0140	0,0271	0,0005	0,2	170,5	4,5	198,0	11,0	450	120
GR__6846_17	0,899	0,1	0,2	0,4200	0,2100	7,3000	2,2000	0,1220	0,022	0,5	426,6	204,4	2140,0	220,0	-1400	3000
GR__6846_18	87,9	71,8	0,8	0,0663	0,0044	0,2450	0,0170	0,0273	0,0005	0,3	169,9	4,7	222,0	14,0	720	130
GR__6846_19	54,2	45,3	0,8	0,0529	0,0058	0,2110	0,0220	0,0290	0,0006	0,1	183,6	5,3	189,0	18,0	240	180
GR__6846_20	48,3	40,8	0,8	0,0563	0,0055	0,2170	0,0210	0,0289	0,0005	0,1	182,0	5,0	199,0	18,0	370	170
GR__6846_21	26,94	15,1	0,6	0,0651	0,0084	0,2510	0,0340	0,0288	0,0007	0,3	179,4	5,9	225,0	27,0	500	230
GR__6846_22	50,5	47,2	0,9	0,0548	0,0056	0,2150	0,0220	0,0279	0,0006	0,1	176,5	5,2	197,0	18,0	330	180
GR__6846_23	77,7	78,7	1,0	0,0579	0,0039	0,2260	0,0150	0,0277	0,0004	0,2	174,0	4,4	203,0	13,0	480	130
GR__6846_24	97,9	67,5	0,7	0,0556	0,0037	0,2200	0,0150	0,0283	0,0004	0,4	178,5	4,6	200,0	13,0	380	130
GR__6846_25	48,5	46,5	1,0	0,0640	0,0071	0,2400	0,0260	0,0280	0,0006	0,1	175,0	5,4	217,0	22,0	450	200
GR__6846_26	111,2	111,5	1,0	0,0501	0,0040	0,1990	0,0160	0,0280	0,0005	0,1	177,9	4,9	181,0	14,0	170	140
GR__6846_27	132,7	186,0	1,4	0,0532	0,0041	0,2150	0,0150	0,0287	0,0005	0,1	181,4	4,7	196,0	13,0	300	130
GR__6846_28	67,6	75,6	1,1	0,0540	0,0058	0,2220	0,0240	0,0296	0,0006	0,0	187,1	5,5	202,0	20,0	320	190
GR__6846_29	178,3	125,1	0,7	0,0522	0,0031	0,1980	0,0120	0,0274	0,0004	0,1	173,8	4,4	183,0	10,0	260	110

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GR__6846_30	89,8	65,8	0,7	0,0484	0,0049	0,2010	0,0210	0,0297	0,0006	0,1	188,8	5,4	189,0	17,0	140	170
GR__6846_31	141,8	73,1	0,5	0,0549	0,0033	0,2210	0,0130	0,0286	0,0005	0,0	180,6	4,8	204,0	11,0	410	120
GR__6846_32	79,5	35,2	0,4	0,0702	0,0055	0,3080	0,0250	0,0312	0,0006	0,2	193,3	5,4	271,0	19,0	850	150
GR__6846_33	282,9	125,4	0,4	0,0508	0,0018	0,2000	0,0074	0,0281	0,0004	0,4	178,3	4,5	184,6	6,3	224	70
GR__6846_34	99,3	42,2	0,4	0,0488	0,0035	0,1930	0,0130	0,0282	0,0005	0,1	179,5	4,8	177,0	12,0	160	130
GR__6846_35	38	25,8	0,7	0,0646	0,0066	0,3010	0,0330	0,0328	0,001	0,4	204,4	7,6	251,0	25,0	670	180
GR__6846_36	37,13	24,7	0,7	0,0501	0,0063	0,1950	0,0240	0,0288	0,0008	0,1	183,0	6,3	176,0	20,0	120	190
GR__6846_37	164,1	121,7	0,7	0,0511	0,0023	0,1975	0,0092	0,0278	0,0004	0,2	176,4	4,3	183,3	7,8	248	90
GR__6846_38	108	62,0	0,6	0,0555	0,0034	0,2120	0,0130	0,0281	0,0004	0,2	177,3	4,6	194,0	11,0	390	120
GR__6846_39	44,6	29,9	0,7	0,0607	0,0065	0,2450	0,0240	0,0288	0,0006	0,0	180,4	5,3	221,0	19,0	580	170
GR__6846_40	62,4	35,5	0,6	0,0555	0,0056	0,2100	0,0200	0,0280	0,0006	0,0	176,6	5,2	190,0	17,0	320	170
GR__6846_41	72,4	78,5	1,1	0,0486	0,0047	0,1870	0,0170	0,0280	0,0006	0,1	178,3	5,2	178,0	15,0	140	160
GR__6846_42	12,3	2,9	0,2	0,1060	0,0420	0,4100	0,1100	0,0331	0,0017	0,1	195,4	15,2	377,0	79,0	-1000	1000
GR__6846_43	174,9	99,1	0,6	0,0523	0,0026	0,2160	0,0110	0,0297	0,0004	0,1	188,3	4,7	197,6	8,8	291	96
GR__6846_44	171,7	103,8	0,6	0,0572	0,0031	0,2280	0,0120	0,0287	0,0004	0,2	180,7	4,5	207,0	10,0	420	110
GR__6846_45	75,4	67,4	0,9	0,0597	0,0046	0,2280	0,0170	0,0276	0,0006	0,1	173,3	5,1	207,0	14,0	550	140
GR__6846_46	29,29	15,2	0,5	0,0900	0,0120	0,3880	0,0560	0,0317	0,0011	0,2	191,2	8,3	327,0	41,0	1120	280
GR__6846_47	92,8	77,6	0,8	0,0541	0,0043	0,2180	0,0170	0,0292	0,0006	0,1	184,7	5,5	201,0	15,0	320	150
GR__6846_48	76,2	64,7	0,8	0,0549	0,0062	0,2140	0,0240	0,0280	0,0006	0,1	176,7	5,4	191,0	20,0	380	200
GR__6846_49	120,8	67,0	0,6	0,0518	0,0036	0,2060	0,0140	0,0289	0,0006	0,1	183,3	5,2	188,0	12,0	220	120
GR__6846_50	217,9	173,1	0,8	0,0548	0,0027	0,2070	0,0100	0,0275	0,0004	0,2	173,7	4,2	190,3	8,6	343	97
GR__6846_51	64,1	69,0	1,1	0,0517	0,0055	0,1990	0,0210	0,0270	0,0005	0,2	171,2	5,0	177,0	18,0	200	190
GR__6846_52	36,72	45,8	1,2	0,0704	0,0097	0,2590	0,0370	0,0268	0,0008	0,2	165,9	6,4	232,0	29,0	620	270
GR__6846_53	142,1	107,0	0,8	0,0486	0,0031	0,1920	0,0120	0,0278	0,0004	0,0	177,1	4,4	175,0	10,0	170	120
GR__6846_54	118,1	75,7	0,6	0,0846	0,0057	0,3220	0,0240	0,0284	0,0005	0,4	172,7	5,0	283,0	18,0	1170	130
GR__6846_55	38,8	33,6	0,9	0,0475	0,0063	0,1960	0,0260	0,0289	0,0007	0,2	183,9	5,7	176,0	21,0	150	210
GR__6846_56	8,56	8,9	1,0	0,2340	0,0320	1,2500	0,1700	0,0399	0,0022	0,2	195,2	15,0	795,0	78,0	2760	300
GR__6846_57	150,3	79,2	0,5	0,0517	0,0027	0,1930	0,0100	0,0271	0,0004	0,2	172,2	4,2	179,0	8,5	280	100
GR__6819_01	84,6	81,5	1,0	0,0512	0,0058	0,2090	0,0230	0,0296	0,0008	0,18	187,6	7,7	203,0	19,0	270	180
GR__6819_02	280,0	321,0	1,1	0,0541	0,0023	0,2071	0,0084	0,0278	0,0005	0,17	175,7	6,2	192,8	7,0	351	84
GR__6819_03	217,4	271,0	1,2	0,0524	0,0024	0,1977	0,0093	0,0277	0,0005	0,37	175,8	6,3	182,3	7,8	270	89
GR__6819_04	180,0	165,0	0,9	0,0532	0,0030	0,2050	0,0110	0,0281	0,0005	0,08	177,9	6,3	188,2	9,6	300	110
GR__6819_05	131,4	139,7	1,1	0,0566	0,0034	0,2130	0,0130	0,0274	0,0005	0,19	172,7	6,3	198,0	11,0	410	110
GR__6819_06	77,7	24,9	0,3	0,0600	0,0057	0,3080	0,0270	0,0359	0,0011	0,23	224,8	10,1	270,0	20,0	580	170
GR__6819_07	84,9	67,7	0,8	0,0567	0,0047	0,2140	0,0180	0,0278	0,0006	0,28	175,2	6,3	196,0	15,0	390	150
GR__6819_08	76,8	45,2	0,6	0,0656	0,0047	0,2540	0,0200	0,0285	0,0006	0,17	177,3	6,9	226,0	15,0	650	140
GR__6819_09	65,4	45,7	0,7	0,0576	0,0064	0,2170	0,0250	0,0286	0,0006	0,08	179,8	7,0	201,0	21,0	380	190
GR__6819_10	101,7	75,2	0,7	0,0553	0,0045	0,2070	0,0170	0,0277	0,0005	0,18	174,8	6,3	191,0	14,0	330	140
GR__6819_11	62,9	39,6	0,6	0,0821	0,0075	0,3320	0,0300	0,0286	0,0007	0,21	174,2	6,9	282,0	23,0	1050	190
GR__6819_12	125,4	108,3	0,9	0,0519	0,0035	0,2090	0,0150	0,0290	0,0005	0,19	183,8	6,3	189,0	12,0	220	120

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GR__6819_13	127,0	181,6	1,4	0,0580	0,0040	0,2150	0,0150	0,0272	0,0005	0,31	171,4	6,2	194,0	12,0	390	130
GR__6819_14	91,2	82,6	0,9	0,0506	0,0050	0,1960	0,0200	0,0277	0,0007	0,23	175,9	7,0	178,0	17,0	220	170
GR__6819_15	38,1	30,8	0,8	0,0828	0,0099	0,3420	0,0390	0,0291	0,0008	0,14	177,5	7,6	290,0	30,0	940	240
GR__6819_16	117,0	58,1	0,5	0,0610	0,0058	0,1880	0,0170	0,0230	0,0005	0,01	144,5	5,7	178,0	14,0	550	170
GR__6819_17	100,8	85,1	0,8	0,0542	0,0038	0,2160	0,0150	0,0288	0,0006	0,18	181,7	7,0	198,0	12,0	360	130
GR__6819_18	128,2	128,6	1,0	0,0532	0,0037	0,1960	0,0140	0,0271	0,0004	0,08	171,3	6,0	185,0	11,0	380	130
GR__6819_19	150,1	153,5	1,0	0,0586	0,0031	0,2380	0,0140	0,0291	0,0007	0,26	183,0	6,9	216,0	11,0	490	100
GR__6819_20	71,1	52,1	0,7	0,0582	0,0052	0,2150	0,0190	0,0276	0,0005	0,15	173,6	6,4	199,0	16,0	410	160
GR__6819_21	103,4	115,3	1,1	0,0516	0,0044	0,1910	0,0150	0,0274	0,0007	0,13	173,6	7,0	180,0	13,0	230	140
GR__6819_22	82,4	66,4	0,8	0,0575	0,0043	0,2240	0,0170	0,0288	0,0005	0,05	181,4	6,3	202,0	14,0	440	140
GR__6819_23	80,1	68,8	0,9	0,0503	0,0041	0,2030	0,0170	0,0282	0,0005	0,25	179,4	6,4	187,0	14,0	230	150
GR__6819_24	171,7	115,7	0,7	0,0588	0,0029	0,2730	0,0140	0,0337	0,0005	0,17	211,3	7,5	242,0	10,0	459	93
GR__6819_25	28,8	21,9	0,8	0,0750	0,0110	0,2970	0,0410	0,0299	0,0009	0,17	183,9	8,3	268,0	35,0	550	280
GR__6819_26	126,3	132,4	1,0	0,0497	0,0032	0,1930	0,0120	0,0282	0,0005	0,09	179,3	6,4	177,0	10,0	200	120
GR__6819_27	33,8	20,7	0,6	0,0560	0,0095	0,2050	0,0360	0,0283	0,0008	0,11	178,4	7,8	195,0	31,0	170	290
GR__6819_28	27,0	16,3	0,6	0,0620	0,0120	0,2950	0,0510	0,0311	0,0009	0,06	194,6	8,6	269,0	37,0	620	310
GR__6819_29	153,4	200,9	1,3	0,0514	0,0025	0,2050	0,0100	0,0292	0,0005	0,16	185,0	6,3	188,4	8,5	245	94
GR__6819_30	118,8	101,6	0,9	0,0513	0,0036	0,1900	0,0130	0,0272	0,0006	0,17	172,4	6,4	173,0	11,0	210	130
GR__6819_31	49,6	28,0	0,6	0,0568	0,0069	0,2150	0,0250	0,0282	0,0007	0,05	177,6	7,1	199,0	20,0	350	200
GR__6819_32	166,0	162,4	1,0	0,0504	0,0026	0,2110	0,0120	0,0307	0,0005	0,28	194,6	7,0	193,2	9,6	207	97
GR__6819_33	82,5	59,7	0,7	0,0562	0,0046	0,2160	0,0190	0,0277	0,0006	0,26	174,9	6,3	199,0	15,0	410	150
GR__6819_34	113,8	85,6	0,8	0,0501	0,0037	0,2050	0,0150	0,0291	0,0005	0,16	185,1	6,4	188,0	12,0	190	130
GR__6819_35	84,0	66,6	0,8	0,0576	0,0053	0,2340	0,0210	0,0294	0,0005	0,14	185,1	7,0	212,0	17,0	450	160
GR__6819_36	219,0	445,0	2,0	0,0534	0,0025	0,2340	0,0100	0,0314	0,0005	0,17	198,4	6,9	213,0	8,7	353	95
GR__6819_37	10,2	5,7	0,6	0,1820	0,0370	0,8600	0,1700	0,0398	0,0022	0,15	211,0	18,1	643,0	84,0	990	590
GR__6819_38	118,9	100,3	0,8	0,0502	0,0041	0,2060	0,0170	0,0292	0,0006	0,20	185,6	7,0	193,0	14,0	240	140
GR__6819_39	66,8	80,2	1,2	0,0662	0,0083	0,2980	0,0350	0,0321	0,0008	0,01	199,7	8,3	257,0	27,0	580	230
GR__6819_40	61,1	97,0	1,6	0,0558	0,0088	0,2380	0,0380	0,0319	0,0008	0,03	200,8	8,4	219,0	31,0	210	250
GR__6819_41	94,1	106,5	1,1	0,0546	0,0045	0,2080	0,0170	0,0278	0,0006	0,18	175,5	7,0	193,0	14,0	360	140
GR__6819_42	44,4	40,4	0,9	0,0830	0,0120	0,4590	0,0730	0,0383	0,0012	0,22	232,7	10,9	368,0	53,0	990	290
GR__6819_43	170,0	210,0	1,2	0,0679	0,0089	0,2997	0,0399	0,0314	0,0008	0,15	182,7	6,9	211,0	13,0	470	140
GR__6819_44	44,3	25,7	0,6	0,0683	0,0090	0,3021	0,0406	0,0315	0,0008	0,03	204,8	8,9	234,0	27,0	460	230
GR__6819_45	180,8	210,0	1,2	0,0686	0,0092	0,3045	0,0413	0,0316	0,0008	0,29	193,6	7,6	202,0	13,0	270	130
GR__6819_46	52,8	30,1	0,6	0,0689	0,0093	0,3069	0,0420	0,0317	0,0008	0,17	191,5	7,6	232,0	23,0	530	190
GR__6819_47	147,8	93,3	0,6	0,0692	0,0095	0,3093	0,0427	0,0318	0,0008	0,18	193,0	7,0	195,0	10,0	180	100
GOE__1033_01	539	413	0,8	0,0515	0,0008	0,1995	0,0054	0,0281	0,0007	0,8	178,5	4,2	184,6	4,5	261	36
GOE__1033_02	300	320	1,1	0,0514	0,0009	0,2162	0,0038	0,0303	0,0004	0,5	192,4	2,7	198,7	3,2	262	37
GOE__1033_03	202,8	148	0,7	0,0528	0,0014	0,2104	0,0042	0,0288	0,0004	0,1	183,3	2,3	193,8	3,6	313	58
GOE__1033_04	915	511	0,6	0,0499	0,0005	0,1876	0,0042	0,0274	0,0007	0,9	174,1	4,5	174,5	3,6	190	24
GOE__1033_05	1129	745	0,7	0,0494	0,0006	0,1940	0,0039	0,0282	0,0005	0,8	179,1	3,1	180	3,3	166	29

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GOE__1033_06	517,5	541	1,0	0,0572	0,0008	0,2573	0,0037	0,0322	0,0004	0,4	204,3	2,3	232,5	3	510	33
GOE__1033_07	294	350	1,2	0,0637	0,0015	0,2476	0,0088	0,0280	0,0009	0,7	178,1	5,4	224,4	7,1	725	50
GOE__1033_08	231,3	141,6	0,6	0,0501	0,0014	0,2331	0,0063	0,0337	0,0008	0,5	213,5	4,9	212,7	5,2	192	64
GOE__1033_09	98,4	47,8	0,5	0,0695	0,0027	0,7780	0,0500	0,0803	0,0058	0,9	497	34	581	28	912	77
GOE__1033_10	538	225,3	0,4	0,0592	0,0021	0,2335	0,0094	0,0284	0,0004	1,0	180,2	2,4	212,9	7,6	562	72
GOE__1033_11	209,9	166	0,8	0,0533	0,0015	0,2253	0,0065	0,0304	0,0003	0,4	193,3	1,7	206,2	5,3	334	62
GOE__1033_12	247,6	148,7	0,6	0,0504	0,0015	0,2082	0,0061	0,0297	0,0005	0,2	188,4	2,8	191,9	5,1	209	66
GOE__1033_13	718	169	0,2	0,0500	0,0008	0,1993	0,0028	0,0287	0,0004	0,5	182,1	2,2	184,5	2,4	200	35
GOE__1033_14	412	177	0,4	0,0503	0,0009	0,2131	0,0047	0,0309	0,0005	0,5	195,9	3,1	196,9	3,8	204	42
GOE__1033_15	668	378	0,6	0,0505	0,0007	0,2027	0,0046	0,0290	0,0005	0,9	184,6	2,9	187,4	3,8	228	34
GOE__1033_16	1312	651	0,5	0,0519	0,0009	0,2074	0,0070	0,0285	0,0006	0,8	180,8	4	191,2	5,9	287	41
GOE__1033_17	1018	286,3	0,3	0,0496	0,0005	0,1967	0,0024	0,0287	0,0003	0,6	182,2	1,9	182,3	2	179	27
GOE__1033_18	1001	402	0,4	0,0498	0,0007	0,1903	0,0022	0,0278	0,0003	0,5	176,5	1,6	176,9	1,9	184	34
GOE__1033_19	1570	1143	0,7	0,0508	0,0005	0,2078	0,0027	0,0297	0,0004	0,6	188,6	2,6	191,7	2,2	230	21
GOE__1033_20	2180	536	0,2	0,0497	0,0005	0,2042	0,0030	0,0297	0,0004	0,7	188,4	2,2	188,7	2,5	178	23
GOE__1033_21	2010	743	0,4	0,0490	0,0006	0,2000	0,0039	0,0292	0,0006	0,8	186,3	3,4	185,1	3,3	153	29
GOE__1033_22	238	83	0,3	0,0702	0,0018	1,2200	0,1500	0,1250	0,0130	1,0	755	78	791	77	926	54
GOE__1033_23	1203	721	0,6	0,0499	0,0009	0,1937	0,0039	0,0284	0,0005	0,7	180,3	3,2	179,7	3,3	187	40
GOE__1033_24	392,4	156,6	0,4	0,0489	0,0009	0,1997	0,0043	0,0293	0,0005	0,6	186	2,9	184,8	3,6	141	43
GOE__1033_25	134,6	99,5	0,7	0,0533	0,0021	0,2124	0,0074	0,0294	0,0004	0,1	187	2,5	195,4	6,2	327	87
GOE__1033_26	59,1	3,14	0,1	0,0716	0,0012	1,6780	0,0350	0,1691	0,0023	0,5	1007	13	1000	13	971	34
GOE__1033_27	144,5	31,6	0,2	0,0665	0,0015	0,6870	0,0710	0,0748	0,0065	1,0	464	39	524	43	826	51
GOE__1033_28	1037	227,7	0,2	0,0499	0,0008	0,1943	0,0035	0,0283	0,0005	0,6	180,1	2,8	180,2	2,9	195	34
GOE__1033_29	50,7	23,77	0,5	0,0508	0,0043	0,2090	0,0160	0,0301	0,0006	0,0	191,2	3,8	192	14	210	170
GOE__1033_30	692	346	0,5	0,0494	0,0009	0,1972	0,0044	0,0292	0,0007	0,7	185,7	4,4	182,7	3,7	164	41
GOE__1033_31	1483	372	0,3	0,0794	0,0008	1,9830	0,0360	0,1832	0,0029	0,8	1085	16	1109	12	1181	19
GOE__1033_32	1006	446	0,4	0,0803	0,0012	2,1490	0,0360	0,1921	0,0035	0,7	1132	19	1164	12	1203	29
GOE__1033_33	623	267	0,4	0,0589	0,0023	0,3960	0,0560	0,0478	0,0051	1,0	301	31	333	40	547	86
GOE__1033_34	497	192	0,4	0,0712	0,0009	1,0930	0,0770	0,1128	0,0079	1,0	688	46	751	39	966	24
GOE__1033_35	738,4	195	0,3	0,0500	0,0010	0,2022	0,0055	0,0293	0,0005	0,6	186,3	3	186,9	4,6	190	44
GOE__1033_36	641	287	0,4	0,0505	0,0010	0,1925	0,0051	0,0279	0,0006	0,6	177,4	4	178,7	4,4	214	47
GOE__1033_37	1073	424	0,4	0,0508	0,0011	0,1920	0,0036	0,0276	0,0004	0,4	175,2	2,5	178,3	3,1	237	51
GOE__1033_38	469	401	0,9	0,0524	0,0012	0,2292	0,0057	0,0323	0,0004	0,5	204,8	2,7	209,5	4,7	296	51
GOE__1033_39	1779	1190	0,7	0,0511	0,0006	0,2090	0,0061	0,0299	0,0010	0,9	189,7	6,5	192,6	5,1	248	28
GOE__1033_40	291	154	0,5	0,0492	0,0015	0,2148	0,0063	0,0317	0,0005	0,2	201,3	3	197,5	5,2	152	67
GOE__1033_41	152,1	135,3	0,9	0,0544	0,0044	0,2330	0,0210	0,0312	0,0004	0,4	197,9	2,8	212	17	340	150
GOE__1033_42	917	230	0,3	0,0656	0,0069	0,2860	0,0290	0,0319	0,0005	0,3	202,1	2,9	253	22	700	180
GOE__1033_43	1553	658	0,4	0,0492	0,0006	0,1958	0,0058	0,0287	0,0008	0,9	182,2	4,7	181,5	4,9	157	27
GOE__1033_44	723	247	0,3	0,0499	0,0007	0,1926	0,0031	0,0280	0,0003	0,6	177,9	1,8	178,8	2,7	190	34
GOE__1033_45	763	183	0,2	0,0506	0,0007	0,1954	0,0036	0,0279	0,0004	0,5	177,2	2,5	181,2	3,1	219	34

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GOE__1033_46	434	179	0,4	0,0538	0,0011	0,2367	0,0043	0,0320	0,0004	0,3	202,8	2,5	215,7	3,5	365	47
GOE__1033_47	386	227,7	0,6	0,0618	0,0016	0,2898	0,0067	0,0339	0,0004	0,1	214,9	2,4	258,3	5,3	659	54
GOE__1033_48	317	128	0,4	0,0501	0,0010	0,2102	0,0071	0,0302	0,0007	0,8	192	4,4	193,6	6	207	50
GOE__1033_49	816,3	232	0,3	0,0504	0,0009	0,2131	0,0041	0,0307	0,0003	0,5	195	2,1	196,1	3,4	211	39
GOE__1033_50	288	115,8	0,4	0,0497	0,0012	0,2307	0,0060	0,0337	0,0005	0,3	213,8	3,3	211,8	5,3	176	52
GOE__1033_51	156	114	0,7	0,0621	0,0022	0,2860	0,0100	0,0332	0,0006	0,4	210,7	3,8	254,8	8,1	664	76
GOE__1033_52	1216	270,4	0,2	0,0509	0,0006	0,2203	0,0041	0,0314	0,0004	0,7	199,2	2,5	202,1	3,4	236	27
GOE__1033_53	250	153,6	0,6	0,0495	0,0012	0,2099	0,0071	0,0307	0,0008	0,7	194,7	4,8	193,3	5,9	168	53
GOE__1033_54	141,1	86,2	0,6	0,0500	0,0017	0,2155	0,0083	0,0311	0,0007	0,5	197,1	4,6	198	7	189	74
GOE__1033_55	37	24,38	0,7	0,0512	0,0047	0,2010	0,0170	0,0292	0,0008	0,2	185,8	5,3	185	15	220	180
GOE__1033_56	1,26	0,03	0,0	0,1950	0,0460	2,1200	0,5100	0,0784	0,0099	0,6	485	58	1220	170	2780	340
GOE__1033_57	1161	625	0,5	0,0721	0,0006	1,3830	0,0240	0,1399	0,0021	0,8	844	12	881	10	987	17
GOE__1033_58	587	307	0,5	0,0489	0,0009	0,2016	0,0038	0,0298	0,0005	0,3	189	3,1	186,5	3,2	140	40
GOE__1033_59	673	577	0,9	0,0497	0,0008	0,1955	0,0043	0,0287	0,0006	0,6	182,5	3,5	181,3	3,7	187	34
GOE__1033_60	1519	1664	1,1	0,0528	0,0007	0,2193	0,0033	0,0303	0,0003	0,5	192,2	1,9	201,3	2,7	317	30
GOE__1033_61	441,3	371	0,8	0,0530	0,0012	0,2140	0,0050	0,0294	0,0004	0,6	187	2,5	196,8	4,2	331	50
GOE__1033_62	572	477	0,8	0,0516	0,0009	0,2171	0,0034	0,0307	0,0004	0,2	195,1	2,3	199,5	2,8	274	38
GOE__1033_63	185,7	98,4	0,5	0,0528	0,0021	0,2254	0,0099	0,0313	0,0005	0,3	198,7	2,9	206,2	8,2	309	90
GOE__1033_64	338	530	1,6	0,0510	0,0013	0,1972	0,0056	0,0282	0,0005	0,4	179,5	2,9	182,6	4,8	234	58
GOE__1033_65	70,5	59,5	0,8	0,0595	0,0037	0,2480	0,0150	0,0305	0,0008	0,3	193,6	4,7	225	12	550	140
GOE__1033_66	409	253	0,6	0,0718	0,0046	0,3130	0,0240	0,0316	0,0006	0,7	200,2	3,8	275	19	940	130
GOE__1033_67	437	278	0,6	0,0726	0,0008	1,6290	0,0200	0,1617	0,0020	0,6	966	11	981,4	7,9	1007	24
GOE__1033_68	1370	578	0,4	0,0498	0,0006	0,1912	0,0050	0,0279	0,0006	0,9	177,2	4	177,6	4,2	184	30
GOE__1033_69	2310	371	0,2	0,0489	0,0005	0,1847	0,0024	0,0274	0,0004	0,8	173,9	2,7	172,1	2,1	143	23
GOE__1033_70	305	120,1	0,4	0,0508	0,0012	0,2146	0,0078	0,0314	0,0009	0,7	199,1	5,6	197,3	6,5	226	55
GOE__1033_71	602	430	0,7	0,0506	0,0009	0,2202	0,0040	0,0319	0,0002	0,2	202,2	1,3	202	3,3	216	42
GOE__1033_72	113,9	34,8	0,3	0,0546	0,0030	0,2220	0,0120	0,0302	0,0005	0,5	191,9	3,2	208	11	390	120
GOE__1033_73	97,7	90,4	0,9	0,0488	0,0020	0,2040	0,0088	0,0303	0,0008	0,4	192,7	5	188,3	7,4	131	87
GOE__1033_74	640,4	263,5	0,4	0,0517	0,0008	0,2143	0,0053	0,0299	0,0004	0,7	190,1	2,5	197,1	4,5	267	38
GOE__1033_75	1469	449	0,3	0,0520	0,0007	0,2048	0,0054	0,0285	0,0005	0,9	181,1	3,3	189,9	4,4	283	32
GOE__1033_76	1227	628	0,5	0,0505	0,0006	0,2052	0,0022	0,0292	0,0003	0,6	185,7	2	189,5	1,9	218	26
GOE__1033_77	1098	793	0,7	0,0508	0,0009	0,2007	0,0038	0,0288	0,0003	0,5	183,1	1,8	185,7	3,2	228	38
GOE__1033_78	250,9	98,6	0,4	0,0500	0,0013	0,2217	0,0059	0,0322	0,0004	0,1	204,1	2,4	203,2	4,9	187	60
GOE__1033_79	69	23,9	0,3	0,1440	0,0370	0,8800	0,2500	0,0415	0,0044	0,7	262	27	590	120	1980	350
GOE__1033_80	126	103,7	0,8	0,0508	0,0022	0,2210	0,0120	0,0314	0,0007	0,6	199,5	4,2	204	10	239	96
GOE__1033_81	1486	704	0,5	0,0498	0,0006	0,1949	0,0030	0,0286	0,0004	0,6	181,6	2,7	180,7	2,6	185	26
MIA__696_01	1540,0	1368,0	0,9	0,0519	0,0007	0,2065	0,0058	0,0290	0,0007	0,8	184,0	5,9	190,5	4,9	279	31
MIA__696_02	94,2	130,0	1,4	0,0549	0,0022	0,2125	0,0094	0,0280	0,0004	0,4	176,5	4,4	197,0	7,4	406	92
MIA__696_03	96,3	92,2	1,0	0,0486	0,0020	0,2061	0,0093	0,0302	0,0006	0,1	192,3	5,3	190,1	7,8	149	94
MIA__696_04	586,0	231,1	0,4	0,0763	0,0008	2,0490	0,0320	0,1941	0,0031	0,8	1145,5	29,0	1132,0	11,0	1103	21

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
MIA__696_05	197,0	43,4	0,2	0,0770	0,0010	2,0510	0,0460	0,1919	0,0038	0,7	1132,2	31,3	1132,0	15,0	1124	26
MIA__696_06	910,0	698,0	0,8	0,0504	0,0006	0,2127	0,0043	0,0306	0,0005	0,7	194,3	5,2	195,8	3,6	213	28
MIA__696_07	180,3	105,7	0,6	0,0511	0,0012	0,2097	0,0058	0,0296	0,0007	0,6	187,4	5,6	193,2	4,9	219	61
MIA__696_08	343,0	314,0	0,9	0,0498	0,0010	0,2107	0,0057	0,0307	0,0006	0,7	195,0	5,5	194,1	4,8	175	46
MIA__696_09	56,9	17,1	0,3	0,0515	0,0023	0,2127	0,0088	0,0303	0,0006	0,4	192,3	5,4	195,6	7,3	248	94
MIA__696_10	93,7	49,4	0,5	0,0527	0,0015	0,2308	0,0065	0,0315	0,0004	0,1	199,3	4,6	210,8	5,4	322	66
MIA__696_11	361,2	355,0	1,0	0,0499	0,0010	0,1934	0,0044	0,0277	0,0006	0,6	175,9	5,1	179,4	3,8	184	44
MIA__696_12	311,1	180,0	0,6	0,0495	0,0011	0,1968	0,0035	0,0288	0,0005	0,4	183,3	4,9	182,4	3,0	167	50
MIA__696_13	180,7	109,4	0,6	0,0507	0,0010	0,2157	0,0065	0,0310	0,0006	0,8	196,9	5,6	198,2	5,4	222	46
MIA__696_14	346,0	235,0	0,7	0,0507	0,0008	0,1863	0,0047	0,0270	0,0007	0,7	171,7	5,9	173,4	4,0	226	35
MIA__696_15	323,0	355,0	1,1	0,0505	0,0010	0,2090	0,0044	0,0301	0,0004	0,6	191,1	4,7	192,7	3,7	214	43
MIA__696_16	540,0	684,0	1,3	0,0499	0,0007	0,2052	0,0036	0,0297	0,0005	0,7	188,8	4,8	189,5	3,0	186	30
MIA__696_17	59,6	53,1	0,9	0,0580	0,0026	0,2352	0,0097	0,0298	0,0005	0,6	187,6	5,0	215,9	7,5	545	97
MIA__696_18	409,0	453,0	1,1	0,0496	0,0007	0,2134	0,0046	0,0313	0,0007	0,8	198,8	6,2	196,4	3,8	175	33
MIA__696_19	47,9	31,4	0,7	0,0519	0,0029	0,2250	0,0140	0,0316	0,0009	0,5	199,8	6,9	205,0	12,0	260	120
MIA__696_20	298,0	245,9	0,8	0,0499	0,0009	0,2021	0,0057	0,0297	0,0005	0,8	188,4	5,2	186,9	4,8	186	40
MIA__696_21	183,0	194,0	1,1	0,0498	0,0014	0,2018	0,0055	0,0299	0,0007	0,5	190,0	6,0	186,6	4,7	181	61
MIA__696_22	207,0	261,0	1,3	0,0510	0,0012	0,2013	0,0074	0,0285	0,0007	0,7	180,7	6,0	186,1	6,2	248	56
MIA__696_23	60,9	45,8	0,8	0,0505	0,0019	0,2049	0,0080	0,0296	0,0005	0,3	187,8	4,8	189,1	6,7	211	80
MIA__696_24	506,0	338,0	0,7	0,0493	0,0009	0,2016	0,0052	0,0298	0,0008	0,8	189,6	6,2	186,4	4,4	159	40
MIA__696_25	218,0	184,0	0,8	0,0521	0,0015	0,2193	0,0079	0,0305	0,0004	0,5	193,0	4,8	201,2	6,6	305	69
MIA__696_26	834,0	516,0	0,6	0,0501	0,0004	0,2047	0,0077	0,0300	0,0011	1,0	190,5	8,2	188,9	6,5	197	19
MIA__696_27	2497,0	3820,0	1,5	0,0527	0,0009	0,2028	0,0028	0,0282	0,0004	0,5	178,5	4,3	187,4	2,3	314	37
MIA__696_28	394,0	468,0	1,2	0,0498	0,0009	0,2296	0,0083	0,0335	0,0011	0,8	212,6	8,2	209,7	6,8	189	44
MIA__696_29	399,1	302,2	0,8	0,0505	0,0012	0,2016	0,0045	0,0291	0,0004	0,2	184,7	4,6	186,4	3,8	213	52
MIA__696_30	196,0	184,0	0,9	0,0549	0,0012	0,3680	0,0470	0,0499	0,0068	1,0	313,0	42,6	313,0	33,0	415	52
MIA__696_31	262,0	175,6	0,7	0,0497	0,0012	0,2163	0,0040	0,0318	0,0006	0,3	201,9	5,4	198,8	3,4	176	55
MIA__696_32	153,8	140,9	0,9	0,0504	0,0016	0,2062	0,0062	0,0298	0,0005	0,1	189,0	5,0	190,2	5,2	208	69
MIA__696_33	593,0	658,0	1,1	0,0490	0,0007	0,2018	0,0063	0,0302	0,0009	0,9	192,1	6,9	186,5	5,3	144	35
MIA__696_34	600,0	659,0	1,1	0,0558	0,0035	0,2370	0,0130	0,0315	0,0004	0,1	198,3	4,9	216,0	11,0	410	110
MIA__696_35	174,0	54,5	0,3	0,0496	0,0011	0,2226	0,0066	0,0321	0,0009	0,7	204,0	7,6	203,9	5,5	180	51
MIA__696_36	259,0	232,0	0,9	0,0498	0,0009	0,2045	0,0036	0,0296	0,0004	0,6	188,3	5,9	188,9	3,1	181	42
MIA__696_37	507,0	617,0	1,2	0,0505	0,0008	0,2057	0,0040	0,0296	0,0003	0,5	188,0	5,5	189,9	3,3	224	33
MIA__696_38	339,0	235,0	0,7	0,0502	0,0007	0,2077	0,0055	0,0302	0,0007	0,9	191,9	6,9	191,6	4,6	209	31
MIA__696_39	679,0	968,0	1,4	0,0505	0,0006	0,2063	0,0041	0,0296	0,0004	0,7	187,8	5,7	191,0	3,3	223	31
MIA__696_40	178,0	169,2	1,0	0,0518	0,0011	0,2237	0,0051	0,0313	0,0003	0,4	198,1	5,9	204,9	4,3	278	45
MIA__696_41	1034,0	1234,0	1,2	0,0506	0,0005	0,1945	0,0032	0,0278	0,0005	0,8	176,3	5,9	180,5	2,7	221	22
MIA__696_42	717,0	1193,0	1,7	0,0505	0,0007	0,1942	0,0040	0,0279	0,0004	0,6	177,4	5,6	180,2	3,4	214	32
MIA__696_43	974,0	1927,0	2,0	0,0496	0,0005	0,1867	0,0024	0,0274	0,0004	0,7	174,2	5,4	173,8	2,0	175	25
MIA__696_44	82,8	74,6	0,9	0,0536	0,0016	0,2187	0,0076	0,0297	0,0005	0,4	187,6	6,0	200,7	6,3	345	67

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
MIA__696_45	81,9	44,1	0,5	0,0520	0,0019	0,2074	0,0075	0,0294	0,0004	0,4	186,2	5,8	192,4	6,0	275	80
MIA__696_46	272,0	133,9	0,5	0,0508	0,0011	0,2031	0,0036	0,0294	0,0006	0,5	186,5	6,2	187,7	3,0	234	52
MIA__696_47	543,0	569,0	1,0	0,0503	0,0008	0,2011	0,0052	0,0288	0,0006	0,7	182,9	6,3	186,0	4,4	214	39
MIA__696_48	118,3	77,8	0,7	0,0507	0,0015	0,2019	0,0062	0,0290	0,0005	0,4	184,1	6,1	186,7	5,2	222	66
MIA__696_49	97,0	56,0	0,6	0,0502	0,0019	0,2167	0,0083	0,0324	0,0008	0,3	205,6	7,6	199,0	6,9	180	85
MIA__696_50	242,0	101,8	0,4	0,0503	0,0008	0,1994	0,0038	0,0292	0,0004	0,6	185,4	5,7	184,6	3,2	212	36
MIA__696_51	436,0	383,7	0,9	0,0503	0,0007	0,2030	0,0040	0,0292	0,0005	0,8	185,7	6,1	187,6	3,4	204	30
MIA__696_52	248,1	177,2	0,7	0,0503	0,0009	0,2022	0,0037	0,0291	0,0004	0,3	184,6	5,7	186,9	3,1	213	42
MIA__696_53	416,0	502,0	1,2	0,0503	0,0007	0,1912	0,0035	0,0275	0,0004	0,6	174,5	5,4	177,6	3,0	205	31
MIA__696_54	185,5	169,8	0,9	0,0511	0,0011	0,2170	0,0041	0,0304	0,0004	0,1	192,7	5,8	199,3	3,4	241	48
MIA__696_55	856,0	1548,0	1,8	0,0511	0,0007	0,2234	0,0032	0,0317	0,0005	0,7	200,7	6,3	204,7	2,7	249	29
MIA__696_56	418,0	409,0	1,0	0,0512	0,0007	0,1989	0,0048	0,0284	0,0007	0,8	180,1	6,9	184,1	4,1	246	30
MIA__696_57	231,0	180,0	0,8	0,0514	0,0011	0,1989	0,0047	0,0278	0,0004	0,4	176,1	5,4	184,1	4,0	253	51
MIA__696_58	770,0	1472,0	1,9	0,0507	0,0008	0,1942	0,0034	0,0278	0,0003	0,5	176,2	5,2	180,1	2,9	237	34
MIA__696_59	325,0	400,0	1,2	0,0507	0,0008	0,1899	0,0036	0,0274	0,0004	0,7	173,7	5,3	176,5	3,1	223	36
MIA__696_60	577,0	527,0	0,9	0,0500	0,0007	0,2075	0,0045	0,0299	0,0006	0,9	190,1	6,3	191,4	3,8	194	32
MIA__696_61	153,1	208,6	1,4	0,0500	0,0014	0,2026	0,0062	0,0294	0,0004	0,4	186,9	5,8	187,2	5,2	191	62
MIA__696_62	505,0	1073,0	2,1	0,0513	0,0010	0,2051	0,0043	0,0290	0,0004	0,5	183,7	5,7	189,4	3,6	250	47
MIA__696_63	278,0	356,0	1,3	0,0496	0,0011	0,1967	0,0041	0,0292	0,0007	0,5	185,6	6,9	182,3	3,4	174	51
MIA__696_64	166,0	214,0	1,3	0,0497	0,0014	0,2071	0,0061	0,0303	0,0006	0,3	192,3	6,3	191,0	5,2	177	62
MIA__696_65	1052,0	1430,0	1,4	0,0498	0,0007	0,1882	0,0031	0,0274	0,0005	0,7	174,3	5,6	175,1	2,7	193	32
MIA__696_66	522,0	388,8	0,7	0,0503	0,0010	0,1972	0,0033	0,0285	0,0004	0,5	181,1	5,6	182,7	2,8	206	44
MIA__696_67	218,0	142,3	0,7	0,0492	0,0014	0,2079	0,0062	0,0302	0,0005	0,4	191,8	6,2	191,7	5,2	178	66
MIA__696_68	974,0	753,0	0,8	0,0503	0,0007	0,2011	0,0039	0,0290	0,0005	0,7	184,0	6,1	186,0	3,3	207	31
MIA__696_69	1004,0	732,0	0,7	0,0491	0,0007	0,1897	0,0030	0,0284	0,0004	0,6	180,5	5,7	176,4	2,6	154	35
MIA__696_70	371,0	404,0	1,1	0,0504	0,0010	0,2029	0,0044	0,0292	0,0004	0,5	185,4	5,7	187,5	3,7	207	47
MIA__696_71	1634,0	3969,0	2,4	0,0499	0,0004	0,1918	0,0025	0,0281	0,0003	0,7	178,5	5,3	178,2	2,2	189	20
MIA__696_72	880,0	1690,0	1,9	0,0524	0,0013	0,1988	0,0069	0,0272	0,0007	0,6	172,1	6,3	184,0	5,8	305	55
MIA__696_73	1385,0	1750,0	1,3	0,0505	0,0007	0,2088	0,0032	0,0299	0,0004	0,7	189,7	5,9	192,5	2,6	220	31
MIA__696_74	265,0	206,1	0,8	0,0505	0,0011	0,2015	0,0052	0,0289	0,0004	0,5	183,7	5,6	186,3	4,4	212	53
MIA__696_75	665,0	704,0	1,1	0,0502	0,0007	0,2065	0,0046	0,0299	0,0007	0,8	190,1	6,9	190,6	3,9	204	30
JGB__528_B_01	1024,0	2018,0	2,0	0,0498	0,0013	0,1886	0,0060	0,0271	0,0006	0,6	172,2	5,2	174,8	5,2	179	55
JGB__528_B_02	450,0	562,0	1,2	0,0855	0,0028	0,3730	0,0130	0,0321	0,0006	0,3	194,8	5,1	322,0	9,2	1317	64
JGB__528_B_03	666,0	1198,0	1,8	0,0511	0,0014	0,2025	0,0065	0,0285	0,0006	0,5	180,7	5,1	186,9	5,4	234	58
JGB__528_B_04	100,3	26,6	0,3	0,0485	0,0036	0,1830	0,0140	0,0274	0,0006	0,3	174,4	5,1	168,0	12,0	110	130
JGB__528_B_05	877,0	421,0	0,5	0,0502	0,0011	0,1959	0,0055	0,0285	0,0005	0,6	180,8	4,7	181,5	4,6	197	46
JGB__528_B_06	533,0	91,2	0,2	0,0493	0,0016	0,1958	0,0066	0,0284	0,0007	0,5	180,3	5,5	181,2	5,5	160	63
JGB__528_B_08	157,0	40,3	0,3	0,0520	0,0077	0,2280	0,0360	0,0303	0,0009	0,0	192,2	6,6	230,0	27,0	270	230
JGB__528_B_09	190,0	41,8	0,2	0,0599	0,0051	0,2600	0,0250	0,0317	0,0011	0,2	198,7	8,2	227,0	16,0	460	130
JGB__528_B_10	385,0	334,0	0,9	0,0480	0,0018	0,1873	0,0073	0,0276	0,0005	0,4	176,0	4,6	174,3	6,2	111	70

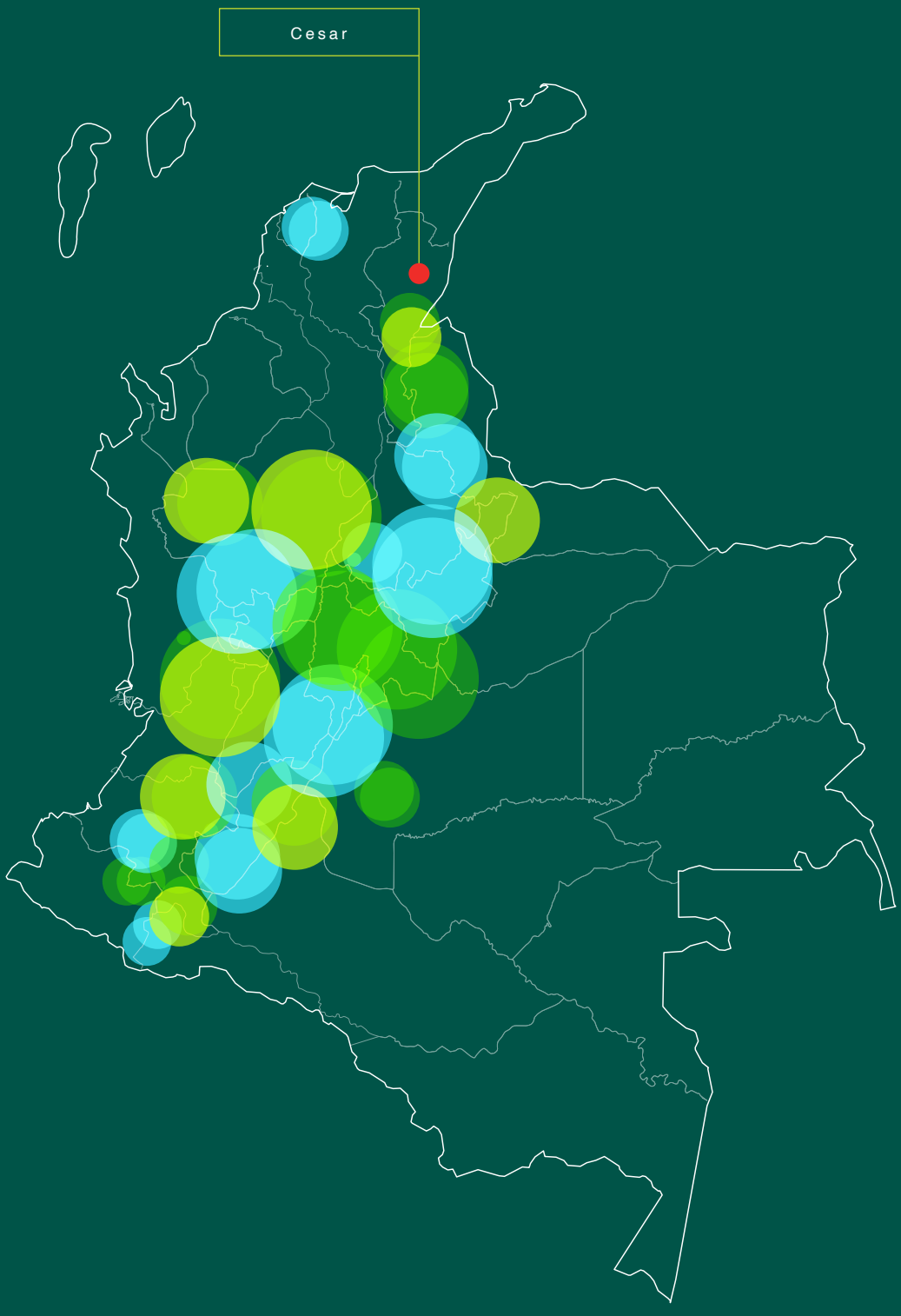
Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
JGB__528_B_11	599,0	536,0	0,9	0,0491	0,0014	0,1986	0,0065	0,0290	0,0006	0,5	184,4	4,9	183,1	5,5	154	59
JGB__528_B_12	608,0	91,4	0,2	0,0509	0,0013	0,1947	0,0057	0,0273	0,0005	0,5	173,4	4,5	180,4	4,9	224	55
JGB__528_B_13	264,7	54,5	0,2	0,0511	0,0021	0,1980	0,0087	0,0278	0,0007	0,4	176,7	5,5	183,9	7,3	225	81
JGB__528_B_14	808,0	2000,0	2,5	0,0495	0,0013	0,1956	0,0066	0,0283	0,0008	0,7	180,0	5,8	181,1	5,6	169	54
JGB__528_B_15	226,6	112,9	0,5	0,0485	0,0023	0,1837	0,0092	0,0271	0,0007	0,4	172,8	5,3	173,5	8,0	123	85
JGB__528_B_20	432,0	411,0	1,0	0,0507	0,0016	0,1975	0,0068	0,0281	0,0006	0,4	178,1	4,8	183,5	5,8	213	65
JGB__528_B_21	168,8	45,4	0,3	0,0500	0,0028	0,2040	0,0120	0,0296	0,0008	0,4	187,8	6,3	186,0	10,0	160	100
JGB__528_B_22	506,0	12,9	0,0	0,0490	0,0015	0,1841	0,0060	0,0271	0,0006	0,5	172,2	4,9	170,9	5,2	154	62
JGB__528_B_23	722,0	66,0	0,1	0,0501	0,0013	0,1886	0,0061	0,0276	0,0007	0,6	175,1	5,5	175,6	5,1	209	55
JGB__528_B_25	120,8	32,5	0,3	0,0520	0,0041	0,2220	0,0170	0,0296	0,0010	0,3	187,4	7,0	201,0	14,0	290	150
JGB__528_B_26	640,0	644,0	1,0	0,0517	0,0015	0,2185	0,0080	0,0300	0,0008	0,6	190,4	6,0	200,5	6,6	263	61
JGB__528_B_27	124,5	47,2	0,4	0,0475	0,0031	0,1950	0,0130	0,0294	0,0006	0,4	187,3	5,3	183,0	11,0	130	110
JGB__528_B_28	742,0	1086,0	1,5	0,0506	0,0014	0,1967	0,0064	0,0279	0,0007	0,6	177,3	5,4	181,6	5,4	219	57
GR__6802_01	65,8	21,8	0,3	0,0401	0,0078	143,0000	26,0000	0,0009	0,0430	0,0	188,7	7,9	143,0	26,0	-240	260
GR__6802_02	68,2	34,9	0,5	0,0583	0,0094	184,0000	29,0000	0,0008	0,0478	0,0	172,2	7,2	184,0	29,0	160	270
GR__6802_03	81,4	42,54	0,5	0,0583	0,0077	183,0000	24,0000	0,0007	-0,0513	0,1	174,5	6,3	183,0	24,0	270	230
GR__6802_04	68,5	42,4	0,6	0,0454	0,0087	144,0000	27,0000	0,0008	0,0528	0,1	176,0	7,2	144,0	27,0	-80	270
GR__6802_05	201,5	174,3	0,9	0,0505	0,0044	169,0000	12,0000	0,0005	-0,0931	0,1	169,1	5,4	169,0	12,0	220	140
GR__6802_06	168,8	32,1	0,2	0,0518	0,0050	180,0000	15,0000	0,0006	0,0220	0,0	169,7	5,8	180,0	15,0	260	160
GR__6802_07	0,0144	0,0024	0,2	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_08	0,0123	0,0091	0,7	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_09	0,0152	0,0086	0,6	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_10	64,9	13,3	0,2	0,0521	0,0078	156,0000	22,0000	0,0007	-0,0283	0,1	166,9	6,3	156,0	22,0	130	230
GR__6802_11	30,3	14,9	0,5	0,0600	0,0110	187,0000	32,0000	0,0009	0,0323	0,0	172,7	7,3	187,0	32,0	230	290
GR__6802_12	51,9	25,5	0,5	0,0513	0,0076	163,0000	22,0000	0,0007	0,0833	0,1	171,4	6,4	163,0	22,0	80	230
GR__6802_13	101,4	27,1	0,3	0,0531	0,0053	183,0000	16,0000	0,0005	0,1676	0,2	173,7	5,6	183,0	16,0	250	170
GR__6802_14	67,7	41	0,6	0,0467	0,0056	162,0000	19,0000	0,0006	0,0567	0,1	175,8	6,1	162,0	19,0	50	190
GR__6802_15	65,8	35,17	0,5	0,0515	0,0054	173,0000	17,0000	0,0006	0,1238	0,1	177,9	5,8	173,0	17,0	190	180
GR__6802_16	19,0	6,5	0,3	0,0730	0,0170	198,0000	48,0000	0,0012	-0,0358	0,1	169,2	9,3	198,0	48,0	140	400
GR__6802_17	68	27,6	0,4	0,0523	0,0060	180,0000	19,0000	0,0006	0,0004	0,0	177,2	5,8	180,0	19,0	230	190
GR__6802_18	34,4	10,9	0,3	0,0530	0,0100	170,0000	33,0000	0,0008	0,1070	0,1	172,1	7,2	170,0	33,0	10	300
GR__6802_19	50,5	27,1	0,5	0,0920	0,0120	293,0000	38,0000	0,0009	0,3984	0,4	175,5	7,7	293,0	38,0	990	260
GR__6802_20	66,3	30,27	0,5	0,0577	0,0074	197,0000	24,0000	0,0007	0,1271	0,1	177,0	6,5	197,0	24,0	330	230
GR__6802_21	33,3	14,1	0,4	0,0600	0,0130	189,0000	39,0000	0,0009	0,0497	0,0	171,2	7,4	189,0	39,0	310	330
GR__6802_22	0,033	0,0096	0,3	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_23	100,8	81	0,8	0,0582	0,0070	217,0000	22,0000	0,0008	0,0287	0,0	182,0	7,0	217,0	22,0	470	210
GR__6802_24	39,6	13,04	0,3	0,0602	0,0090	218,0000	30,0000	0,0010	-0,0326	0,1	185,0	7,8	218,0	30,0	420	260
GR__6802_25	0	-0,000072882	#¡DIV/0!	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_26	37,1	15,8	0,4	0,0565	0,0095	205,0000	28,0000	0,0009	0,1283	0,1	169,5	7,2	205,0	28,0	480	250
GR__6802_27	41,5	4,32	0,1	0,0553	0,0089	186,0000	28,0000	0,0009	0,1727	0,2	182,6	7,8	186,0	28,0	150	260

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GR__6802_28	64,7	17,5	0,3	0,0507	0,0067	157,0000	20,0000	0,0007	-0,0267	0,1	166,2	6,1	157,0	20,0	120	210
GR__6802_29	42,01	15,22	0,4	0,1080	0,0110	345,0000	27,0000	0,0008	0,0668	0,1	168,1	6,9	345,0	27,0	1400	210
GR__6802_30	39,4	9,7	0,2	0,0551	0,0088	184,0000	29,0000	0,0008	0,0420	0,0	185,1	7,2	184,0	29,0	190	260
GR__6802_31	68,5	20,4	0,3	0,0566	0,0061	181,0000	18,0000	0,0006	0,0368	0,0	165,9	6,0	181,0	18,0	320	190
GR__6802_32	0	0,0045	#¡DIV/0!	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_33	224,0	138,0	0,6	0,0491	0,0029	166,6000	8,6000	0,0004	0,0509	0,1	173,8	5,3	166,6	8,6	140	110
GR__6802_34	0,021	0,0023	0,1	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_35	32,4	9,0	0,3	0,0640	0,0130	182,0000	34,0000	0,0009	0,0345	0,0	159,1	7,3	182,0	34,0	180	310
GR__6802_36	35,4	16,6	0,5	0,0560	0,0100	173,0000	31,0000	0,0009	0,0388	0,0	171,3	7,9	173,0	31,0	100	290
GR__6802_37	89	48,2	0,5	0,0502	0,0057	174,0000	19,0000	0,0006	-0,0305	0,1	176,0	6,0	174,0	19,0	170	190
GR__6802_38	32,7	10,94	0,3	0,0550	0,0100	176,0000	34,0000	0,0010	0,1375	0,1	181,5	7,8	176,0	34,0	10	290
GR__6802_39	94,1	38,9	0,4	0,0530	0,0057	170,0000	17,0000	0,0006	0,1405	0,1	169,2	5,8	170,0	17,0	200	180
GR__6802_40	59,9	40,0	0,7	0,0544	0,0075	170,0000	22,0000	0,0008	0,0571	0,1	173,4	6,5	170,0	22,0	140	220
GR__6802_41	0,0062	0,0032	0,5	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_42	10,8	3,1	0,3	0,0800	0,0440	287,0000	95,0000	0,0032	-0,4475	0,1	204,6	23,6	287,0	95,0	490	520
GR__6802_43	0,0037	-0,000078748	0,0	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_44	49,5	17,91	0,4	0,0505	0,0075	176,0000	24,0000	0,0007	0,0862	0,1	176,4	6,5	176,0	24,0	80	230
GR__6802_45	50,4	17,9	0,4	0,0444	0,0063	150,0000	21,0000	0,0006	0,0667	0,1	171,8	6,1	150,0	21,0	-100	210
GR__6802_46	140	101,3	0,7	0,0918	0,0055	317,0000	16,0000	0,0005	0,0846	0,1	176,1	5,6	317,0	16,0	1350	120
GR__6802_47	93,5	53,5	0,6	0,0465	0,0052	152,0000	16,0000	0,0005	0,0758	0,1	168,5	5,4	152,0	16,0	50	180
GR__6802_48	0,029	0,0051	0,2	no value	NAN	no value	NAN	NAN	NaN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR__6802_49	91,1	63,4	0,7	0,0510	0,0058	168,0000	18,0000	0,0006	0,1267	0,1	170,5	5,9	168,0	18,0	130	190
GR__6802_50	796	1016	1,3	0,0507	0,0022	180,4000	7,6000	0,0003	0,2157	0,2	177,2	5,1	180,4	7,6	199	83
GR__6802_51	70,8	45,8	0,6	0,0450	0,0100	135,0000	33,0000	0,0010	-0,1474	0,1	179,0	7,9	135,0	33,0	-100	300
GR__6802_52	82,4	82,6	1,0	0,0460	0,0100	143,0000	33,0000	0,0008	0,0606	0,1	177,2	7,3	143,0	33,0	-160	300
GR__6802_53	79,4	80,4	1,0	0,0480	0,0110	167,0000	35,0000	0,0009	0,0587	0,1	185,0	8,0	167,0	35,0	-10	310
GR__6802_54	126,5	133,2	1,1	0,0606	0,0078	199,0000	24,0000	0,0007	0,0330	0,0	174,5	6,4	199,0	24,0	360	230
GR__6802_55	51	50,4	1,0	0,0570	0,0140	165,0000	42,0000	0,0012	-0,0792	0,1	178,3	9,3	165,0	42,0	-50	360
GR__6802_56	63,1	31,9	0,5	0,0540	0,0110	174,0000	34,0000	0,0008	-0,0064	0,1	168,7	7,3	174,0	34,0	170	300
GOE__1036_01	65,6	118	1,8	0,1850	0,0100	0,9280	0,0650	0,0361	0,0008	0,1	190,4	6,0	662,0	33,0	2705	80
GOE__1036_02	103	343	3,3	0,0533	0,0019	0,2399	0,0097	0,0324	0,0006	0,3	204,5	4,7	218,1	7,9	344	85
GOE__1036_03	83,3	178,1	2,1	0,0572	0,0028	0,2530	0,0130	0,0319	0,0007	0,1	200,8	5,3	228,0	11,0	500	100
GOE__1036_04	65,1	107,8	1,7	0,0508	0,0022	0,2210	0,0120	0,0313	0,0010	0,6	198,5	6,9	202,6	9,6	241	97
GOE__1036_05	87,8	143	1,6	0,0479	0,0012	7,5000	1,1000	0,0930	0,0100	1,0	223,6	32,6	2090,0	150,0	4410	77
GOE__1036_06	84	101,8	1,2	0,0707	0,0044	0,2960	0,0210	0,0301	0,0005	0,6	186,5	4,4	262,0	16,0	930	140
GOE__1036_07	480	68	0,1	0,0732	0,0029	0,2360	0,0150	0,0237	0,0017	0,8	146,5	10,4	214,0	13,0	1002	81
GOE__1036_08	86,4	28	0,3	0,0524	0,0016	0,2201	0,0088	0,0301	0,0004	0,6	190,5	4,1	201,8	7,3	305	73
GOE__1036_09	104,2	29,6	0,3	0,0515	0,0022	0,2024	0,0076	0,0292	0,0007	0,5	185,4	5,4	187,0	6,4	251	91
GOE__1036_10	41,6	9,62	0,2	0,0535	0,0032	0,2130	0,0130	0,0294	0,0007	0,2	185,6	5,0	195,0	11,0	330	130
GOE__1036_11	51,5	15,5	0,3	0,0523	0,0034	0,2090	0,0130	0,0287	0,0006	0,0	182,1	4,3	192,0	11,0	270	140

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GOE__1036_12	73,3	18	0,2	0,0582	0,0043	0,2360	0,0170	0,0298	0,0008	0,2	187,1	5,6	215,0	14,0	490	160
GOE__1036_13	111,1	38,1	0,3	0,0511	0,0024	0,2074	0,0078	0,0295	0,0004	0,1	186,9	3,9	191,2	6,6	260	100
GOE__1036_14	122,4	59,3	0,5	0,0515	0,0020	0,2187	0,0075	0,0308	0,0005	0,3	194,9	4,4	200,7	6,3	253	84
GOE__1036_15	124,5	64,2	0,5	0,0516	0,0022	0,2250	0,0100	0,0315	0,0007	0,5	199,7	5,2	205,8	8,5	270	95
GOE__1036_16	224	156	0,7	0,0992	0,0076	0,4980	0,0450	0,0365	0,0011	0,6	217,3	8,0	407,0	30,0	1590	140
GOE__1036_17	54,6	58,1	1,1	0,0651	0,0037	0,2660	0,0150	0,0291	0,0006	0,4	181,6	4,5	239,0	12,0	790	110
GOE__1036_18	83,5	137	1,6	0,0510	0,0022	0,2087	0,0095	0,0294	0,0005	0,3	186,5	4,4	192,2	8,0	232	91
GOE__1036_19	103,1	158,3	1,5	0,0562	0,0020	0,2255	0,0088	0,0291	0,0004	0,4	183,2	3,7	206,3	7,3	459	83
GOE__1036_20	97,5	111,2	1,1	0,0516	0,0019	0,2078	0,0067	0,0293	0,0006	0,0	185,8	4,5	191,6	5,6	258	83
GOE__1036_21	91,3	87	1,0	0,0506	0,0018	0,2040	0,0083	0,0287	0,0006	0,3	182,5	5,0	188,3	7,0	215	80
GOE__1036_22	107	94	0,9	0,0477	0,0014	0,1971	0,0074	0,0298	0,0008	0,4	189,5	5,9	182,5	6,3	88	62
GOE__1036_23	97,5	63,3	0,6	0,0539	0,0021	0,2169	0,0093	0,0290	0,0005	0,3	183,5	4,2	199,1	7,8	351	89
GOE__1036_24	72,8	41,9	0,6	0,1171	0,0090	0,5320	0,0470	0,0335	0,0010	0,8	194,9	7,3	429,0	31,0	1910	140
GOE__1036_25	86,7	52,9	0,6	0,0850	0,0130	0,3870	0,0810	0,0307	0,0009	0,9	186,5	6,8	321,0	53,0	1180	290
GOE__1036_26	79,4	55,3	0,7	0,0562	0,0029	0,2330	0,0130	0,0300	0,0006	0,7	188,9	4,7	212,0	10,0	430	110
GOE__1036_27	70,9	57,8	0,8	0,0509	0,0026	0,2180	0,0100	0,0310	0,0006	0,2	196,7	4,8	200,0	8,5	220	110
GOE__1036_28	79,3	57,1	0,7	0,0557	0,0024	0,2271	0,0079	0,0298	0,0005	0,2	187,7	4,3	207,7	6,6	438	91
GOE__1036_29	165,5	222,3	1,3	0,0515	0,0012	0,2082	0,0056	0,0290	0,0003	0,4	184,1	3,5	191,9	4,7	268	58
GOE__1036_30	65,7	59,9	0,9	0,0808	0,0031	0,3380	0,0130	0,0305	0,0004	0,8	186,3	4,0	295,0	10,0	1202	75
GOE__1036_31	68,3	70,4	1,0	0,0620	0,0027	0,2490	0,0120	0,0292	0,0006	0,6	182,7	4,5	225,3	9,9	679	81
GOE__1036_32	45,9	34,9	0,8	0,0678	0,0060	0,3290	0,0340	0,0347	0,0011	0,4	215,2	7,5	287,0	25,0	820	180
GOE__1036_33	56,4	24,6	0,4	0,0489	0,0023	0,2047	0,0095	0,0300	0,0005	0,1	190,7	4,5	188,9	8,0	143	97
GOE__1036_34	68,1	45,1	0,7	0,0616	0,0056	0,2600	0,0250	0,0307	0,0008	0,2	191,9	5,7	227,0	14,0	590	170
GOE__1036_35	69,1	33,5	0,5	0,0561	0,0024	0,2310	0,0110	0,0300	0,0006	0,5	189,0	5,0	210,6	9,0	437	97
GOE__1036_36	48,9	22,7	0,5	0,0508	0,0027	0,2100	0,0110	0,0301	0,0006	0,1	190,9	4,8	193,1	9,2	220	110
GOE__1036_37	52,8	30,8	0,6	0,0530	0,0025	0,2250	0,0130	0,0307	0,0006	0,6	194,0	4,9	206,0	11,0	310	100
GOE__1036_38	45,3	36,2	0,8	0,0513	0,0032	0,2050	0,0120	0,0290	0,0006	0,1	183,7	4,9	189,0	10,0	260	120
GOE__1036_39	52,3	54,9	1,0	0,0499	0,0024	0,2070	0,0110	0,0298	0,0009	0,4	189,2	6,3	190,5	9,6	180	100
GOE__1036_40	73,7	70,8	1,0	0,0592	0,0027	0,2540	0,0110	0,0312	0,0006	0,2	195,7	4,6	229,5	9,2	570	100
GOE__1036_41	50,83	35,2	0,7	0,0521	0,0026	0,2210	0,0120	0,0300	0,0006	0,5	190,2	4,6	202,3	9,7	270	110
GOE__1036_42	77	71,9	0,9	0,0496	0,0019	0,2108	0,0083	0,0303	0,0006	0,4	192,5	4,7	194,1	7,0	174	84
GOE__1036_43	83	82,6	1,0	0,0717	0,0036	0,3190	0,0210	0,0317	0,0008	0,7	195,5	5,6	280,0	16,0	970	110
GOE__1036_44	83,8	72	0,9	0,0585	0,0023	0,2520	0,0110	0,0308	0,0007	0,4	193,2	5,1	227,7	8,7	531	85
GOE__1036_45	73,3	57	0,8	0,0504	0,0025	0,2120	0,0120	0,0304	0,0006	0,4	193,2	4,9	194,6	9,8	210	110
JGB__530_A_01	301,0	96,0	0,3	0,1080	0,0100	0,4760	0,0390	0,0332	0,0007	0,1	195,7	5,9	392,0	27,0	1550	170
JGB__530_A_02	37,6	21,7	0,6	0,1590	0,0250	0,8200	0,1300	0,0336	0,0014	0,5	184,4	10,5	535,0	74,0	1500	360
JGB__530_A_03	78,4	52,8	0,7	0,0479	0,0095	0,1890	0,0370	0,0281	0,0008	0,1	179,0	6,2	167,0	32,0	-50	290
JGB__530_A_04	71,4	60,8	0,9	0,0460	0,0100	0,1800	0,0380	0,0295	0,0008	0,0	188,2	6,4	157,0	34,0	-190	310
JGB__530_A_05	70,9	52,9	0,7	0,0450	0,0150	0,1670	0,0570	0,0282	0,0010	0,0	180,1	7,7	168,0	49,0	-380	410
JGB__530_A_06	133,0	57,7	0,4	0,0560	0,0072	0,2290	0,0290	0,0298	0,0008	0,1	187,7	6,2	198,0	24,0	340	220

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
JGB__530_A_07	40,5	29,9	0,7	0,0640	0,0160	0,2440	0,0580	0,0282	0,0009	0,0	176,1	7,7	217,0	48,0	160	380
JGB__530_A_08	81,6	32,3	0,4	0,0587	0,0068	0,2370	0,0270	0,0297	0,0007	0,018	186,8	5,9	216,0	22,0	420	210
JGB__530_A_09	55,0	22,1	0,4	0,0710	0,0100	0,2790	0,0380	0,0286	0,0008	0,133	176,7	6,3	239,0	31,0	590	260
JGB__530_A_10	76,3	22,0	0,3	0,0685	0,0074	0,2550	0,0270	0,0269	0,0006	0,0	166,8	5,1	228,0	22,0	650	210
JGB__530_A_11	551,0	117,1	0,2	0,0728	0,0011	1,6420	0,0300	0,1640	0,0023	0,6	977,8	22,5	987,0	12,0	1002	29
JGB__530_A_12	33,9	12,9	0,4	0,1040	0,0260	0,4000	0,1200	0,0286	0,0015	0,3	169,5	11,1	237,0	60,0	280	460
JGB__530_A_13	427,0	61,9	0,1	0,0702	0,0013	1,1820	0,0660	0,1199	0,0059	0,9	724,4	37,5	782,0	33,0	931	40
JGB__530_A_14	45,1	22,5	0,5	0,0520	0,0110	0,1760	0,0340	0,0280	0,0008	0,1	177,5	6,4	183,0	32,0	180	280
JGB__530_A_15	47,6	18,3	0,4	0,0633	0,0087	0,2530	0,0360	0,0299	0,0008	0,1	186,6	6,4	230,0	28,0	420	240
JGB__530_A_16	103,0	45,4	0,4	0,0636	0,0066	0,2430	0,0220	0,0286	0,0006	0,1	178,4	5,4	219,0	18,0	500	170
JGB__530_A_17	32,3	11,6	0,4	0,0610	0,0130	0,2250	0,0460	0,0276	0,0009	0,0	172,8	6,8	189,0	41,0	190	330
JGB__530_A_18	33,1	11,3	0,3	0,0490	0,0100	0,1940	0,0410	0,0280	0,0009	0,5	177,9	7,3	165,0	33,0	10	290
JGB__530_A_19	34,3	17,3	0,5	0,0560	0,0120	0,1940	0,0410	0,0277	0,0008	0,1	174,7	6,7	190,0	34,0	190	310
JGB__530_A_20	44,0	14,1	0,3	0,0746	0,0085	0,3010	0,0340	0,0290	0,0008	0,1	178,4	6,4	259,0	27,0	740	230
JGB__530_A_21	41,9	15,6	0,4	0,0508	0,0084	0,1970	0,0320	0,0286	0,0007	0,1	181,6	6,0	174,0	28,0	40	260
JGB__530_A_22	68,7	19,3	0,3	0,0985	0,0071	0,3990	0,0280	0,0296	0,0006	0,2	176,9	5,1	341,0	21,0	1400	160
JGB__530_A_23	41,7	25,0	0,6	0,0582	0,0093	0,2280	0,0370	0,0285	0,0007	0,1	179,3	6,0	209,0	30,0	300	250
JGB__530_A_24	22,9	9,7	0,4	0,0700	0,0210	0,2020	0,0670	0,0276	0,0011	0,0	171,1	9,2	187,0	56,0	20	470
JGB__530_A_25	24,7	12,7	0,5	0,0510	0,0150	0,1940	0,0570	0,0291	0,0010	0,0	184,6	7,7	174,0	52,0	-210	400
JGB__530_A_26	35,8	11,1	0,3	0,0580	0,0120	0,2240	0,0450	0,0283	0,0008	0,1	177,9	6,6	195,0	37,0	180	310
JGB__530_A_27	33,6	8,0	0,2	0,2670	0,0170	1,4300	0,1100	0,0399	0,0014	0,5	184,9	9,3	893,0	49,0	3200	120
JGB__530_A_28	9,8	4,8	0,5	0,0780	0,0430	0,2000	0,1500	0,0347	0,0017	0,1	212,4	16,4	280,0	110,0	-1700	870
JGB__530_A_29	15,6	5,8	0,4	0,2200	0,0380	0,9700	0,1300	0,0367	0,0015	0,0	183,7	13,8	692,0	62,0	1530	490
JGB__530_A_30	37,8	24,9	0,7	0,0580	0,0110	0,2060	0,0390	0,0267	0,0008	0,1	168,0	6,3	190,0	33,0	150	300
JGB__530_A_31	54,1	20,8	0,4	0,0529	0,0074	0,2090	0,0290	0,0285	0,0007	0,1	180,2	6,0	192,0	25,0	210	220
JGB__530_A_32	35,9	20,8	0,6	0,0540	0,0120	0,2070	0,0450	0,0287	0,0008	0,1	181,2	6,7	196,0	39,0	90	320
JGB__530_A_33	89,0	22,1	0,2	0,1090	0,0110	0,4340	0,0410	0,0274	0,0009	0,4	161,6	6,9	368,0	29,0	1600	210
JGB__530_A_34	81,7	90,1	1,1	0,0641	0,0050	0,2800	0,0220	0,0312	0,0007	0,2	194,6	5,7	247,0	18,0	650	150
JGB__530_A_35	55,0	31,5	0,6	0,0670	0,0170	0,2460	0,0470	0,0268	0,0010	0,1	166,8	7,7	223,0	43,0	360	370
JGB__530_A_36	98,7	95,4	1,0	0,0588	0,0081	0,2340	0,0290	0,0274	0,0009	0,1	172,1	7,1	215,0	24,0	530	220
JGB__530_A_37	34,6	18,4	0,5	0,0940	0,0140	0,3940	0,0590	0,0289	0,0010	0,2	173,4	7,4	317,0	45,0	820	320
JGB__530_A_38	37,9	12,4	0,3	0,0480	0,0130	0,2060	0,0480	0,0283	0,0009	0,1	180,2	7,5	173,0	42,0	-90	360
JGB__530_A_39	12,9	4,9	0,4	0,4570	0,0420	3,2500	0,3100	0,0536	0,0035	0,5	169,1	21,1	1437,0	80,0	3910	200
JGB__530_A_40	46,6	27,9	0,6	0,0860	0,0130	0,3540	0,0510	0,0293	0,0009	0,1	178,0	6,7	292,0	37,0	910	280
JGB__530_A_41	71,1	23,3	0,3	0,0726	0,0085	0,3120	0,0360	0,0305	0,0008	0,1	188,5	6,4	282,0	29,0	860	220
JGB__530_A_42	202,9	202,8	1,0	0,0558	0,0035	0,2130	0,0130	0,0276	0,0005	0,2	174,0	4,7	193,0	11,0	390	120
JGB__530_A_43	31,3	23,0	0,7	0,0630	0,0180	0,2420	0,0710	0,0287	0,0011	0,1	179,4	8,5	203,0	58,0	-40	420
JGB__530_A_44	220,0	71,0	0,3	0,0822	0,0074	0,3440	0,0330	0,0302	0,0007	0,3	184,2	5,6	306,0	24,0	1100	170
JGB__530_A_45	73,2	68,4	0,9	0,0541	0,0080	0,2170	0,0320	0,0287	0,0008	0,1	181,4	6,3	192,0	27,0	220	240
JGB__530_A_46	295,0	80,8	0,3	0,0717	0,0057	0,2710	0,0180	0,0266	0,0007	0,0	164,3	5,4	241,0	14,0	940	140

Punto de análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
JGB__530_A_47	63,5	32,2	0,5	0,0560	0,0100	0,2200	0,0390	0,0287	0,0009	0,1	180,7	6,6	203,0	34,0	190	300
JGB__530_A_48	136,0	46,5	0,3	0,0562	0,0075	0,2230	0,0290	0,0281	0,0007	0,1	177,1	5,6	201,0	23,0	420	220
JGB__530_A_49	92,2	44,6	0,5	0,0530	0,0062	0,2040	0,0240	0,0278	0,0007	0,2	176,2	5,7	184,0	21,0	210	200
JGB__530_A_50	28,0	16,3	0,6	0,1280	0,0230	0,5230	0,0950	0,0324	0,0011	0,1	185,7	9,4	425,0	67,0	1280	360
JGB__530_A_51	32,8	19,6	0,6	0,0580	0,0140	0,2550	0,0600	0,0310	0,0012	0,0	194,9	8,8	213,0	51,0	10	380
JGB__530_A_52	106,3	69,0	0,6	0,0649	0,0063	0,2560	0,0260	0,0282	0,0008	0,2	176,1	6,0	229,0	20,0	590	180
JGB__530_A_53	33,0	16,8	0,5	0,0380	0,0180	0,1360	0,0670	0,0294	0,0011	0,0	189,5	8,7	176,0	63,0	-530	460
JGB__530_A_54	35,5	18,1	0,5	0,0550	0,0130	0,2090	0,0510	0,0287	0,0010	0,0	181,2	7,5	198,0	43,0	120	350
JGB__530_A_55	26,8	10,3	0,4	0,0620	0,0210	0,1980	0,0760	0,0283	0,0013	0,1	177,1	9,9	156,0	71,0	-390	500
JGB__530_A_56	89,0	25,5	0,3	0,0523	0,0076	0,2280	0,0290	0,0292	0,0008	0,0	184,9	6,2	201,0	23,0	280	220
JGB__530_A_57	137,9	57,9	0,4	0,0547	0,0047	0,2170	0,0190	0,0286	0,0006	0,1	180,3	5,0	202,0	15,0	390	150
JGB__530_A_58	48,7	29,5	0,6	0,0710	0,0120	0,2840	0,0450	0,0299	0,0009	0,0	184,9	7,3	247,0	39,0	310	320
JGB__530_A_59	55,4	7,8	0,1	0,0840	0,0180	0,3930	0,0700	0,0356	0,0013	0,1	216,2	10,3	328,0	44,0	760	320
JGB__530_A_60	61,4	28,9	0,5	0,0845	0,0091	0,3620	0,0430	0,0325	0,0009	0,2	197,2	7,0	312,0	31,0	910	220
JGB__530_A_61	42,2	18,2	0,4	0,0620	0,0130	0,2400	0,0500	0,0297	0,0009	0,0	185,7	7,5	212,0	41,0	200	340
JGB__530_A_62	70,6	37,0	0,5	0,0508	0,0074	0,1950	0,0280	0,0283	0,0008	0,1	179,9	6,1	175,0	24,0	40	230
JGB__530_A_63	93,3	54,8	0,6	0,0512	0,0063	0,1830	0,0230	0,0276	0,0007	0,4	175,0	5,6	170,0	19,0	130	200
JGB__530_A_64	75,6	48,2	0,6	0,0570	0,0074	0,2170	0,0280	0,0280	0,0007	0,1	176,6	5,6	194,0	24,0	290	220
JGB__530_A_65	67,7	29,7	0,4	0,0605	0,0066	0,2450	0,0270	0,0296	0,0008	0,2	185,7	6,3	224,0	23,0	500	200
JGB__530_A_66	22,8	17,0	0,7	0,0640	0,0160	0,2450	0,0640	0,0307	0,0011	0,1	191,5	8,9	196,0	54,0	-50	390
JGB__530_A_67	73,8	27,2	0,4	0,0569	0,0079	0,2190	0,0310	0,0294	0,0008	0,1	185,0	6,2	204,0	24,0	370	220
JGB__530_A_68	74,7	32,3	0,4	0,0569	0,0063	0,2290	0,0260	0,0291	0,0007	0,1	183,4	5,7	209,0	21,0	320	200
JGB__530_A_69	61,9	25,1	0,4	0,0465	0,0077	0,1820	0,0300	0,0282	0,0007	0,3	180,0	6,1	162,0	26,0	20	240
JGB__530_A_70	80,6	39,3	0,5	0,0510	0,0059	0,2060	0,0230	0,0281	0,0007	0,1	178,0	5,7	184,0	20,0	280	190
JGB__530_A_71	175,0	114,0	0,7	0,0560	0,0043	0,2270	0,0190	0,0291	0,0007	0,3	183,4	5,6	206,0	15,0	480	140
JGB__530_A_73	118,0	26,8	0,2	0,0471	0,0090	0,1050	0,0210	0,0165	0,0006	0,1	105,4	4,4	102,0	19,0	50	280
JGB__530_A_74	32,2	11,1	0,3	0,0450	0,0140	0,1790	0,0540	0,0296	0,0011	0,033	189,2	8,9	177,0	45,0	-370	400


Cesar

Batolito de Atánquez

Sierra Nevada de Santa Marta
Cesar

Gabriel Rodríguez, Juan Pablo Zapata, Gloria Obando, Ana María Correa Martínez, Diego Ramírez, Jimmy Alejandro Muñoz, Lorena del Pilar Rayo y Cindy Lizeth Ureña

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia / Jurásico

Citación: Rodríguez, G., Zapata, J. P., Obando, G., Correa-Martínez, A. M., Ramírez, D., Muñoz, J. A., Rayo, L. P. y Ureña, C. L. (2023). Batolito de Atánquez. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Sierra Nevada de Santa Marta.* Vol. 3. Servicio Geológico Colombiano.

Este catálogo es uno de los resultados del proyecto "Magmatismo jurásico de Colombia", que tiene por objeto mejorar la información geológica básica, y el conocimiento acerca de los eventos magmáticos de ese periodo en el territorio nacional. En este sentido, desde 2014, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha venido ejecutando dicho proyecto; ha desarrollado actividades de compilación, control de campo, muestreo para petrografía, química mineral, geoquímica de roca total y geocronología U-Pb en circón; ha utilizado la información tanto de las muestras recolectadas en el presente estudio como de los estudios anteriores, además de aquellos datos que tiene el SGC y que otros investigadores han publicado. Todo este acervo se incorpora para realizar una integración e interpretación que permita dar un salto importante en el conocimiento geológico básico, herramienta que es fundamental para la exploración de minerales y el entendimiento de la evolución geológica de los Andes del norte de Suramérica.

En este catálogo se presenta nueva información geológica, petrográfica, litogeoquímica y geocronológica del Batolito de Atánquez –que aflora en el costado oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta–, a partir de la interpretación de análisis petrográficos, químicos de roca total y dataciones U-Pb en circón. Estos nuevos datos, junto con los ya existentes, permiten entender la evolución de este intrusivo, determinar los pulsos de cristalización que lo conforman y el tiempo de actividad magmática, las variaciones composicionales de las rocas desde la petrografía y la química de roca total.

1. Origen del nombre, distribución geográfica y reseña histórica

El Batolito de Atánquez fue descrito originalmente por Tschanz *et al.* (1969a) en los alrededores de la localidad de Atánquez (departamento del Cesar). Aflora entre las poblaciones de Patillal, al este, y Chemesquemena y Guatapurí, al oeste, y en las cuencas de los ríos Candela, Badillo y la parte alta del Guatapurí; así, ocupa un área aproximada de 230 km^2 (Tschanz *et al.*, 1969a; Colmenares *et al.,* 2007) (figura 1).

Tschanz *et al.* (1969a, 1969b) incluyeron este cuerpo dentro del Cinturón Central de Batolitos Jurásicos, aunque Colmenares *et al.* (2007) lo asocian por su localización geográfica y características composicionales y texturales a los batolitos de Pueblo Bello y Patillal. En este trabajo se considera uno de los batolitos de la Franja Suroriental.

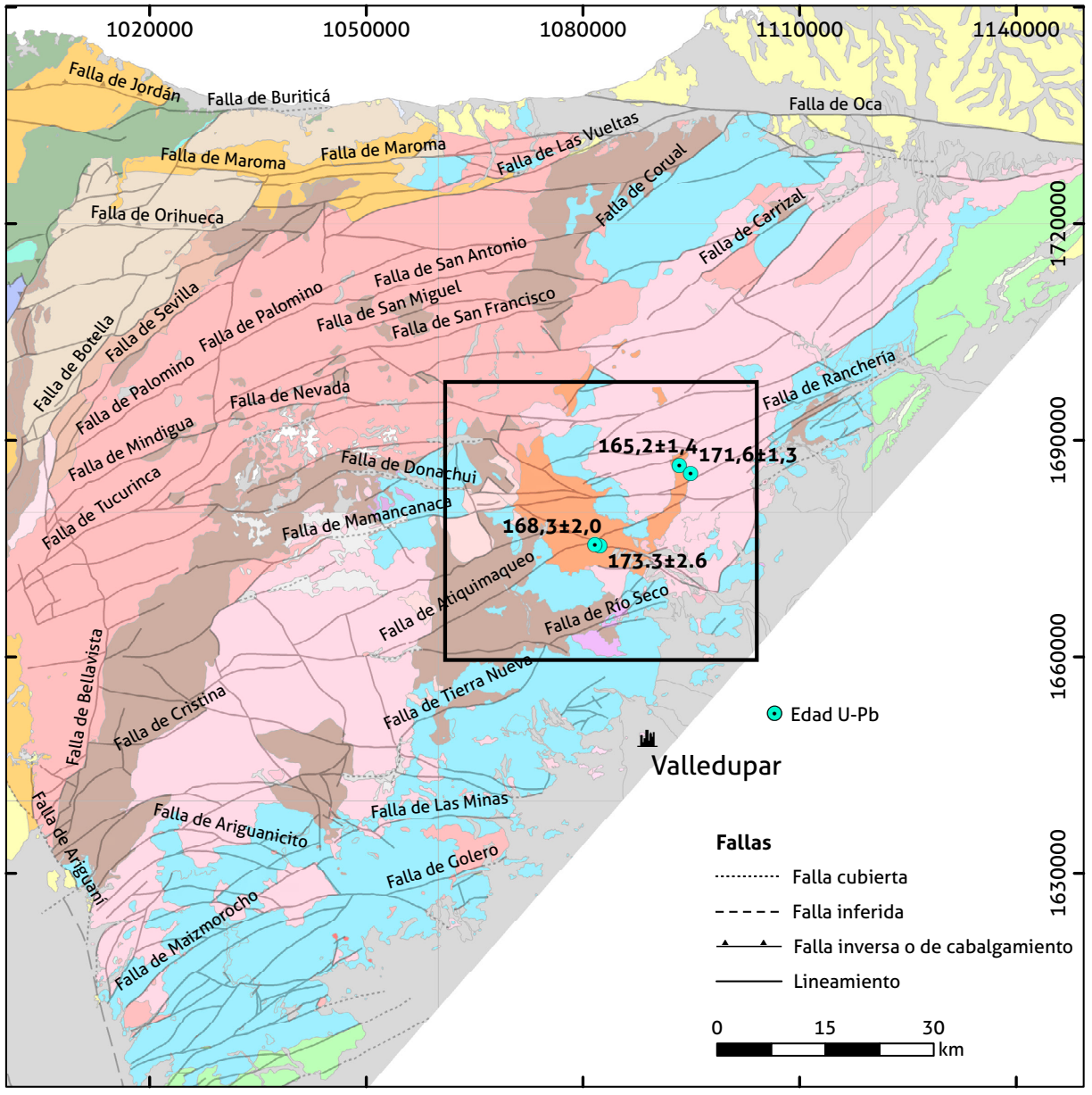
2. Descripción geológica

2.1. Marco geológico

La Sierra Nevada de Santa Marta está localizada en el noroeste de Suramérica, en la zona meridional del Caribe y norte de Colombia; es un macizo de forma triangular que tiene un área de 13700 km^2 y picos que alcanzan alturas hasta de 5900 m s.n.m., lo que lo convierte en el más alto en el mundo en proximidades a la línea costera. Se encuentra limitado por la falla Santa Marta-Bucaramanga en su lado suroccidental; en el lado norte, por la falla de Oca, y en el lado nororiental está cubierto por sedimentos clásticos cretáceos a paleocenos de la cuenca Cesar Ranchería (Cardona *et al.*, 2010b) (figura 1).

La Sierra Nevada de Santa Marta es el resultado de la interacción entre las placas del Pacífico, del Caribe, y de Suramérica, que se inició desde el Mesozoico temprano (Kellogg *et al.*, 1995; Taboada *et al.*, 2000; Cardona *et al.*, 2010a; Montes *et al.*, 2010). Ha sido considerada parte de los bloques del Proterozoico asociados a la cordillera Oriental de Colombia, junto con los macizos de Garzón y de Santander (Kroonenberg 1982; Cediel *et al.*, 2003; Cordani *et al.*, 2005; Ordóñez-Carmona *et al.*, 2006; Ramos, 2010) y forma parte de los afloramientos de rocas del Proterozoico en Colombia, junto con los de San Lucas y La Guajira (Kroonenberg, 1982).

La Sierra Nevada de Santa Marta tiene un basamento metamórfico del Neoproterozoico (Tschanz *et al.*, 1969a;



Leyenda

- Depósitos cuaternarios y aluviales
- Depósitos cuaternarios fluvioglaciares
- Sedimentos de edad Mioceno y Plioceno
- Plutones Paleógenos (Batolito de Santa Marta y otros intrusivos menores)

Mesozoico

- Esquistos de Concha, Esquistos de Gaira y Esquistos de San Lorenzo (Cretácico)
- Fm. Molino, Grupo Cogollo, Fm. La Luna y Fm.Portales (Cretácico)
- Pórfidos graníticos y riolíticos hipoabisales (Jurásico)
- Complejo Volcánico de la SNSM (Jurásico)
- Franja Central de Batolitos (Jurásico)
- Batolito de Atánquez (Jurásico)
- Batolito de Pueblo Bello (Jurásico)
- Plutón del Socorro (Jurásico)
- Batolito de Patillal (Jurásico)
- Milonitas y Migmatitas La Secreta (Triásico)

Paleozoico

- Neis El Encanto (Pérmico)
- Grupo Cachirí (Devónico)

Precámbrico

- Neis de Buritaca y los Muchachitos
- Granulita de Los Mangos
- Gabros y dioritas

Figura 1. Mapa geológico de la franja suroriental de batolitos. Batolito de Atánquez
Fuente: modificado de Tschanz *et al.* (1969b), Colmenares *et al.* (2007), y autores.

Tschanz *et al.*, 1974; Ordoñez-Carmona *et al.*, 2002; Ibáñez Mejía *et al.*, 2011, Piraquive, 2017), representado por unidades como la Granulita de Los Mangos y el Neis de Buritaca, constituidas por neises, neises anortosíticos, anfibolitas, granitoides de anatexia y migmatitas en facies granulita a anfibolita, sobre las cuales reposan discordantes unidades sedimentitas paleozoicas (Tschantz *et al.*, 1969a); se presentan cuerpos de gabro y granitoides deformados pérmicos como granitoides miloníticos (Cardona *et al.*, 2010b), y el Ortogneis de El Encanto (Piraquive, 2017) en el límite entre el basamento precámbrico y rocas metamórficas del Jurásico superior, denominadas Neis de los Muchachitos y Esquistos de San Lorenzo (Tschantz *et al.*, 1969a, 1974; Piraquive, 2017). Batolitos Jurásicos de composición tonalítica, granodiorítica a monzogranítica, y cuerpos menores de pórfidos dacíticos y riolíticos intruyen las unidades precámbricas y paleozoicas, que son finalmente suprayacidas por rocas volcánicas y piroclásticas del Jurásico inferior a medio.

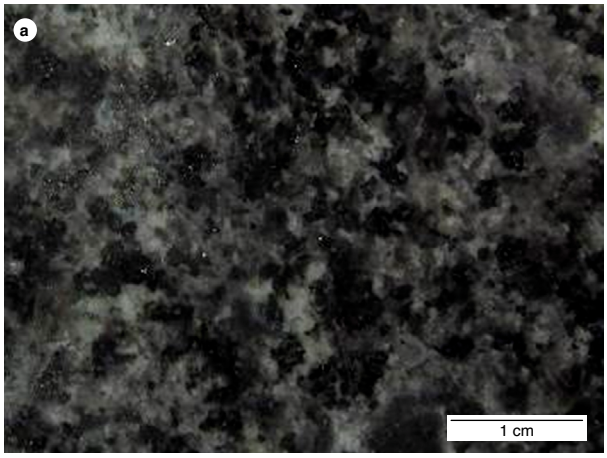
El basamento neoproterozoico hacia el noroeste está en contacto fallado con terrenos metamórficos del Jurásico superior, conformados por migmatitas con bandas de anfibolitas, neises anfibólicos, granofels cuarzo feldespático y esquistos cuarzo micáceos, así como con fragmentos pérmicos milonitizados sobre los que reposan discordantes las rocas jurásicas que parcialmente corresponden a unidades cartografiadas como el Neis de Los Muchachitos y los esquistos de San Lorenzo (Piraquive, 2017).

Al occidente del Cinturón Jurásico, la Sierra Nevada de Santa Marta está conformada por cinturones metamórficos del Cretácico superior al Paleógeno: una faja costera que consiste de esquistos verdes y filitas, y un cinturón interior que comprende esquistos micáceos, esquistos cuarzosericíticos, cuarcitas, esquistos cuarzo-grafitosos y anfibolitas (Tschanz *et al.*, 1969a, 1974; Bustamante *et al.*, 2009; Zuluaga y Stowell, 2012; Mora Bohórquez *et al.*, 2017). Ambas fajas metamórficas están separadas por el Batolito de Santa Marta de edad Eoceno (58-44 Ma K-Ar age, Tschanz *et al.*, 1974).

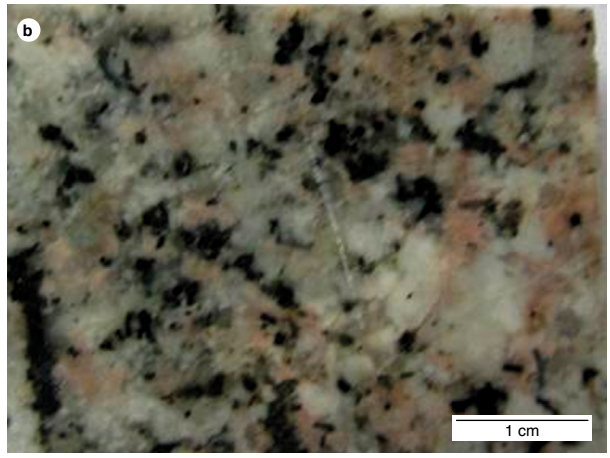
2.2. Características macroscópicas

El Batolito de Atánquez está constituido por granodioritas, tonalitas y cuarzomonzonitas. Las rocas son de color blanco moteadas de negro y localmente muestran algo de rosado debido al feldespato alcalino, y presentan textura holocristalina granular; están compuestas por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y cantidades menores de anfíbol (figura 2). Los enclaves son frecuentes: dioríticos y andesíticos (figura 2), de tamaños entre 1 cm y 40 cm, de formas elipsoidales, redondeadas a angulares, con los bordes difusos, están compuestos por anfíbol y plagioclasa y tienen texturas microgranulares a porfídicas. El plutón está atravesado por diques de color verde a gris verdoso de composición andesítica y basáltica, con espesores entre 5 cm y 5 m, de geometría tabular y contactos netos (figura 2). También es común la presencia de diques félsicos de colores rosados y blancos de composición granítica, cuarzolatítica a riolítica, ocasionalmente se presentan diques pegmatíticos graníticos.

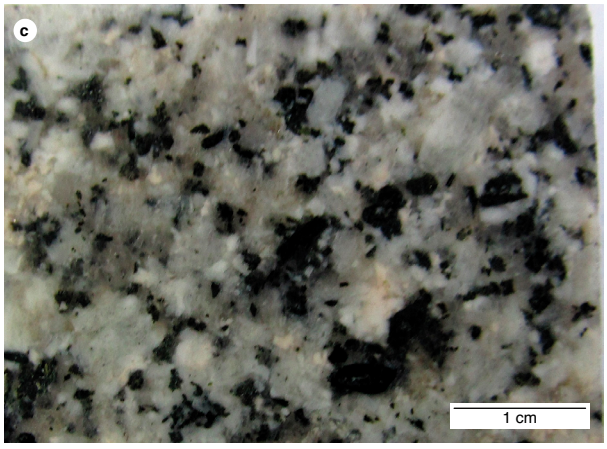
El Batolito de Atánquez presenta una orientación regional anómala distintiva NW-SE, contraria a la tendencia NE-SW predominante en el resto de cuerpos ígneos de la zona. Esto sugiere que la intrusión fue controlada por una falla (lineamiento de Atánquez) con dirección N45°W, cerca al curso de los ríos Candela y Badillo (Tschanz *et al.*, 1969a).



901449 - Cuarzomonzonita



901440 - Granodiorita



901438 - Granodiorita



GR-6759 - Enclaves



Diques basálticos

Figura 2. Aspecto macroscópico del Batolito de Atánquez

2.3. Características microscópicas

Para el estudio petrográfico del Batolito de Atánquez se analizaron ocho secciones delgadas de granitoides y seis correspondientes a diques y cuerpos menores intrusivos (figura 3). Las rocas granitoides se clasificaron como granodioritas, cuarzomonzonitas y tonalitas (tabla 1), las cuales tienen textura general holocristalina hipidiomórfica a alotriomórfica granular y localmente presentan texturas simplectíticas de hornblenda-cuarzo, plagioclasa-cuarzo (mirmequítica), coronas de titanita rodeando los opacos y restos de clinopiroxeno rodeados de hornblenda. Se analizó la información petrográfica de Quandt *et al.* (2018),

la cual corresponde al análisis de siete secciones delgadas de rocas granitoides y dos de diques del Batolito de Atánquez, clasificadas como monzogranitos y granodioritas.

2.3.1. Granodioritas, cuarzomonzonitas y tonalitas

El Batolito de Atánquez está compuesto principalmente por granodioritas (5) y cuarzomonzonitas (2) y subordinadas tonalitas (1) (figura 4, tabla 1). Las rocas son faneríticas de grano medio, con textura hipidiomórfica a alotriomórfica granular; están constituidas por cuarzo (9,8-38 %), plagioclasas de tipo oligoclasa-andesina An_{13}-An_{36} (41,7-75,1 %), feldespato potásico (0-31,8 %), biotita que puede alcanzar el 7,2 %, hornblenda puede estar ausente o alcanzar hasta un 10,6 % del volumen total de la roca (figura 5). Como minerales accesorios se presentan opacos, circón, apatito, titanita y en algunas rocas allanita, rutilo y clinopiroxeno.

El cuarzo se encuentra en cristales anhedrales a subhedrales, de tamaños entre 300 µm y 1600 µm, tiene contornos irregulares a rectos cristalinos; en algunas rocas es intersticial, incoloro, con extinción ondulatoria; pueden tener microfracturas e inclusiones microcristalinas a manera de polvo, plagioclasa, biotita, hornblenda, feldespato, titanita y opacos (figura 5).

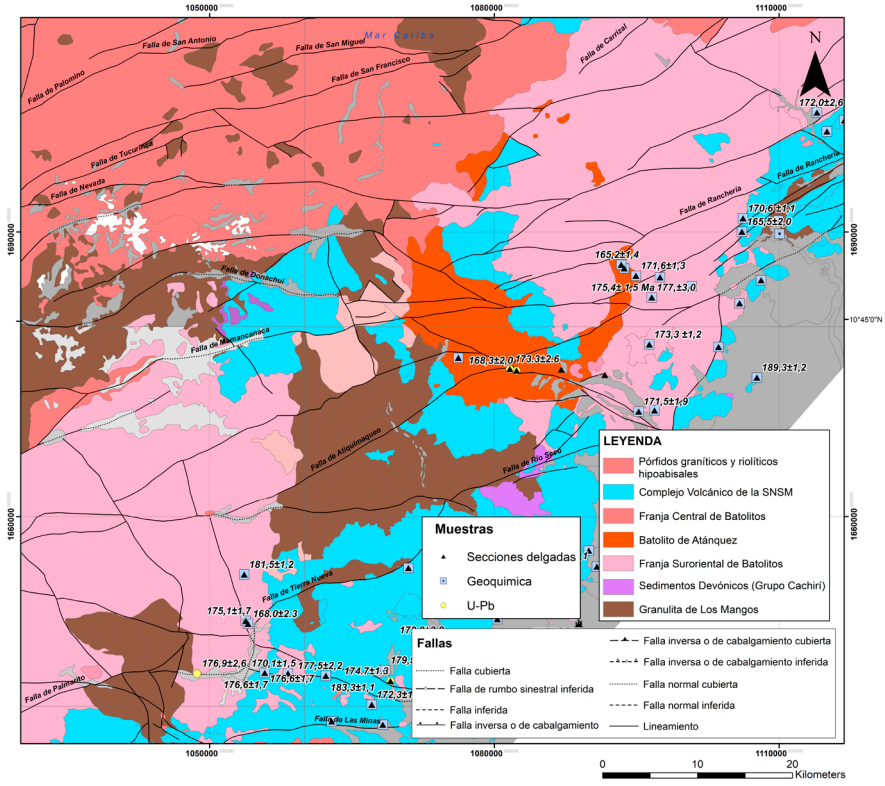


Figura 3. Localización de muestras en el Batolito de Atánquez

Tabla 1. Composición modal de rocas del Batolito de Atánquez

IGM	N.° de campo	Oeste (m)	Norte (m)	Qtz	Pl	Fsp	Cpx	Hbl	Bt	Op	Ap	Zrn	Ttn	Ep	Clasificación petrográfica
901449	GR-6834	1076217	1676725	9,8	43,1	27,5	0,7	10,6	7,2	0,6	0,1	Tr	0,4		Cuarzomonzonita
804		1073952	1684612	13,1	48,5	31,8			6,5	0,1					Cuarzomonzonita
901440	GR-6824A	1094918	1685375	29,3	42,7	22		0,7	4,7	0,6	Tr	Tr	Tr	Tr	Granodiorita
901438	GR-6822	1093370	1686540	38	41,7	13,5		2,5	3,7	0,6	Tr	Tr	Tr		Granodiorita
518		1080199	1675244	26,7	44,9	18,6		3,4	6,3	Tr	Tr		0,1	Tr	Granodiorita
900982	GR-6755	1087051	1675487	31,0	43,9	17,5		1,8	5,8	TR	TR	TR	TR		Granodiorita
319		1091158	1677562	17,6	75,1			5,5	1,7	Tr	Tr	Tr	0,1	Tr	Tonalita
900983	GR-6756	1082347	1675382	30,4	47,4	17,5		1,8	2,9	TR	TR	TR	TR	TR	Granodiorita

Fuente: Geoestudios-Ingeominas (2007), y autores.

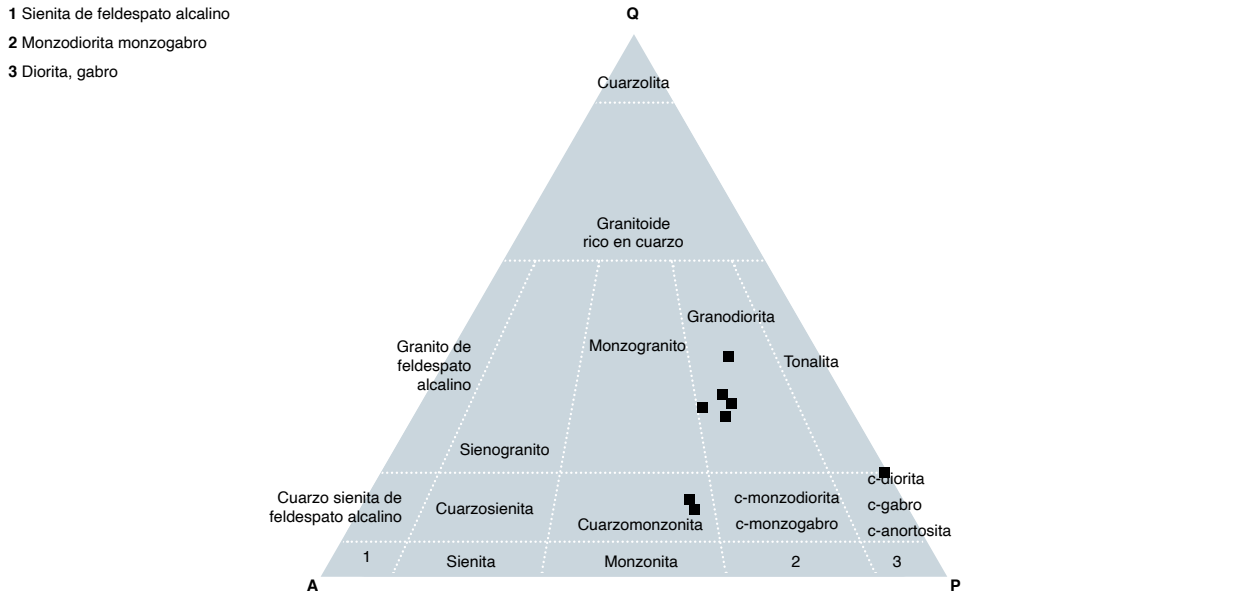
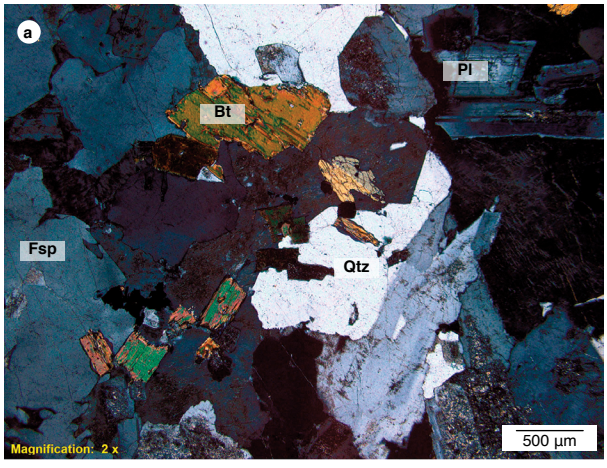
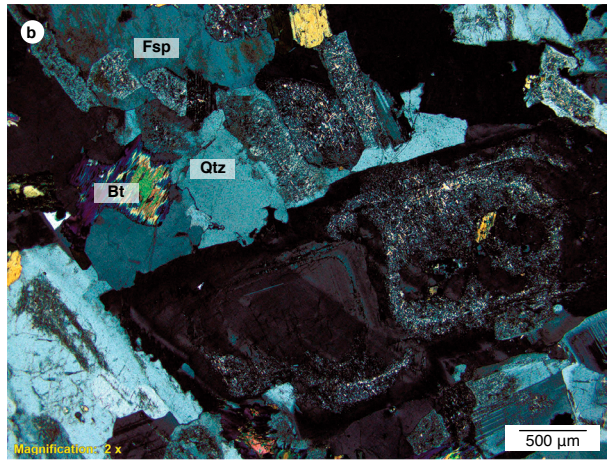


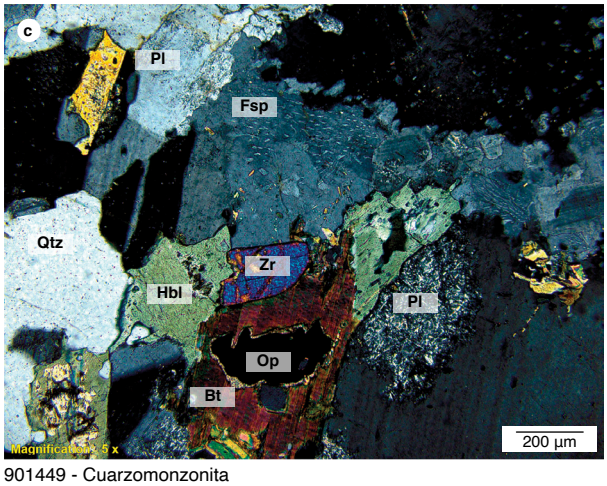
Figura 4. Clasificación modal de rocas del Batolito de Atánquez en el diagrama de Streckeisen (1976)



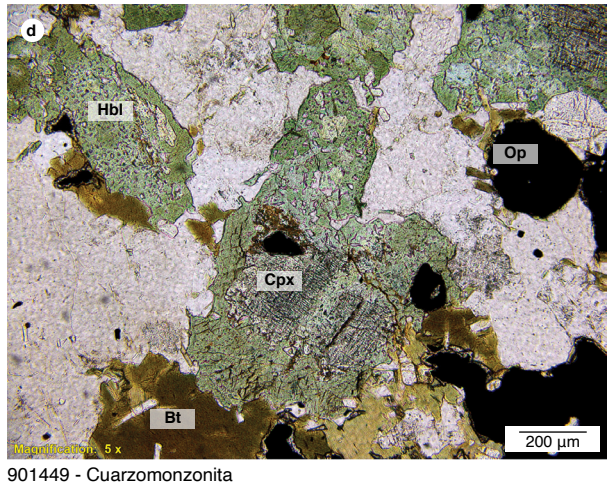
901440 - Granodiorita



901438 - Granodiorita



901449 - Cuarzomonzonita



901449 - Cuarzomonzonita

Figura 5. Aspecto microscópico y mineralogía de las rocas del Batolito de Atánquez
Qz: cuarzo, Pl: plagioclasa; Fsp: feldespato alcalino; Bt: biotita, Hbl: hornblenda; Zr: circón; Op: opacos, Cpx: clinopiroxeno.

La plagioclasa es euhedral a subhedral de forma tabular, inequigranular de tamaños entre 200 µm y 4 mm; tiene maclas de albita, albita-Carlsbad y, menos frecuente, periclina; presenta extinción zonada oscilatoria; el relieve puede ser mayor o menor al del bálsamo. Los cristales de plagioclasa están empolvados por alteración a arcilla, sericita y saussurita hacia los núcleos, y se encuentran limpios hacia los bordes; puede presentar en algunas rocas bordes de reacción con el feldespato alcalino y desarrollar texturas mirmequíticas a manera de gotas microcristalinas, pueden aparecer como inclusiones en cuarzo y feldespato (figura 5).

El feldespato se clasificó como ortosa; se presenta en cristales anhedrales a subhedrales de tamaños entre 500 µm y 4 mm, de relieve menor al del bálsamo, con desmezclas pertiticas en vetillas finas o parches; pueden estar ligeramente empolvados por alteración a caolín que le da un aspecto sucio; se presentan localmente intersticiales entre los cristales de plagioclasa, con inclusiones de cuarzo, plagioclasa, hornblenda, circón y biotita; en algunas rocas, los cristales son poiquilíticos, con bordes de reacción en los contactos con cristales de plagioclasa (figura 5).

La biotita se encuentra en láminas euhedrales a subhedrales de tamaños entre 300 µm y 2500 µm; son de color marrón con pleocroísmo X: amarillo pálido Y = Z: marrón oscuro; tienen inclusiones de apatito, plagioclasa, cuarzo, opacos y titanita a lo largo del clivaje; algunas láminas de biotita son poiquilíticas y están parcial a completamente alteradas a clorita, epidota y esfena residual, a lo largo del clivaje y borde de las láminas (figura 5).

La hornblenda es euhedral a subhedral de tamaños entre 300 µm y 1600 µm, ocurre en cortes longitudinales y transversales, es de color verde con un pleocroísmo X: verde pálido, Y: verde y Z: verde oliva claro a verde manzana, con el ángulo de extinción que varía de 18° a 22°. Algunos cristales tienen maclas dobles; pueden estar en algunas rocas como intercrecimientos simplectíticos con cuarzo hacia los bordes de los cristales, como gotas ameboideas de cuarzo; además, pueden tener núcleos de clinopiroxeno con desarrollo de textura Schiller. La hornblenda se encuentra en agrupaciones de cristales con inclusiones de apatito, opacos, biotita, plagioclasa y titanita (figura 5).

El apatito se presenta en microcristales euhedrales en cortes basales y longitudinales; tiene relieve alto, y se presenta como inclusiones en los minerales principales y son abundantes hacia los bordes de los opacos y junto al circón.

Los opacos ocurren en cristales anhedrales a euhedrales rectangulares, generalmente tienen contornos irregulares, pero también rectos cristalinos; son de tamaños menores a 400 µm; están junto a biotita y hornblenda y tienen inclusiones de apatito y titanita que puede estar como corona alrededor (figura 5).

La titanita se presenta en cristales finos anhedrales a euhedrales, junto a cristales de opacos, biotita y hornblenda; en algunas rocas este mineral tiene formas rómbicas, en otras ocurre como una corona delgada alrededor de los opacos (figura 5).

El circón ocurre como microcristales euhedrales prismáticos cortos y largos, de relieve alto y birregringencia roja a azul del segundo orden. El circón es de tamaño menor a 200 µm, se encuentran frecuentemente en los bordes de los opacos y junto a los minerales máficos (figura 5).

El clinopiroxeno se puede o no presentar como núcleos dentro de cristales de hornblenda o como cristales con bordes uralíticos, generalmente con inclusiones de opacos que desarrollan texturas Schiller.

2.3.2. Rocas de dique

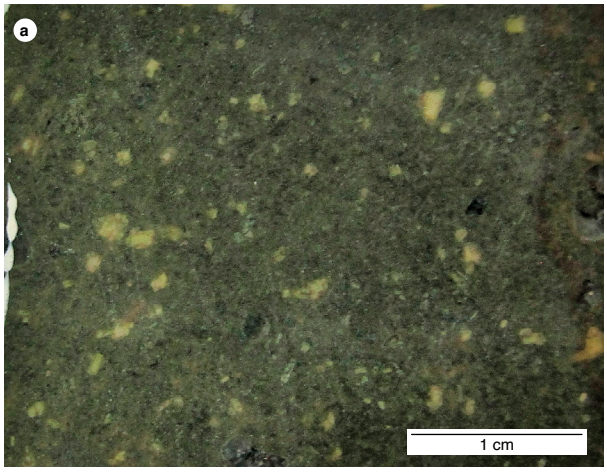
El Batolito de Atánquez se encuentra intruido por diques de andesitas y basaltos de colores grises a gris verdosos (figura 6), afaníticos a porfídicos; además ocurren diques de dacita, riolita, cuarzolatita y granito de colores rosados a blancos, los cuales tienen texturas porfídicas y aplíticas sacaroidales.

En el presente estudio se analizaron seis muestras de dique, cuya composición se resume en la tabla 2 y en la figura 6. Corresponden a andesitas (3) con texturas porfídicas y traquitica. Tres diques fueron clasificados como riolita, monzogranito y cuarzolatita.

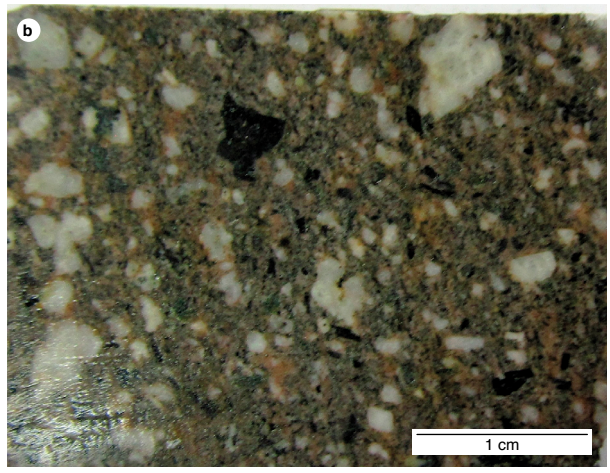
Tabla 2. Composición modal de rocas de dique en el Batolito de Atánquez

IGM	N.° de campo	Oeste (m)	Norte(m)	Qtz	Pl	Fsp	Cpx	Hbl	Bt	Op	Ap	Zrn	Ttn	Matriz	Fenocristales	Clasificación
556		1081412	1679373	0,8	82,1		4,3			Tr						Andesita
901439	GR-6823B	1093692	1686156	TR	3			0,8		TR	TR			96,2	3,8	Andesita
901441	GR-6824B	1094918	1685375	3,2	81,6	4,8		9,6	0,8	0,8	TR	TR	TR	79,2	20,8	Andesita
803		1071215	1683842	26,8	30,2	40,3			2,6	0,1			0			Riolita
1239		1070257	1681066	16,3	29,1	49,5			4,8	0,1	0		0,2			Cuarzolatita
900984	GR-6757	1081650	1675545	32,8	29,3	37,5			0,4	TR	TR	TR	TR			Granito

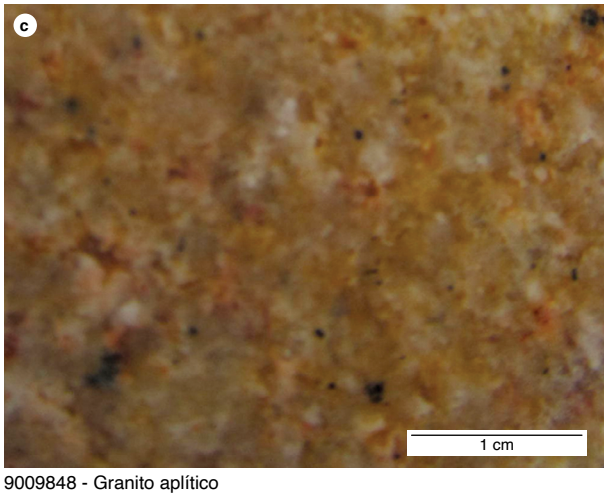
Fuente: Geoestudios-Ingeominas (2007), y autores.



901439 - Andesita



901441 - Andesita



9009848 - Granito aplítico

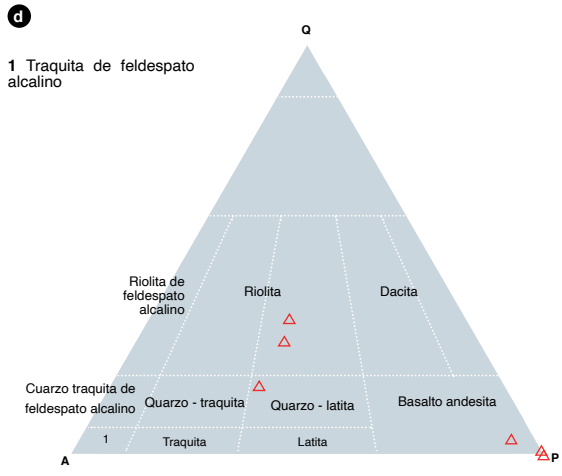


Figura 6. Aspecto macroscópico de diques andesíticos y graníticos del batolito de Atánquez y Clasificación modal en el diagrama de Streckeisen (1978)

Andesitas. Los diques de andesita presentan textura porfídica a microporfídica con fenocristales de plagioclasa, hornblenda y cuarzo, y en algunas rocas hay esqueletos de minerales máficos que flotan en la matriz. La matriz está constituida por microlitos de plagioclasa tabulares orientados de manera traquitoide, lo que indica flujo de la roca, junto a agregados secundarios de epidota y clorita que reemplazan microcristales de hornblenda; además, tiene opacos diseminados. La matriz puede estar constituida por microcristales entrecruzados de plagioclasa tabular, cristales anhedrales de cuarzo e intersticial, minerales entre los que se presentan intercrecimientos micrográficos de cuarzo y feldespato (figura 7). Entre los microlitos puede haber vi-

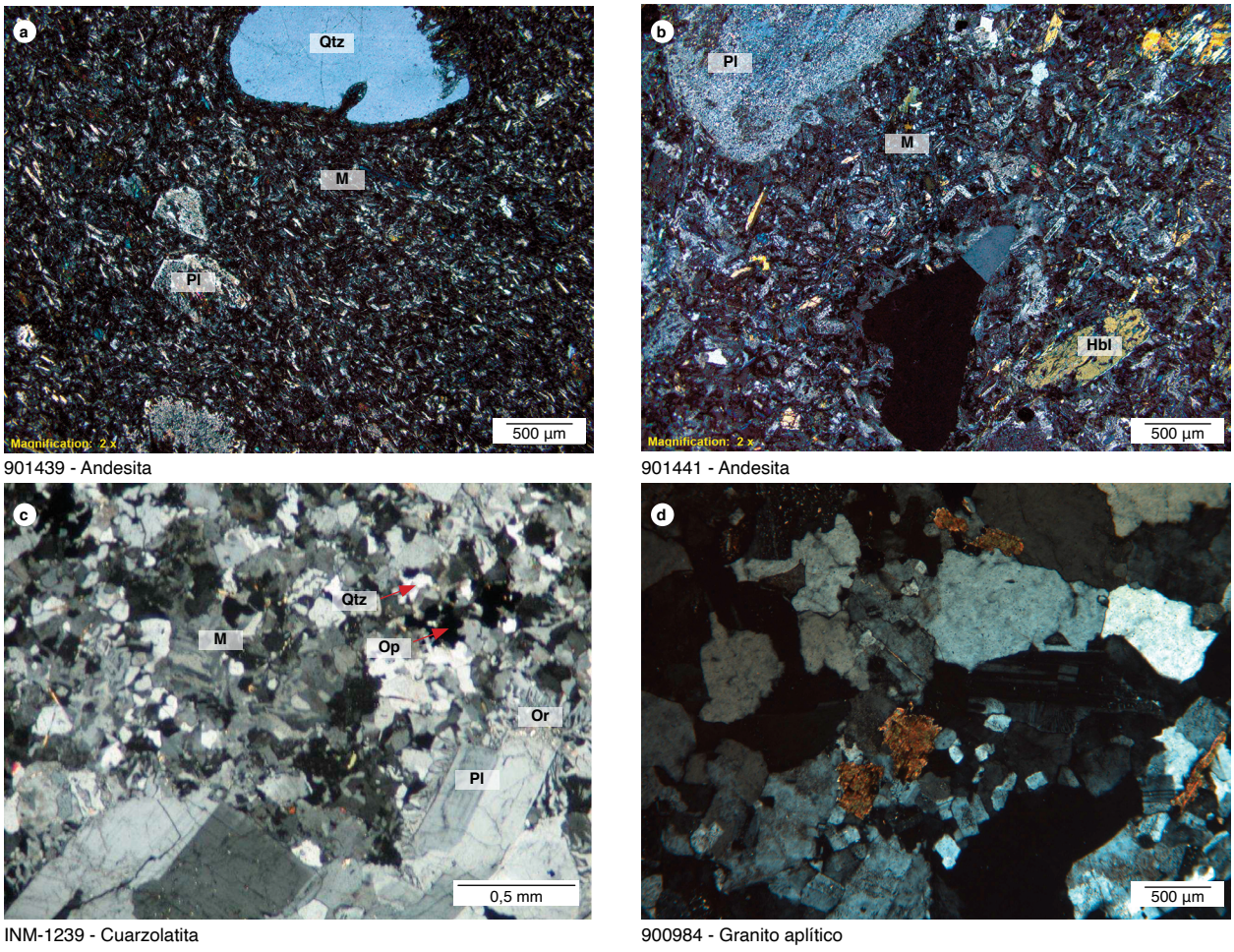


Figura 7. Aspecto microscópico de diques andesíticos y graníticos del Batolito de Atánquez

drio desvitrificado. Algunas rocas de dique localmente presentan amígdalas rellenas de cuarzo con los bordes ocupados por agregados de epidota y el núcleo relleno de clorita.

Las andesitas están constituidas por fenocristales y microcristales de plagioclasa, hornblenda y pueden aparecer cuarzo, feldespato alcalino y biotita. Los minerales accesorios son opacos, apatito y circón, y como minerales de alteración, se presentan epidota, clorita, sericita, saussurita y los del grupo de las arcillas

La plagioclasa se presenta en fenocristales subhedrales y como microcristales en la matriz. Los fenocristales pueden estar orientados, parcialmente reabsorbidos por la matriz y reemplazados por agregados de epidota microgranulares; son subhedrales de tamaño entre 400 µm y 4 mm; están empolvados por alteración a saussurita con formación de epidota que enmascara parcialmente las propiedades ópticas de los cristales; presentan maclas de albita y albita-Carlsbad o no tienen maclas. Los microcristales de la matriz son tabulares largos, euhedrales a subhedrales; pueden tener orientación de flujo o estar dispuestos de manera entrecruzada, con moderado desarrollo de los cristales; presentan maclas de Carlsbad mal formadas o sin maclas.

Algunas andesitas presentan cuarzo en fenocristales y en intercrecimientos micrográficos en la matriz. Los fenocristales de cuarzo son anhedrales de formas lobuladas, están limpios y corroídos por la matriz y son de tamaño < 4 mm.

La hornblenda se encuentra en microfenocristales euhedrales a subhedrales, como microcristales en la matriz o como esqueletos completamente reemplazados por epidota; se presentan en cortes basales hexagonales y longitudinales tabulares de tamaños entre 200 µm y 1300 µm, con pleocroísmo X: verde a amarillo pálido, Y: verde a marrón claro y Z: verde oliva a marrón; con frecuentes microfrac-

turas, la hornblenda tiene un ángulo de extinción de 14° y puede tener inclusiones de apatito, opacos y circón.

Los opacos, el apatito y el circón ocurren en microcristales diseminados en la roca.

Riolitas, cuarzolatitas y granitos. Los diques de riolitas, cuarzolatitas y granitos tienen texturas porfídicas, granofídicas y aplíticas granulares; están constituidos por cristales y fenocristales de cuarzo, plagioclasa, feldespato alcalino y biotita, y como minerales accesorios pueden tener titanita, opacos, apatito y circón. Los minerales de alteración son clorita, sericita, arcilla y esfena.

Los diques de riolita están constituidos por fenocristales de cuarzo, feldespato y plagioclasa, que flotan en una matriz felsítica microgranular, compuesta por un mosaico de cristales anhedrales de cuarzo, plagioclas, feldespato alcalino y escasas láminas de biotita a manera de nidos, junto con esfena rómbica y opacos. Los fenocristales de cuarzo cuentan con bahías y bordes corroídos por la matriz; el feldespato alcalino se presenta en fenocristales subhedrales con desarrollo de pertitas en forma de parches, y la plagioclasa ocurre en fenocristales euhedrales a subhedrales tabulares.

El dique de cuarzolatita exhibe textura granofídica y porfídica con fenocristales de plagioclasa euhedrales de forma tabular y escasos fenocristales de cuarzo. El feldespato alcalino se presenta intercrecido de manera radial con cuarzo. La biotita se muestra dispersa en la roca, es de color amarillo pardo y puede tener inclusiones de microcristales de apatito y en los bordes presenta opacos (figura 7).

Los diques de granito aplítico están constituidos por cristales anhedrales a subhedrales de cuarzo, plagioclasa y feldespato alcalino de tipo ortoclasa de tamaños entre 0,2 mm y 1 mm, en arreglo microgranular, además tiene cantidades menores de biotita y trazas de circón, apatito, titanita y opacos (figura 7).

3. Litogeoquímica

La caracterización litogeoquímica del Batolito de Atánquez se realizó a partir de once análisis de rocas del plutón y ocho muestras de diques y cuerpos menores intrusivos que atraviesan los granitoides, nueve de ellas son muestras tomadas en este trabajo (anexo 1) y las diez restantes se tomaron del trabajo de Quandt *et al.* (2018). Los valores de LOI (pérdidas por ignición) en la mayoría de muestras es < 2,3 %, valor normal para rocas poco alteradas, únicamente la roca CAS-27-87AL presenta un LOI de 4,98 % que sugiere alteración o presencia de carbonatos. Los resultados de óxidos mayores se muestran en la tabla 3.

3.1. Análisis de óxidos mayores

Los valores de SiO_2 en rocas granitoides del Batolito de Atánquez varían entre 60 % y 76,3 %, la mayoría de ellas presentan valores de SiO_2 alrededor de 68 %; los valo-

Tabla 3. Composición de óxidos mayores en rocas granitoides y diques del Batolito de Atánquez

IGM	N.° de campo	W	N	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3T	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	Mn	LOI
901438	GR-6822	1093370	1686540	68,46	0,47	15,13	3,11	1,34	3,28	4,33	2,73	0,149	385	0,82
901440	GR-6824A	1094918	1685375	69,53	0,42	14,89	2,85	1,15	2,99	4,18	3,05	0,147	427	0,63
901449	GR-6834	1076217	1676725	60,09	1,06	16,4	6,32	2,29	4,95	3,96	3,86	0,433	668	0,32
900982	GR-6755	1087051	1675487	68,9	0,46	15	3,03	1,3	2,87	3,7	3,38	0,144	493	1,02
900983	GR-6756	1082347	1675382	69,89	0,39	15,07	2,67	1,35	2,3	3,94	3,27	0,122	381	0,84
	CAS-27-87BL	1080409	1676480	76,3	0,06	12,7	0,54	0,07	0,52	3,56	5,46	<0,01	0,01	0,8
	EAM-27-134AL	1086701	1676053	68,6	0,43	15,2	2,88	1,21	2,92	4,09	3,09	0,14	0,06	1,2
	JRQ-27-125DL	1087113	1675505	67,3	0,5	15,6	3,33	1,56	3,1	4,31	2,96	0,16	0,06	1
	JRQ-27-130AL	1074577	1679694	67,9	0,46	15,7	3,22	1,16	3,33	3,92	2,76	0,19	0,06	1
	JRQ-27-130BL	1074577	1679694	68,1	0,46	15,4	3,18	1,19	3,31	3,9	2,74	0,19	0,06	1,26
	JRQ-27-131AL	1074771	1678773	69,7	0,36	15,1	2,55	1,23	2,29	4,2	2,65	0,13	0,06	1,43
						Rocas de dique								
900984	GR-6757	1081650	1675545	78,43	0,04	11,89	0,68	< 0,10	0,61	2,87	5,25	< 0,024	42	0,17
901439	GR-6823B	1093692	1686156	62	0,76	15,96	5,39	2,73	3,38	4,39	2,49	0,423	681	2,24
901441	GR-6824B	1094918	1685375	64,39	0,69	15,64	4,56	2,08	3,47	4,39	2,58	0,335	587	1,62
	JRQ-27-131BL	1074771	1678773	60,7	0,71	16,4	6,07	2,4	5,33	3,58	1,79	0,44	0,11	2,13
	CAS-27-84L	1077814	1676206	53,3	0,96	16,8	8,36	3,35	5,29	4,18	1,69	0,62	0,15	4,98
	CAS-27-87AL	1080409	1676480	64,6	0,7	15,8	4,3	1,75	2,94	4,56	2,42	0,33	0,08	2,14
	EAM-27-131BL	1078729	1675305	65,4	0,54	15,6	3,98	1,59	3,35	4,87	2,21	0,28	0,07	2
	EAM-27-134BL	1086701	1676053	68,6	0,42	15,3	2,92	1,22	3	4,23	3,13	0,16	0,06	0,8

Fuente: Quandt *et al.* (2018), y autores.

res de Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2, P_2O_5 y CaO disminuyen con el aumento de SiO_2 (figura 8); el Na_2O y el K_2O registran valores altos y constantes con el aumento de SiO_2 y el $TiO_2 < 0,5\,\%$, excepto en la muestra GR-6834 que es de 1,06 %. Los contenidos de Al_2O_3 están alrededor de 15 %; el MgO varía entre 1 % y 2 % en todas las rocas, excepto en la muestra CAS-27-87BL que es del 0,07 %; presentan un contenido alto de álcalis ($Na_2O + K_2O > 6,7$), altas razones $K_2O/Na_2O > 1$, excepto la muestra CAS-27-87BL que es de 0,65; el CaO varía entre 2,3 % y 3,4 %, excepto las muestras IGM-900449 y CAS-27-87BL con valores de 4,98 % y 0,52 %, respectivamente (figura 8). Las rocas IGM-900449 (GR-6834) y CAS-27-87BL tienen un comportamiento diferente en los óxidos mayores a las demás rocas.

Para las rocas de dique, el contenido de SiO_2 varía entre 56,3 % y 78,6 %, cifras acordes con la amplia variación composicional. Los diques andesíticos y andesítico basálticos tienen valores de SiO_2 entre 56,3 % y 62,2 %; mientras que las dacitas, entre 63,52 % y 69,31 %; en los diques de granito la SiO_2 es de78,6 %. Claramente, los diques se agrupan en al menos tres poblaciones que corresponden químicamente a andesitas, dacitas y granitos-riolitas. Los valores de Al_2O_3 para diques varían entre 17,7 % y 15,4 %; en los diques graníticos, son menores (11,9 %). Los contenidos de Fe_2O_3, MgO, CaO, TiO_2, MnO y P_2O_5 disminuyen con el aumento de SiO_2.

Las rocas del Batolito de Atánquez se clasifican químicamente en el límite de los campos de las granodioritas y los granitos de la serie subalcalina en el diagrama TAS de Middlemost (1994) (figura 9a); así, la clasificación química muestra concordancia con la clasificación petrográfica. Las muestras GR-6834 y CAS-27-87BL se apartan de la agrupación y caen en los campos de las monzonitas y los granitos respectivamente, esta última roca tiene valores más altos de SiO_2 y álcalis que las otras

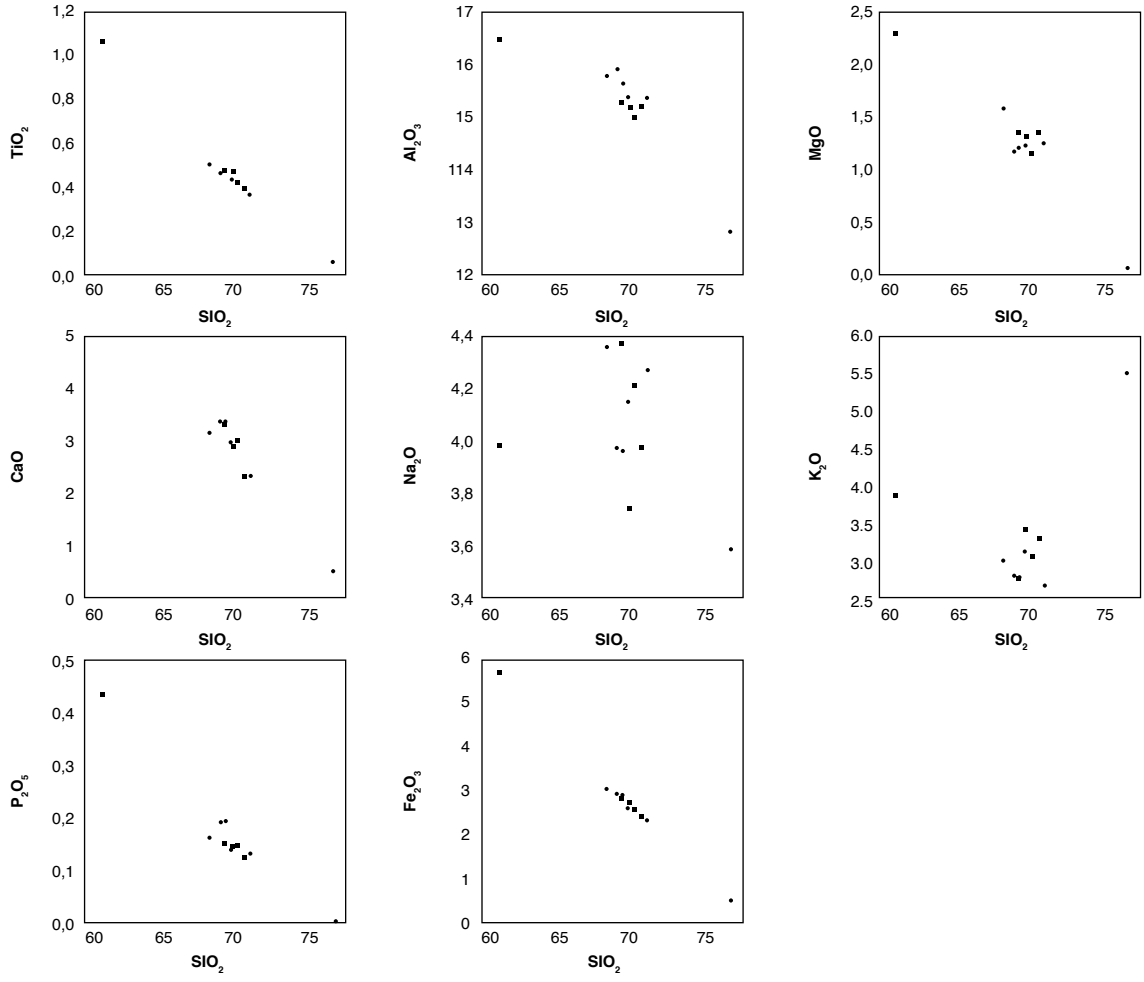


Figura 8. Diagramas tipo Harcker para granitoides correspondientes al Batolito de Atánquez

rocas (figura 9a). Las rocas se grafican en el campo de la serie calcoalcalina, en el diagrama AFM, y en el límite entre las series calcoalcalinas normales y altas en K, en el diagrama K_2O vs SiO_2, excepto las muestras GR-6834 y CAS-27-87BL que están dentro de la serie shoshonítica con valores más altos de K_2O (figuras 9b y 9c). Las rocas del Batolito de Atánquez presentan valores de CaO/Na_2O entre 0,54 y 0,85, excepto la muestra GR-6834 que da un valor de 1,25; la mayoría de las muestras, gráficamente, se ubican en el campo metaluminoso y algunas alcanzan el campo peraluminoso, con valores de A/NK entre 1 y 2, valores de A/CNK entre 0,8 y 1,1 (figura 9d), que sugieren aporte al magma de material de corteza continental y una moderada diferenciación.

Los diques y cuerpos menores intrusivos del Batolito de Atánquez químicamente se reparten en varios campos: las muestras CAS-27-84L y JRQ-27-131BL caen en los campos de las andesitas basálticas y andesitas; la muestra IGM-900984 (GR-6757) se clasifica como riolita en el diagrama TAS de Le Bas *et al.* (1986) dentro de la serie subalcalina, con una buena concordancia con la clasificación petrográfica que corresponde a un granito aplítico; las restantes muestras se ubican gráficamente dentro del campo de las dacitas (figura 10a) y fueron clasificadas en la petrografía como latitas y dacitas. La clasificación tanto petrográfica como química indica la presencia de al menos tres eventos de intrusión de diques y cuerpos menores dentro del Batolito de Atánquez, con composiciones mineralógicas y químicas diferentes.

En el diagrama AFM, todos los diques se localizan en el campo de la serie calcoalcalina, lo que muestra una marcada diferenciación entre los diques andesítico basálticos, dacíticos y graníticos. En el diagrama de SiO_2 vs. K_2O (Peccerillo y Taylor, 1976) se reparten entre las series calcoalcalina y calcoalcalina alta en K (figuras 10b y 10c). La mayoría de diques son metaluminosos y solo dos ro-

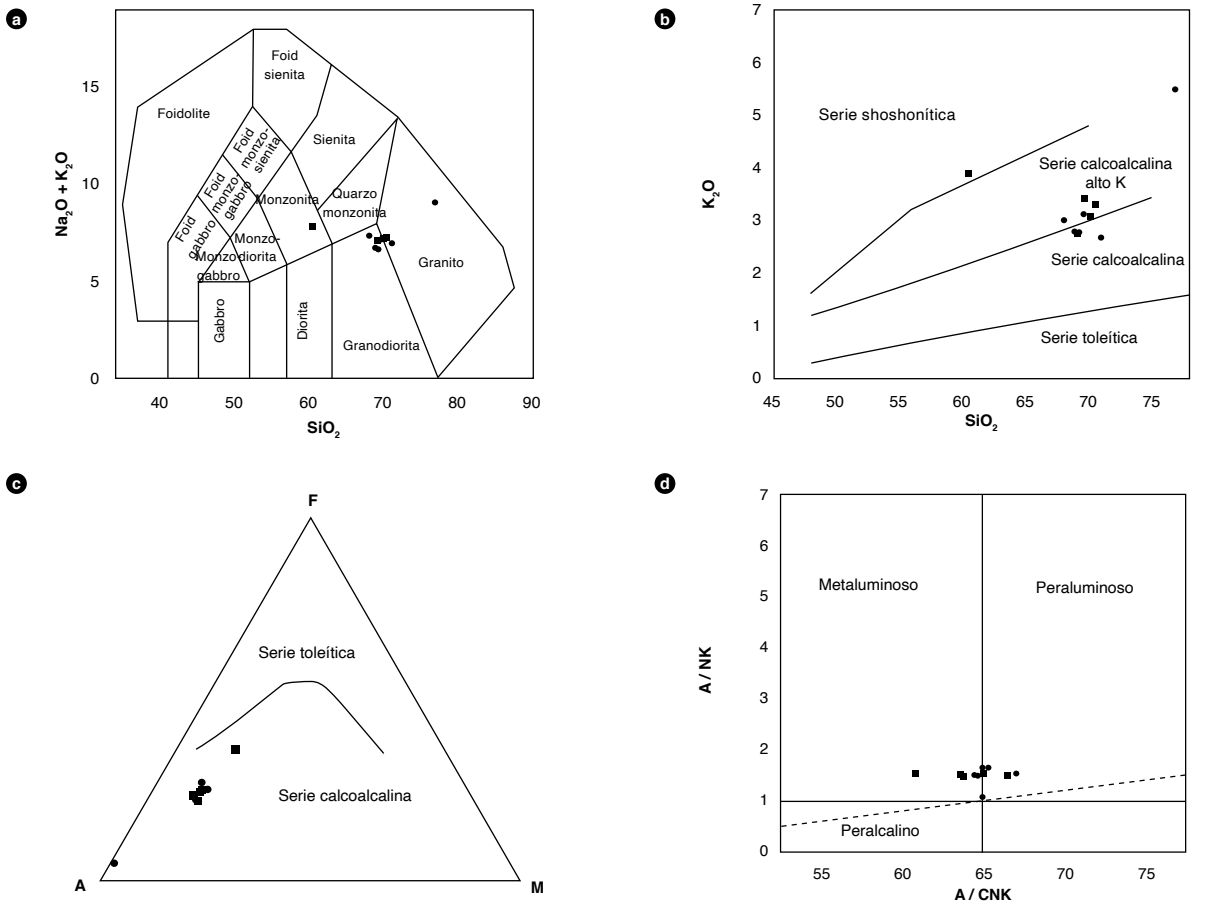


Figura 9. Diagramas de clasificación para rocas del Batolito de Atánquez
a) Diagrama TAS de Middlemost (1994); b) diagrama de Peccerillo y Taylor (1976); c) diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971); d) diagrama de Shand (1943).

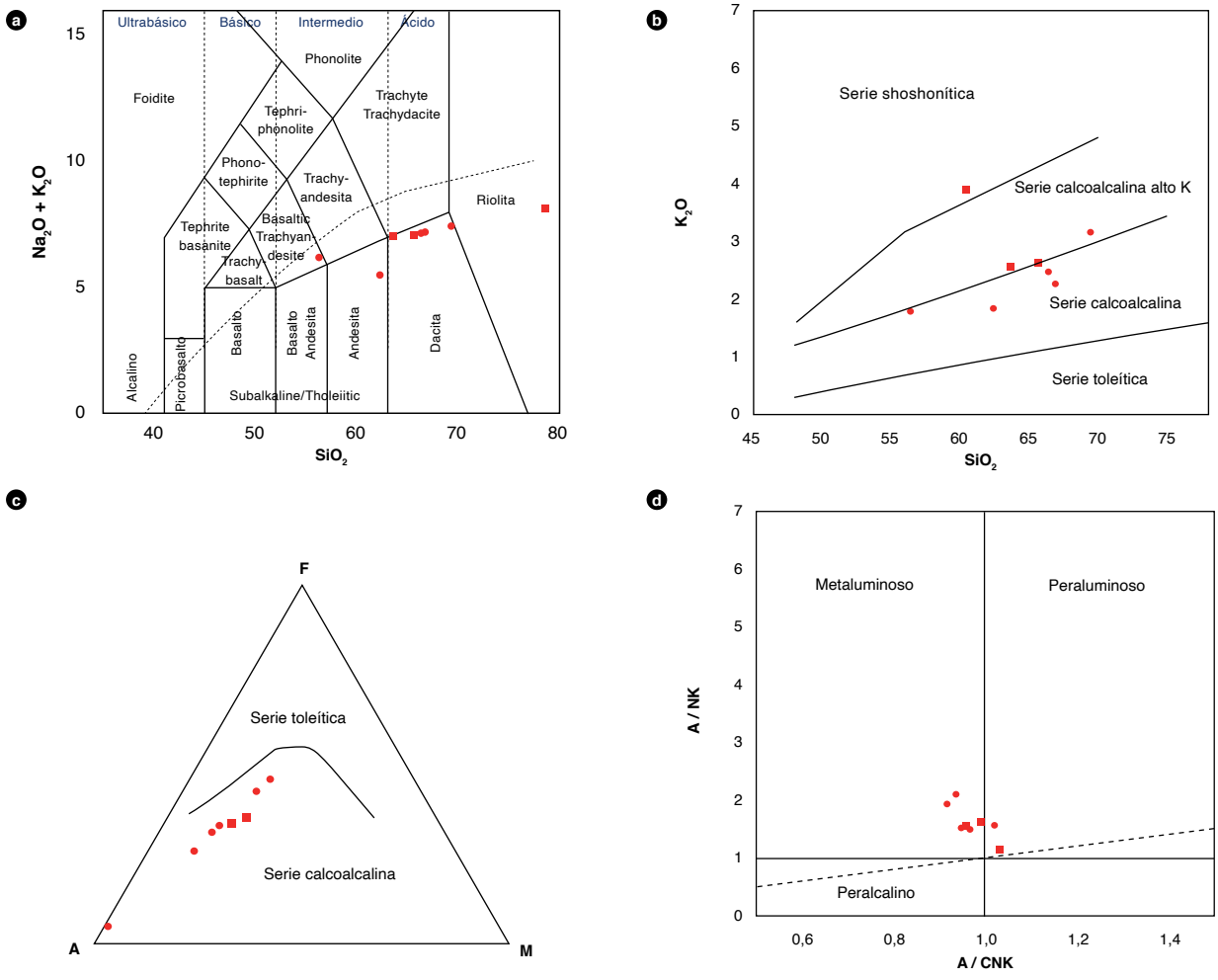


Figura 10. Diagramas de clasificación para diques del Batolito de Atánquez
a) Diagrama TAS de Middlemost (1994); b) diagrama de Peccerillo y Taylor (1976); c) diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971); d) diagrama de Shand (1943).

cas (IGM-900984- GR-6757 y CAS-27-87AL) alcanzan el campo peraluminoso, con valores de A/NK entre 1 y 2,1, valores de A/CNK entre 0,9 y 1,05 (figura 10d).

3.2. Análisis de elementos trazas

En la tabla 4 se resumen los resultados de los análisis químicos de elementos traza y tierras raras para rocas del Batolito de Atánquez, diques y cuerpos menores que atraviesan el plutón.

El diagrama de elementos de las tierras raras (REE) normalizado a condrito, según los valores de Nakamura (1974), muestra para rocas granitoides del Batolito de Atánquez, al menos tres patrones diferentes de REE, los cuales podrían sugerir diferentes eventos o pulsos magmáticos a nivel del mismo plutón (figura 11a). El comportamiento general de los tres patrones es comparable a los de rocas generadas en ambientes de subducción por encima de la placa subducida (arco), con enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) y empobrecimiento hacia las tierras raras pesadas (HREE), con anomalía negativa de Eu, para los patrones de las muestras GR-6834 y CAS-27-87BL, probablemente debida a fraccionamiento de la plagioclasa en el magma y relación $(La/Sm)_N > 2,4$ que evidencia un enriquecimiento de tierras raras ligeras con relación a las HREE en todas las muestras.

Al analizar el comportamiento de los REE (figura 11a) se encuentra una relación estrecha entre los diferentes patrones y el contenido de SiO_2: la muestra GR-6834, clasificada químicamente como monzonita, tiene un patrón con pendiente negativa menos pronunciada que las demás muestras, y más enriquecido en REE con relación al valor del condrito, con mayores contenidos

Tabla 4. Elementos trazas y tierras raras en rocas granitoides y diques del Batolito de Atánquez

N.° de campo	Y	Li	Be	Sc	Ga	As	In	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
GR-6822	30	38,1	2,52	6,13	19,4	1,22	0,032	2,06	1094	29,7	61,7	7,7	24,2	4,8	1,6	4,4	0,630	3,28	0,627
GR-6824A	14	17,0	2,60	6,14	17,8	1,07	0,027	0,66	1090	25,3	54,9	6,7	21,3	4,4	1,5	4,1	0,590	3,03	0,601
GR-6834	30	17,6	3,93	12,06	23,9	3,73	0,063	2,71	1031	40,2	85,5	12,2	43,6	10,2	2,4	9,0	1,356	7,12	1,416
GR-6755	12	9,2	1,7	6,4	19	1,3	0,029	1,3	948	26	50	5,8	19	3,5	1,3	3,5	0,45	2,2	0,45
GR-6756	11	21	2,0	5,0	18	1,1	0,020	2,4	771	26	49	5,2	16	2,7	1,1	2,8	0,34	1,6	0,33
CAS-27-87BL	7,5			1	13			1,4	88	10,5	19,8	2,2	8	1,38	0,17	1,16	0,18	1,18	0,23
EAM-27-134AL	14,1			5	17			1,5	784	34,6	62,8	7,07	24,6	3,87	0,96	2,86	0,46	2,46	0,49
JRQ-27-125DL	13,2			6	16			2,1	759	28,4	51,5	6,06	23,3	3,8	1	2,96	0,48	2,67	0,49
JRQ-27-130AL	16				20				689										
JRQ-27-130BL	15				20				690										
JRQ-27-131AL	15				18				642										
Rocas de dique																			
CAS-27-84L	30				23				493										
JRQ-27-131BL	23				22				510										
GR-6823B	20	43,2	2,93	9,44	20,9	2,48	0,045	0,43	813	38,1	75,9	9,6	27,5	6,3	1,9	5,9	0,801	3,81	0,683
GR-6824B	16	36,2	2,80	10,02	20,7	1,84	0,045	1,13	969	41,6	72,9	9,9	32,6	6,4	2,1	5,7	0,795	3,90	0,745
CAS-27-87AL	21				22				641										
EAM-27-131BL	13,1			7	17			0,4	573	35,4	62,9	7,53	26,7	4,53	1,18	3,3	0,52	2,68	0,46
EAM-27-134BL	15,9			6	18			1,2	776	35,6	64,9	7,44	25,8	4,06	1,01	3,38	0,53	2,83	0,52
GR-6757	8,2	7,8	1,5	1,5	13	0,86	<0,005	1,7	98	10	17	1,9	5,9	1,1	0,19	1,1	0,17	0,92	0,22

N campo	Er	Tm	Yb	Lu	Tl	Pb	Th	U	Nb	Cd	V	Rb	Sr	Zr	Bi	W	Hf	Ta
GR-6822	1,847	0,246	1,645	0,245	0,527	13,7	7,0	1,42	7	0,11	< 66	73	445	163				
GR-6824A	1,823	0,264	1,751	0,277	0,424	11,9	8,4	1,97	7	<0,08	< 66	65	431	119				
GR-6834	4,266	0,590	3,896	0,584	0,501	16,3	7,8	1,47	15	0,15	129	129	534	421				
GR-6755	1,3	0,17	1,2	0,18	0,57	17	5,9	1,8	8	0,20	44	99	406	154	0,19	47		
GR-6756	1,0	0,14	0,95	0,14	0,47	14	8,3	2,6	8	0,088	33	96	370	149	0,078	63		
CAS-27-87BL	0,76	0,15	1,03	0,17		11,7	34,1	5,7	11		<8	128	34	31			1,7	1,2
EAM-27-134AL	1,38	0,24	1,39	0,22		3,4	6,3	1,7	9		45	76	444	168			4,5	0,5
JRQ-27-125DL	1,48	0,22	1,42	0,21		3,3	6,1	1,4	8,5		53	79	492	178			4,7	0,5
JRQ-27-130AL									15		42	90	383	206				
JRQ-27-130BL									15		51	87	380	211				
JRQ-27-131AL									14		31	74	485	181				
Rocas de dique																		
CAS-27-84L									25		112	51	546	328				
JRQ-27-131BL									21		83	56	392	280				
GR-6823B	1,919	0,239	1,452	0,217	0,619	9,0	6,8	1,56	17	0,23	73	69	441	287				
GR-6824B	2,137	0,274	1,796	0,266	0,716	15,8	9,3	2,24	13	0,33	< 66	73	384	229				
CAS-27-87AL									20		57	64	336	320				
EAM-27-131BL	1,32	0,2	1,22	0,18		1,6	8,8	2,1	13		50	467	371	245			5,8	0,7
EAM-27-134BL	1,5	0,25	1,62	0,25		3,5	7,5	1,9	8,9		48	81	462	179			4,8	0,8
GR-6757	0,78	0,14	1,2	0,20	0,48	21	15	4,6	10	<0,08	10	123	42	52	<0,05	73		

Fuente: Quandt *et al.* (2018), y autores.

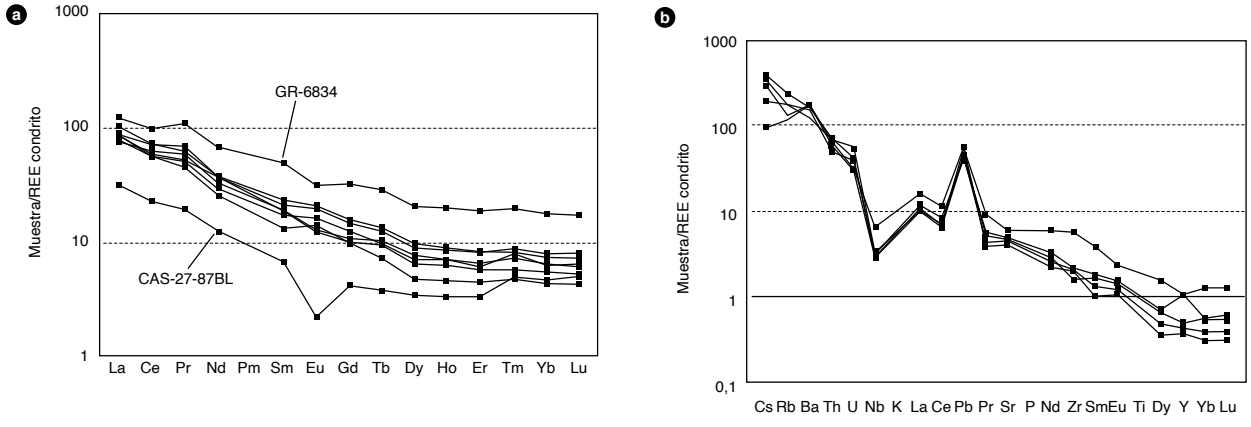


Figura 11. Diagramas multielementales para rocas del Batolito de Atánquez
a) Diagrama de REE normalizado respecto al condrito (Nakamura, 1974); b) diagrama multielemental normalizado al NMORB (Sun y McDonough, 1989).

de LREE, débil anomalía negativa de Eu, relaciones más bajas de $(Ce/Sm)_N$ de 1,98 y $(La/Sm)_N$ de 2,44, sumatoria más alta de REE de 222,44 (tabla 5) y valor de SiO_2 de 60,09 %. El segundo patrón involucra la mayoría de las muestras del batolito: GR-6822, GR-6824A, GR-6755, GR-6756, EAM-27-134AL, JRQ-27-130AL, JRQ-27-125DL, JRQ-27-130BL y JRQ-27-131AL, que corresponden a rocas clasificadas químicamente como granodioritas y granitos, que tienen valores de SiO_2 alrededor de 68 %, presentan un patrón con pendiente negativa, con relación $(Ce/Sm)_N$ entre 2,93 y 3,81 y sumatorias de REE entre 106,86 y 143,4.

El tercer patrón involucra la muestra CAS-27-87BL que corresponden a una roca clasificada químicamente como granito, con el mayor contenido de SiO_2 (76,3 %), la menor ΣREE (46,91), la menor relación $(Eu/Yb)_N$ (0,47) y mayor anomalía negativa de Eu; además, presenta un empobrecimiento progresivo en las tierras raras livianas (LREE) entre La y Er, y un enriquecimiento débil de las tierras raras pesadas (HREE) entre Dy y Lu, que lo diferencia de los demás patrones (figura 11a, tabla 5).

El diagrama multielemental de elementos traza (Sun y McDonough, 1989) se realiza únicamente con las muestras del SGC colectadas en este proyecto. El diagrama muestra anomalía negativa de Nb con respecto al Th y Ce, característica de arcos magmáticos relacionados a ambientes de subducción, con empobrecimiento progresivo hacia los elementos pesados; además, presenta anomalía positiva de Pb (figura 11b). Los mayores valores de los elementos litófilos de alto radio iónico (LILE) Cs, Ba y Th, indican afinidad con corteza continental o movilidad. Los elementos trazas más móviles (LILE) tienen concentraciones mayores que el N-MORB, mientras que los elementos trazas menos móviles están por debajo del N-MORB. Se observa que el patrón de la muestra GR-6834 (IGM-901449) se aparta del patrón de las demás rocas analizadas, lo que exhibe menor anomalía de Nb y valores más altos de los elementos traza que las otras rocas.

Los diques indican al menos dos patrones diferentes en el diagrama de REE normalizados al condrito de Nakamura (1974), los cuales están estrechamente relacionados con los tipos de roca que representan y el contenido de SiO_2, con un comportamiento general comparable a rocas generadas en ambientes de subducción por encima de la placa subducida (arco). Los diques presentan enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) y empobrecimiento hacia las tierras raras pesadas (HREE) (figura 12a). Las rocas clasificadas químicamente como dacita, correspondientes a las muestras EAM-27-131BL, EAM-27-134BL, GR-6823B y GR-6824B, tienen un patrón comparable entre ellas, con enriquecimiento de LREE que progresivamente se empobrece hacia las HREE, similar a rocas generadas en ambiente de arco. La muestra IGM-900984 (GR-6757) clasificada como granito aplítico y que químicamente se ubica en el campo de los granitos, tiene un patrón diferente, con anomalía negativa de Eu, empobrecimiento progresivo en las tierras raras livianas (LREE) entre La y Dy, y un enriquecimiento débil de las tierras raras pesadas (HREE) entre Dy y Lu, que la diferencia de los demás patrones (figura 12a). El dique GR-6757 presenta mayor contenido de SiO_2 (78,43 %), la menor sumatorias de REE (40,96), la menor relación $(Eu/Yb)_N$ (0,46), (tabla 5) siendo el patrón y los valores normalizados de las REE comparables al de la roca CAS-27-87BL (figura 12a), lo que sugiere que ambas rocas pueden corresponder a un mismo pulso magmático.

Tabla 5. Valores normalizados de REE según el condrito de Nakamura (1974) para rocas y diques del Batolito de Atánquez

Muestra	(La/Yb)n	(La/Sm)n	(Ce/Yb)n	(Ce/Sm)n	(Eu/Yb)n	Sum_REE
901438	12,05	3,84	9,54	3,04	2,83	142,53
901440	9,61	3,54	7,97	2,93	2,47	126,55
901449	6,88	2,44	5,58	1,98	1,77	222,42
900982	14,49	4,57	10,5	3,32	2,96	115,6
900983	18,11	5,83	13,05	4,2	3,3	106,86
CAS-27-87BL	6,8	4,68	4,89	3,37	0,47	46,91
EAM-27-134AL	16,59	5,5	11,49	3,81	1,97	143,4
JRQ-27-125DL	13,33	4,6	9,22	3,18	2,01	123,99
Rocas de dique						
901439	17,51	3,72	13,3	2,82	3,76	174,44
901441	15,46	3,99	10,32	2,66	3,28	181,12
EAM-27-131BL	19,34	4,81	13,11	3,26	2,76	148,12
EAM-27-134BL	14,65	5,39	10,19	3,75	1,78	149,69
900984	5,75	5,83	3,76	3,81	0,46	40,96

Fuente: autores y Quandt *et al.* (2018)

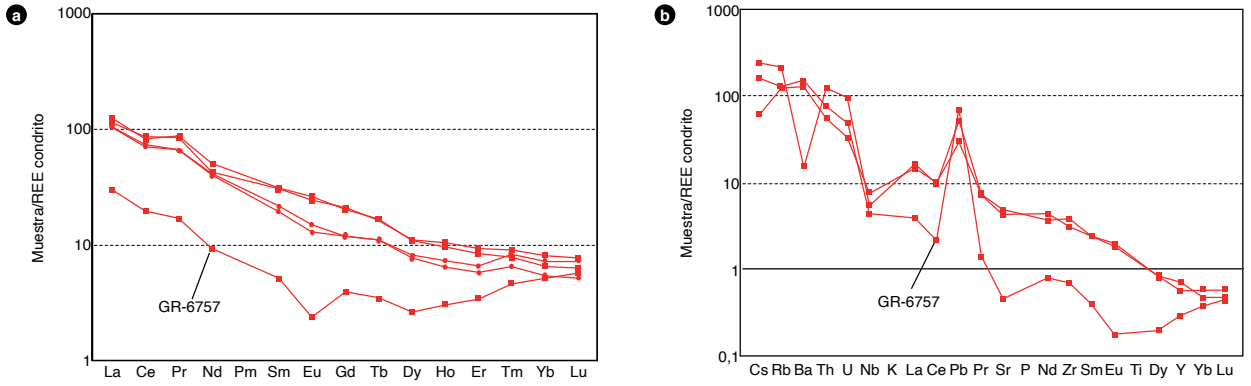


Figura 12. Diagramas multielementales para diques del Batolito de Atánquez
a) Diagrama de REE normalizado respecto al condrito (Nakamura, 1974); b) diagrama multielemental normalizado al NMORB (Sun y McDonough, 1989).

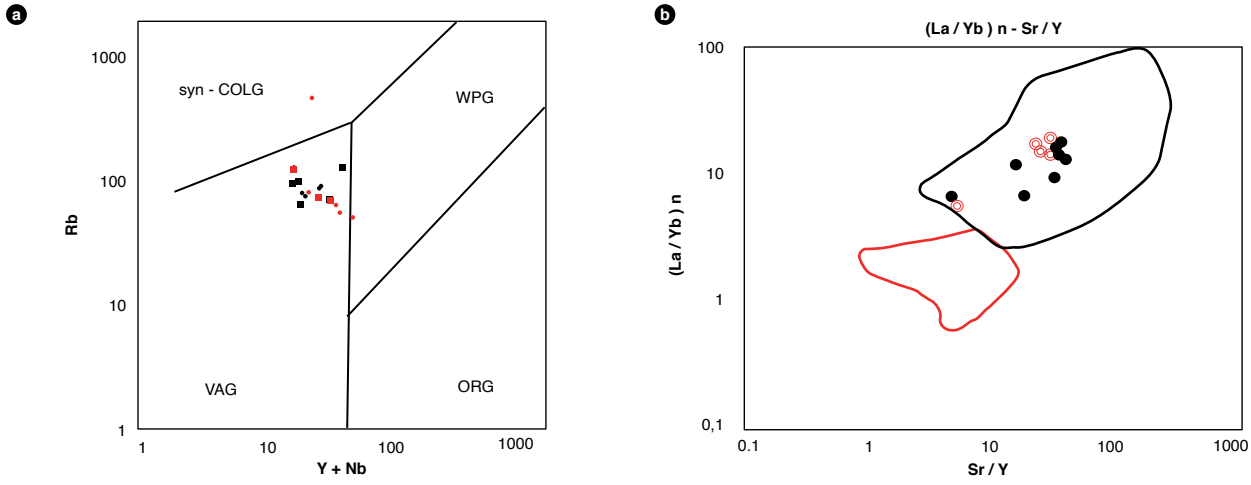


Figura 13. Diagramas de discriminación de ambiente tectónico para rocas (negro) y diques del Batolito de Atánquez (rojo)
a) Diagrama de Pearce *et al.* (1984); b) diagrama de Condie y Kröner (2013).

El diagrama multielemental de tierras raras (Sun y McDonough, 1989) para los diques del Batolito de Atánquez muestra anomalía negativa de Nb con respecto al Th y Ce, presenta anomalía positiva de Pb (figura 12b), signatura geoquímica típica de magmas originados en ambientes tectónicos relacionados a arcos. Los mayores valores de los elementos litófilos de alto radio iónico (LILE) Cs, Ba y Th indican una afinidad de corteza continental (márgenes convergentes), con empobrecimiento progresivo hacia los elementos pesados. Los elementos trazas más móviles (LILE) tienen concentraciones mayores que el N-MORB, mientras que los elementos trazas menos móviles están por debajo del N-MORB. La roca GR-6757 muestra un valor anormal de Ba (98 ppm), lo que sugiere que se trata de un error en el reporte, y genera una anomalía negativa de Ba. El patrón de la muestra GR-6757 se aparta del patrón de los diques analizados.

Los diagramas de elementos trazas y tierras raras exhiben anomalías negativas de Nb para las rocas granitoides y diques, junto con positiva de Pb. El empobrecimiento de Nb se explica por la presencia de rutilo residual que retiene el Nb en la región fuente de la losa subducida y por la baja solubilidad del Nb en los fluidos ricos en agua y en los magmas, ambos generados en las partes someras de las zonas de subducción (Briqueu *et al.*, 1984; Baier *et al.*, 2007).

3.3. Discriminación tectónica

Las rocas y diques del Batolito de Atánquez se localizan en el diagrama de Pearce *et al.* (1984) dentro del campo de los granitos de arco volcánico, como se muestra en la (figura 13a). Únicamente la muestra del dique EAM-27-131BL se ubica dentro del campo de los granitos sincolisionales.

El diagrama de discriminación geoquímica y ambiente tectónico de Condie y Kröner (2013), muestra distribución similar para las rocas granitoides y los diques del Batolito de Atánquez (figura 13b). Las rocas se localizan en el campo de los arcos continentales.

3.4. Química del circón

Se realizó el análisis de la química de los circones de la muestra GR-6756, perteneciente al Batolito de Atánquez, muestra analizada por espectrometría de masas de acoplamiento inductivo a plasma (LA-ICP-MS), en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El análisis de la muestra GR-6756 determinó la abundancia de los elementos traza en cada circón, los valores de REE se normalizaron al condrito (McDonough y Sun, 1995) y se calcularon las relaciones Pm* y Tm* para cada uno de ellos.

En la figura 14a se observa que la mayoría de circones tienen anomalía negativa de Eu moderadamente pronunciada, que según Hoskin y Schaltegger (2003) es una característica de todos los circones de origen ígneo. La anomalía de Eu y la anomalía positiva de Ce sugieren condiciones reducidas del magma (Wang *et al.*, 2012). Para Nardi *et al.* (2013), una fuerte anomalía positiva de Ce suele indicar cristalización en las primeras fases de fraccionamiento magmático, algunos circones muestran enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) que puede sugerir que estos circones se cristalizaron junto con otro mineral enriquecido en los elementos de las LREE.

Para discriminar entre granitoides de tipos I, A y S, Wang *et al.* (2012) indican diferencias en los contenidos de Pb y Th en circones. Los valores obtenidos en los circones de la muestra GR-6756 para Pb varían entre 3,6 ppm y 14,6 ppm, Th entre 71,7 ppm y 432 ppm, la relación Th/Pb entre 18,07 y 48,98, las concentraciones de Y (551-2690 ppm) son parcialmente comparables a las concentraciones de circones de granitoides (500-4534), con una anomalía negativa de Eu y valores de $(Lu)_N$ en el rango entre 7829 y 685,4 (normalizado al condrito de Sun y McDonough, 1989). Los granitos de tipo I, según Wang *et al.* (2012), presentan contenidos de Pb < 25ppm, Th entre 34 ppm y 1746 ppm, Th/Pb de 14 a 130, $(Lu)_N$ entre 1330 y 15574, anomalía negativa de Eu y concentraciones de Y entre 493 ppm y 7833 ppm, comparables a los valores obtenidos en los circones de la muestra GR-6756. En la figura 14b se grafican los contenidos de Pb y Th de los circones de la muestra GR-6756 (diagrama de Wang *et al.*, 2012). Los circones se localizan dentro del campo de los granitos tipo I.

4. Posición estratigráfica y edad

El Batolito de Atánquez presenta contacto con el Batolito de Patillal, y contactos intrusivos con la Granulita de Los Mangos y el Lacolito de Atánquez, el cual le intruye (Colmenares *et al.*, 2007). Está cubierto discordantemente por la Riolita de Golero (Colmenares *et al.*, 2007). Algunas edades reportadas anteriormente para este cuerpo por los métodos K-Ar en hornblenda y U-Pb en circón son asociadas al Jurásico (Tschanz *et al.*, 1974; Quandt *et al.*, 2018) y una edad K-Ar en biotita corresponde al Paleoceno (tabla 6).

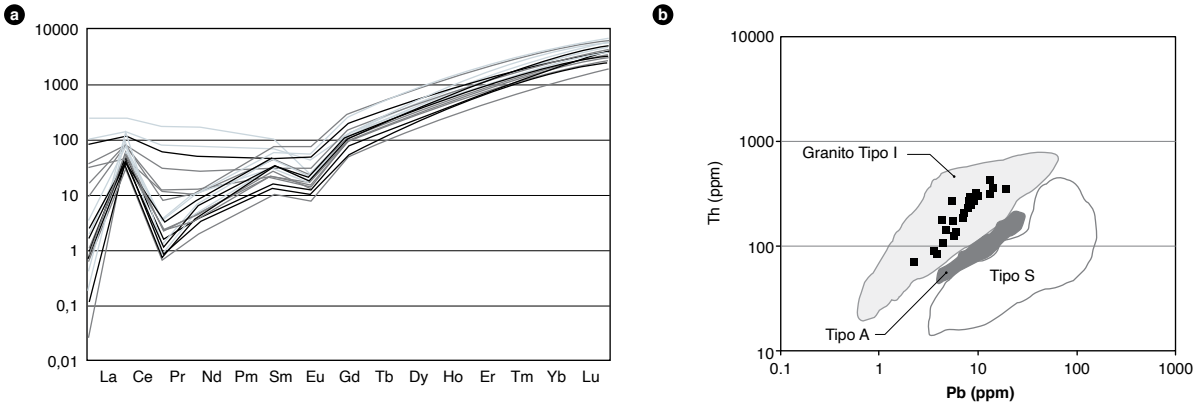


Figura 14. Diagramas de tierras raras y clasificación química a partir de la química del circón de la muestra GR-6756
a) Diagrama REE con valores McDonough y Sun (1995) para valores de REE de circones de la muestra GR-6756; b) diagrama de Th vs. Pb para discriminación de tipo de granitoide modificado de Wang *et al.* (2012).

Tabla 6. Edades Batolito de Atánquez, otros autores

Intrusivos Batolito de Atánquez						
N.° de campo	**Este**	**Norte**	**Clasificación**	**Edad U-Pb (Ma)**	**Método**	**Autor**
EAM-27-132L	1079889	1675256	Granodiorita	185,7 ± 1,0	U-Pb	Quandt *et al.* (2018)
JRG-27-88AL	1075367	1676799	Monzogranito	191,1 ± 1,4	U-Pb	Quandt *et al.* (2018)
23	1675405	1079748	Granodiorita	57,3 ± 2,4	K-Ar (biotita)	Tschanz *et al.* (1974)
23	1675405	1079748	Granodiorita	162±12	K- Ar (hornblenda)	Tschanz *et al.* (1974)

Fuente: Quandt *et al.* (2018) y Tschanz *et al.* (1974).

Tabla 7. Edades U-Pb para muestras del Batolito de Atánquez

N.° de campo	**Oeste (m)**	**Norte (m)**	**Clasificación**	**Edad U-Pb (Ma)**	**MSWD**	**Herencias**
			Batolito de Atánquez			
GR-6822	1093370	1686540	Granodiorita	165,2 ± 1,4	3,1	179,3 ± 3,2 (n=3)
GR-6756	1082347	1675382	Granodiorita	168,3 ± 2,0	3,6	
			Rocas de dique			
GR-6824B	1094918	1685375	Andesita	171,6 ± 1,3	1,6	188 ± 19 (n=3)
GR-6757	1081650	1675545	Granodiorita	173,3 ± 2,6	3,2	

4.1. Geocronología U-Pb en rocas granitoides del Batolito de Atánquez

De las rocas graníticas del Batolito de Atánquez se dataron por el método U-Pb LA-ICPMS las muestras GR-6756 (IGM-900983), GR-6822 (IGM-901438), GR-6824B (IGM-901441), cuyos resultados se resumen en la tabla 7.

La muestra GR-6822 se clasificó petrográficamente como granodiorita (figura 15a). Los circones analizados son prismáticos cortos achatados, euhedrales, escasos cristales en forma de tallos, prismáticos, de tamaños entre 40 µm y 100 µm, incoloros ligeramente teñidos por óxidos de hierro, presentan en las imágenes de catoduluminiscencia (CL) texturas de zonación concéntrica con núcleos claros homogéneos y bordes concéntricos en tonos de gris claro y oscuro (figura 15b).

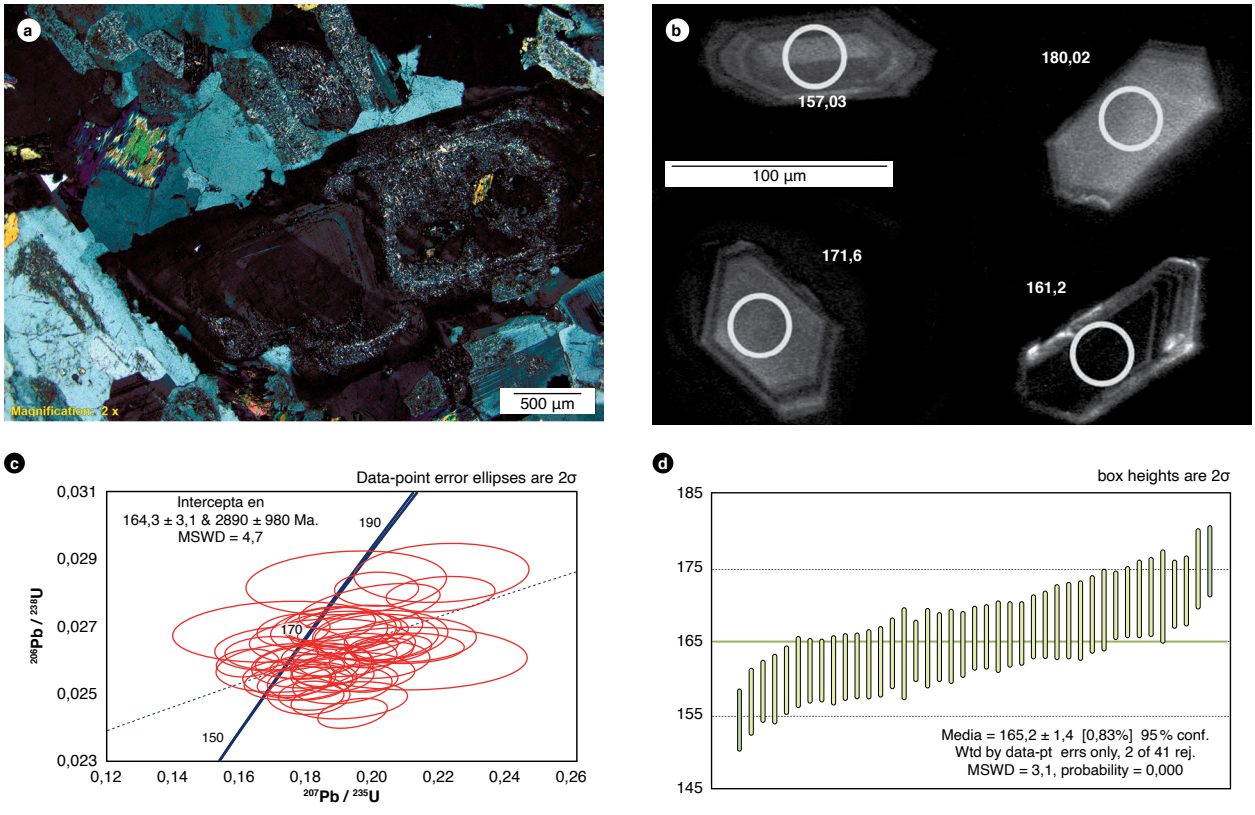


Figura 15. Calculo de la edad de las muestras GR-6822
a) Aspecto microscópico de la roca; b) imágenes de catodoluminiscencia y edades U-Pb en circones; c) diagrama de concordia; d) diagrama de edad promedio ponderada.

En la muestra GR-6822 se realizaron 51 ablaciones (anexo 1) para un total de 50 circones, de los cuales se tuvieron en cuenta 44 ablaciones (n = 44) para la interpretación, luego de aplicar un filtro de los datos para descartar los circones con valores discordantes > 15 % y errores de edad corregida > 4, con el fin de mejorar el rango de confiabilidad de la edad. Las edades obtenidas y aceptadas varían en un rango entre 154,58 Ma y 180,51 Ma (figura 15c). En el diagrama del cálculo de la media y la desviación estándar se observa que al reunir la edad de cada circón arroja rangos moderadamente dispersos que se pueden integrar en un valor de edad promedia de 165,4 ± 1,4 Ma, con un MSWD = 3,5, que sugiere que más de una población de edades se encuentra incluida. Se diferencian dos poblaciones: una primera, con valores entre 180,5 Ma y 178,2 Ma que arrojó una edad promedio ponderada de 179,3 ± 3,2, con MSWD = 0,20 a partir de tres datos (n = 3), que se interpreta como la edad de los antecristales correspondientes a pulsos anteriores, y una segunda población, con valores entre 176 Ma y 154,6 Ma, que arrojó una edad promedio de 165,2 ± 1,4 Ma con MSWD = 3,1 a partir de 41 datos (n = 41), que se considera la edad de cristalización de la roca (figura 15d).

La relación Th-U varía entre 0,43 y 1,8 (anexo 1) que sugiere que los circones se formaron por cristalización ígnea (Rubatto, 2002).

La muestra GR-6756 se clasificó petrográficamente como granodiorita (figura 16a). Los circones analizados son aciculares alargados, con tamaños de alrededor de 300 µm; así como en formas cortas ovoidales, con terminaciones bipiramidales bien desarrolladas, presentan en las imágenes de catoduluminiscencia (CL) texturas de zonación concéntrica con núcleos homogéneos y bordes concéntricos (figura 16b).

En la muestra GR-6756 se realizaron 35 dataciones (anexo 1) para un total de 35 circones, de los cuales se tuvieron en cuenta 27 dataciones para la interpretación. Las edades obtenidas y aceptadas varían en un rango de edades entre 156,4 Ma y 177 Ma (figura 16c). En el diagrama del cálculo de la media y la desviación estándar se

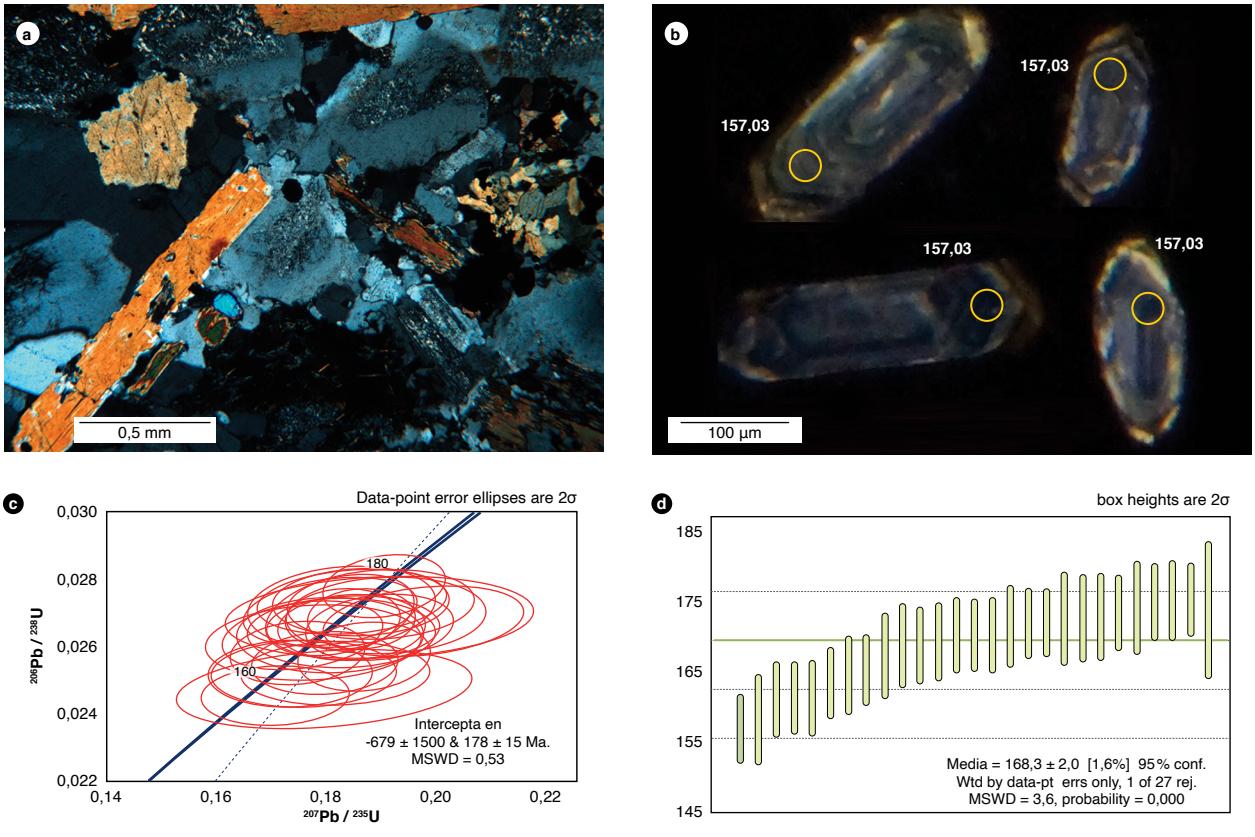


Figura 16. Cálculo de la edad de las muestras GR-6756
a) Aspecto microscópico de la roca; b) imágenes de catodoluminiscencia y edades U-Pb en circones; c) diagrama de concordia; d) diagrama de edad promedio ponderada.

observa que al reunir la edad de cada circón arroja rangos moderadamente dispersos que se pueden integrar en un valor de edad promedia de 168,3 ± 2,0 Ma, con un MSWD = 3,5, que se interpreta como la edad de cristalización de esta roca (figura 16d).

La relación Th-U para las dataciones aceptadas varía entre 0,51 y 1,4 (anexo 1) que sugiere que los circones se originan por cristalización ígnea (Rubatto, 2002).

4.2. Geocronología U-Pb en rocas de dique y cuerpos subvolcánicos menores del Batolito de Atánquez

Se dató por el método U-Pb LA-ICP-MS en circón las muestras de dique GR-6824B-andesita y GR-6757-monzogranito, cuyos resultados se resumen en la tabla 7.

La muestra GR-6824B se clasificó petrográficamente como andesita (figura 17a). Los circones analizados son prismáticos cortos, en tallos y agujas euhedrales, incoloros con tenue tinte rosado, inequigranulares de tamaños entre 20 µm y 100 µm, presentan en las imágenes de catoduluminiscencia (CL) texturas de zonación concéntrica con núcleos y bordes concéntricos (figura 17b).

En la muestra GR-6824B se realizaron 45 ablaciones (anexo 1), para un total de 47 circones, de los cuales se tuvieron en cuenta 15 ablaciones para la interpretación. Las edades obtenidas y aceptadas varían en un rango entre 167,16 Ma y 197,5 Ma (figura 17c). En el diagrama del cálculo de la media y la desviación estándar se observan, al reunir la edad de cada circón, rangos moderadamente dispersos que se pueden integrar en un valor de edad promedia de 171,9 ± 1,4 Ma, con un MSWD = 1,9, que sugiere que algunos circones podrían ser heredados de pulsos anteriores. De acuerdo, con lo reportado por la función *Unmix Ages* en este conjunto de datos hay dos componentes de edades: uno con edad próxima a los 187,9 Ma y el otro a 171,9 Ma. Una primera población con valores entre 197,6 Ma y 178,4 Ma arrojó una edad promedio ponderada de 188 ± 19, con MSWD = 8,8 a partir de tres datos (n = 3), que se interpreta como la edad de los antecristales correspondientes a pulsos

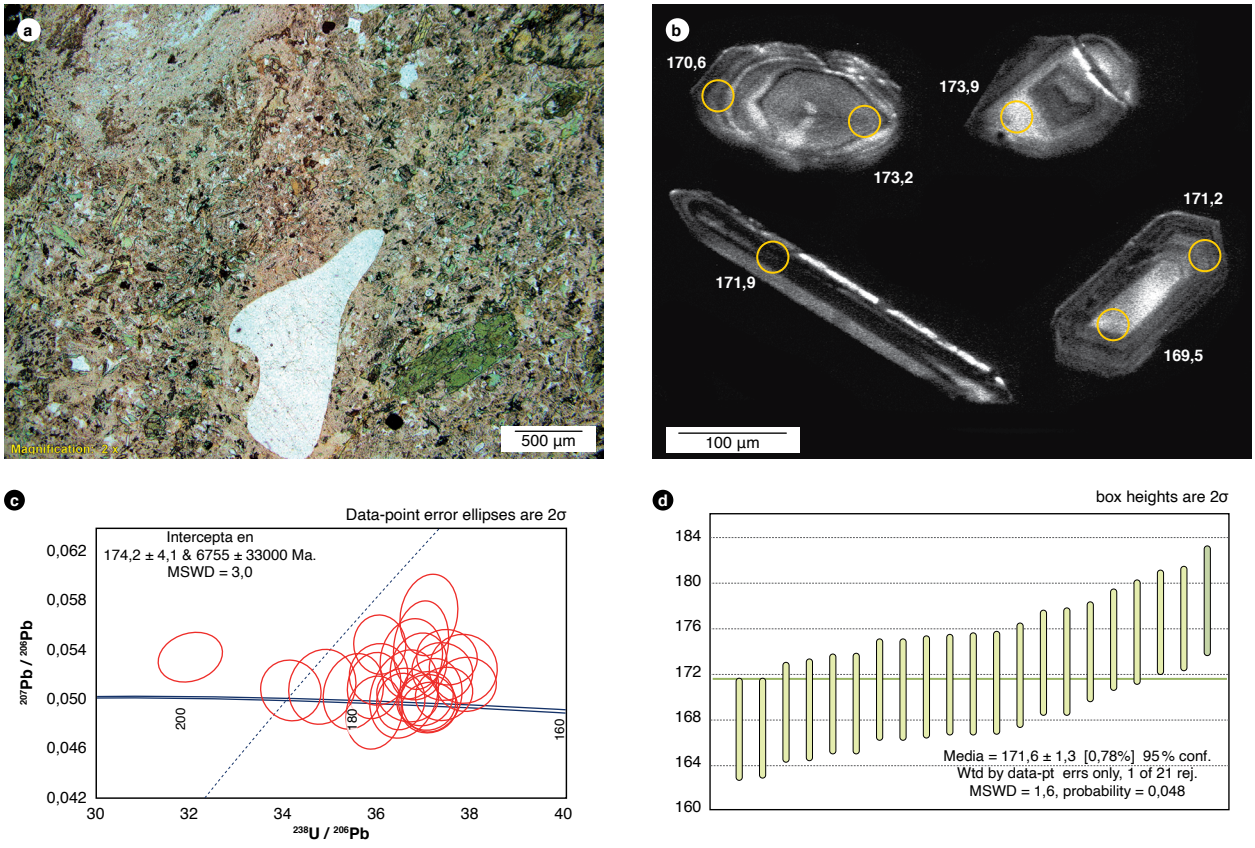


Figura 17. Cálculo de la edad de las muestras GR-6824B
a) Aspecto microscópico de la roca; b) imágenes de catodoluminiscencia y edades U-Pb en circones; c) diagrama de concordia; d) diagrama de edad promedio ponderada.

anteriores y una segunda población con valores entre 178,4 Ma y 167,2 Ma, que arrojó una edad promedio de 171,6 ± 1,3 Ma con MSWD = 1,6 a partir de 21 datos (n = 21), la cual se considera la edad de cristalización de la roca (figura 17d).

La muestra GR-6757 se clasificó petrográficamente como un dique de granodiorita aplítico (figura 18a). Los circones analizados son prismáticos cortos y en tallos euhedrales, con tenue tinte rosado, inequigranulares de tamaños entre 80 µm y 180 µm, con tinción de óxidos de hierro. Presentan en las imágenes de catoduluminiscencia (CL) texturas de zonación concéntrica con núcleos y bordes concéntricos (figura 18b).

En la muestra GR-6757 se realizaron 38 ablaciones (anexo 1), para un total de 50 circones, de los cuales se tuvieron en cuenta 24 ablaciones (n = 24) para la interpretación, luego de aplicar un filtro de los datos para descartar los circones con valores discordantes > 20 % y errores de edad corregida > 4, con el fin de mejorar el rango de confiabilidad de la edad. Las edades obtenidas y aceptadas varían en un rango entre 182,4 Ma y 164,9 Ma (figura 18c). En el diagrama del cálculo de la media y la desviación estándar se observan, al reunir la edad de cada circón, rangos moderadamente dispersos que se pueden integrar en un valor de edad promedia de 173,3 ± 2,6 Ma, con un MSWD = 3,2, que se interpreta como la edad de cristalización de la roca (figura 18d).

5. Correlaciones

Las unidades plutónicas jurásicas de la Sierra Nevada de Santa Marta se correlacionan geocronológica e isotópicamente con las similares de la Alta Guajira, el flanco oriental de la serranía de San Lucas, el Valle Superior del Magdalena y el flanco sureste de la cordillera Central. Además, se consideran que los plutones de estos bloques tuvieron un origen común relacionado al mismo arco, y fueron dispersados a lo largo de la paleomargen suramericana posterior a su cristalización.

El Batolito de Atánquez se correlaciona en la Alta Guajira con la Granodiorita de Ipapure (Radelli, 1960;

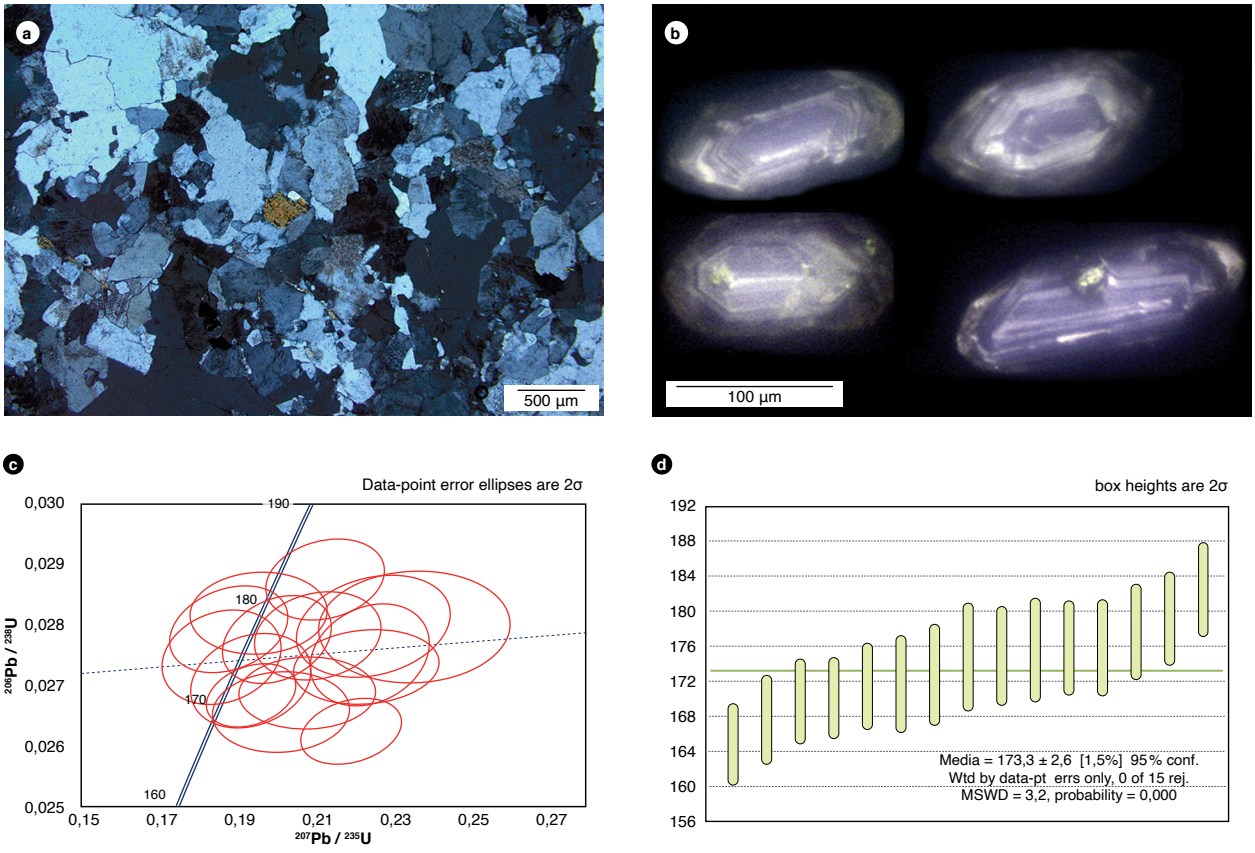


Figura 18. Cálculo de la edad de las muestras GR-6757
a) Aspecto microscópico de la roca; b) imágenes de catodoluminiscencia; c) diagrama de concordia; d) diagrama de edad promedio ponderada.

Rodríguez y Londoño, 2002; Ingeominas y UNAL, 2009); en la Sierra Nevada de Santa Marta con los batolitos de Pueblo Bello, Patillal, Aracataca, Bolívar y Central, la Cuarzomonzonita de Palomino y el Plutón de Nueva Lucha (Tschanz *et al.*, 1969a, 1969b; Colmenares *et al.*, 2007). En el flanco oriental de la serranía de San Lucas, se asocia con las rocas plutónicas de los batolitos de Norosí y Guamocó (Bogotá y Aluja, 1981; Leal Mejía, 2011; González *et al.*, 2015). En el Valle Superior del Magdalena se correlaciona con el Monzogranito de Algeciras (Ferreira *et al.*, 2001, Rodríguez *et al.*, 2022c), la Cuarzolatita de Teruel (Arango *et al.,* 2022c), el Granito de Garzón (Velandia *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2022d), el Monzogranito de Altamira (Arango *et al.,* 2022d), Cuarzomonzonita de Sombrerillo (Bermudéz *et al.*, 2022 y el Monzogranito de Mocoa (Arango *et al.*, 2022e).

Teniendo en cuenta la posición dentro del arco y la edad, el Batolito de Atánquez también se correlaciona en el Valle Superior del Magdalena con algunos pulsos de cristalización de la Cuarzomonzonita de Anchique (Cossio *et al.,* 1994; Arango *et al.*, 2022a), Cuarzomonzonita de San Cayetano (Carvajal *et al.*, 1983; Bermúdez *et al.*, 2022), Cuarzomonzonita de Los Naranjos (Rodríguez y Fuquen, 1989; Velandia *et al.*, 2001, Rodríguez *et al.*, 2022a), Cuarzomonzodiorita del Páez (Zapata *et al.*, 2022), Cuarzomonzodiorita de El Astillero (Velandia *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2022b), y Monzonita de Las Minas (Velandia *et al.*, 2001; Arango *et al.*, 2022b).

6. Localidad tipo

Según Colmenares *et al.* (2007), las mejores exposiciones de este cuerpo se encuentran en la parte noroccidental de la plancha 27, en el camino Patillal-Atánquez-Chemesquemena a Sabana Crespo.

La mejor sección y de fácil acceso al Batolito de Atánquez es a través de la vía entre las inspecciones de policía de Patillal-Atánquez-Guatapurí, en el departamento del Cesar, la cual se propone como sección tipo del plutón, además, se propone como secciones alternativas con buenos afloramientos, el corte de los ríos Candela, Badillo y Pontón.

7. Génesis

El Batolito de Atánquez corresponde a un granito tipo I de la serie calco-alcalina, variando de metaluminoso a peraluminoso. La mineralogía es característica de granitoides tipo I, como son la presencia de cuarzo, feldespato potásico rosado, plagioclasa, biotita parda, escasa hornblenda y presencia de magnetita, común en plutones altamente diferenciados según Chappell y White (2001); además, exhibe gabarros de rocas ígneas intermedias y subvolcánicas.

Las muestras de este cuerpo intrusivo presentan enriquecimientos de LILE respecto a REE y patrones de elementos trazas con anomalías de Nb-Ti características de granitos originados en una zona de subducción de margen continental.

Los patrones de elementos de las tierras raras (REE), normalizado a condrito según los valores de Nakamura (1974), muestran para rocas granitoides del Batolito de Atánquez, al menos, tres patrones diferentes de REE, los cuales podrían sugerir diferentes eventos o pulsos magmáticos a nivel del mismo plutón, en concordancia con las edades de cristalización de las rocas, sugiriendo que este batolito está conformado por varios pulsos magmáticos que cristalizaron en diferentes momentos, formado en un ambiente de arco que generó cuerpos plutónicos entre 195 Ma y 164 Ma.

El contenido de Ti en la estructura del circón depende de la temperatura, independiente de la presión, y se usa para estimar la temperatura del magma en el momento de la cristalización del circón (Watson *et al.*, 2006; Ferry y Watson, 2007; Siégel *et al.*, 2018); según la fórmula: $T_{Zirc(Ti)}$ (°C) = 5080/(6,01 log(Ti in circón; ppm) $\log(a_{ZircTi})$- 273. La temperatura de cristalización del magma se determinó a partir de los resultados químicos de elementos traza en circón de la muestra GR-6556. Se eliminaron los resultados químicos de circones heredados, circones eliminados en la determinación de la edad promedio ponderada de la roca y circones con valores de Ti > 50ppm y La > 1, cuyo valor alto puede obedecer a inclusiones en el interior del cristal o a enriquecimiento en fracturas; obteniendo valores de cristalización del circón (T_{zr}), alrededor de 740 °C (figuras 19a y b) que se considera la temperatura de cristalización de la roca y una segunda población alrededor de 760 que podría corresponder a antecristales (figuras 19a y b).

Quandt *et al.* (2018) sugieren una mayor contribución de manto litosférico y asimilación de la corteza en los magmas de arco en la Sierra Nevada de Santa Marta. Rodríguez *et al.* (2019) consideran que el magmatismo Triásico Jurásico de Colombia está relacionado a tres arcos diferentes, donde el más extenso es el que aparece en el Valle Superior del Magdalena, la serranía de San

Lucas y la Sierra Nevada de Santa Marta, emplazados en basamento Neoproterozoico del terreno chibcha y dispersado posterior a la cristalización a lo largo de la paleo margen suramericana.

8. Recursos minerales

El Batolito de Atánquez por su coloración rosada moteada de blanco y negro podría ser utilizado como roca ornamental. Este plutón en algunos sectores se presenta moderadamente fracturado y la roca inalterada.

Los patrones de REE de los circones de la muestra GR-6756 tienen anomalía positiva de Ce y negativa de Eu, con relación Eu/Eu* entre 0,39 l y 0,55 l, sugiriendo que es un plutón hidratado y, por tanto, potencialmente fértiles en Cu, que cae en el campo de los magmas fértiles en el diagrama de Lu *et al.* (2016) (figura 20a). Este resultado es concordante con la mineralogía del Batolito de Atánquez que tiene minerales hidratados como biotita.

La relación Ce/√(U x Ti) en el circón fue propuesta como una aproximación al estado de oxidación del magma (Loucks *et al.*, 2020), siendo el magma que generó el Batolito de Atánquez oxidado de acuerdo con los resultados de la química de los circones de la muestra GR-6756, representada en el diagrama de Eu/Eu* vs. Ce/√(U x Ti), propuesto por Lu *et al.* (2018) (figura 20b), y sugieren que es un plutón potencialmente fértil en Cu.

9. Conclusiones

El Batolito de Atánquez está compuesto principalmente de granodioritas, cuarzomonzonitas y tonalitas con textura general holocristalina hipidiomórfica a alotriomórfica granular; presenta gabarros de andesitas y microdioritas, y está atravesado por diques de andesita, basalto, dacita, riolita, cuarzolatita y granitos.

Las granodioritas, cuarzomonzonitas y tonalitas están constituidas por cuarzo, plagioclasas de tipo oligo-

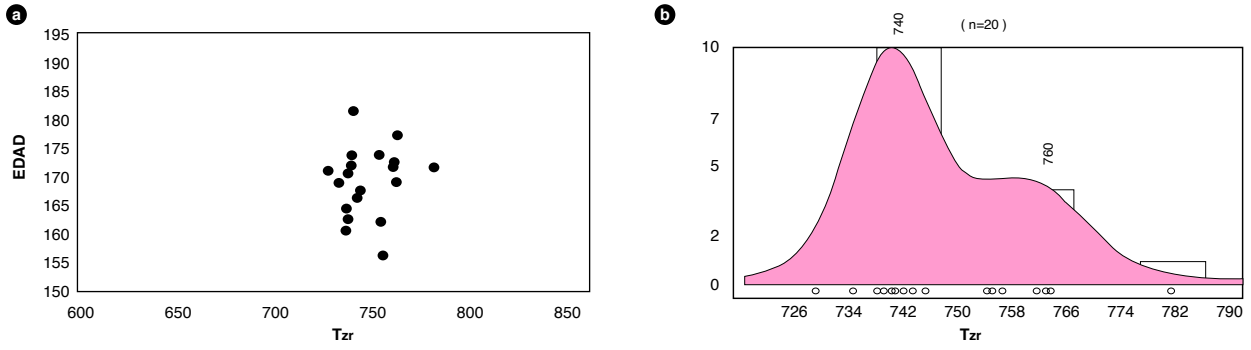


Figura 19. Diagramas de temperatura de cristalización del circón de la muestra GR-6756
a) Diagrama de edad($^{206}Pb/^{238}U$) de cada circón vs. temperatura de cristalización de cada circón (T_{zrTi}); b) histogramas de frecuencia de cristalización de circones.

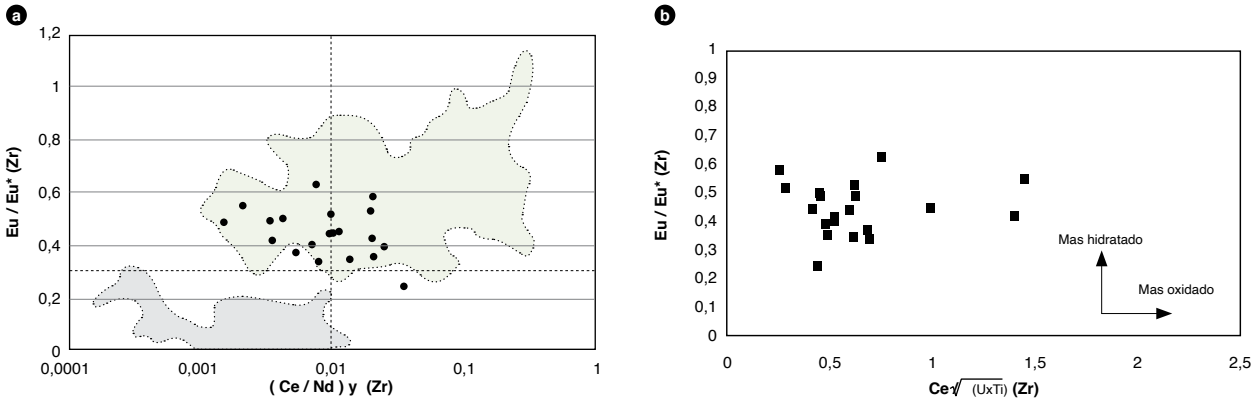


Figura 20. Diagramas de fertilidad de magmas en Cu para circones de la muestra GR-6756 tomada en el Batolito de Atánquez
a) Diagrama de Lu *et al.* (2016), con campos de suites fértiles (en verde claro) e infértiles (en gris). Valores de normalización usados para calcular Eu/Eu*: los de Sun yMcDonough (1989); b) diagrama de Eu/Eu* vs. Ce/√(U x Ti) en circones, propuesto por Lu *et al.* (2018), para magmas fértiles e infértiles de acuerdo con el grado de hidratación y oxidación de los magmas.

clasa-andesina An_{13} - An_{36}, feldespato potásico, biotita, hornblenda, y como minerales accesorios se presentan opacos, circón, apatito, titanita y en algunas rocas allanita, rutilo y clinopiroxeno.

Las rocas del Batolito de Atánquez se clasifican químicamente en el límite de los campos de las granodioritas y los granitos de la serie subalcalina y calcoalcalina normales, y altas en K, son metaluminosas, y algunas alcanzan el campo peraluminoso, formadas en un ambiente de arco de margen continental.

Tanto la litogeoquímica como el contenido de elementos traza de los circones indican que las rocas son granitos tipo I, con anomalía negativa de Nb y empobrecimiento progresivo hacia los elementos pesados, con anomalía positiva de Pb. Los diques muestran dos patrones diferentes en el diagrama de REE normalizados al condrito de Nakamura (1974); con un comportamiento general comparable a rocas generadas en ambientes de subducción por encima de la placa subducida (arco).

Las edades de cristalización U-Pb, en rocas del cuerpo principal, varían en un intervalo amplio de tiempo entre 191,1 ± 1,4 Ma y 165,2 ± 1,4 Ma, sugiriendo que es un plutón compuesto formado por, al menos, tres pulsos magmáticos alrededor de 195 Ma, 186 Ma y 165 Ma. Los diques de dacita y granodiorita que atraviesan las rocas granitoides reportan edades entre 173 Ma y 171 Ma. La cristalización del Batolito de Atánquez ocurrió alrededor de 740 °C.

El Batolito de Atánquez se correlaciona en la Alta Guajira con la Granodiorita de Ipapure; en la Sierra Nevada de Santa Marta, con los batolitos de Pueblo Bello, Patillal, Aracataca, Bolívar y Central, la Cuarzomonzonita de Palomino y el Plutón de Nueva Lucha; en el flanco oriental de la serranía de San Lucas, con las rocas plutónicas de los batolitos de Norosí y Guamocó, y en el Valle Superior del Magdalena, con el Monzogranito de Algeciras, la Cuarzolatita de Teruel, el Granito de Garzón, el Monzogranito de Altamira, la Cuarzomonzonita de Sombrerillo, el Monzogranito de Mocoa, las cuarzomonzonitas de Anchique, San Cayetano y Los Naranjos, y las cuarzomonzodioritas del Páez y El Astillero, y la Monzonita de Las Minas.

Referencias

Arango, M. I., Rodríguez, G., Bermúdez, J. G. y Zapata, G. (2022a). Cuarzomonzonita de Anchique. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.7

Arango, M. I., Rodríguez, G., Bermúdez, J. G. y Zapata, G. (2022b). Monzodiorita de Las Minas. *En Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.4

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022c). Cuarzolatita de Teruel. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.9

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022d). Monzogranito de Altamira. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.12

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022e). Monzogranito de Mocoa. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.1

Baier, J., Audetat, A. y Keppler, H. (2007). The origin of de negative niobium tantalum anomaly in subduction zone magmas. *Earth and Planetary Science Letters*, *267*(1-2), 290-300. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.11.032

Bermúdez, J. G., Arango, M. I., Rodríguez, G. y Zapata, G. (2022). Cuarzomonzonita de San Cayetano. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.8

Bogotá, J. y Aluja, J. (1981). Geología de la serranía de San Lucas. *Geología Norandina*, 4, 49-55.

Briqueu, L., Bougault, H. y Joron, J. L. (1984). Quantification of Nb, Ta, Ti and V anomalies in magmas associated with subduction zones: Petrogenetic implications. *Earth and Planetary Science Letters*, *68*(2), 297-308. https://doi.org/10.1016/0012-821X(84)90161-4

Bustamante, C., Cardona, A., Saldarriaga, M., García-Casco, A., Valencia, V. y Weber, M. (2009). Metamorfismo de los esquistos verdes y anfibolitas pertenecientes a los esquistos de Santa Marta (Colombia): ¿Registro de la colisión entre el arco del Caribe y la margen suramericana? *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (25), 7-26.

Cardona, A., Valencia, V., Garzón, A., Montes, C., Ojeda, G., Ruiz, J. y Weber, M. (2010a). Permian to Triassic I to S-type magmatic switch in the northeast Sierra Nevada de Santa Marta and adjacent regions,

Colombian Caribbean: tectonic setting and implications within Pangea paleogeography. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 772-783. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.12.005

Cardona, A., Valencia, V., Bustamante, C., García-Casco, A., Ojeda, G., Ruiz, J. y Weber, M. (2010b). Tectonomagmatic setting and provenance of the Santa Marta Schists, northern Colombia: Insights on the growth and approach of Cretaceous Caribbean oceanic terranes to the South American continent. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 784-804. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.08.012

Carvajal, C., Fuquen, J. A., Gómez, L. A y Núñez, A. (1983). *Cartografía geológica y prospección geoquímica regional plancha 282-Chaparral. Memoria*. Ingeominas.

Cediel, F., Shaw, R. P. y Cáceres, C. (2003). Tectonic assembly of the Northern Andean Block. En C. Bartolini, R. T. Buffler y J. Blickwede (eds.), *The circum - Gulf of Mexico and the Caribbean - hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics* (vol. 79, pp. 815-848). The American Association of Petroleum Geologists.

Colmenares, F., Mesa, A., Roncancio, J., Arciniegas, E., Pedraza, P., Cardona, A., Romero, A., Silva, C., Alvarado, S., Romero, O. y Vargas A. (2007). *Geología de las planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 y 40 (Internal report N.º PS 025-06)*. Ingeominas, Invemar, Ecopetrol, ICP, Geosearch, Ltda.

Condie, K. C. y Kröner, A. (2013). The building blocks of continental crust: Evidence for a major change in the tectonic setting of continental growth at the end of the Archean. *Gondwana Research*, *23*(2), 394-402. https://doi.org/10.1016/j.gr.2011.09.011

Cordani, U. G., Cardona, A., Jiménez, D. M., Liu, D. y Nutman, A. P. (2005). Geochronology of Proterozoic basement inliers in the Colombian Andes: Tectonic history of remnants of a fragmented Grenville belt. En A. P. M. Vaughan, P. T. Leat y R. J. Pankhurst (eds.), *Terrane processes at the margins of Gondwana* (vol. 246, pp. 329-346). The Geological Society of London. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.246.01.13

Cossio, U., Rodríguez, G. y Rodríguez, M. (1994). *Mapa geológico de la plancha 283-Purificación, departamento Tolima. Escala 1:100 000. Con memoria explicativa*. Ingeominas.

Chappell, B. W. y White, A. J. R. (1974). Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, *8*, 173-174.

Ferreira, P., Núñez, A. y Rodríguez, M. (2001). *Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 323 Neiva*. Ingeominas.

Ferry, J. y Watson, E. (2007). New thermodynamic models and revised calibrations for the Ti-in-zircon and Zr-in-rutile thermometers. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *154*(4), 429-437. https://doi.org/10.1007/s00410-007-0201-0

Geoestudios-Ingeominas. (2007). *Análisis de 1100 secciones delgadas de la Sierra Nevada de Santa Marta 11 tomos. 5260 microfotografías de Secciones Delgadas.*

González, H., Maya, M., Camacho, J., Cardona, O. D. y Vélez, W. (2015). *Elaboración de la cartografía geológica de un conjunto de planchas a escala 1:100 000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional, identificados por el Servicio Geológico Colombiano. Plancha 74-Guaranda*. Servicio Geológico Colombiano.

Hoskin, P. W. y Schaltegger, 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

Ibáñez Mejía, M., Ruiz, J., Valencia, V. A., Cardona, A., Gehrels, G. E. y Mora, A. R. (2011). The Putumayo Orogen of Amazonia and its implications for Rodinia reconstructions: New U-Pb geochronological insights into the Proterozoic tectonic evolution of northwestern South America. *Precambrian Research*, *191*(1-2), 58-77. https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.09.005

Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (Ingeominas) y Universidad Nacional de Colombia (UNAL). (2009). *Proyecto de investigación: Cartografía e historia geológica de la Alta Guajira, implicaciones en la búsqueda de recursos minerales. Memoria de las planchas 2, 3, 5, y 6 (Con parte de las Planchas 4, 10 y 10bis)*. Acuerdo Específico 030/2006.

Irvine, T. N. y Baragar, W. R. A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, *8*(5), 523-548. https://doi.org/10.1139/e71-055

Kellogg, J. N., Vega, V., Stallings, T. C. y Aiken, C. L. (1995). Tectonic development of Panama, Costa Rica, and the Colombian Andes: Constraints from global positioning system geodetic studies and gravity. En *Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America*. Geological Society of America. https://doi.org/10.1130/SPE295-p75

Kroonenberg, S. B. (1982). A Grenvillian granulite belt in the Colombian Andes and its relation to the Guiana Shield. *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences*, *61*(4), 325-333.

Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. y Zanettin, B. (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, *27*(3), 745-750. https://doi.org/10.1093/petrology/27.3.745

Leal Mejía, H. (2011). *Phanerozoic gold metallogeny in the Colombian Andes: A tectono- magmatic approach* [Tesis de doctorado]. Universitat de Barcelona.

Loucks, R. R., Fiorentini, M. L. y Henríquez, G. J. (2020). New magmatic oxybarometer using trace elements in zircon. *Journal of Petrology*, *61*(3), 1-30. https://doi.org/10.1093/petrology/egaa034

Lu, Y. J., Loucks, R. R., Fiorentini, M. L., McCuaig, T.C., Evans, N. J., Yang, Z. M., Hou, Z. Q., Kirkland, C. L., Parra-Ávila, L. A. y Kobussen, A. (2016). Zircon compositions as a pathfinder for porphyry Cu ± Mo ± Au deposits. En: J. Richards (ed.). *Tectonics and Metallogeny of the Tethyan Orogenic Belt* (pp. 329-347). Vol. 19. Society of Economic Geologists.

Lu, Y. J., Smithies, R. H., Wingate, M. T. D., Evans, N. J., Morris, P. A., Champion, D. C. y McCuaig, T. C. (2018). Zircon composition as a fertility indicator of Archean granites. En *GSWA 2018 Extended Abstracts: Promoting the Prospectivity of Western Australia* (pp. 18-23). Geological Survey of Western Australia.

McDonough, W. F. y Sun, S. S. (1995). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, *120*(3-4), 223-253. https://doi.org/10.1016/0009-2541(94)00140-4

Middlemost, E. A. K. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Science Reviews*, *37*(3-4), 215-224. https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9

Montes, C., Guzmán, G., Bayona, G., Cardona, A., Valencia, V. y Jaramillo, C. (2010). Clockwise rotation of the Santa Marta massif and simultaneous Paleogene to Neogene deformation of the Plato-San Jorge and Cesar-Ranchería basins. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 832-848. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.010

Mora Bohórquez, J. A., Ibáñez Mejía, M., Oncken, O., de Freitas, M., Vélez, V., Mesa, A. y Serna, L. (2017). Structure and age of the Lower Magdalena Valley basin basement, northern Colombia: New reflection-seismic and U-Pb-Hf insights into the termination of the central Andes against the Caribbean basin. *Journal of South American Earth Sciences*, *74*, 1-26. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.01.001

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

Nardi, L. V. S., Formoso, M. L. L., Müller, I. F., Fontana, E., Jarvis, K. y Lamarão, C. (2013). Zircon/rock partition coefficients of REEs, Y, Th, U, Nb, and Ta in granitic rocks: Uses for provenance and mineral exploration purposes. *Chemical Geology*, *335*, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2012.10.043

Ordóñez-Carmona, O., Pimentel, M. M. y De Moraes, R. (2002). Granulitas de Los Mangos: un fragmento grenviliano en la parte SE de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *26*(99), 169-179.

Ordóñez-Carmona, O., Álvarez, J. J. R. y Pimentel, M. M. (2006). Geochronological and isotopical review of pre-Devonian crustal basement of the Colombian Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, *21*(4), 372-382.

Pearce, J. A., Harris, N. W. y Tindle, A. G. (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. S. (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

Piraquive, A. (2017). *Marco estructural deformaciones y exhumación de los esquistos de Santa Marta: la acreción e historia de deformación de un terreno caribeño al norte de la Sierra Nevada de Santa Marta* [Tesis de doctorado]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59885?show=full

Quandt D., Trumbull R., Altenberger W., Cardona A., Romer R., Bayona G., Ducea M., Valencia V., Vásquez M., Cortés, E. y Guzmán G. (2018). The geochemistry and geochronology of Early Jurassic igneous rocks from the Sierra Nevada de Santa Marta, NW Colombia, and tectono-magmatic implications *Journal of South American Earth Sciences*, *86*, 216-230. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.06.019

Radelli, L. (1962). Introducción al estudio de la geología y de la petrografía del Macizo de Santa Marta (Magdalena-Colombia). *Geología Colombiana*, *2*, 41-115.

Ramos, V. A. (2010). Comentario bibliográfico. El continente de Gondwana a través del tiempo: una introducción a la Geología Histórica. *Ameghiniana 47*(2), 262. https://doi.org/10.5710/AMGH.v47i2.1

Rodríguez, G. y Fuquen, J. A. (1989). *Geología y prospección geoquímica de la plancha 302-Aipe (Huila)*. Ingeominas.

Rodríguez, G. y Londoño, A. C. (2002). *Memoria explicativa del mapa geológico del departamento de La Guajira. Geología, recursos minerales y amenazas potenciales*. Ingeominas.

Rodríguez, G., Arango, M. I., Bermúdez, J. G. y Zapata, G. (2022a). Cuarzomonzonita de Los Naranjos. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.6

Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022b). Cuarzomonzodiorita del Astillero. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.5

Rodríguez, G., Zapata, G., Arango, M. I. y Bermúdez, J. G. (2022c). Monzogranito de Algeciras. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.10

Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022d). Granito de Garzón. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.11

Rodríguez, G., Correa Martínez, A. M., Zapata, G., Arango, M. I., Obando-Erazo, G., Zapata-Villada, J. P. y Bermúdez, J. G. (2019). Diverse Jurassic magmatic arcs of the Colombian Andes: Constraints from petrography, geochronology, and geochemistry. En J. Gómez y A. O. Pinilla-Pachón (eds.), *The Geology of Colombia. Mesozoic* (vol. 2 pp. 117-170). Publicaciones Geológicas Especiales 36. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/pub.esp.36.2019.04

Rubatto, D. (2002). Zircon trace element geochemistry: Partitioning with garnet and the link between U-Pb ages and metamorphism. *Chemical Geology*, *184*(1-2), 123-138. https://doi.org/10.1016/S0009-2541(01)00355-2

Shand, S. J. (1943). *Eruptive rocks. Their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits with a chapter on meteorite*. John Wiley & Sons.

Siégel, C., Bryan, S. E., Allen, C. M. y Gust, D. A. (2018). Use and abuse of zircon-based thermometers: A critical review and a recommended approach to identify antecrystic zircons. *Earth-Science Reviews*, 176, 87-116. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.08.011

Streckeisen, A. L. (1976). Classification and nomenclature of plutonic rocks. *Geologische Rundschau*, *63*(2), 773-786. https://doi.org/10.1007/BF01820841

Streckeisen, A. L. (1978). Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilite rocks. Recommendations and suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, *Abhandlungen*, *141*, 1-14.

Sun, S. S. y McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. En A. D. Saunders y M. J. Norry (eds.), *Magmatism in the Ocean Basins* (vol. 42, pp. 313-346). Geological Society of London.

Taboada, A., Rivera, L. A., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya, J. y Rivera, C. (2000). Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia). *Tectonics*, *19*(5), 787-813. https://doi.org/10.1029/2000TC900004

Tschanz, C. M., Jimeno, A. y Cruz, J. (1969a). *Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Preliminary report*. Ministerio de Minas y Energía, Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas y Mineras y U.S. Geological Survey.

Tschanz, C. M., Jimeno, A. y Cruz, J. (1969b). *Mapa geológico de reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta. Mapa escala 1:200 000*. Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas y Mineras y U.S. Geological Survey.

Tschanz, C., Marvin, R., Cruz, J., Mehnert, H. y Cebula, E. (1974). Geologic evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta Northeastern Colombia. *GSA Bulletin*, 85(2), 273-284.

https://doi.org/10.1130/0016-7606(1974)85<273:-GEOTSN>2.0.CO;2

Velandia, F., Núñez, A. y Marquínez, G. (2001). *Mapa geológico departamento del Huila. Escala 1:300 000. Memoria explicativa.* Servicio Geológico Colombiano.

Wang, Q., Zhu, D.C., Zhao, Z. D., Guan, Q., Zhang, X. Q., Sui, Q. L., Hu, Z. C. y Mo, X. 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.jseaes.2011.07.027

Watson, E. B., Wark, D. A. y Thomas, J. B. (2006). Crystallization thermometers for zircon and rutile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *151*(4), 413-433. https://doi.org/10.1007/s00410-006-0068-5

Zapata, G., Rodríguez, G., Arango, M. I. y Bermúdez, J. G. (2022). Cuarzomonzodiorita de Páez. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.3

Zuluaga, C. y Stowell, H. (2012). Late Cretaceous–Paleocene metamorphic evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta: Implications for Caribbean geodynamic evolution. *Journal of South American Earth Sciences*, *34*, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.10.001

Anexos

Anexo1. Edades U-Pb Batolito de Atánquez, muestras GR-6822, GR-6756, GR-6824B, GR-6757

Edades U-Pb del Batolito de Atánquez, muestras GR-6822

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6822_01	227,3	163,3	0,7	0,0544	0,0038	0,1910	0,0140	0,0248	0,0005	0,2	157,0	4,6	174,0	12,0	300	130
GR___6822_02	290	225	0,8	0,0717	0,0072	0,3190	0,0430	0,0288	0,0010	0,4	178,0	7,6	245,0	26,0	580	160
GR___6822_03	387,5	279	0,7	0,0455	0,0021	0,1610	0,0075	0,0259	0,0003	0,2	165,8	4,3	151,0	6,6	33	83
GR___6822_04	366	159	0,4	0,0520	0,0026	0,1990	0,0100	0,0281	0,0004	0,1	178,2	4,8	183,2	8,4	267	98
GR___6822_05	203,6	131,1	0,6	0,0504	0,0036	0,1760	0,0130	0,0254	0,0005	0,2	161,3	4,7	163,0	11,0	230	120
GR___6822_06	390	235,8	0,6	0,0510	0,0025	0,1783	0,0088	0,0258	0,0003	0,2	163,9	4,2	165,2	7,6	227	94
GR___6822_07	75	46,4	0,6	0,0494	0,0061	0,1900	0,0240	0,0283	0,0008	0,2	180,0	6,5	171,0	21,0	70	210
GR___6822_08	217,3	212,3	1,0	0,0502	0,0033	0,1730	0,0110	0,0255	0,0004	0,1	162,1	4,7	164,8	9,6	220	120
GR___6822_09	577	654	1,1	0,0545	0,0028	0,1941	0,0099	0,0269	0,0004	0,2	170,1	4,6	178,3	8,5	354	98
GR___6822_10	179	169,4	0,9	0,0567	0,0044	0,2090	0,0160	0,0266	0,0005	0,1	167,8	5,1	191,0	13,0	390	140
GR___6822_11	183,5	195,7	1,1	0,0523	0,0042	0,1900	0,0150	0,0269	0,0004	0,1	170,5	4,8	176,0	12,0	290	150
GR___6822_12	450	608	1,4	0,0726	0,0034	0,2680	0,0120	0,0269	0,0005	0,0	166,0	4,7	241,6	9,3	928	93
GR___6822_13	311,3	320,8	1,0	0,0551	0,0033	0,2000	0,0120	0,0260	0,0005	0,2	164,4	4,7	183,0	10,0	370	120
GR___6822_14	373,5	397	1,1	0,0559	0,0028	0,1980	0,0100	0,0256	0,0004	0,3	161,7	4,6	183,6	8,5	420	98
GR___6822_15	222	216	1,0	0,0662	0,0052	0,2520	0,0200	0,0270	0,0005	0,2	168,2	4,8	224,0	16,0	690	150
GR___6822_16	381	595	1,6	0,0571	0,0032	0,2100	0,0120	0,0264	0,0004	0,0	166,2	4,4	189,1	9,0	400	100
GR___6822_17	325,4	337,4	1,0	0,0515	0,0030	0,1800	0,0110	0,0254	0,0005	0,3	161,1	4,8	170,0	8,9	230	110
GR___6822_18	231,2	154,3	0,7	0,0538	0,0042	0,1920	0,0150	0,0257	0,0005	0,0	162,4	4,8	174,0	13,0	210	130
GR___6822_19	697	508	0,7	0,0552	0,0022	0,1996	0,0086	0,0262	0,0004	0,4	165,6	4,4	184,1	7,2	396	82
GR___6822_20	0	-3E-05	#####	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6822_21	204,8	142,5	0,7	0,0493	0,0036	0,1850	0,0140	0,0269	0,0006	0,2	171,0	5,3	169,0	12,0	140	130
GR___6822_22	603	897	1,5	0,0531	0,0026	0,1934	0,0097	0,0264	0,0003	0,2	167,2	4,3	178,7	8,3	298	92
GR___6822_23	202,1	161,6	0,8	0,0543	0,0042	0,1990	0,0150	0,0267	0,0006	0,1	168,8	5,2	181,0	13,0	310	150
GR___6822_24	149,1	115,6	0,8	0,0527	0,0046	0,1980	0,0180	0,0267	0,0006	0,1	169,4	5,6	182,0	14,0	300	150
GR___6822_25	309	442	1,4	0,0466	0,0031	0,1680	0,0110	0,0262	0,0004	0,0	167,4	4,6	154,8	9,8	100	110
GR___6822_26	176,2	182,1	1,0	0,0475	0,0044	0,1710	0,0160	0,0263	0,0005	0,1	168,0	5,2	158,0	14,0	80	150
GR___6822_27	339	337	1,0	0,0507	0,0033	0,1780	0,0120	0,0259	0,0004	0,2	164,8	4,5	167,2	9,6	240	120
GR___6822_28	447,5	406,8	0,9	0,0562	0,0028	0,2030	0,0100	0,0264	0,0003	0,2	166,3	4,3	187,7	8,8	420	100
GR___6822_29	217,1	212	1,0	0,0517	0,0040	0,1970	0,0170	0,0276	0,0006	0,5	175,0	5,4	176,0	13,0	200	130
GR___6822_30	495	336	0,7	0,0468	0,0023	0,1745	0,0088	0,0269	0,0004	0,2	171,6	4,6	161,9	7,5	62	89
GR___6822_31	89,5	49,9	0,6	0,0471	0,0076	0,1720	0,0270	0,0268	0,0008	0,1	171,2	6,3	156,0	24,0	20	250
GR___6822_32	64,2	41,4	0,6	0,0604	0,0082	0,2090	0,0280	0,0261	0,0008	0,0	163,6	6,2	184,0	24,0	300	240
GR___6822_33	117,5	73,6	0,6	0,0486	0,0052	0,1750	0,0190	0,0258	0,0006	0,2	164,3	5,4	162,0	16,0	130	170
GR___6822_34	344,9	356,5	1,0	0,0504	0,0025	0,1747	0,0088	0,0254	0,0004	0,3	161,2	4,4	162,7	7,7	199	96
GR___6822_35	279	234	0,8	0,0506	0,0030	0,1790	0,0100	0,0250	0,0005	0,0	158,8	4,7	165,5	9,0	200	110

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6822_36	726	694	1,0	0,0542	0,0024	0,1950	0,0084	0,0255	0,0004	0,1	161,3	4,3	180,3	7,0	340	86
GR___6822_37	248	206	0,8	0,0510	0,0037	0,1880	0,0140	0,0261	0,0005	0,1	165,8	4,9	173,0	12,0	190	130
GR___6822_38	234	207	0,9	0,0490	0,0037	0,1780	0,0130	0,0258	0,0005	0,1	164,5	5,1	164,0	11,0	120	130
GR___6822_39	591	643	1,1	0,0544	0,0022	0,1921	0,0083	0,0244	0,0004	0,4	154,6	4,2	177,2	7,1	402	85
GR___6822_40	331	221,8	0,7	0,0580	0,0033	0,2220	0,0130	0,0261	0,0004	0,4	164,5	4,6	202,0	11,0	500	110
GR___6822_41	787	782	1,0	0,0516	0,0023	0,1798	0,0077	0,0250	0,0004	0,1	158,5	4,2	167,9	6,7	255	83
GR___6822_42	120,8	187	1,5	0,0525	0,0057	0,1860	0,0200	0,0265	0,0006	0,0	168,0	5,4	173,0	17,0	210	180
GR___6822_43	216	231,8	1,1	0,0496	0,0040	0,1930	0,0160	0,0269	0,0006	0,3	171,2	5,4	178,0	13,0	140	140
GR___6822_44	128,4	90,9	0,7	0,0634	0,0066	0,2290	0,0210	0,0264	0,0006	0,0	164,8	5,5	201,0	17,0	400	170
GR___6822_45	320	376	1,2	0,0528	0,0029	0,1860	0,0100	0,0256	0,0004	0,1	161,9	4,5	172,9	8,6	270	110
GR___6822_46	110	97	0,9	0,0553	0,0053	0,2180	0,0210	0,0286	0,0007	0,1	180,5	6,2	196,0	17,0	360	170
GR___6822_47	296	219	0,7	0,0537	0,0034	0,1890	0,0120	0,0253	0,0005	0,2	160,0	4,7	176,0	10,0	380	120
GR___6822_48	289,1	512	1,8	0,0505	0,0031	0,1850	0,0110	0,0271	0,0004	0,2	172,0	4,8	174,0	9,7	210	110
GR___6822_49	554	348	0,6	0,0528	0,0023	0,1835	0,0080	0,0258	0,0005	0,2	163,6	4,8	171,0	6,8	294	87
GR___6822_50	386	360	0,9	0,0670	0,0039	0,2470	0,0130	0,0282	0,0004	0,0	175,3	4,8	229,0	11,0	780	120
GR___6822_51	200,4	232	1,2	0,0576	0,0033	0,2180	0,0130	0,0280	0,0004	0,2	176,0	4,9	198,0	11,0	460	110

Edades U-Pb del Batolito de Atánquez, muestras GR-6756

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
Zircon-165_GR-6756	170	121	0,71	0,0490	0,0045	0,1780	0,0160	0,0261	0,0009	0,10	166,3	5,8	165	14	100	180
Zircon-166	243	91,2	0,38	0,0491	0,0039	0,1830	0,0140	0,0264	0,0009	0,03	168,2	5,3	170	12	130	170
Zircon-167	385	223	0,58	0,0499	0,0031	0,1710	0,0110	0,0246	0,0007	0,08	~~156,4~~	~~4,7~~	160	10	230	130
Zircon-168	169	99	0,59	0,0492	0,0039	0,1760	0,0140	0,0252	0,0008	-0,08	~~160,4~~	~~5,1~~	163	11	220	160
Zircon-169	169	234	1,38	0,0510	0,0039	0,1910	0,0150	0,0270	0,0009	-0,12	171,4	5,9	177	12	220	160
Zircon-170	848	1040	1,23	0,0497	0,0021	0,1867	0,0079	0,0269	0,0007	-0,07	170,8	4,6	173,6	6,7	169	88
Zircon-171	242	139	0,57	0,0537	0,0066	0,1800	0,0220	0,0248	0,0010	0,26	~~157,7~~	~~6,1~~	173	18	360	240
Zircon-172	308	307	1,00	0,0520	0,0031	0,1900	0,0110	0,0266	0,0008	0,22	169,1	5,1	176,2	9,7	250	130
Zircon-173	95,1	80,5	0,85	0,0592	0,0076	0,2140	0,0270	0,0270	0,0010	0,05	171,8	6,2	199	23	480	260
Zircon-154_1	360	321	0,89	0,0495	0,0033	0,1810	0,0130	0,0271	0,0008	0,29	172,1	5,1	170	11	200	140
Zircon-155_1	334	244	0,73	0,0501	0,0032	0,1750	0,0100	0,0258	0,0008	-0,17	164,4	4,8	163	8,8	170	140
Zircon-156_1	145	84,6	0,58	0,0495	0,0037	0,1830	0,0140	0,0272	0,0010	0,19	172,8	6,3	169	12	130	160
Zircon-157_1	501	432	0,86	0,0512	0,0031	0,1880	0,0120	0,0273	0,0008	-0,19	173,6	5,2	174,2	9,9	210	120
Zircon-158_1	71,1	48,5	0,68	0,0534	0,0068	0,2070	0,0250	0,0285	0,0012	0,10	~~181,4~~	~~7,5~~	189	21	280	250
Zircon-159_1	222	175	0,79	0,0508	0,0035	0,1850	0,0130	0,0266	0,0008	-0,10	169,1	4,9	176	11	290	160
Zircon-160_1	688	357	0,52	0,0517	0,0022	0,1909	0,0091	0,0278	0,0008	0,26	177,0	4,8	177,1	7,8	265	96
Zircon-161_1	552	365	0,66	0,0546	0,0027	0,1872	0,0098	0,0257	0,0008	0,16	163,7	5,3	174	8,4	360	110
Zircon-162_1	490	319	0,65	0,0506	0,0024	0,1834	0,0085	0,0268	0,0008	-0,11	170,7	4,8	170,8	7,3	200	110
Zircon-163_1	128	92	0,72	0,0537	0,0062	0,1900	0,0230	0,0269	0,0010	-0,16	171,3	6,3	174	20	320	240

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
Zircon-164_1	167	183	1,10	0,0504	0,0043	0,1810	0,0140	0,0264	0,0009	0,02	167,7	5,7	168	12	220	170
Zircon-165_1	178	148	0,83	0,0550	0,0038	0,1980	0,0150	0,0268	0,0009	0,29	170,3	5,5	185	13	350	160
~~Zircon-166_1~~	~~199~~	~~123~~	~~0,62~~	~~0,0942~~	~~0,0071~~	~~0,3720~~	~~0,0280~~	~~0,0285~~	~~0,0009~~	~~-0,10~~	~~181,3~~	~~5,7~~	319	20	1470	150
Zircon-167_1	384	269	0,70	0,0544	0,0026	0,1706	0,0084	0,0232	0,0007	0,37	~~147,7~~	~~4,5~~	159,8	7,2	360	100
Zircon-168_1	80,4	71,7	0,89	0,0607	0,0063	0,2220	0,0230	0,0276	0,0013	0,24	175,3	8,1	206	19	570	220
Zircon-169_1	172	111	0,65	0,0592	0,0064	0,2160	0,0250	0,0261	0,0009	-0,07	166,3	5,8	197	20	550	200
Zircon-170_1	209	278	1,33	0,0654	0,0035	0,2260	0,0160	0,0255	0,0009	0,30	162,3	5,8	207	13	930	110
Zircon-171_1	276	216	0,78	0,0505	0,0031	0,1850	0,0110	0,0266	0,0008	0,12	169,1	5,1	172	10	210	140
Zircon-172_1	317	227	0,72	0,0509	0,0032	0,1740	0,0120	0,0252	0,0008	0,01	160,6	5,1	162	10	260	130
Zircon-173_1	254	201	0,79	0,0483	0,0036	0,1850	0,0140	0,0274	0,0008	0,20	173,9	5,0	171	12	110	160
Zircon-174	413	300	0,73	0,0523	0,0034	0,1800	0,0110	0,0255	0,0008	-0,11	162,6	4,8	167,7	9,4	290	140
Zircon-175	280	188	0,67	0,0486	0,0032	0,1760	0,0120	0,0264	0,0008	0,29	167,7	5,2	164	10	100	140
Zircon-176	271	201	0,74	0,0498	0,0031	0,1830	0,0110	0,0270	0,0010	0,32	171,6	5,9	170,5	9,8	160	130
Zircon-177	268	190	0,71	0,0496	0,0041	0,1890	0,0150	0,0273	0,0009	0,04	173,8	5,4	175	13	200	170
Zircon-178	331	262	0,79	0,0608	0,0044	0,2070	0,0140	0,0249	0,0008	-0,18	~~158,3~~	~~4,8~~	193	11	580	150
Zircon-179_GR-6756	372	315	0,85	0,0528	0,0039	0,1820	0,0140	0,0252	0,0008	0,04	~~160,6~~	~~4,9~~	169	12	280	160

Edades U-Pb del Batolito de Atánquez, muestras GR-6824B

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GR___6824_B_01	5500	344000	62.5	0.0638	0.0033	0.2340	0.0130	0.0271	0.0004	0.5	169.063603	4.583347	209.6	9.6	644	97
GR___6824_B_02	4180	264000	63,2	0,0654	0,0032	0,2540	0,0130	0,0279	0,0004	0,2	174,160997	4,6978	228	10	722	99
GR___6824_B_03	2670	183900	68,9	0,0608	0,0038	0,2380	0,0150	0,0284	0,0004	0,1	178,15946	4,866911	213	11	500	110
GR___6824_B_04	1454	57600	39,6	0,1094	0,0081	0,4380	0,0340	0,0295	0,0006	0,4	173,728296	5,611753	355	23	1660	150
GR___6824_B_05	4200	326000	77,6	0,0537	0,0023	0,1968	0,0083	0,0271	0,0004	0,2	171,225221	4,488106	182,3	7	341	86
GR___6824_B_06	3820	297500	77,9	0,0572	0,0028	0,2110	0,0100	0,0269	0,0004	0,2	169,476765	4,483419	193,1	8,6	439	94
GR___6824_B_07	3680	308000	83,7	0,0565	0,0032	0,2040	0,0120	0,0258	0,0004	0,3	162,495758	4,557301	187	10	440	110
GR___6824_B_08	2660	225000	84,6	0,0551	0,0029	0,2030	0,0110	0,0270	0,0004	0,1	170,675131	4,433035	186,4	8,5	359	95
GR___6824_B_09	2710	209800	77,4	0,0514	0,0031	0,1900	0,0110	0,0273	0,0004	0,1	173,164135	4,832732	177,8	9,3	240	110
GR___6824_B_10	7300	617000	84,5	0,0539	0,0028	0,2000	0,0100	0,0272	0,0004	0,2	171,934961	4,684742	184,7	8,7	340	100
GR___6824_B_11	2910	221000	75,9	0,0590	0,0031	0,2270	0,0130	0,0278	0,0004	0,3	174,514969	4,730688	207	10	520	110
GR___6824_B_12	7210	490000	68,0	0,0585	0,0021	0,2248	0,0078	0,0281	0,0004	0,1	176,806214	4,827519	205,4	6,4	517	77
GR___6824_B_13	7420	512000	69,0	0,0512	0,0021	0,2047	0,0088	0,0293	0,0005	0,4	185,530483	5,057059	188,4	7,5	230	80
GR___6824_B_14	5850	464000	79,3	0,0531	0,0020	0,1925	0,0077	0,0267	0,0004	0,4	168,967859	4,546634	178,7	6,4	303	76
GR___6824_B_15	890	6700	7,5	0,5000	0,1400	7,2000	2,4000	0,0830	0,0190	0,3	237,441813	103,6931	1990	370	4250	690
GR___6824_B_16	5750	441000	76,7	0,0579	0,0025	0,2202	0,0098	0,0278	0,0003	0,2	174,943514	4,532606	202	8,3	488	89

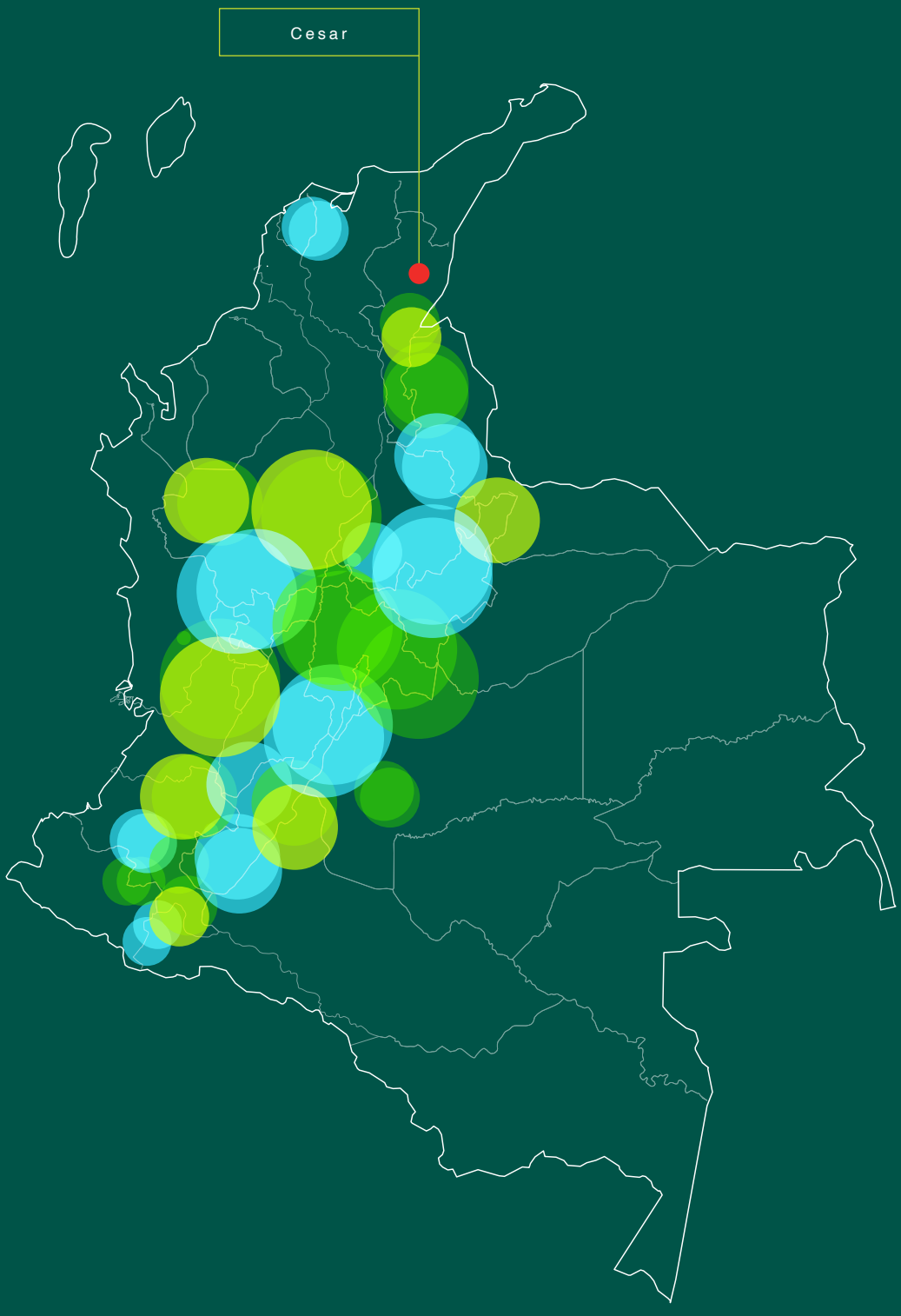
AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	±2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ	Correlación errores	$^{206}Pb/^{238}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ Edad (Ma)	±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Edad (Ma)	±2σ
GR___6824_B_17	3680	253000	68,8	0,0689	0,0043	0,2690	0,0180	0,0281	0,0005	0,6	174,434215	4,90511	235	14	710	120
GR___6824_B_18	1362	106200	78,0	0,0618	0,0055	0,2240	0,0210	0,0267	0,0005	0,3	167,131331	5,168003	203	17	540	170
GR___6824_B_19	1870	104600	55,9	0,0921	0,0069	0,4050	0,0300	0,0322	0,0006	0,1	193,452812	5,945916	343	22	1290	150
GR___6824_B_20	2232	136800	61,3	0,0632	0,0052	0,2480	0,0200	0,0286	0,0005	0,1	178,797872	5,157144	221	16	620	150
GR___6824_B_21	8770	679000	77,4	0,0502	0,0018	0,1893	0,0073	0,0272	0,0004	0,4	173,045094	4,683157	175,1	6,2	199	72
GR___6824_B_22	5270	395000	75,0	0,0544	0,0020	0,2082	0,0080	0,0277	0,0003	0,3	175,085889	4,478769	192	6,8	371	78
GR___6824_B_23	4170	316000	75,8	0,0502	0,0018	0,1833	0,0065	0,0269	0,0004	0,3	170,966171	4,4955	170,6	5,5	203	68
GR___6824_B_24	9900	513000	51,8	0,0893	0,0042	0,3900	0,0200	0,0319	0,0005	0,6	192,665463	5,387872	329	14	1359	87
GR___6824_B_25	3260	196000	60,1	0,0652	0,0026	0,2550	0,0110	0,0281	0,0004	0,2	175,25598	4,679029	231,4	8,4	771	85
GR___6824_B_26	8880	476000	53,6	0,0972	0,0067	0,4030	0,0310	0,0305	0,0005	0,6	182,206256	5,204973	330	20	1460	140
GR___6824_B_27	4050	312000	77,0	0,0495	0,0018	0,1882	0,0072	0,0274	0,0003	0,2	173,952299	4,436091	176,2	5,9	173	72
GR___6824_B_28	7250	612000	84,4	0,0504	0,0017	0,1859	0,0063	0,0270	0,0004	0,2	171,301546	4,492255	172,9	5,3	209	66
GR___6824_B_29	4540	319000	70,3	0,0521	0,0020	0,1992	0,0082	0,0277	0,0004	0,3	175,715003	4,676154	184,4	7	289	79
GR___6824_B_30	4280	337000	78,7	0,0501	0,0024	0,1865	0,0092	0,0269	0,0004	0,2	170,672383	4,57304	174,8	7,5	219	87
GR___6824_B_31	3410	264000	77,4	0,0514	0,0025	0,1967	0,0098	0,0281	0,0004	0,1	178,446076	4,817816	181,4	8,4	220	94
GR___6824_B_32	8940	713000	79,8	0,0503	0,0019	0,1855	0,0076	0,0269	0,0003	0,3	171,070887	4,434447	173,8	6,4	189	75
GR___6824_B_33	6160	481000	78,1	0,0503	0,0021	0,1963	0,0085	0,0278	0,0004	0,2	176,612977	4,626212	181,2	7,2	216	83
GR___6824_B_34	4490	286000	63,7	0,0502	0,0026	0,2020	0,0100	0,0287	0,0005	0,2	182,111695	5,136835	186,5	8,7	224	94
GR___6824_B_35	3290	223800	68,0	0,0487	0,0024	0,1877	0,0094	0,0278	0,0004	0,2	176,90132	4,640424	173,7	8	142	92
GR___6824_B_36	9640	586000	60,8	0,0526	0,0016	0,2303	0,0074	0,0312	0,0006	0,4	197,557342	5,659714	209,5	6,1	298	65
GR___6824_B_37	128	-0,0833254	0,0	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6824_B_38	4410	321000	72,8	0,0524	0,0023	0,1911	0,0090	0,0264	0,0004	0,3	167,167256	4,557853	176,7	7,7	269	87
GR___6824_B_39	335	26	0,1	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6824_B_40	241	1,6	0,0	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6824_B_41	5330	419000	78,6	0,0504	0,0017	0,1861	0,0069	0,0263	0,0004	0,3	167,332607	4,430381	173,4	5,9	222	69
GR___6824_B_42	8800	700000	79,5	0,0563	0,0036	0,2110	0,0150	0,0262	0,0005	0,4	165,227185	4,880898	191	12	420	120
GR___6824_B_43	7080	546000	77,1	0,0503	0,0018	0,1857	0,0066	0,0267	0,0004	0,3	169,432864	4,432547	172,2	5,7	199	72
GR___6824_B_44	3370	255100	75,7	0,0667	0,0038	0,2570	0,0150	0,0278	0,0005	0,4	172,824984	4,830564	229	12	750	110
GR___6824_B_45	6780	542500	80,0	0,0526	0,0017	0,1964	0,0075	0,0266	0,0004	0,4	168,696418	4,482655	181	6,3	308	69

Edades U-Pb del Batolito de Atánquez, muestras GR-6757

Identificación muestra	Relación final Pb 207 _ U 235	Error interno relación final Pb 207 / U 235 a 2 D.E.	Relación final Pb 206 _ U 238	Error interno relación final Pb 206/U 235 a 2 D.E.	Ajuste error de correlación (datos negativos)	Error de correlación Pb 206 _ U 238 vs. Pb 207 _ U 235	Edad corregida Pb 206 _ U 238 (M.A.)	Edad Pb 207 _ U 235 (Ma)	% Discordia	Edad corregida Pb 206 _ U 238 (Ma)	± Error edad corregida (Ma)	Error cor	Aproximación U-238 (ppm)	U/Th
GR_6757_35	1,097	0,035	0,017	0,00043	0,33	0,32705	48,64	752	1446,12	48,64	2,8	5,71	1057	3,95
GR_6757_16	1,006	0,084	0,027	0,00120	0,89	0,89295	125,84	698	454,67	125,84	7,1	5,62	2370	0,80
GR_6757_11	0,774	0,086	0,034	0,00160	0,33	0,32842	185,21	570	207,77	185,21	10,7	5,78	144,4	2,36
GR_6757_28	0,611	0,069	0,032	0,00076	0,84	0,83603	179,70	452	151,54	179,70	6,4	3,54	893	0,79
GR_6757_19	0,39	0,026	0,028	0,00062	0,69	0,68587	166,22	327	96,73	166,22	5,4	3,23	368	1,16
GR_6757_22	0,364	0,021	0,029	0,00052	0,32	0,32038	174,82	311	77,90	174,82	5,0	2,88	240	1,95
GR_6757_7	0,314	0,017	0,026	0,00050	0,56	0,56081	154,32	274	77,55	154,32	4,6	2,97	351	1,10
GR_6757_23	0,379	0,02	0,03	0,00057	0,29	0,28677	182,01	322	76,91	182,01	5,4	2,95	190	1,35
GR_6757_6	0,364	0,041	0,028	0,00059	0,73	0,72951	172,27	303	75,89	172,27	5,5	3,18	544	1,30
GR_6757_4	0,343	0,042	0,027	0,00056	0,75	0,74641	165,09	279	68,99	165,09	5,3	3,21	372	1,85
GR_6757_8	0,317	0,016	0,029	0,00051	0,45	0,45328	176,33	282	59,93	176,33	5,0	2,82	337	1,12
GR_6757_24	0,3	0,036	0,029	0,00084	0,11	0,10828	176,49	259	46,75	176,49	7,0	3,97	72,3	1,69
GR_6757_26	0,284	0,02	0,028	0,00056	0,36	0,36493	173,31	250	44,25	173,31	5,2	3,03	203,4	1,46
GR_6757_32	0,312	0,021	0,03	0,00052	0,63	0,63175	185,92	268	44,15	185,92	5,2	2,81	336	1,34
GR_6757_33	0,295	0,019	0,029	0,00064	0,35	0,34851	180,05	259	43,85	180,05	5,7	3,15	210,8	1,08
GR_6757_17	0,263	0,016	0,027	0,00048	0,28	0,27868	166,24	231	38,95	166,24	4,7	2,85	613	0,51
GR_6757_1	0,262	0,02	0,027	0,00058	0,22	0,22449	167,72	231	37,73	167,72	5,2	3,12	120,9	2,33
GR_6757_13	0,265	0,017	0,028	0,00052	0,11	0,10779	172,25	236	37,01	172,25	5,1	2,95	171,2	0,94
GR_6757_15	0,261	0,013	0,028	0,00047	0,15	0,15432	174,45	233	33,56	174,45	4,9	2,79	471	1,04
GR_6757_20	0,258	0,014	0,028	0,00048	0,33	0,32977	173,91	232	33,40	173,91	4,9	2,80	303,8	1,60
GR_6757_27	0,29	0,014	0,032	0,00086	0,31	0,31082	199,23	261	31,00	199,23	6,8	3,42	423	1,38
GR_6757_36	0,237	0,01	0,027	0,00055	0,26	0,26105	165,92	215	29,76	165,92	5,0	3,04	422	1,22
GR_6757_10	0,249	0,026	0,027	0,00057	0,75	0,75145	169,68	211	24,35	169,68	5,3	3,10	267	1,51
GR_6757_14	0,217	0,011	0,026	0,00044	0,27	0,27317	164,96	196	18,88	164,96	4,6	2,78	504	1,21
GR_6757_12	0,198	0,015	0,027	0,00055	0,07	0,068933	167,77	186	10,86	167,77	5,1	3,03	169,9	1,08
GR_6757_2	0,205	0,015	0,027	0,00048	0,04	0,040133	169,90	191	12,42	169,90	4,8	2,85	149,4	1,25
GR_6757_5	0,1901	0,0098	0,027	0,00043	0,30	0,29996	170,27	177	3,66	170,27	4,6	2,72	294	1,21
GR_6757_3	0,221	0,016	0,027	0,00050	0,12	0,11791	171,61	202	17,71	171,61	4,9	2,88	143,1	1,50
GR_6757_38	0,19	0,013	0,027	0,00064	0,23	0,23109	171,84	176	2,42	171,84	5,5	3,22	216	1,04
GR_6757_18	0,222	0,013	0,028	0,00069	0,21	0,21354	172,87	202	16,85	172,87	5,8	3,35	202	1,34
GR_6757_21	0,234	0,021	0,028	0,00075	0,06	0,060885	174,86	209	19,52	174,86	6,1	3,51	85,9	1,73
GR_6757_34	0,182	0,013	0,027	0,00064	0,23	0,22564	174,99	173	-1,14	174,99	5,6	3,21	204	1,05
GR_6757_37	0,223	0,017	0,028	0,00069	0,23	0,23423	175,67	202	14,99	175,67	5,9	3,35	146,6	1,29
GR_6757_31	0,197	0,012	0,028	0,00059	0,28	0,2847	175,92	182	3,45	175,92	5,4	3,06	394	0,86
GR_6757_30	0,208	0,014	0,028	0,00060	0,18	0,176	175,93	189	7,43	175,93	5,5	3,10	235,4	0,90
GR_6757_29	0,184	0,013	0,028	0,00059	0,27	0,27458	177,70	171	-3,77	177,70	5,4	3,05	202,6	1,22
GR_6757_25	0,192	0,015	0,028	0,00055	0,05	0,052936	179,20	174	-2,90	179,20	5,3	2,96	159	1,75
GR_6757_9	0,21	0,013	0,029	0,00055	0,21	0,21448	182,46	191	4,68	182,46	5,3	2,93	184	0,80



Afloramientos del Batolito de Atánquez


Cesar

Batolito de Pueblo Bello

Sierra Nevada de Santa Marta
Cesar

Gabriel Rodríguez, Juan Pablo Zapata, Ana María Correa Martínez, Diego Ramírez, Gloria Obando, Jimmy Alejandro Muñoz, Lorena del Pilar Rayo y Cindy Lizeth Ureña

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia / Jurásico

Citación: Rodríguez, G., Zapata, J. P., Correa Martínez, A. M., Ramírez, D., Obando, G., Muñoz, J. A., Rayo, L. P. y Ureña, C. L. (2023). Batolito de Pueblo Bello. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Sierra Nevada de Santa Marta*. Vol. 3. Servicio Geológico Colombiano.

Este catálogo es uno de los resultados del proyecto Magmatismo Jurásico de Colombia, que tiene por objeto mejorar la información geológica básica y el conocimiento acerca de los eventos magmáticos jurásicos en el territorio nacional. Para cumplir con este objetivo, desde el 2014 el Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha realizado este proyecto, en el cual se han desarrollado actividades de compilación de información, control de campo, muestreo para petrografía, química mineral, geoquímica de roca total y geocronología U-Pb en circón, utilizando la información tanto de las muestras recolectadas en el presente estudio como de los estudios anteriores, y todos aquellos datos que tiene el SGC y que otros investigadores han publicado. Toda esta información se incorpora para realizar una integración e interpretación que permita mejorar la información existente y dar un salto importante en el conocimiento geológico básico, herramienta fundamental para la exploración de minerales y el entendimiento de la evolución geológica de los Andes del norte de Suramérica.

En este catálogo se presenta la información geológica, petrográfica, litogeoquímica y geocronológica del Batolito de Pueblo Bello que aflora en el costado suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), a partir de la interpretación de nuevos análisis petrográficos, químicos de roca total y nuevas dataciones U-Pb en circón. Esta nueva información, junto con la preexistente, permite entender la evolución de este intrusivo y determinar los pulsos de cristalización que lo conforman, el tiempo de actividad magmática, las variaciones composicionales de las rocas desde la petrografía y la química de roca total.

1. Proveniencia del nombre, distribución geográfica y reseña histórica

El nombre de Batolito de Pueblo Bello fue tomado del municipio de Pueblo Bello, localizado en las estribaciones de la SNSM, en el departamento del Cesar. El Batolito de Pueblo Bello tiene orientación SW-NE, más o menos paralelo al valle de los ríos Cesar y Ranchería, en los sectores oriental y suroriental de la SNSM, con un área aproximada de 1400 km^2. Limita al suroeste con la Falla de Caracolicito, y se extiende desde el municipio de El Copey (Cesar) al suroeste hasta la Cuchilla Monogaca al noreste (figura 1).

Inicialmente, este intrusivo recibió el nombre de Granito de San Sebastián (Gansser, 1955), o Granito Monzonítico de Pueblo Bello y San Sebastián (Radelli, 1962). Posteriormente, fue redefinido por Tschanz *et al.* (1969a), quienes describen dos cuerpos intrusivos de similar composición (Batolito de Pueblo Bello y Batolito de Patillal) que conforman el Cinturón Suroriental de Batolitos; los cuales están conformados por tres facies: facies cuarzo monzonita, facies granito y facies granito granofírico.

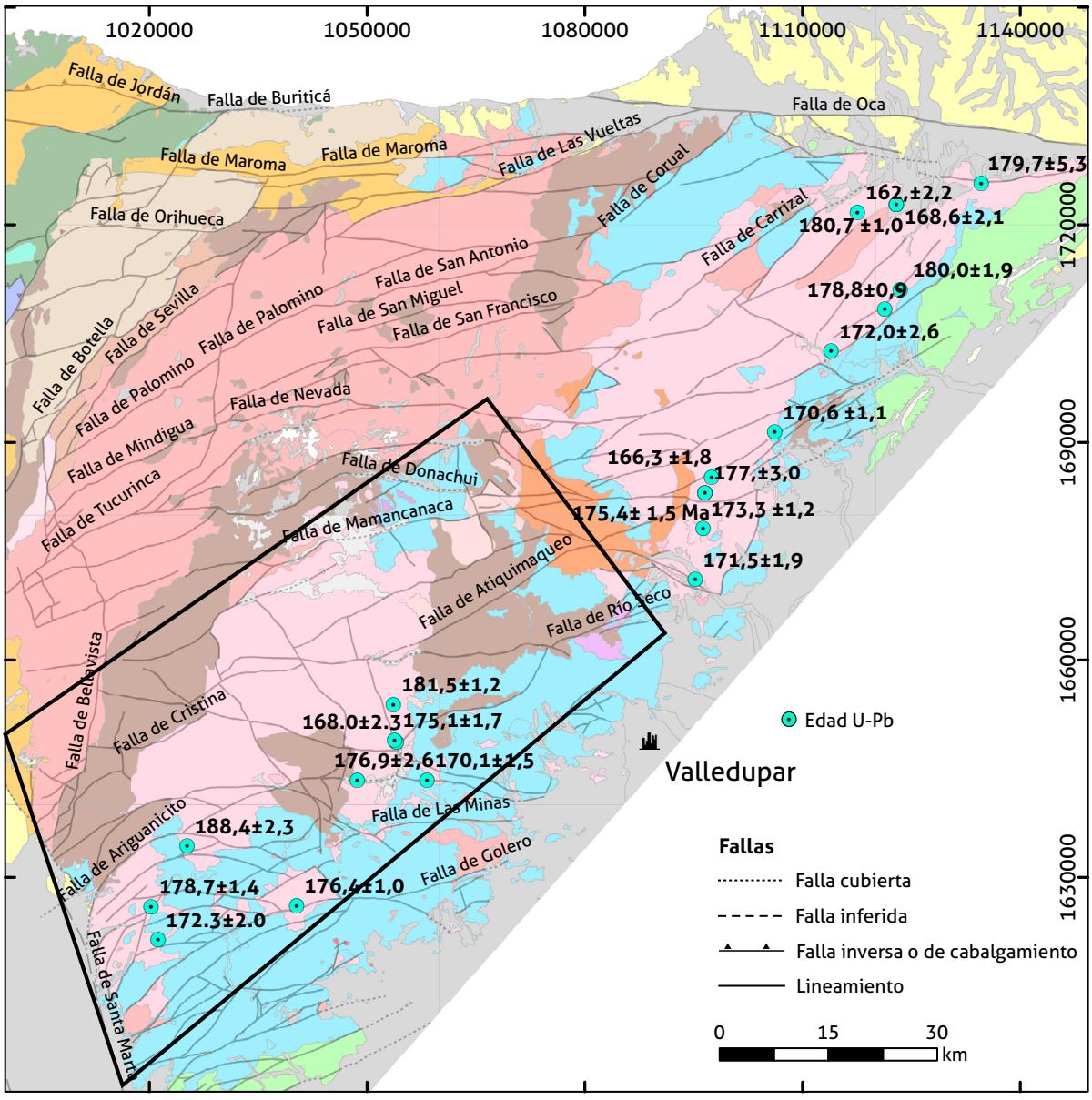
Estos autores no toman el nombre de Batolito de San Sebastián propuesto por Gansser, porque consideran que los neisses graníticos que se incluyeron en el Batolito de San Sebastián corresponden a granulitas precámbricas, por lo que excluyen estos cuerpos neísicos.

En este trabajo se describe el Batolito de Pueblo Bello en concordancia con la definición de Tschanz *et al.* (1969a).

2. Descripción geológica

2.1. Marco geológico

La SNSM está localizada al noroeste de Suramérica, en la zona meridional del Caribe y norte de Colombia. Es un macizo de forma triangular que tiene un área de 13 700 km^2 y picos que alcanzan alturas hasta de 5900 m s. n. m., siendo el macizo más alto en el mundo con proximidad a la línea costera. Se encuentra limitado por la Falla Santa Marta-Bucaramanga en su lado suroccidental, por la Falla Oca del lado norte, y por sedimentos clásticos cretáceos a paleocenos de la cuenca Cesar Ranchería en el lado nororiental (Cardona *et al.*, 2010a).



Leyenda

- Depósitos cuaternarios y aluviales
- Depósitos cuaternarios fluvioglaciares
- Sedimentos de edad Mioceno y Plioceno
- Plutones Paleógenos (Batolito de Santa Marta y otros intrusivos menores)

Mesozoico

- Esquistos de Concha, Esquistos de Gaira y Esquistos de San Lorenzo (Cretácico)
- Fm. Molino, Grupo Cogollo, Fm. La Luna y Fm.Portales (Cretácico)
- Pórfidos graníticos y riolíticos hipoabisales (Jurásico)
- Complejo Volcánico de la SNSM (Jurásico)
- Franja Central de Batolitos (Jurásico)
- Batolito de Atánquez (Jurásico)
- Batolito de Pueblo Bello (Jurásico)
- Plutón del Socorro (Jurásico)
- Batolito de Patillal (Jurásico)
- Milonitas y Migmatitas La Secreta (Triásico)

Paleozoico

- Neis El Encanto (Pérmico)
- Grupo Cachirí (Devónico)

Precámbrico

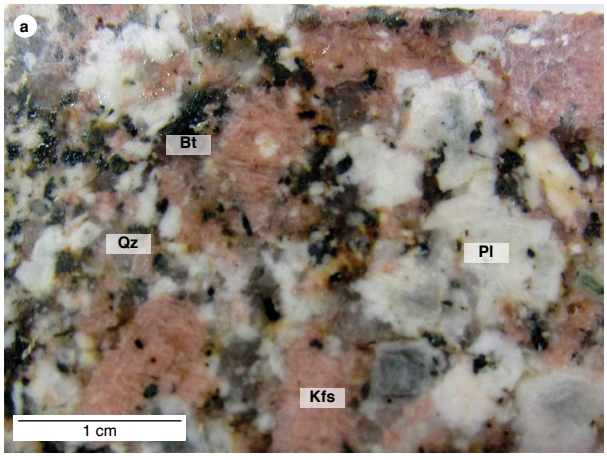
- Neis de Buritaca y los Muchachitos
- Granulita de Los Mangos
- Gabros y dioritas

Figura 1. Mapa geológico del sector suroriental de la SNSM incluido el Batolito de Pueblo Bello
Fuente: Modificado de Tschanz *et al.* (1969b), Colmenares *et al.* (2007) y este trabajo.

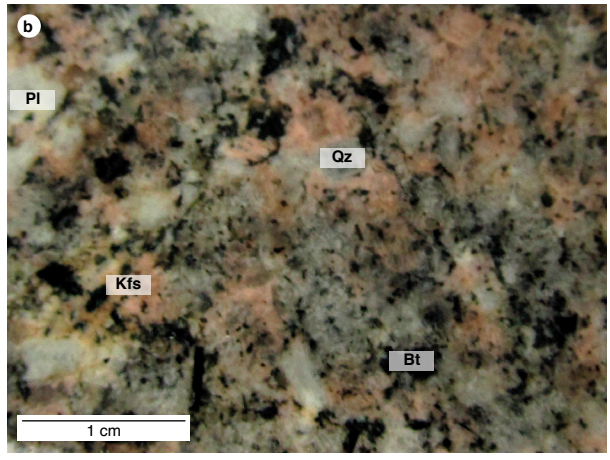
La SNSM es el resultado de la interacción entre las placas del Pacífico, del Caribe y Sudamericana, que se inició desde comienzos del Mesozoico (Kellogg *et al.*, 1995; Taboada *et al.*, 2000; Cardona *et al.*, 2010a; Montes *et al.*, 2010). Esta ha sido considerada como parte de los bloques del Proterozoico asociados a la cordillera Oriental de Colombia, junto con los macizos de Garzón y de Santander (Kroonenberg, 1982; Cediel *et al.*, 2003; Cordani *et al.*, 2005; Ordóñez Carmona *et al.*, 2006; Ramos, 2010) y es parte de los afloramientos de rocas del Proterozoico en Colombia junto con los de San Lucas y La Guajira (Kroonenberg, 1982).

La SNSM tiene un basamento metamórfico de edad neo-proterozoica (Tschanz *et al.*, 1969a; Tschanz *et al.*, 1974; Ordóñez Carmona *et al.*, 2002; Ibáñez Mejía *et al.*, 2011; Piraquive, 2017) representado por unidades como la Granulita de Los Mangos y el Neis de Buritaca, constituidas por neises, neises anortosíticos, anfibolitas, granitoides de anatexia y migmatitas en facies granulita a anfibolita, sobre las cuales reposan discordantes rocas sedimentarias paleozoicas (Tschantz *et al.*, 1969a).

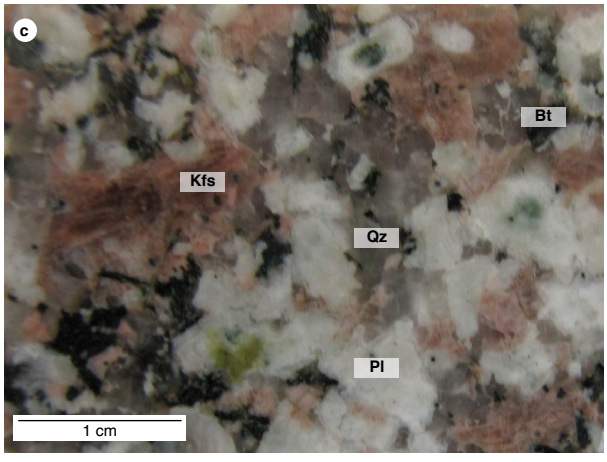
Se presentan cuerpos de gabro y granitoides deformados miloníticos pérmicos que fueron nombrados como granitoides miloníticos (Cardona *et al.*, 2010b), u Ortoneis de El Encanto (Piraquive, 2017), localizados en el límite entre el basamento precámbrico y rocas metamórficas del Jurásico Superior (Neis de los Muchachitos y Esquistos de San Lorenzo; Tschantz *et al.*, 1969a, 1974; Piraquive, 2017).



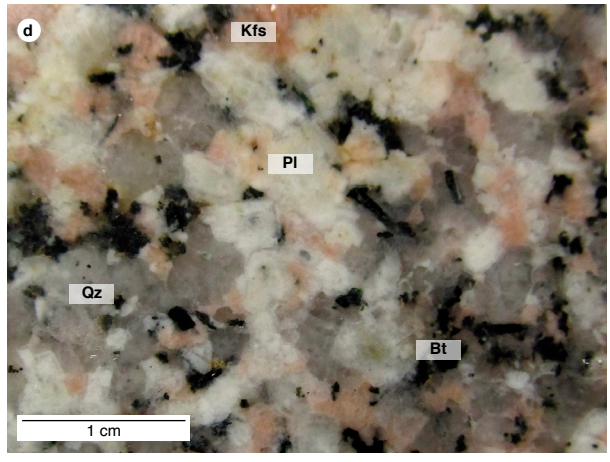
IGM-901384



IGM-901410



IGM-901359



IGM-901416

Figura 2. Aspecto macroscópico de rocas con texturas equigranular e inequigranular del Batolito de Pueblo Bello
Pl: plagioclasa; Kfs: feldespato de K; Qz: cuarzo; Bt: biotita.

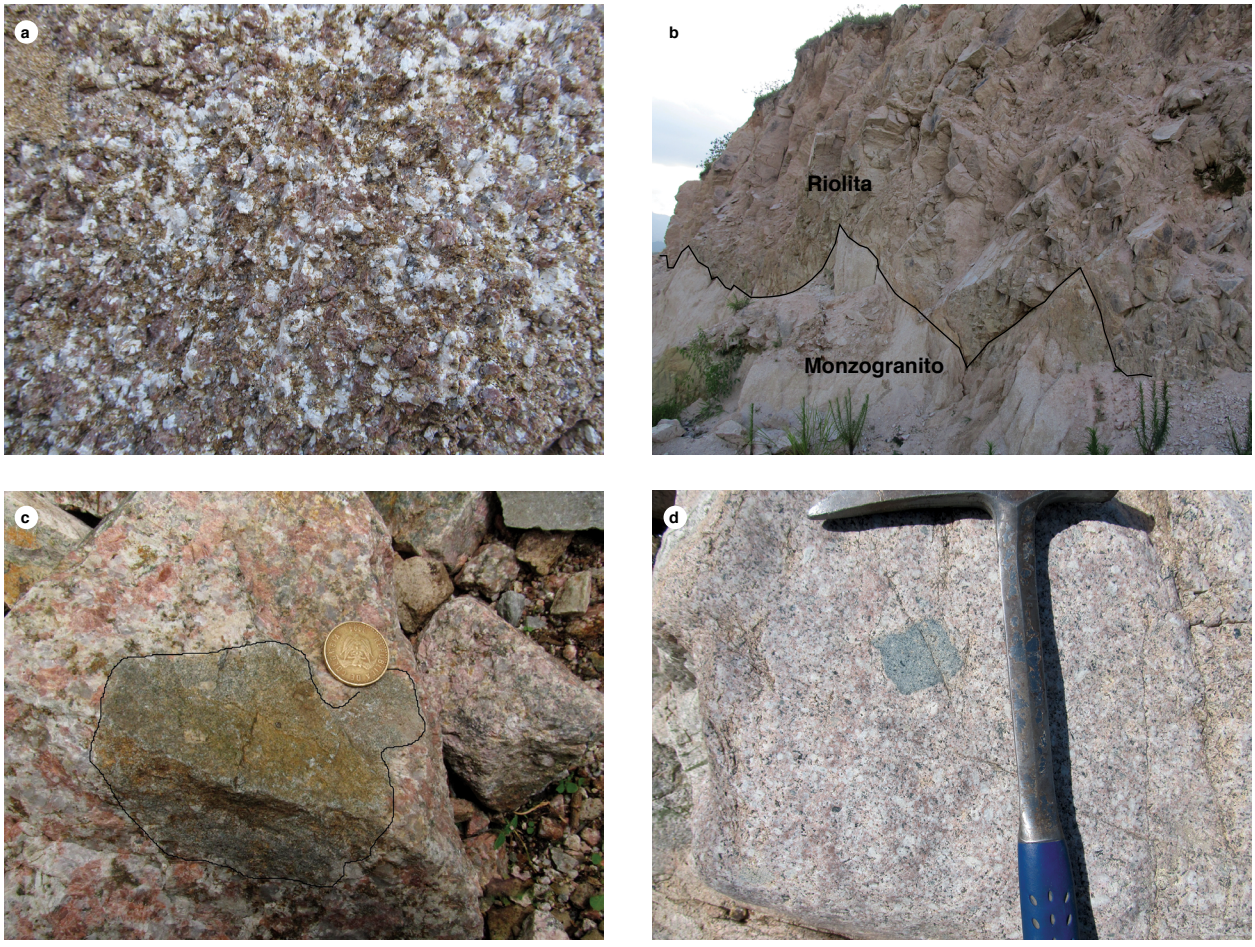


Figura 3. Aspecto macroscópico de los afloramientos de los Batolitos de Pueblo Bello
a) Saprolito; b) Cuerpo menor de riolita; c) y d) Enclaves de microdiorita y andesita.

Afloran batolitos jurásicos de composición tonalítica, granodiorítica a monzogranítica, y cuerpos menores de pórfidos dacíticos y riolíticos intruyen las unidades precámbricas y paleozoicas, que son finalmente suprayacidas por rocas volcánicas y piroclásticas del Jurásico Inferior a Medio.

El basamento neoproterozoico hacia el noroeste está en contacto fallado con terrenos metamórficos del Jurásico Superior, conformados por migmatitas con bandas de anfibolitas, neises anfibólicos, granofels de cuarzo feldespático y esquistos cuarzo micáceos, así como con fragmentos pérmicos milonitizados sobre los que reposan discordantes las rocas jurásicas, que parcialmente corresponden a unidades cartografiadas como el Neis de Los Muchachitos y los Esquistos de San Lorenzo (Piraquive, 2017).

Al occidente del cinturón jurásico, la SNSM está conformada por cinturones metamórficos del Cretácico Superior al Paleógeno: una faja costera que consiste de esquistos verdes y filitas y un cinturón interior que comprende esquistos micáceos, esquistos cuarzosericíticos, cuarcitas, esquistos cuarzo-grafitosos y anfibolitas (Tschanz *et al.*, 1969a; Tschanz *et al.*, 1974; Bustamante *et al.*, 2009; Zuluaga y Stowell, 2012; Mora *et al.*, 2017). Ambas fajas metamórficas están separadas por el Batolito de Santa Marta de edad eocena (58-44 Ma, edad K-Ar en Hbl y Bt, Tschanz *et al.*, 1974).

2.2. Características macroscópicas

El Batolito de Pueblo Bello está constituido por rocas de composición monzogranítica a sienogranítica, y subordinadas pueden aparecer localmente cuarzomonzonitas, granodioritas y granitos de feldespato alcalino; las rocas son de color blanco moteado de rosado a rosado moteado de blanco, faneríticas de grano medio a medio-grueso (figura 2). Estas rocas contienen feldespato de potasio, generalmente de color rosado, plagioclasa

de color blanco lechoso, cuarzo, biotita y hornblenda subordinada. La biotita forma nidos de hasta 5 mm de diámetro; el feldespato potásico generalmente es más abundante que la plagioclasa.

El Batolito de Pueblo Bello presenta meteorización profunda con desarrollo de un saprolito areno-arcilloso de color blanco crema ligeramente moteado de pardo (figura 3a). Las rocas tienen enclaves de microdioritas y andesitas (figuras 3c y 3d), diques de andesitas, riolitas, granitos aplíticos e intrusiones de stocks subvolcánicos de riolitas porfídicas (figura 3b).

2.3. Características microscópicas

Para el estudio petrográfico del Batolito de Pueblo Bello se tuvieron en cuenta 27 secciones delgadas de granitoides y 8 correspondientes a diques y cuerpos menores intrusivos. Las rocas granitoides se clasificaron como monzogranitos, sienogranitos, granitos de feldespato alcalino, cuarzomonzonitas, granodioritas, cuarzosienitas, cuarzodioritas y cuarzomonzonitas (tabla 1). En general tienen textura holocristalina hipidiomórfica a alotriomórfica granular. El conteo modal se hizo basado en 150 a 300 puntos para su clasificación.

Tabla 1. Composición modal de rocas del Batolito de Pueblo Bello

N campo	IMN	Coordenada		Contenido mineralógico												Clasificación
		Oeste (m)	Norte (m)	Qz	Pl	Fsp	Px	Hb	Bi	Op	Ap	Zr	Ttn	Ep	Otros	
Granitoides																
	246-1	1,630,171	1,014,717	13,4	50,3	19,7		6,7	9,6	0,1	Tr	Tr	0,2	Tr		Cuarzo monzonita
	1080	1,644,451	1,058,173	8,7	55,4	29,8			3	0,1	Tr		Tr		3	Cuarzo monzonita
AE-142A	243-1	1,630,572	1,016,134	6,8	51			39	2,1	0,3	0,1		0,3	Tr		Cuarzodiorita hornbléndica
AE-142C	243-3	1,630,572	1,016,134	15,6	64,5		20			Tr			0,1			Cuarzodiorita piroxénica
MIA-692	901493	1623822	1018565	17	28	47		2	6	Tr			Tr	Tr		Cuarzomonzonita
AA-110	264	1,633,989	1,021,907	18,8	9,3	71,1			0,5	0,3		Tr		Tr		Cuarzosienita
	1255	1,656,682	1,029,591	23,9		66,3		9,6					0,1	0,1		Granito de Kfs
	388	1,631,267	1,039,348	20,1	52,2	21,5		2,3	3,1		Tr	Tr	0,8		Tr	Granodiorita
	1073	1,667,722	1,056,521	24,9	47,2	24,8			2,9	0,1			0,1			Granodiorita
GR-6798	901416	1629403	1019261	22,7	45,3	25,8		0,8	3,1	1,6	Tr	Tr	0,7			Monzogranito
	1072	1,662,616	1,055,422	31,2	31,7	27,8		1,2	4,1	3,8	Tr		0,2	Tr	Tr	Monzogranito
	442	1,614,682	1,013,621	19,4	27,5	44,9		1,3	2,6	1,9	Tr	Tr	0,6	1,8		Monzogranito
GR-6761	901384	1653875	1053657	19,7	32,6	42,2		1,4	2	0,7	Tr	Tr	1,4			Monzogranito
GR-6796	901414	1634313	1025185	23,2	32,6	32,5	Tr	3,4	7,8	0,5	Tr	Tr	Tr	Tr		Monzogranito
GOE - 1030	901359	1020246	1625971	26,3	31,4	17,5		6,1		6,5	2,8	1	3,2			Monzogranito
GR-6792	901410	1621440	1021188	24,7	39,2	26		9,6		0,5	Tr	Tr				Monzogranito
GOE-1066	901614	1637787	1026967	20,4	18,4	22,5	Tr	18	1,3	6,6	2,5	1	5,8	3,1		Monzogranito
AA-120	267	1,611,021	1,020,863	23,6	8,4	66,2			1,2	0,5		Tr	Tr	0,1		Monzogranito
	1254-1	1,655,164	1,027,688	18,9	16,4	57,7			3,3	0,7					3	Monzogranito
	1264	1,618,170	1,045,742	23,1	47,7	28,1				Tr					1,1	Monzogranito
	439	1,629,841	1,044,010	24,1	38,1	27,8	1,2	3,6	2,3	2,9	Tr	Tr	Tr			Monzogranito
	240	1,635,891	1,032,785	26,1	25,9	37,8		3,7	2,1	0,1			0,1		4,2	Sienogranito
	519	1,651,621	1,052,701	26,4	23,9	45,8		0,4	1,6	0,4	Tr	Tr	1,3	0,2		Sienogranito
AA-121	268	1,614,980	1,021,586	20,6	7,8	64,9		3,1	2,2	1,4	Tr	Tr		Tr		Sienogranito
	539	1,638,372	1,047,691	23,1	16,8	58,6			0,4	1,1		Tr				Sienogranito
	269	1,633,945	1,023,719	24,1	23,1	49,3			1,2	Tr				0,4	1,9	Sienogranito
	449	1,632,689	1,025,110	23,1	65,9			4,6		0,1				0,3	6	Tonalita
Diques																
		Oeste (m)	Norte (m)	Qz	Pl	Fsp	Px	Hbl	Bt	Op	Ap	Zrn	Ttn	Ep	Matriz	
DB-105	287	1612334	1021961		35,1			2,5	3,6	3,2	0,8	Tr		0,2	54,6	Andesita
	411	1624105	1038966		42,7		11,5								45,8	Andesita
GR-6791B	901409	1616854	1016745	8,3	76,1			6,8		8,8	Tr					Andesita
	376	1652961	1064489	2,6	41,6	3,5		0,8	7,4	0,5	Tr	Tr	Tr	1,3	42,3	Andesita
	403	1612211	1017820	1,9	26,2	6,3	10,8	1,5	3,2	2,1	Tr				48	Andesita
GR-6765	901386	1648685	1054049	23,6	35,1	35,6		0,6	4,6	0,5	Tr	Tr	Tr			Riolita
	256	1637132	1052629	12,5	19,3	12,6				Tr					55,6	Riolita
GR-6764B		1648986	1053812	32,5	32,5	35			Tr	Tr		Tr			Tr	Monzogranito

Tr: contenido inferior a 0,1% del mineral. Abreviaturas minerales según Whitney y Evans (2010).
Fuente: Geoestudios-Ingeominas (2007) y autores.

2.3.1. Monzogranitos, sienogranitos, granitos de feldespato alcalino, granodioritas y cuarzomonzonitas

El Batolito de Pueblo Bello está constituido, principalmente, por monzogranitos (12), sienogranitos (5) y subordinados granodioritas (2), cuarzomonzonitas (3), cuarzosienita (1) y tonalitas (1); hacia los bordes del plutón pueden aparecer cuarzodioritas (2) (figura 4, tabla 1). Las rocas predominantes son faneríticas de grano medio a grueso, con textura granular e inequigranular, localmente bimodal. Los monzogranitos, sienogranitos, granodioritas, granitos de feldespato alcalino y cuarzomonzonitas están constituidos por cuarzo (13, 4-34,4 %), plagioclasas de tipo oligoclasa-andesina An_{13} - An_{36} (7,8-55,4 %), feldespato potásico (19,7-71,1 %), biotita (que puede alcanzar el 9,6 %) y hornblenda, que puede estar ausente o alcanzar hasta un 18 % del volumen total de la roca (figura 5). Como minerales accesorios se presentan minerales opacos, circón, apatito, titanita y en algunas rocas allanita y clinopiroxeno.

El cuarzo ocurre en cristales anhedrales a subhedrales inequigranulares de tamaños entre 200 µm y 3 mm; con contornos irregulares. Es incoloro, con extinción ondulatoria, frecuentemente intersticial entre los cristales de feldespatos o intercrecido con el feldespato, con el cual desarrolla texturas gráficas. Puede tener microfracturas e inclusiones de feldespato y microcristales a manera de polvo. El cuarzo puede estar como inclusiones en plagioclasa.

La plagioclasa se presenta en cristales euhedrales a subhedrales con formas tabulares, largos y cortos, inequigranulares de 500 µm a 3 mm con maclas de albita y albita-Carlsbad. La plagioclasa puede desarrollar bordes de reacción en los contactos con el feldespato alcalino, presenta relieve similar al del bálsamo, con extinción zonada normal y en algunas rocas oscilatoria con alteración hacia el núcleo a arcilla, sericita y saussurita (epidota); tiene inclusiones de biotita, apatito, opacos y ocasionalmente circón. En la mayoría de rocas no se pudo determinar el tipo de plagioclasa; en aquellas que se midió, según el método de Michel-Lévy en macla de albita, dio valores entre An_{13} An_{36} (oligoclasa a andesina).

El feldespato alcalino es ortosa, y en algunas rocas la ortosa se desdobla a microclina. Se presenta en cristales anhedrales a subhedrales inequigranulares de tamaños menores a 4,5 mm y puede tener maclas de Carlsbad. Algunos cristales tienen pertitas en forma de venillas irregulares y parches e inclusiones de plagioclasa que muestran reacción en los bordes, y en algunas rocas el feldespato presenta intercrecimientos gráficos con cuarzo. Los cristales se encuentran ligeramente empolvados por alteración a caolín, que les da un aspecto sucio de color pardo.

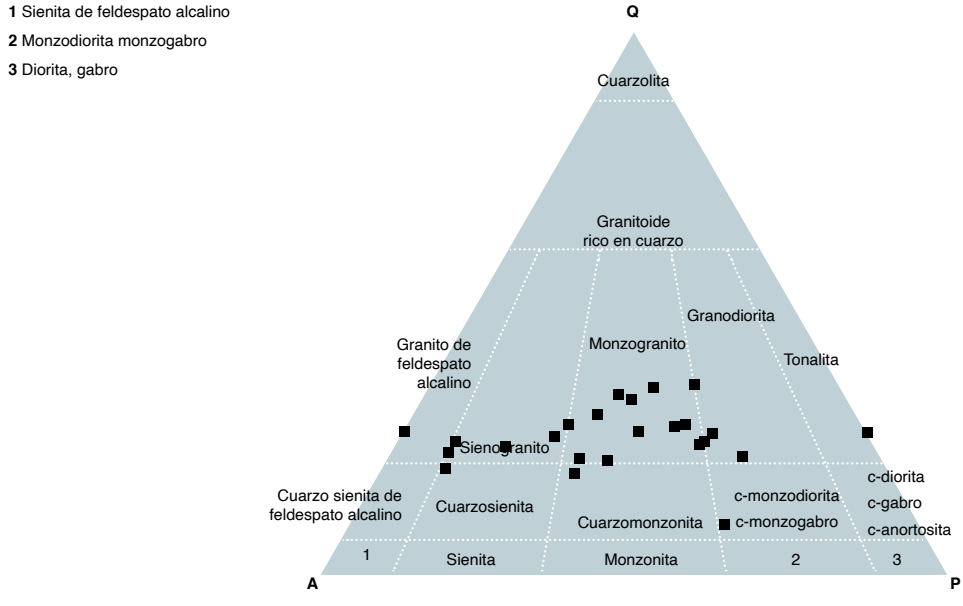


Figura 4. Clasificación modal de rocas del Batolito de Pueblo Bello en el diagrama de Streckeisen (1974)

Las láminas de biotita son euhedrales a subhedrales inequigranulares de tamaños entre 250 µm y 4 mm; son de color marrón, con un pleocroísmo X: amarillo, Y: Z: marrón. Generalmente, la biotita tiene extinción paralela al clivaje en "arce moteado". Las láminas de biotita tienen inclusiones de cuarzo, minerales opacos, apatito, plagioclasa, circón y titanita. Se alteran en los bordes y a lo largo del clivaje a clorita, epidota y esfena residual, y en algunas rocas se presentan junto a cristales de hornblenda.

La hornblenda se presenta en cristales euhedrales a anhedrales inequigranulares de tamaños menores a 2500 µm, en cortes basales y longitudinales de color verde, que en algunas rocas es zonado y presenta pleocroísmo X: amarillo claro verdoso, Y: verde y Z: verde oliva. Algunos cristales tienen maclas dobles y polisintéticas, presentan intercrecimientos simplectíticos con cuarzo hacia los bordes a manera de gotas irregulares y conservan núcleos de clinopiroxeno. La hornblenda tiene inclusiones de cristales de cuarzo, biotita, minerales opacos, plagioclasa, apatito y titanita. El ángulo de extinción varía entre 16° y 20°.

Los microcristales de apatito son euhedrales, se presentan en cortes longitudinales y basales hexagonales; en algunas rocas tienen forma de agujas largas y delgadas y se encuentran como inclusiones en biotita, hornblenda y minerales opacos, principalmente.

La titanita ocurre en cristales euhedrales de formas romboides y tabulares y de tamaños de hasta de 1,2 mm; también se presenta como coronas alrededor de los minerales opacos y junto a la biotita y la hornblenda. Los cristales pueden tener microfracturas irregulares, son de color pardo ligeramente pleocroico en tonos claros a medios y pueden tener inclusiones de minerales opacos y apatito.

El circón se presenta en cristales euhedrales prismáticos cortos a subredondeados, junto a los minerales opacos, general y ocasionalmente incluidos en cuarzo y feldespatos de tamaños < 150 µm.

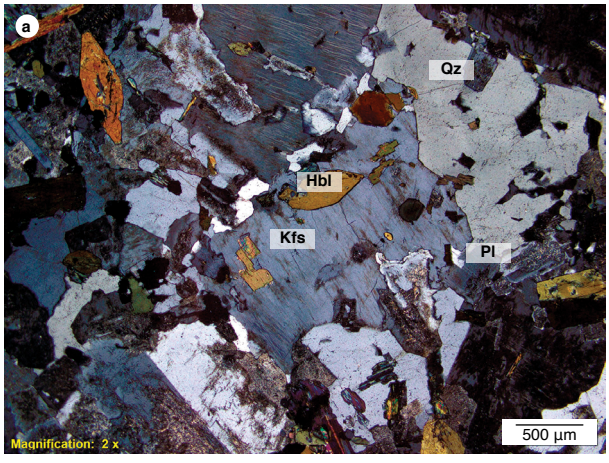
Los minerales opacos son anhedrales a subhedrales, de tamaños < 600 µm, con inclusiones de apatito y se presentan junto a titanita, hornblenda y biotita. Además, pueden tener en los bordes microcristales de circón.

2.3.2. Rocas de dique y cuerpos hipohabisales menores

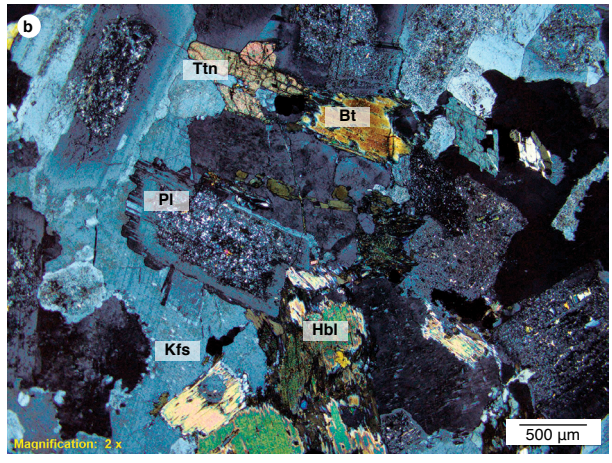
El Batolito de Pueblo Bello se encuentra intruido por diques afaníticos a porfídicos de andesitas (figura 6), diques y cuerpos subvolcánicos de riolita y granito con texturas porfídicas y aplíticas sacaroidales.

En el presente estudio se analizaron siete muestras de dique, cuya composición se resume en la tabla 1 y en la figura 7. Corresponden a cuatro andesitas con texturas porfídicas y traquiticas; otros dos diques fueron clasificados como riolita y uno como granito.

Andesitas. Los diques andesíticos presentan texturas porfídicas a microporfídicas; la matriz varía de un dique a otro en su composición y textura, siendo esta micro-



901410-Monzogranito

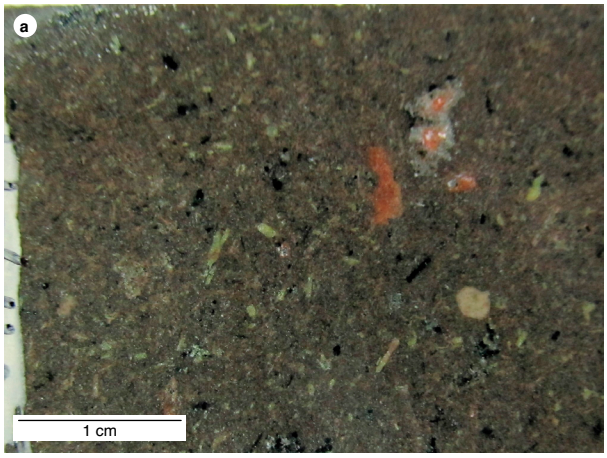


901416-Monzogranito

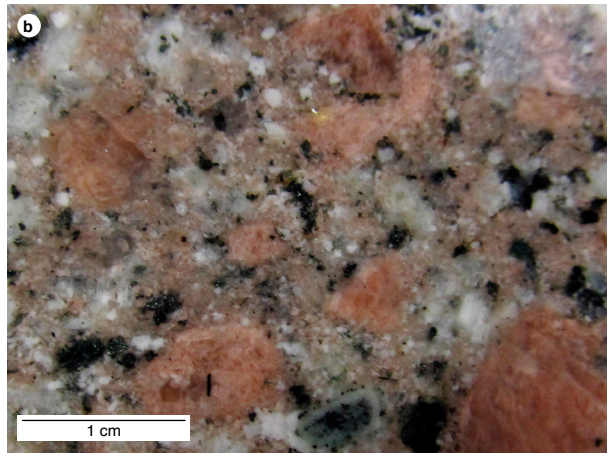
Figura 5. Aspecto microscópico y mineralogía de las rocas del Batolito de Pueblo Bello
Qz: cuarzo; Pl: plagioclasa; Kfs: feldespato alcalino; Bt: biotita; Hbl: hornblenda; Tnt: titanita.

cristalina felsítica, microlítica, traquitoide, vítrea desvitrificada e intergranular (figura 8). Las andesitas están constituidas por fenocristales y microfenocristales de plagioclasa, pueden tener fenocristales de cuarzo, feldespato alcalino, hornblenda, biotita y clinopiroxeno. Los minerales accesorios más comunes son: apatito, circón, minerales opacos y titanita.

Como minerales de alteración son frecuentes: sericita, saussurita, clorita y epidota, a partir de plagioclasa; clorita, epidota, titanita y magnetita residual, a partir de biotita y anfíbol; anfíbol uralítico, a partir de piroxeno; leucoxeno, a partir de minerales opacos, y minerales del grupo de las arcillas a partir de feldespato alcalino.



901409-Andesita



901386-Riolita

Figura 6. Aspecto macroscópico de diques andesíticos y graníticos del Batolito de Pueblo Bello

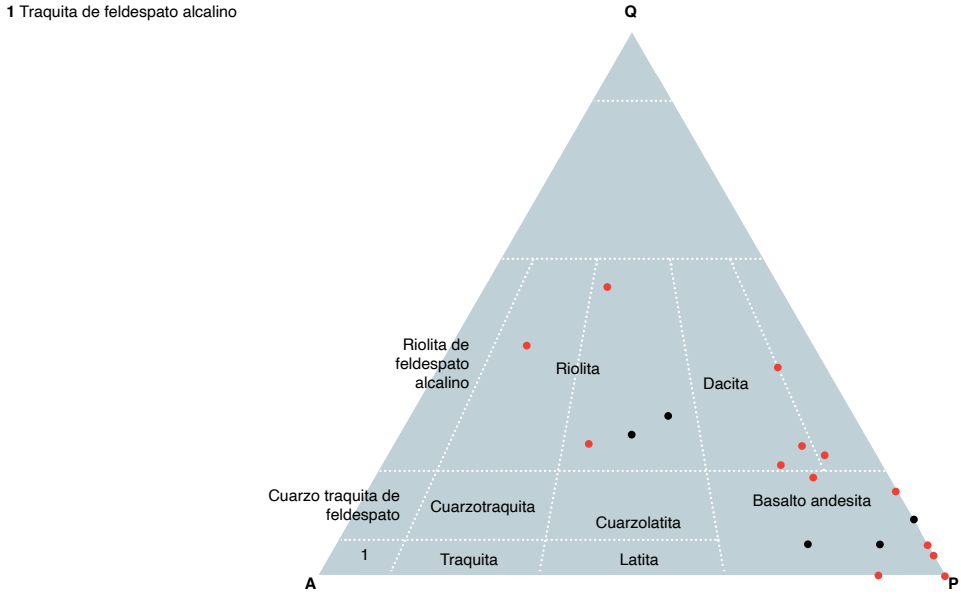
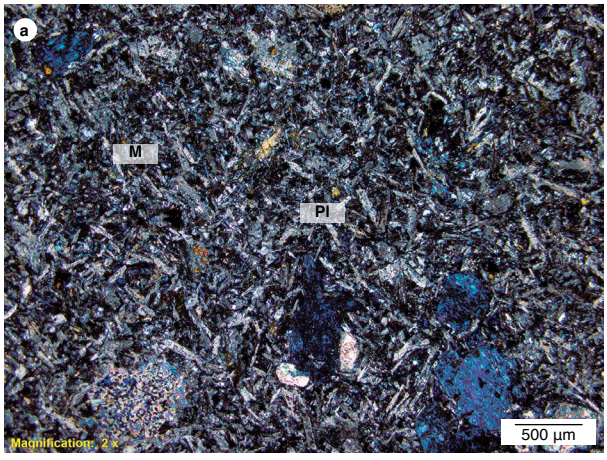


Figura 7. Clasificación modal de diques y cuerpos menores del Batolito de Pueblo Bello en el diagrama de Streckeisen (1978)

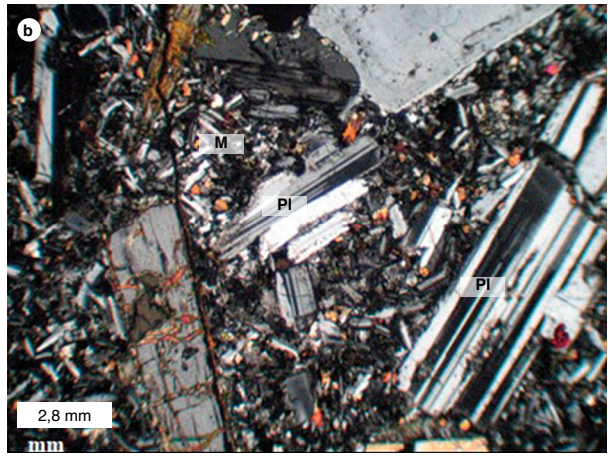
Riolitas. Las riolitas se presentan en diques y en stocks subvolcánicos intrusivos en los monzogranitos del Batolito de Pueblo Bello. Buenos ejemplos de los diques se encuentran en el río Badillo y de los stocks riolíticos en los alrededores de Pueblo Bello y sobre la vía Pueblo Bello – Nabusímake.

Las riolitas son de color rosado, moteadas de blanco y negro, rosadas claras y pardas moteadas de negro (figura 9). Presentan una textura porfídica con fenocristales de plagioclasa, cuarzo, feldespato alcalino y biotita. La matriz de las riolitas es felsítica microgranular, y está constituida por cristales de plagioclasa, cuarzo, feldespatos y biotita en cristales anhedrales, que se presentan generalmente mal desarrollados con contornos irregulares, formando un mosaico de cristales de tamaño promedio entre 150 y 350 µm, y es en esta matriz donde flotan los fenocristales.

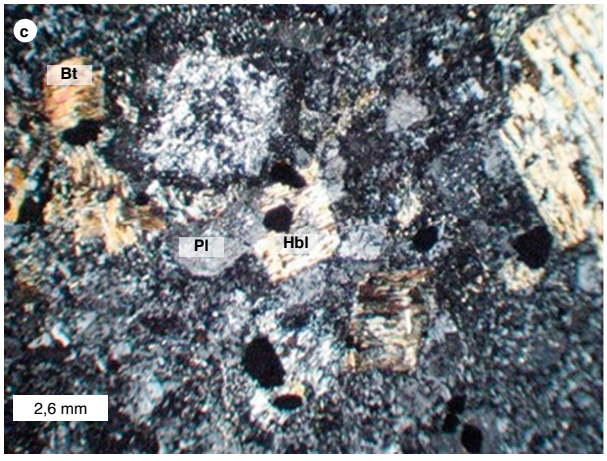
La plagioclasa se encuentra en fenocristales, glomerofenocristales y como microcristales granulares en la matriz. Los fenocristales son euhedrales a subhedrales con contornos irregulares a cristalinos rectos, de tamaños entre 400 µm y 1,4 mm, con maclas de albita, albita-Carlsbad y periclina, y tienen extinción zonada oscilatoria débil a normal, con relieve similar al del bálsamo. Siguiendo el método de Michel-Lévy en macla de albita se obtuvo An_3 a An_{20}, ya que están empolvados por alteración a arcilla y sericita. Los cristales de la matriz son anhedrales de formas irregulares, con desarrollo de maclas de albita, albita-Carlsbad, limpios a empolvados por alteración a arcilla y sericita.



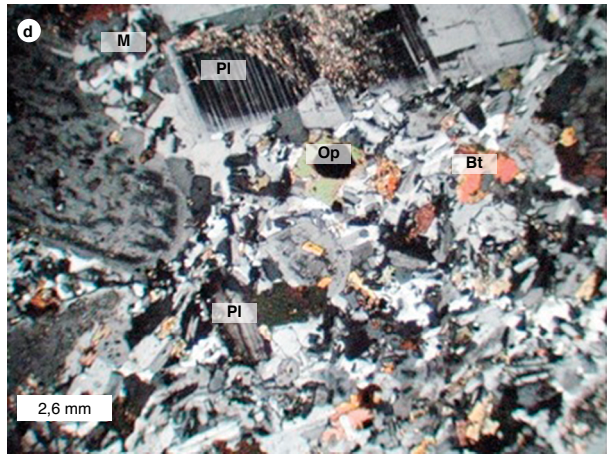
IGM-901409



IMN-411

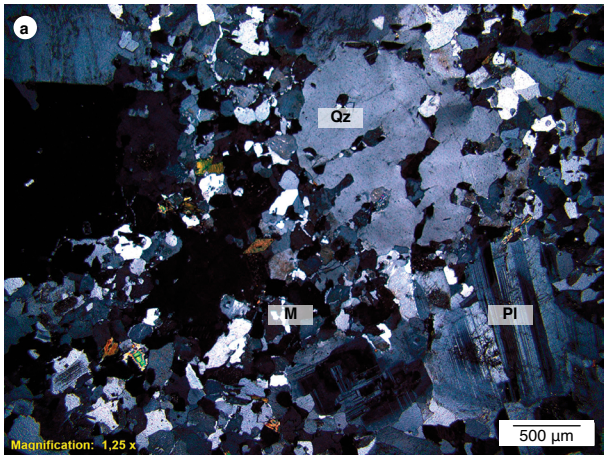


IMN-376

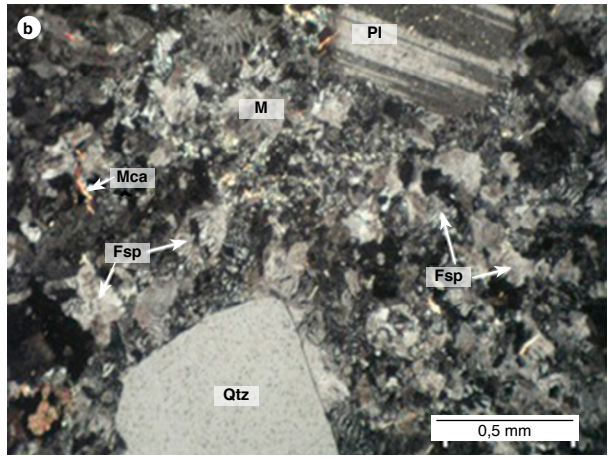


IMN-403

Figura 8. Aspecto microscópico de diferentes diques de andesita
Qz: cuarzo, Pl: plagioclasa, Bt: biotita, M: matriz.



IGM-901386-Riolita



INM-256-Riolita

Figura 9. Aspecto microscópico de rocas de dique y cuerpos menores de riolita en el Batolito de Pueblo Bello
a) Textura porfídica con fenocristales de cuarzo con bahías y matriz felsítica; b) textura porfídica con fenocristales de cuarzo y plagioclasa en matriz microgranular felsítica. Qz: cuarzo, Pl: plagioclasa, Bt: biotita, Fsp: feldespato, M: matriz y Mca: micas.

El cuarzo se presenta en fenocristales anhedrales inequigranulares, de tamaños entre 1 ,5 y 3 mm, con inclusiones irregulares de plagioclasa, feldespato y biotita, y en algunas rocas como intercrecimientos gráficos en los bordes de los cristales con el feldespato. Generalmente los cristales están limpios, tienen extinción ondulatoria, y pueden tener inclusiones de biotita y apatito. Los microcristales de la matriz son anhedrales granulares junto a plagioclasa y feldespato desarrollando textura felsítica.

El feldespato alcalino se presenta en fenocristales y glomerofenocristales y en microcristales en la matriz. Los fenocristales son euhedrales a subhedrales de entre 4 y 7 mm, algunos con maclas de Carlsbad; tienen relieve menor al del bálsamo, se encuentran levemente alterados a caolín y con desmezclas pertíticas en venillas irregulares. Además, pueden presentar inclusiones de plagioclasa y cuarzo. En la matriz los cristales de feldespato son granulares anhedrales, en algunas rocas son esferulíticos y se encuentran junto a cuarzo y plagioclasa, y pueden estar ligeramente alterados a caolín, el cual le imprime un color pardo claro al mineral, formando mosaicos granulares.

La biotita se encuentra en fenocristales y en microcristalinos en la matriz. Los fenocristales de biotita son de tamaños entre 900 y 1100 µm, de color marrón con pleocroísmo X: amarillo, Y: Z: marrón. Los microcristales de la matriz son de tamaños entre 200 y 400 µm. Pueden tener inclusiones de minerales opacos, apatito y circón. La biotita está parcial o completamente alterada a clorita, con formación residual de magnetita y esfena a lo largo del clivaje y bordes de los cristales.

La hornblenda es poco frecuente en las dacitas y riolitas, se presenta en cristales anhedrales irregulares de tamaños entre 150 y 350 µm, de color verde claro, en cortes basales y longitudinales, algunos con maclas dobles, con inclusiones de titanita y opacos.

Los minerales opacos corresponden, generalmente, a magnetita, ocurren en cristales anhedrales a euhedrales finos, de formas irregulares; se presentan junto a la biotita o en cristales diseminados finos con circón, titanita y apatito hacia los bordes.

El circón se encuentra en cristales euhedrales prismáticos cortos, generalmente junto a los minerales opacos, con birrefringencia del segundo orden en colores rojos, azules y verdes.

El apatito se presenta en microcristales euhedrales, en cortes longitudinales y basales hexagonales, como inclusiones en biotita, cuarzo y minerales opacos, principalmente.

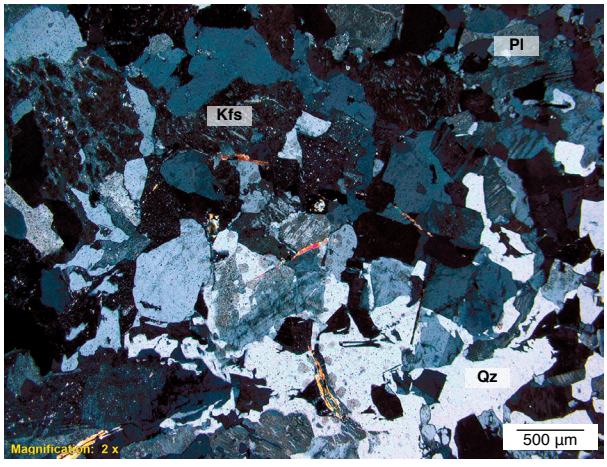
La titanita puede aparecer como cristales finos euhedrales de formas romboidales, con pleocroísmo moderado en tonos pardos claros a medios, con relieve alto y birrefringencia de color pardo verdoso del tercer orden. Se presentan dispersos en la roca y junto a los minerales opacos, de tamaños hasta 1 mm, con inclusiones de minerales opacos y apatito.

En algunos diques se presentan cristales de allanita de color pardo rojizo.

La matriz de las dacitas y riolitas generalmente es microcristalina felsítica, y está constituida por un mosaico de microcristales anhedrales mal desarrollados de cuarzo, feldespatos y biotita. El cuarzo se encuentra limpio y los feldespatos están alterados a minerales arcillosos, imprimiéndole generalmente un aspecto moteado granular a la matriz.

Granito. Se analizó una muestra de dique de monzogranito (IGM-901385) que intruye el Batolito de Pueblo Bello. La roca es fanerítica fina de color rosado, con textura holocristalina inequigranular y aplítica (figura 10), y está constituida por cuarzo (32,5 %), feldespato alcalino (35 %), plagioclasa (32,5 %), biotita (< 4 %) y trazas de minerales opacos, circón y moscovita.

Los cristales de cuarzo son anhedrales y localmente subhedrales de tamaño de grano < 1 mm. El feldespato alcalino se clasifica como ortosa, y se presenta en cristales inequigranulares localmente maclados (100 a 1500 um), ligeramente alterado a caolín, además de que en algunos cristales se forman pertitas en parches irregulares. La plagioclasa es de tipo oligoclasa a andesina, se presenta en cristales anhedrales a subhedrales inequigranulares (500 a 1500 um), con extinción recta y maclados según albita y albita-Carlsbad. Pueden estar alterados a minerales de arcilla y sericita. Aparecen trazas de biotita de color marrón con inclusiones de minerales opacos, moscovita en los límites entre cristales de cuarzo y feldespatos y circón en cristales prismáticos cortos a subredondeados.



IGM-901385-Monzogranito

Figura 10. Aspecto microscópico de rocas de dique de composición monzogranítica y sienogranítica
Qz: cuarzo; Pl: plagioclasa; Bt: biotita; Kfs: feldespato alcalino.

3. Litogeoquímica

La caracterización litogeoquímica del Batolito de Pueblo Bello se realizó a partir de 10 análisis de rocas del plutón y 2 muestras de diques y cuerpos menores intrusivos que atraviesan los granitoides. Los valores de perdidas por ignición (LOI) en la mayoría de muestras son < 2,4 %, valor normal para rocas poco alteradas. Los resultados de óxidos mayores se muestran en la tabla 2.

3.1. Análisis de óxidos mayores

Los valores de SiO_2 en rocas granitoides del Batolito de Pueblo Bello varían entre 60 % y 72,2 %, pero la mayoría de ellas presentan valores entre 65 y 70 %; los valores de Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2, P_2O_5 y CaO disminuyen con el aumento de SiO_2 (figura 11); el Na_2O y el K_2O presentan valores altos y constantes con el aumento de SiO_2, y el TiO_2 < 0,8 %. **Los contenidos de Al_2O_3** varían entre 17,3 y 13,6 %; el MgO varía entre 0,7 y 2,4 %, **p**resentando un alto contenido de álcalis ($Na_2O + K_2O > 6,2$), altas razones $K_2O/Na_2O > 1$ (excepto en las muestras GR-6794 y GR-6792, donde son de 0,7) y el CaO varía entre 1,2 y 4,5 %, (tabla 2). En los diagramas de variación tipo Harker de la figura 11 se puede observar que hay una correlación negativa entre SiO_2 vs TiO_2, Al_2O_3, MgO, CaO y P_2O_5, sugiriendo cristalización fraccionada del magma. Además, no existe una buena correlación entre SiO_2 vs Na_2O, K_2O debido a la alta movilidad de estos elementos.

Para las rocas de dique, el contenido de SiO_2 es muy diferente en ambas muestras. Varía entre 68 y 77,6 %, estando acorde con la diferencia composicional. El dique andesítico tiene valores de SiO_2 de 57,2 %, mientras que el dique granítico presenta un valor de 78,4 %. Los valores de Al_2O_3 para diques varían de 12,1 % en la andesita a 15,9 % en el dique granítico. Los contenidos de Fe_2O_3, MgO, CaO, TiO_2, MnO y P_2O_5 se pueden ver en la tabla 2.

Las rocas del Batolito de Pueblo Bello se clasifican químicamente en los campos de los granitos, granodioritas y cuarzomonzonitas, y la muestra GR-6794 en el campo de las dioritas. Todas caen dentro de la serie subalcalina en el diagrama TAS de Middlemost (1994) (figura 12a), mostrando la clasificación química en concordancia con la clasificación petrográfica. La roca de dique GR-6764B cae en el campo de los granitos. Las rocas grafican en el campo de series calcoalcalinas altas en K en el diagrama K_2O vs SiO_2, y dos muestras alcanzan la serie shoshonítica (muestras GOE-1066 y GR-6768), con valores más altos de K_2O. En el diagrama AFM grafi-

Tabla 2. Composición de óxidos mayores en rocas granitoides y diques del Batolito de Pueblo Bello

Muestra	Coordenadas		Contenido de óxidos totales										LOI	Sum
	Oeste (m)	Norte (m)	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	MnO		
Granitoides														
GOE-1030	1020246	1625971	69,6	0,4	14,6	2,9	0,9	2,6	3,4	4,4	0,1	0,1	0,9	99,8
GOE-1066	1026967	1637787	65,8	0,5	16,1	3,9	1,5	2,3	3,5	4,6	0,2	0,1	1,3	99,8
GR-6761	1053657	1653875	65,4	0,6	16,6	3,8	1,3	1,2	2,5	4,3	0,2	0,1	4	99,8
GR-6765	1054049	1648685	71,3	0,3	14,3	2,3	0,7	2,3	3,4	4,5	0,1	0	0,6	99,8
GR-6768	1058259	1643455	67,3	0,6	15,2	3,3	1,1	2,5	3,9	4,6	0,2	0,1	1	99,8
GR-6792	1021188	1621440	68,7	0,5	15	3,1	1,1	2,4	4,5	3,3	0,2	0	0,9	99,8
GR-6794	1024451	1620933	59,6	0,8	17,3	6	2,4	4,5	3,5	2,7	0,3	0,1	2,4	99,6
GR-6796	1025185	1634313	65,9	0,5	15,1	4,5	1,8	3,1	3,2	3,9	0,2	0,1	1,4	99,7
GR-6798	1019261	1629403	72,2	0,4	13,6	2,5	0,8	2,5	3,4	3,8	0,1	0,1	0,6	99,9
MIA-692	1018565	1623822	70,4	0,4	14,5	2,7	0,8	2,6	3,7	4,3	0,1	0,1	0,4	99,8
Diques														
GR-6764B	1053812	1648986	78,38	0,062	12,1	0,41	0,1	0, 10	3,41	4,93	0,024	0,11	0,48	100,0
GR-6791 B	1016745	1616854	57,2	1,029	15,94	7,02	3,95	3,73	4,35	2,8	0,462	1,3	3,16	100,9

can dentro de las series calcoalcalinas normales (figuras 12b y 12c). Las rocas del Batolito de Pueblo Bello presentan valores de CaO/Na_2O entre 0,48 y 0,96, excepto la muestra GR-6794 que da un valor de 1,29; la mayoría de muestras grafican en el campo metaluminoso y algunas alcanzan el campo peraluminoso, con valores de A/NK entre 1 y 2, valores de A/CNK entre 0,8 y 1,1 (figura 12d), que sugieren aporte al magma de material de corteza continental y una moderada diferenciación. La roca de dique granítico cae en el campo peraluminoso y la andesita en el campo metaluminoso.

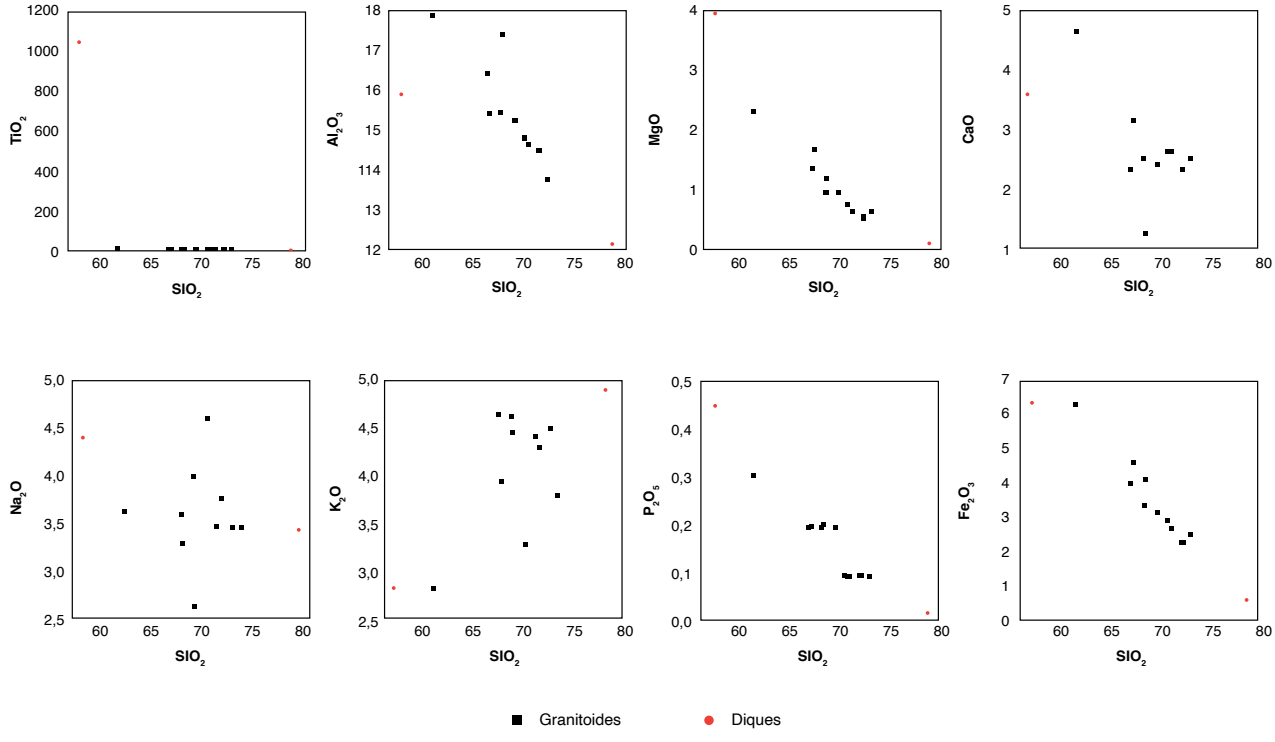


Figura 11. Diagramas tipo Harcker para granitoides correspondientes al Batolito de Pueblo Bello

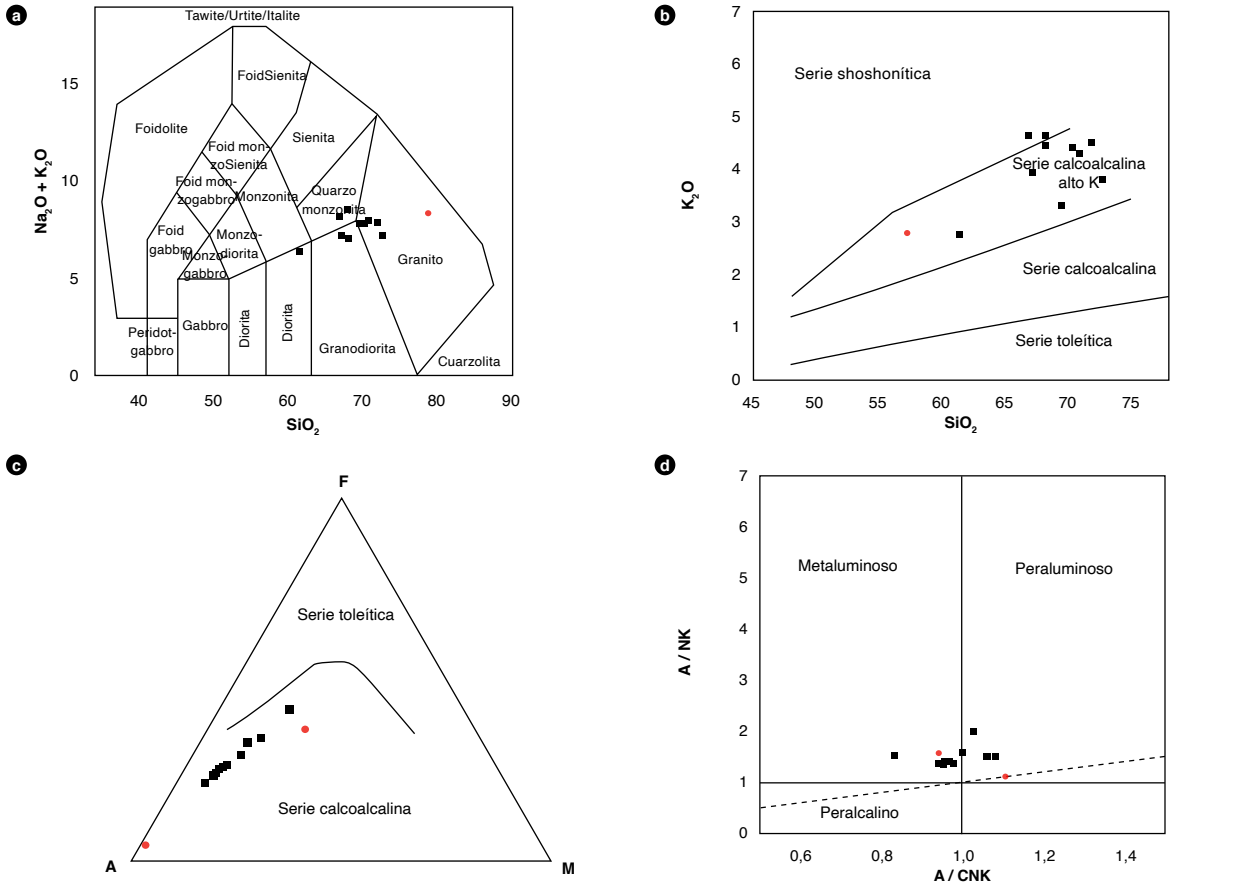


Figura 12. Diagramas de clasificación para rocas del Batolito de Pueblo Bello
a) Diagrama TAS de Middlemost (1994); b) Diagrama de Peccerillo y Taylor (1976); c) Diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971); d) Diagrama de Shand (1943). Negro = granitoides, rojo = diques.

3.2. Análisis de elementos traza

En la tabla 3 se resumen los resultados de los análisis químicos de elementos traza y tierras raras para rocas del Batolito de Pueblo Bello, diques y cuerpos menores que atraviesan el plutón.

Las muestras del Batolito de Pueblo Bello, al ser normalizadas al N-MORB, presentan patrones similares con enriquecimientos de elementos litófilos de alto radio iónico (LILE) respecto a los elementos de alta carga iónica (HFSE) y respecto a las tierras raras (REE). La muestra GOE- 1066 presenta un patrón diferente respecto a las demás muestras (figura 13a), con un valor anormal de Th que puede deberse a un problema analítico.

Las muestras presentan enriquecimientos en Cs, Rb, Ba, Th y Pb, y anomalías negativas de Eu en algunas muestras, con $(Eu/Eu)^* < 1$ y $(Eu/Eu)^* > 1$ en GOE-1066 y GR-6794 (figura 13a). Estas muestras presentan comportamientos similares a los reportados en Quandt *et al.* (2018) para intrusivos del Batolito de Pueblo Bello y Patillal.

El diagrama multielemental de elementos traza (Sun y McDonough, 1989) muestra anomalía negativa de Nb con respecto al Th y Ce, característica de arcos magmáticos relacionados con ambientes de subducción, con empobrecimiento progresivo hacia los elementos pesados, presentando además anomalía positiva de Pb (figura 13b). Los mayores valores de los LILE Cs, Ba y Th indican afinidad con corteza continental o movilidad. Los elementos traza más móviles (LILE) tienen concentraciones mayores que el N-MORB, mientras los elementos traza menos móviles son comparables al N-MORB. Se observa que el patrón de la muestra GOE-1066 se aparta del patrón de las demás rocas analizadas, mostrando mayor anomalía de Nb.

Los patrones de REE normalizados al condrito de Nakamura (1974) de la figura 13b presentan enrique-

Tabla 3. Elementos traza correspondientes a muestras del Batolito de Pueblo Bello

Muestra	Coordenadas		Elementos trazas																				
	Oeste (m)	Norte (m)	Li	Be	Sc	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	In	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
Granitoides																							
GOE-1030	1020246	1625971	13,79	1,5	6,84	18,19	7,49	9,63	54,96	21,24	2,22	0,02	1,11	1389,88	42,22	78,89	10,24	31,59	6,39	1,72	6,06	0,82	5,07
GOE-1066	1026967	1637787	5,41	0,66	9,06		11,5	23,97	29,81	22,85	1,53	0,03	0,06	1654,91	16,81	30,61	2,79	11,55	2,35	1,72	3	0,57	3,67
GR-6761	1053657	1653875	20,57	2,62	10,55	15,79	9,55	18,1	74,23	21,07	2,72	0,05	1,67	1252,48	50,72	82,28	11,79	36,39	8,34	2,02	7,06	0,97	5,38
GR-6765	1054049	1648685	13,01	2,06	6,06	15,47	5,09	75,91	41,7	17,3	2,03	0,1	1,67	1081,67	32,29	73,32	8,97	29,47	6,12	1,36	5,75	0,84	4,69
GR-6768	1058259	1643455	17,37	2,98	8	17,75	6,85	16,32	55,8	16,6	1,97	0,05	1,37	1514,17	46,32	93,14	11,87	39,71	8,24	2,13	7,49	1,12	5,83
GR-6792	1021188	1621440	26,64	3,15	5,24	13,44	17,52	22,08	56,92	19,22	1,15	0,03	1,36	766,28	42,6	76,92	8,93	26,31	5,36	1,55	4,94	0,65	3,33
GR-6794	1024451	1620933	32,9	2,34	14,36	18,67	10,07	33,04	63,77	19,44	3,08	0,05	1,17	1692,75	25,31	58,21	7,92	25,63	6,38	2,4	5,87	0,88	4,63
GR-6796	1025185	1634313	12,75	2,46	9,62	18,63	6,64	47,74	56,39	18,44	1,96	0,04	0,41	1171,81	29,57	65,04	8,59	27,03	6,1	1,83	5,75	0,83	4,54
GR-6798	1019261	1629403	19,05	2,18	5,22	12,29	4,69	9,26	41,06	14,42	2,02	0,03	0,7	917,37	31,28	66,22	8,37	23,57	5,46	1,46	5,37	0,77	4,32
MIA-692	1018565	1623822	21,54	2,04	5,51	15,58	4,02	7,11	37,51	16,98	1,73	0,02	0,89	1174,62	30,21	66,39	7,31	19,66	4,63	1,54	4,57	0,64	3,69

Muestra	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Tl	Pb	Th	U	Nb	Cd	V	Rb	Sr	Zr	Y	Eu/Eu*	LaN/YbN	LaN/SmN	EuN/YbN	Sum_REE	Sr/Y	Th/Yb	Nb/Yb	#MgO
Granitoides																									
GOE-1030	1,03	3,17	0,46	3,14	0,44	0,62	18,01	7,78	1,84	8,3	0,14	66	109,4	338,9	176,4	22	0,85	8,98	4,06	1,56	191,23	15,4	2,48	2,65	32,37
GOE-1066	0,86	2,81	0,45	3,05	0,48	0,17	6,02	0,1	0,1	6		49	61,94	219,33	225	20	1,99	3,68	4,41	1,61	80,72	10,97	0,03	1,97	41,06
GR-6761	1,03	3,19	0,49	3,79	0,54	0,69	12,58	8,24	2,2	11,2	0,09	66	126,7	222	221,3	20,7	0,81	8,93	3,74	1,52	213,97	10,72	2,18	2,96	36,24
GR-6765	0,96	3	0,45	3,02	0,44	0,75	13,62	9,67	1,66	9,1	0,17	66	144,8	266,8	178,9	27,6	0,71	7,14	3,24	1,29	170,66	9,67	3,21	3,02	28,43
GR-6768	1,21	3,64	0,51	3,33	0,5	0,54	12,9	10,82	2,06	13	0,11	66	133,1	289,8	303	37,4	0,84	9,27	3,46	1,83	225,04	7,75	3,25	3,9	34,03
GR-6792	0,67	1,93	0,26	1,67	0,25	0,72	13,19	14,22	1,76	14,9	0,11	66	101,6	268,2	254	16,4	0,93	16,99	4,89	2,66	175,36	16,35	8,51	8,92	35,36
GR-6794	0,95	2,69	0,38	2,52	0,36	0,57	7,65	4,69	1,32	7,3	0,2	106,43	72,6	662,5	297,9	22,6	1,21	6,69	2,44	2,72	144,13	29,31	1,86	2,9	42,27
GR-6796	0,92	2,82	0,42	2,79	0,42	0,62	11,32	5,67	1,69	9,6	0,08	84,02	111,4	386,2	162,7	20,9	0,95	7,07	2,98	1,88	156,62	18,48	2,03	3,44	41,85
GR-6798	0,91	2,83	0,42	2,9	0,43	0,56	13,54	7,27	1,81	8,3	0,08	66	100,2	287,1	161,1	21,4	0,83	7,18	3,52	1,43	154,3	13,42	2,5	2,86	32,95
MIA-692	0,78	2,45	0,35	2,46	0,38	0,61	14,18	7,26	1,6	7,3	0,08	66	109,8	324,2	157,6	18,4	1,03	8,19	4,01	1,78	145,06	17,62	2,95	2,97	31,38

Diques

Muestra	E	N	Li	Be	Sc	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	In	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
GR-6764B	1053812	1648986	2,34	2,26	2,04	12,27	1,98	18,45	11,66	14,53	0,53	0,01	0,74	486,29	24,8	28,09	1,91	4,08	0,49	0,24	0,66	0,07	0,46
GR-6791 B	1016745	1616854	94,54	2,52	14,08	24,19	32	73,29	134,38	20,83	2,28	0,06	1,29	998,11	45,06	89,16	11,31	40,15	8,08	2,46	7,54	0,99	4,91

Diques

Muestra	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Tl	Pb	Th	U	Nb	Cd	V	Rb	Sr	Zr	Y	Eu/Eu*	LaN/YbN	LaN/SmN	EuN/YbN	Sum_REE	#MgO
GR-6764B	0,12	0,44	0,09	0,81	0,18	0,92	21,58	22,87	3,94	6,8	0,11	66	157,1	58,5	47,9	4,7	1,28	20,46	31,45	0,83	62,41	24,49

cimiento en tierras raras livianas (LREE), respecto a las tierras raras pesadas (HREE), con valores $(La/Yb)_N$ entre 3,6 y 17, relaciones $(La/Sm)_N$ entre 2,4 4,9 y Sr/Y entre 3,7 y 329,3 (tabla 3). La muestra GOE-1066 presenta un patrón diferente a las demás muestras.

El diagrama de elementos de las REE, normalizado a condrito según los valores de Nakamura (1974), muestra, para rocas granitoides del Batolito de Pueblo Bello, al menos dos patrones diferentes de REE, los cuales podrían sugerir diferentes eventos o pulsos magmáticos a nivel del mismo plutón (figura 13b). El comportamiento general es comparable a rocas generadas en ambientes de subducción por encima de la placa subducida (arco). Tiene un enriquecimiento en LREE y empobrecimiento hacia las HREE, con anomalía negativa de Eu, probablemente debido al fraccionamiento de la plagioclasa en el magma, y relación $(La/Sm)_N > 2,4$, que evidencia un enriquecimiento de las LREE con relación a las HREE en todas las muestras.

El diagrama multielemental de tierras raras (Sun y McDonough, 1989) para los diques del Batolito de Pueblo Bello muestra anomalía negativa de Nb; con respecto al Th y Ce presenta anomalía positiva de Pb (figura 14a), signatura geoquímica típica de magmas originados en ambientes tectónicos relacionados a arcos. Los mayores valores de los LILE Cs, Ba y Th indican una afinidad de corteza continental (márgenes convergentes), con empobrecimiento progresivo hacia los elementos pesados. Los elementos traza más móviles (LILE) tienen concentraciones mayores que el N-MORB, mientras los elementos traza menos móviles están por debajo del N-MORB. La roca GR-6764B, clasificada como granito, presenta un patrón muy diferente al patrón de la muestra GR-6791B.

Los diques muestran dos patrones diferentes en el diagrama de REE normalizado al condrito de Nakamura (1974), y ambos presentan enriquecimiento en LREE y empobrecimiento hacia las HREE (figura 14b). La roca clasificada como andesita (muestra GR-6791B) tiene un

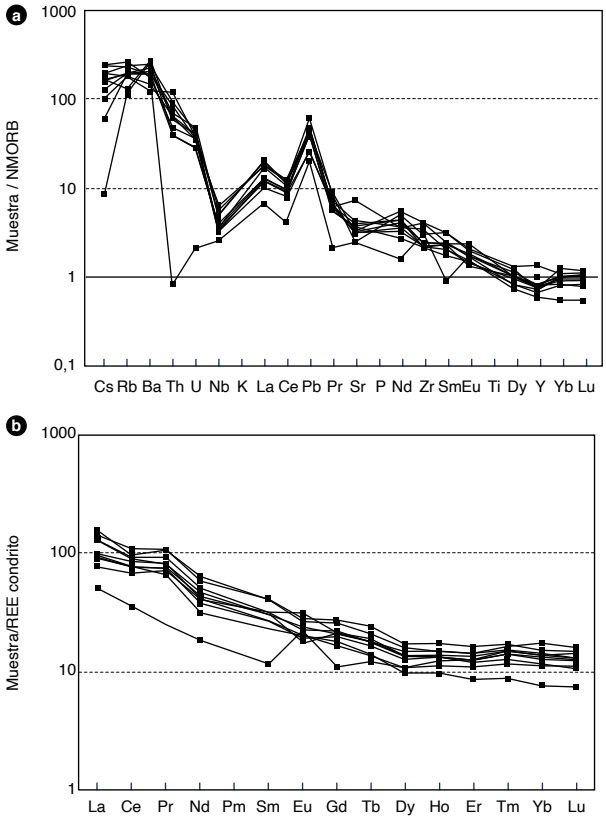


Figura 13. Diagramas multielementales para rocas del Batolito de Pueblo Bello
a) Diagrama multielemental normalizado al NMORB (Sun y McDonough, 1989); b) Diagrama de REE normalizado respecto al condrito (Nakamura, 1974).

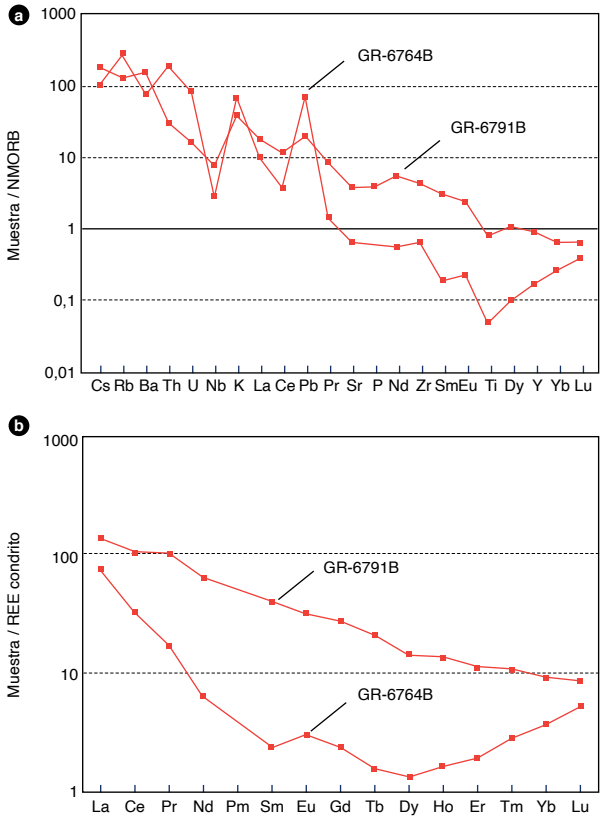


Figura 14. Diagramas multielementales para diques del Batolito de Pueblo Bello
a) Diagrama multielemental normalizado al NMORB (Sun y McDonough, 1989); b) Diagrama de REE normalizado respecto al condrito (Nakamura, 1974).

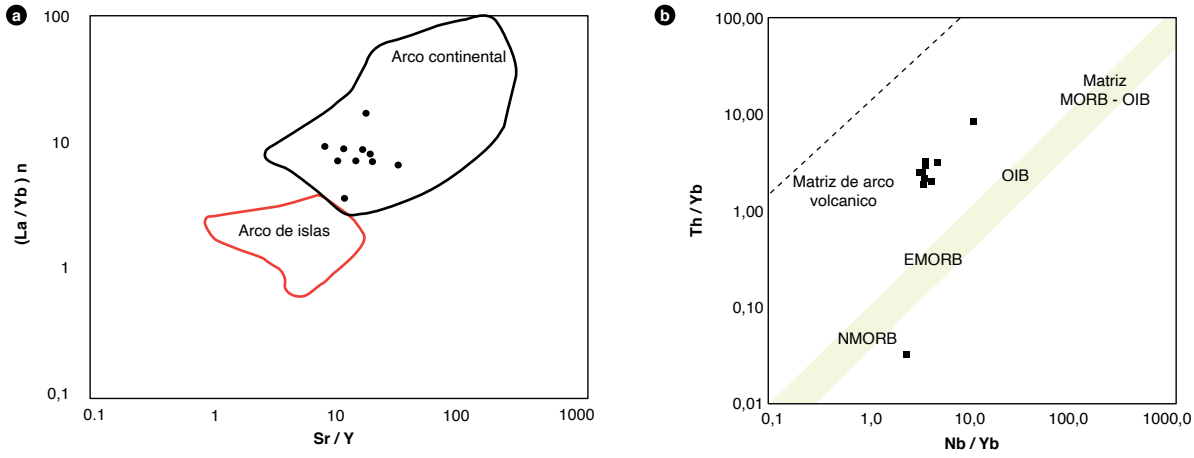


Figura 15. Diagramas de discriminación de ambiente tectónico para rocas (negro) y diques del Batolito de Atánquez (rojo)
a) Diagrama de Condie y Kröner (2013); b) Diagrama de Pearce *et al.* (1984).

patrón con pendiente negativa y continua con enriquecimiento de LREE, que progresivamente se empobrece hacia las HREE, similar a rocas generadas en ambiente de arco. La muestra GR-6764B clasificada como granito tiene un patrón diferente, con anomalía positiva de Eu, empobrecimiento progresivo en las LREE entre La y Dy, y un enriquecimiento de las HREE entre Dy y Lu (figura 14b), con contenido de SiO_2 de 78,38 %, y sumatorias de REE de 62,4.

Los diagramas de elementos traza y tierras raras exhiben anomalías negativas de Nb para las rocas granitoides y diques, y positivas de Pb. El empobrecimiento de Nb se explica por la presencia de rutilo residual, que retiene el Nb en la región fuente de la losa subducida, y por la baja solubilidad del Nb en los fluidos ricos en agua y en los magmas, ambos generados en las partes someras de las zonas de subducción (Briqueu *et al.*, 1984; Baier *et al.*, 2007).

3.3. Discriminación tectónica

Las muestras correspondientes a rocas plutónicas del Batolito de Pueblo Bello, en el diagrama de discriminación geoquímica y ambiente tectónico de Condie y Kröner (2013), se localizan en el campo de los arcos continentales (figura 15a). Las muestras tienen aumento de Th/Yb vs Nb/Yb > 1, relacionado con la entrada de material reciclado de la corteza por procesos de subducción (Pearce, 2008). La muestra GOE-1066 presenta un valor anormal de Th que sugiere un problema analítico, y se localiza en el diagrama por debajo del campo de las cortezas oceánicas (figura 15b).

Para este conjunto de muestras, el #MgO (MgO*100/Fe_2O_3+MgO) es mayor a 28,4 (tabla 3). Al graficar las muestras en el diagrama de Sr/Y vs $(La/Yb)_N$ (Condie y Kröner, 2013), se puede ver que ambas relaciones son altas y corresponden a ambientes de plutones formados en arcos continentales (figura 15a). En el diagrama de Pearce *et al.* (1984), todas caen en el campo de granitos de arco volcánico (VAG) (figura 15b).

4. Posición estratigráfica y edad

El Batolito de Pueblo Bello presenta contactos intrusivos con la granulita de los Mangos y el Batolito de Atánquez, el cual le intruye, y está cubierto discordantemente por la Riolita de Golero (Colmenares *et al.*, 2007). Algunas edades reportadas anteriormente para este cuerpo, por los métodos K-Ar en hornblenda (Tschanz *et al.*, 1974) y U-Pb en circón, son asociadas al Jurásico (Tschanz *et al.*, 1974; Quandt *et al.*, 2018; Leal Mejía, 2011; tabla 4).

En este estudio se realizó la datación de nueve muestras de rocas y saprolitos mediante el método U-Pb LA-ICP-MS en circones, previa descripción petrográfica y análisis litogeoquímico de la mayoría de las muestras. Dos dataciones U-Pb se realizaron en rocas de dique y el resto en las rocas granitoides. Los resultados se resumen en la tabla 5 y la localización de las muestras se presenta en la figura 1. Los resultados de este estudio reportan edades para el Batolito de Pueblo Bello entre 170-188 Ma. Estas edades son similares a las edades reportadas por Leal-Mejía (2011) y Quandt *et al.* (2018).

Para el Batolito de Pueblo Bello, las edades K-Ar publicadas son de 172 ± 6 Ma, 174 ± 7 Ma, 181 ±6 Ma, 179 ± 8

Ma (en biotita), 189 ± 19 Ma (en anfíbol), interpretadas como edades de enfriamiento del sistema K-Ar de los plutones, a temperaturas aproximadas de 280-530°C, y como edades de cristalización en Tschanz *et al.* (1974), con resultados similares a las edades reportadas por el metodo U-Pb en circones (Leal-Mejía, 2011; Quandt *et al.*, 2018 y en este trabajo).

Las edades de trazas de fisión en apatito (Villagómez, 2010), para las muestras SN35, SN36 y SN37, fueron interpretadas y modeladas en HeFty. Las muestras SN36 y SN37 fueron localizadas en un bloque fallado dentro de la SNSM, sobre elevaciones entre 1927-2721 msnm, con edades medias cercanas a 43 Ma sobreimponiéndose a la edad de la muestra SNM35 (Villagómez, 2010).

4.1. Geocronología U-Pb en rocas granitoides del Batolito de Pueblo Bello

De las rocas graníticas del Batolito de Pueblo Bello se dataron nueve muestras por el método U-Pb LA-ICPMS, las cuales están relacionadas en la tabla 5. La datación U-Pb en circón se realizó en el Laboratorio de Ablación Láser del SGC, utilizando un espectrómetro de masas de plasma de acoplamiento inductivo ELEMENT 2 ™, acoplado a un sistema de ablación láser Photon Machines con un láser de excitación de 193 nm. Los tiempos de integración de 0-38 s se utilizaron para la línea de base, mientras que los tiempos de integración de 32,5-8 s se utilizaron para las muestras y los estándares de referencia. Los puntos de ablación fueron de 20 µm de diámetro; como estándares de referencia se utilizaron: Plešovice (337,13 ± 0,37 Ma; Sláma *et al.*, 2008), 91500 (1065 Ma; Wiedenbeck *et al.*, 1995) y Dromedary (Schoene *et al.*, 2015). La reducción de los datos se realizó utilizando el software Iolite IGORPro, y los resultados se corrigieron para obtener una pista común, según el modelo de Stacey y Kramers (1975).

La muestra GR-6796 se clasificó petrográficamente como un monzogranito (figura 16a). Los circones son prismáticos, cortos, achatados, de tamaños entre 50 y 100 µm e incoloros. Presentan en las imágenes de catodoluminiscencia (CL) texturas de zonación concéntrica con núcleos claros homogéneos y bordes concéntricos en tonos de gris claro y oscuro. Tienen edades diferentes entre los núcleos y bordes en el mismo circón, siendo ligeramente más antiguos los núcleos que los bordes (figura 16b).

En la muestra GR-6796, se realizaron 51 ablaciones (anexo 1) para un total de 50 circones, de los cuales se tuvieron en cuenta 28 ablaciones para la interpretación. Las edades obtenidas y aceptadas varían en un rango entre 164,19 Ma y 217 Ma. En el diagrama del cálculo de la media y la desviación estándar se observa que, al reunir

Tabla 4. Trazas de fisión en apatito en el Batolito de Pueblo Bello

Muestra	Oeste (m)	Norte (m)	Unidad	Edad	Método	Fuente
30	1051005	1653805	Batolito de Pueblo Bello	172 ± 6	K–Ar	Tschanz *et al.* (1974)
SN35	1052998	1658858	Batolito de Pueblo Bello	40,6 ± 5,8	Huellas de fisión en Apatito	Villagómez (2010)
SN37	1055748	1654896	Batolito de Pueblo Bello	42,5 ± 9,4	Huellas de fisión en Apatito	Villagómez (2010)
SN36	1053035	1657161	Batolito de Pueblo Bello	44,4 ± 7,2	Huellas de fisión en Apatito	Villagómez (2010)
JRQ-33-75L	1016006	1616361	Batolito de Pueblo Bello	182,2 ± 1	U-Pb LAICPMS	Quandt *et al.* (2018)
12033367	1018972	1619611	Batolito de Pueblo Bello	179,8 ± 3,3	U-Pb LAICPMS	Leal Mejía (2011)

Tabla 5. Edades U/Pb para muestras de los Batolito de Pueblo Bello

N campo	Coordenadas		Clasificación	Edad U/Pb (Ma.	MSWD	Herencias
	Oeste (m)	Norte (m)				
GR-6796	1025185	1634313	Monzogranito	188,4 ± 2,3	2,3	216-204,6 (n=2)
GR-6761	1053657	1653875	Monzogranito	181,5 ± 1,2	1,13	961,7 ± 31 - 816,9 ± 32 (n=2)
GOE-1030	1020246	1625971	Monzogranito	178,7 ± 1,4	3,8	645,4 ± 14,3 (n=1); 193,4 ± 2,6 (n=13)
GR-6837	1048678	1643441	Cuarzomonzonita	176,9 ± 2,6	2,8	962,9 ± 29-736,3 ± 26 (n=1); 193,8 ± 3,4 (n=4)
JGB-513	1040287	1626144	Monzogranito	176,4 ± 1,0	1,5	1022 ± 25,1 Ma - 632 ± 14 Ma (n=7); 214,8 - 196,7 (n=4); 188,0 ± 2,0 (n=9)
GR-6792	1021188	1621440	Monzogranito	172,3 ± 2.0	2,5	187,3 ± 2,5 (n=8)
GR-6768	1058259	1643455	Monzogranito gráfico	170,1 ± 1,5	1,8	186,9 ± 2,8 (n=5)
			Rocas de dique			
GR-6765	1054049	1648685	Riolita	168,0 ± 2,3	1,9	210,6 ± 8,4 (n=1), 194,8 ± 4,1 (n=3); 180,2 ± 1,7 (n=17)
GR-6764A	1053812	1648986	Andesita	175,1 ± 1,7	1,4	199,2 ± 7 y 197,8 ± 9,8 (n=2);

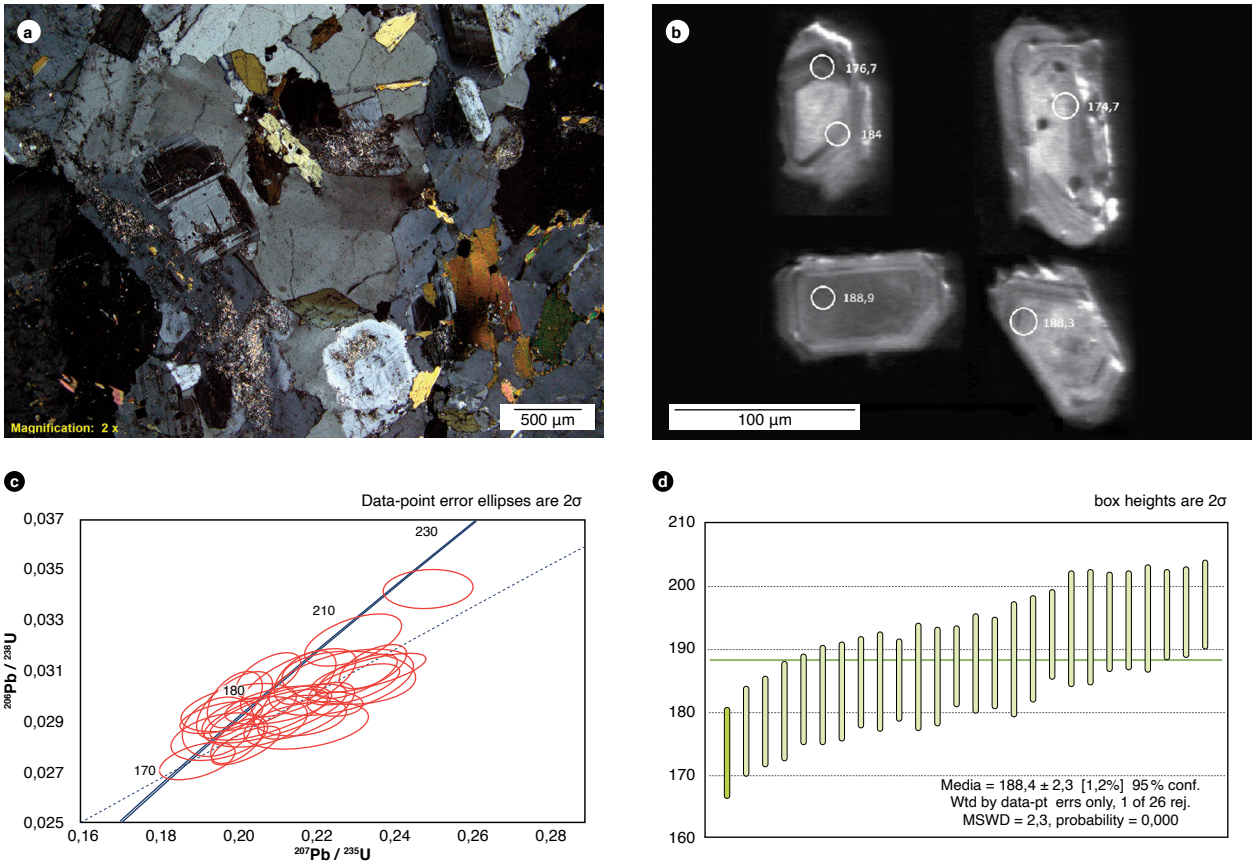


Figura 16. Cálculo de la edad de las muestras GR-6796
a) Aspecto microscópico de la roca; b) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; c) Diagrama de concordia Wetherill; d) Diagrama de edad promedio ponderada.

la datación de cada circón, se obtienen rangos moderadamente dispersos (figura 16c) que se pueden integrar en un valor de edad promedio de 188,4 ± 2,3 Ma con un MSWD = 2,3, lo que se interpreta como la edad de cristalización de esta roca (figura 16d). La relación Th/U de los circones aceptados varía entre 0,46 y 1,38 y sugiere que se formaron por cristalización ígnea (Rubatto, 2002).

La muestra GR-6837 se obtuvo a partir de un saprolito clasificado macroscópicamente como monzonita. Los circones son prismáticos, cortos y achatados; hay escasos circones prismáticos en forma de tallos, de tamaños entre 50 y 100 µm, incoloros, que presentan en las imágenes de CL texturas de zonación concéntrica con núcleos claros, homogéneos y bordes concéntricos en tonos de gris claro y oscuro, y algunos parecen tener núcleos heredados corroídos en sus bordes por crecimiento concéntrico posterior (figura 17a).

La edad de la muestra GR-6837 se obtuvo a partir de 52 circones y 55 ablaciones (anexo 1). Se interpreta como la edad de cristalización de esta roca, con una población n = 20, que varían entre 186,6 Ma y 168,5 Ma (figura 17a), lo que arrojó una edad promedio ponderada de 176,0 ± 2,6 Ma, con un MSWD = 2,8 (figura 17c). Se separó una segunda población n = 4, los cuales corresponden a núcleos de circones de color gris claro, homogéneos, que se interpretan como antecristales y arrojan una edad media ponderada de 193,8 ± 3,4 Ma, con MSWD = 1 (figura 17d). La muestra tiene un xenocristal subredondeado que arrojó una edad concordante con un núcleo de 962,9 ± 29 Ma, mientras que el borde sobrecrecido arrojó una edad de 736,3 ± 26 Ma; este circón presenta relación Th/U > 0,1 sugiriendo que es de un protolito ígneo.

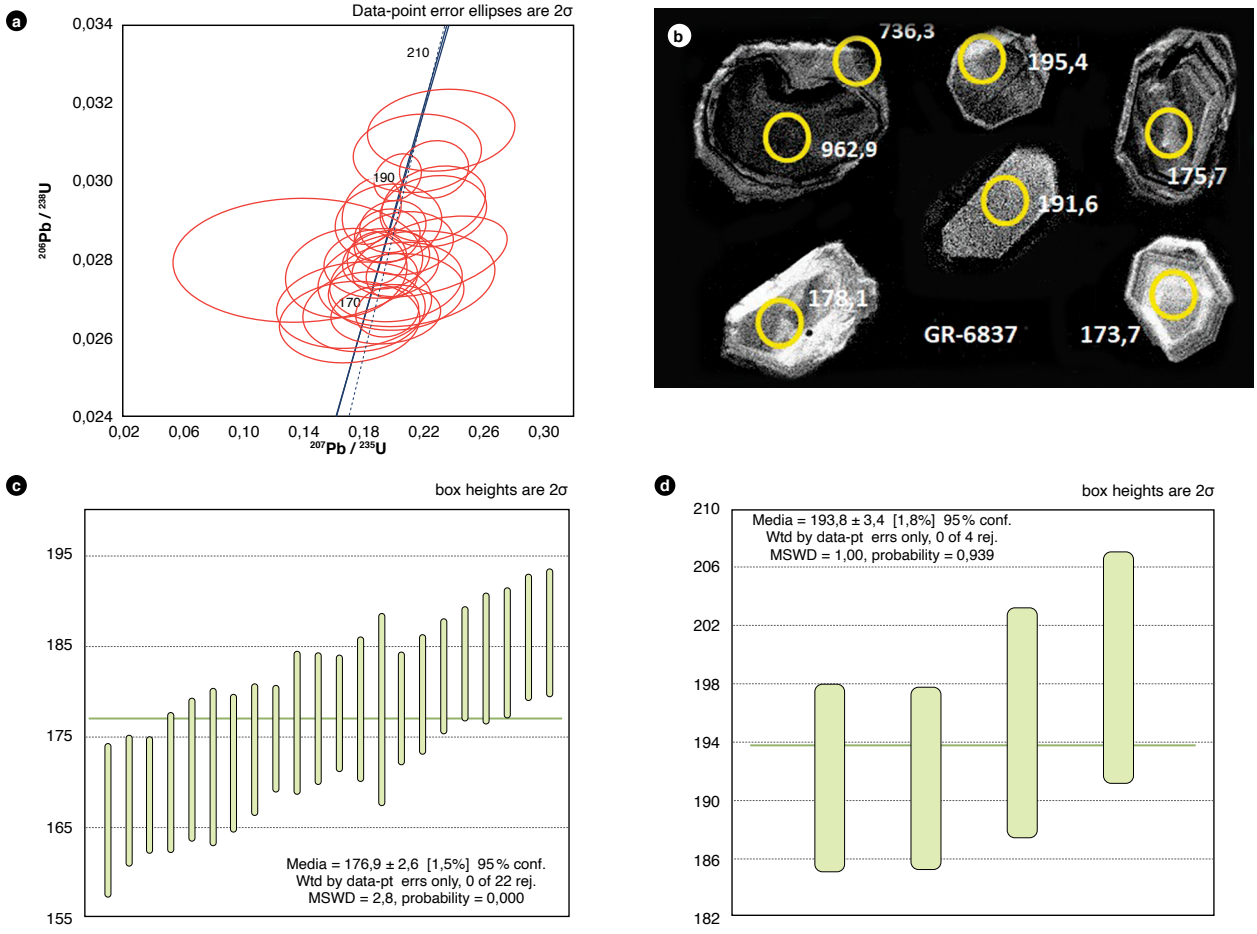


Figura 17. Cálculo de la edad de las muestras GR-6837
a) Diagrama de concordia Wetherill; b) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; c) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 186,6 Ma y 168,5 Ma; d) Diagrama de edad promedio ponderada para núcleos de circones de antecristales.

La muestra GR-6761 corresponde a un monzogranito (figura 18a). Los circones son euhedrales, inequigranulares, de tamaños entre 130 y 50 µm, prismáticos, cortos y largos, algunos achatados, desde incoloros hasta violeta pálido. Las imágenes de CL muestran texturas de zonación concéntrica con núcleos de color gris claro, homogéneos y con bordes concéntricos en tonos de gris claro a medio (figura 18b).

De la muestra GR-6761, se montaron 58 circones y se les realizaron 54 puntos de ablación (anexo 1). La edad de cristalización de esta roca se obtuvo a partir de una población n = 36, con edades que varían entre 175,6 Ma y 197,4 Ma (figura 18c), lo que arrojó una edad promedio ponderada de 181,5 ± 1,2 Ma, con un MSWD = 1,13 (figura 18d); la relación Th/U varía entre 0,5 y 1,6, sugiriendo que son circones ígneos (Rubatto, 2002). La muestra tiene dos xenocristales ligeramente discordantes que arrojaron edades neoproterozoicas de 816,9 ± 32 Ma y 961,7 ± 31 Ma, con relaciones Th/U cercanas a 0,3, que sugieren origen ígneo para ambos circones.

La muestra GR-6792 se obtuvo a partir de un monzogranito (figura 19a). Los circones son prismáticos, cortos, achatados y escasos; los circones prismáticos en forma de tallos, de tamaños entre 40 y 120 µm, incoloros con tinciones de óxidos de hierro, presentan en las imágenes de CL texturas de zonación concéntrica con núcleos de color gris claro y bordes concéntricos en tonos de gris claro y oscuro (figura 19b).

Se realizó un filtro de los datos, para descartar los circones con valores discordantes (discordancia > 15 %) y con errores de edad corregida > 5. Las dataciones concordantes varían entre 192,6 y 164,2 Ma (figura 19c), produciendo una edad ponderada, a partir de una población n = 29, de 174,7 ± 2,6 Ma, con un MSWD = 5,3, lo que sugiere la inclusión de más de una población de edades. Se diferencian dos poblaciones: una primera con valores

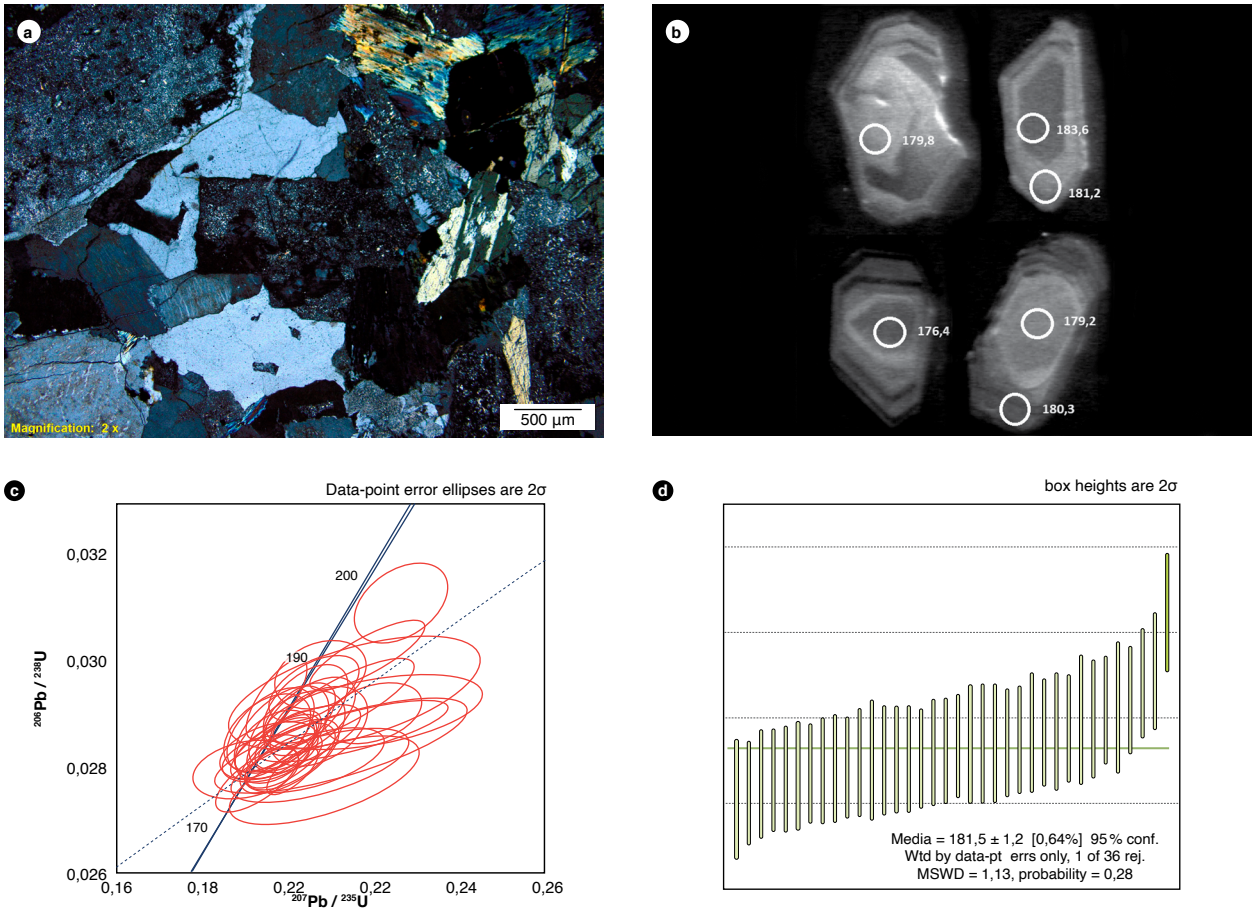


Figura 18. Cálculo de la edad de las muestras GR-6761
a) Aspecto microscópico de la roca; b) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; c) Diagrama de concordia Wetherill; d) Diagrama de edad promedio ponderada.

entre 192,6 y 183,1 Ma, que arrojó una edad promedio ponderada de 187,3 ± 2,5 Ma, con MSWD = 0,68 a partir de una población n = 8 (figura 19e), y que se interpreta como la edad de los antecristales correspondientes a pulsos anteriores; y una segunda población con valores entre 179,9 y 164,2 Ma, lo que arrojó una edad promedio de 172,3 ± 2,0 Ma, con MSWD = 2,5 a partir de una población n = 21, considerada como la edad de cristalización de la roca (figura 19d).

Los valores de la relación Th/U varían entre 0,4 hasta 2,0, sugiriendo que los circones son producto de cristalización magmática (Rubatto, 2002).

Los circones de la muestra GR-6768 se obtuvieron a partir de una roca clasificada como monzogranito gráfico (figura 20a). Algunos son prismáticos, cortos, achatados, y otros prismáticos, largos y en forma de tallos, de tamaños entre 80 y 150 µm, incoloros; presentan en las imágenes de CL texturas de zonación concéntrica con núcleos de color gris claro y bordes concéntricos en tonos de gris claro y oscuro, característico de rocas ígneas (figura 20b).

De la muestra GR-6768, se montaron 58 circones y se les realizaron 62 puntos de ablación (anexo 1). Las dataciones concordantes varían entre 191,01 y 160,5 Ma (figura 20e), produciendo una edad ponderada de 170,2 ± 1,9 Ma, con un MSWD = 3,6, a partir de una población n = 37, lo que sugiere que la edad de la muestra GR-6768 presenta dos poblaciones de datos que se insinúan en el diagrama de densidad de probabilidad (figura 20c). La edad de cristalización de esta roca corresponde a una población n = 32, con edades entre 160,5 Ma y 178,1 Ma, lo que arrojó una edad promedio ponderada de 170,1 ± 1,5 Ma, con un MSWD = 1,8 (figura 20d). Se definió una población de n = 5, con edades entre 191,01 y 182,7 Ma, arrojando una edad promedio ponderada de 186,9 ± 2,8 Ma, con un MSWD = 1,07 (figura 20e), lo cual

se interpretó como un evento de cristalización anterior. La relación Th/U varía entre 0,47 y 1,6 con la mayoría de valores cercanos a 1,0, indicio de cristalización ígnea (Rubatto, 2002).

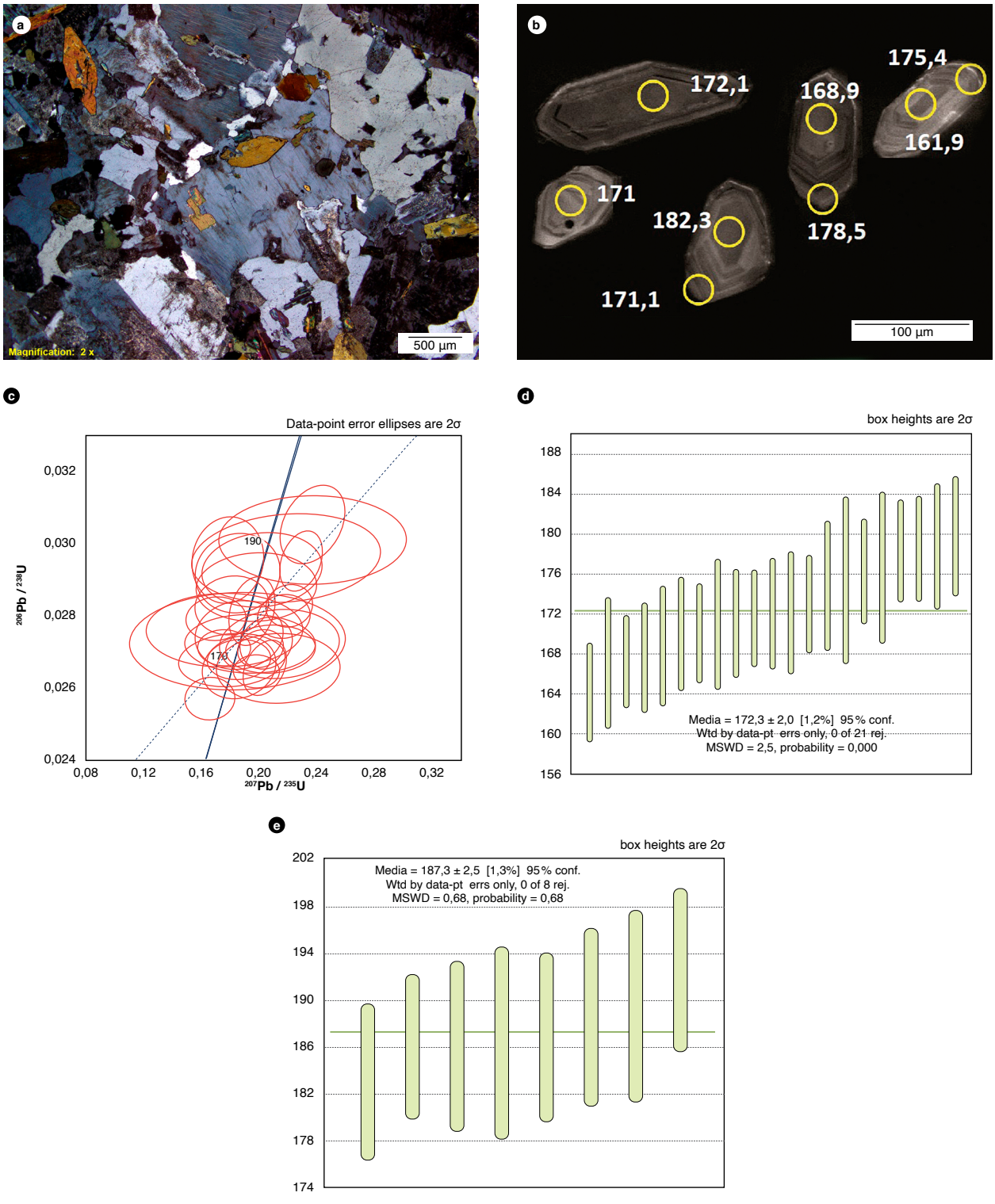


Figura 19. Cálculo de la edad de las muestras GR-6792
a) Aspecto microscópico de la roca; b) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; c) Diagrama de concordia Wetherill; d) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 179,9 y 164,2 Ma; e) Diagrama de edad promedio ponderada para núcleos de circones de antecristales

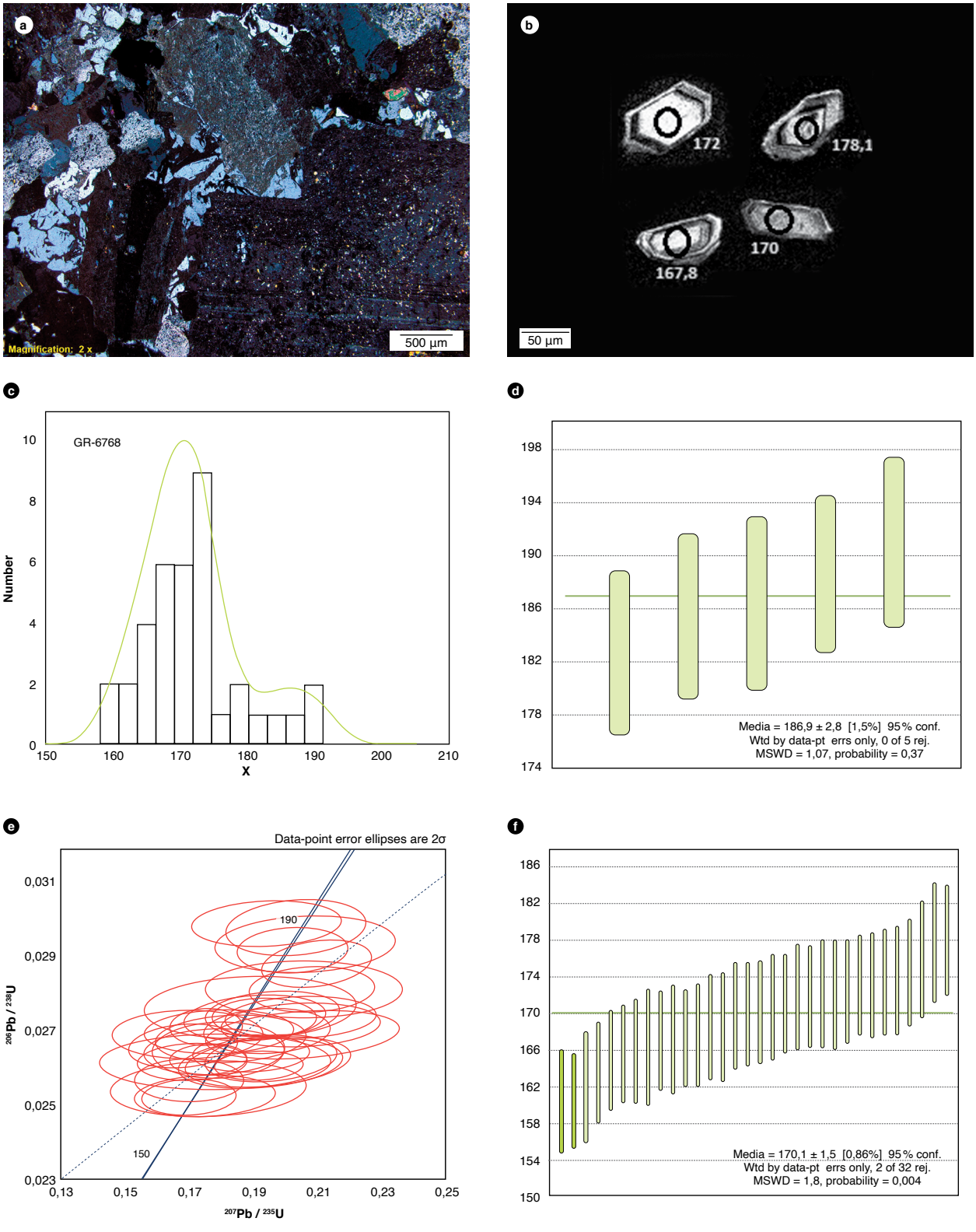


Figura 20. Cálculo de la edad de las muestras GR-6768
a) Aspecto microscópico de la roca; b) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; c) Diagrama de densidad de probabilidad; d) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 179,9 y 164,2 Ma; de) Diagrama de edad promedio ponderada para núcleos de circones de antecristales; e) Diagrama de concordia Wetherill; f) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 160,5 Ma y 178,1 Ma.

Los circones de la muestra GOE-1030 se obtuvieron a partir de un saprolito clasificado en campo como monzogranito. Son prismáticos, cortos, achatados, y algunos prismáticos en forma de tallos, incoloros, traslúcidos, con tamaños entre 30 a 110 µm; algunos con inclusiones de color pardo a negro presentan en las imágenes de CL texturas de zonación concéntrica con núcleos de color gris claro y bordes concéntricos en tonos de gris claro y oscuro, característico de rocas ígneas (figura 21a). La relación Th/U varía entre 0,6 y 2,3, con la mayoría de valores alrededor de 1,0, lo que sugiere cristalización ígnea de los circones (Rubatto, 2002).

De la muestra GOE-1030 se montaron 68 circones a los cuales se les realizaron 83 dataciones (anexo 1). Los cristales presentan dataciones concordantes que varían entre 210,6 y 169,7 Ma (figura 21b), arrojando una edad promedio ponderada de 181,3 ± 1,9 con MSWD = 9,4, lo cual sugiere que la edad de la muestra GOE-1030 tiene, al menos, dos poblaciones de datos. La primera población, con trece dataciones y edades entre 210,6 y 189,4 Ma, arrojó una edad promedio ponderada de 193,4 ± 2,6 Ma, con un MSWD = 2,8 (figura 21c), interpretada como la edad de antecristales correspondientes a un pulso magmático anterior.

La edad de cristalización de la muestra GOE-1030 corresponde a una segunda población n = 40, con edades entre 185,6 Ma y 169,7 Ma, lo que arrojó una edad promedio ponderada de 178,7 ± 1,4, con un MSWD = 3,8 (figura 21d), y que se interpreta como la edad de cristalización de esta muestra. Se presenta además un núcleo heredado que arrojó una datación de 645,4 ± 14,3 Ma.

Los circones de la muestra JGB-513 se obtuvieron a partir de un saprolito clasificado en campo como monzogranito (anexo 1). Son euhedrales de caras cristalinas

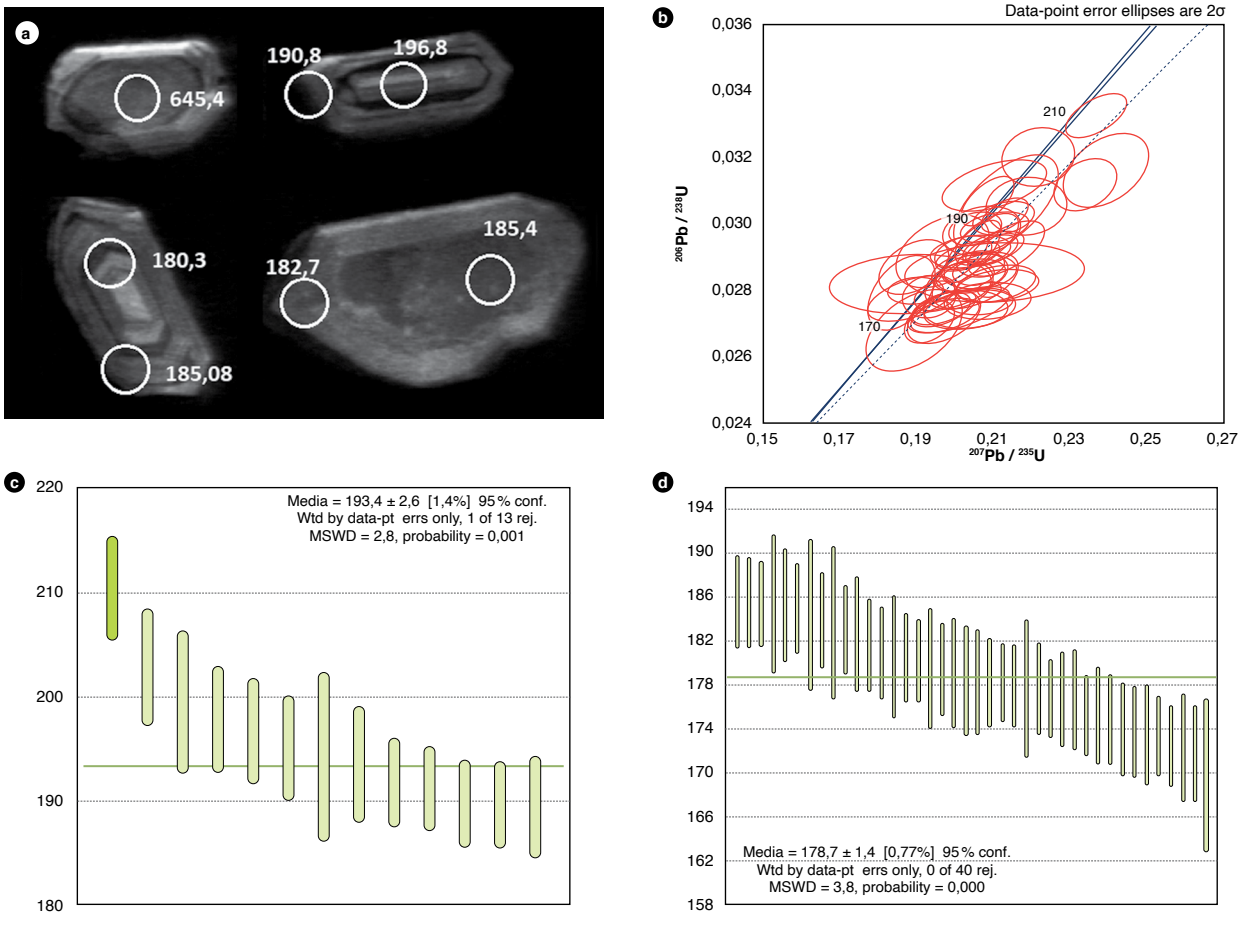


Figura 21. Cálculo de la edad de las muestras GOE-1030
a) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; b) Diagrama de concordia; c) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 210,6 y 189,4 Ma; d) Diagrama de edad promedio ponderada para para dataciones que varían entre 185,6 Ma y 169,7 Ma.

e

rectas, de tonalidad amarilla a púrpura tenue, con moderadas inclusiones, de tamaños entre 80-100 µm; presentan en las imágenes de CL texturas de zonación concéntrica con núcleos de color gris claro a gris oscuro y bordes concéntricos en tonos de gris claro y oscuro. En algunos se observan alteraciones, inclusiones, microfracturas y núcleos heredados con bordes de sobrecrecimiento ígneo. La mayoría presentan estructuras características de rocas ígneas (figura 22a).

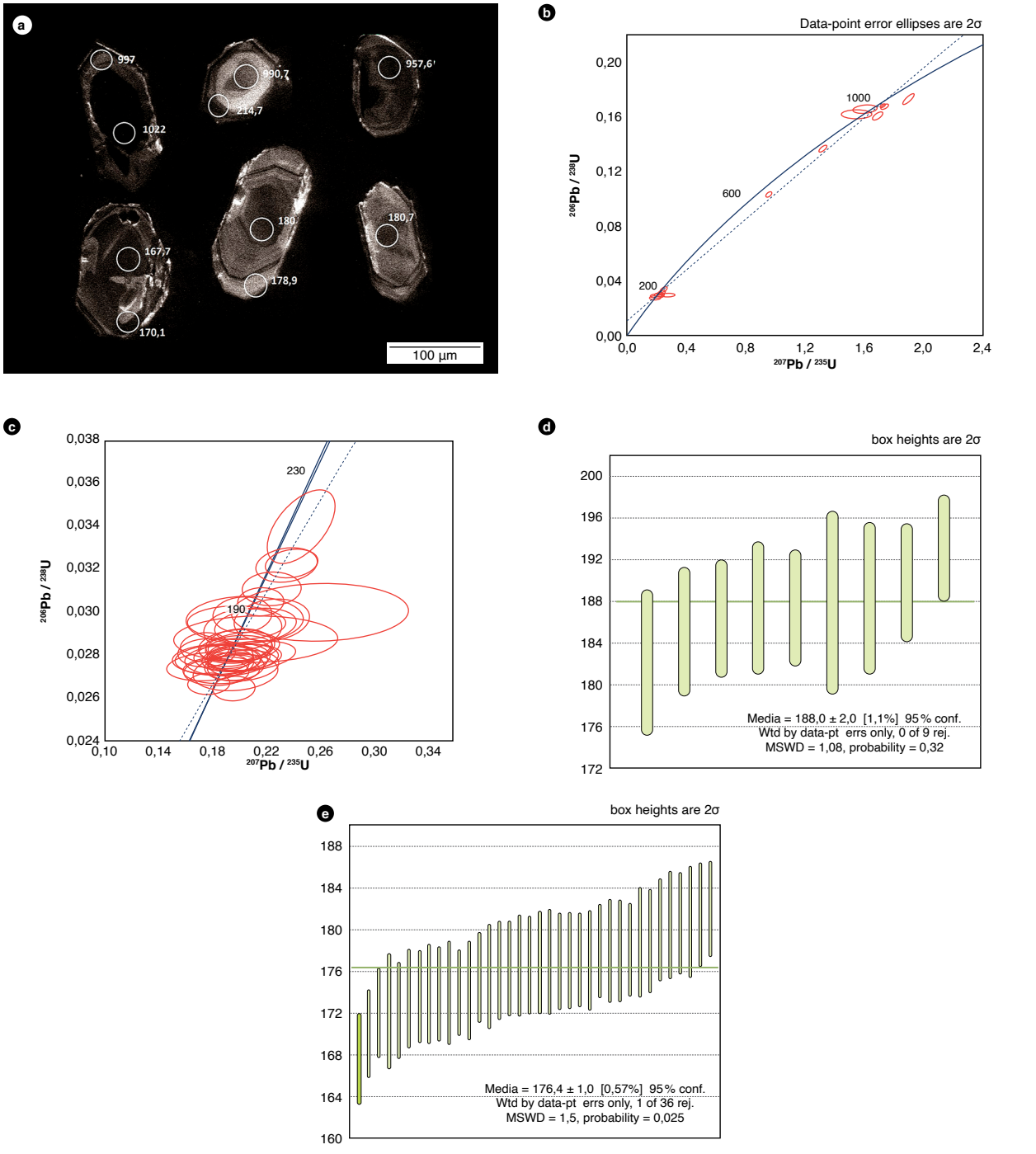


Figura 22. Cálculo de la edad de las muestras JGB-513
a) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; b) Diagrama de concordia; c) Diagrama de concordia para dataciones entre 214,8 y 167,7 Ma; d) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 193,2 y 182, 2 Ma; e) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 189,8 y 167,7 Ma.

De la muestra JGB-513, se montaron 88 circones a los cuales se les realizaron 88 dataciones (anexo 1). Las dataciones son concordantes y varían entre 1022 y 167,7 Ma (figura 22b). Se presenta una población de 49 dataciones, con edades entre 214,8 y 167,7 Ma (figura 22c), lo que arroja una edad promedio ponderada de 177,3 ± 1,4 con MSWD = 3,6, sugiriendo que la edad de la muestra JGB-513 presenta al menos tres poblaciones de datos. Se definió una primera población de n = 4, con edades entre 214,8 y 196,7 Ma, y una segunda población con n = 9, con edades entre 193,2 y 182, 2 Ma, que arrojó una edad promedio ponderada de 188,0 ± 2,0, con un MSWD = 1,08 (figura 22d); ambas poblaciones se interpretan como edades de antecristales, correspondientes a pulsos magmáticos anteriores. Algunos de estos cristales presentan núcleos metamórficos heredados del Neoproterozoico (figura 22b), con relación Th/U < 0,1 y bordes ígneos con estructura concéntrica, con relación Th/U que varía entre 0,26 y 0,69 de acuerdo a Rubatto (2002). Los núcleos neoproterozoicos presentan edades entre 1022 ± 25,1 Ma y 632 ± 14 Ma (n = 7). La edad de 632 Ma tiene relación Th/U = 0,4, sugiriendo origen ígneo; el resto de edades tienen relaciones de Th/U < 0,15, sugiriendo que son de origen metamórfico, y para la edad de 1022 la relación Th/U = 0,5 (anexo 1).

La edad de cristalización de la muestra JGB-513 corresponde a una población de n = 36, con edades entre 189,8 y 167,7 Ma, y cuya edad promedio ponderada fue de 176,4 ± 1,0, con un MSWD = 1,5 (figura 22e), lo que se interpreta como la edad de cristalización de la muestra.

Las dataciones de antecristales y de cristales que definen la edad de cristalización de la roca tienen relación Th/U > 0,1 con la mayoría de valores alrededor de 1, indicio de cristalización ígnea (Rubatto, 2002).

4.2. Edades en rocas de dique y cuerpos subvolcánicos menores que intruyen el Batolito de Pueblo Bello

Se dataron, por el método U-Pb LA-ICP-MS en circones, una muestra de dique andesítico y un cuerpo subvolcánico riolítico que intruyen el Batolito de Pueblo Bello (GR-6764A y GR-6765), cuyos resultados se resumen en la tabla 5.

La muestra GR-6764A corresponde a un dique de composición andesítica. Los circones de esta muestra se obtuvieron a partir de saprolito, son cristales euhedrales prismáticos cortos y achatados, escasos ovalados subredondeados, incoloros, algunos con fracturas internas e inclusiones; presentan en las imágenes de CL texturas de zonación concéntrica con núcleos más oscuros y bordes concéntricos en tonos de gris claro y oscuro, y en algunos se observan alteraciones, inclusiones, microfracturas y núcleos heredados con bordes de sobrecrecimiento ígneo (figura 23a). La mayoría de los cristales de circón conserva estructuras características de su formación ígnea.

De la muestra GR-6764A, se separaron 51 circones a los cuales se les realizaron 72 dataciones (anexo 1). Las dataciones concordantes varían entre 1129 y 165,4 Ma (figura 23b). Se presenta una población de 48 dataciones, con edades entre 199,2 y 165,4 Ma (figura 23c), lo que arroja una edad promedio ponderada de 175,1 ± 1,7, con MSWD = 2,9, y sugiere que la edad de la muestra GR-6764A presenta tres poblaciones de datos con relación Th/U > 0,1 y valores alrededor de 1,0, correspondientes a circones ígneos (Rubatto, 2002). Se separaron dos circones con edades de 199,2 ± 7 y 197,8 ± 9,8, y se definió una población n = 6 con edades entre 188,4 y 183,4 Ma, que arrojaron una edad promedio de 186,4 ± 2 con MSWD de 0,29, por lo cual se interpretan como cristales heredados que podrían ser antecristales, pues corresponden a un pulso magmático anterior (figura 23d). Algunos xenocristales metamórficos heredados tienen edades del Neoproterozoico, con relación Th/U < 0,1, entre 1029,8 ± 47,8 Ma y 938,8 ± 31,5 Ma (n = 6).

La edad de cristalización de la muestra GR-6764A corresponde a una población de 40 dataciones que tienen edades entre 180,7 y 165,4 Ma, arrojando una edad promedio ponderada de 173,4 ± 1,3 Ma, con un MSWD = 1,4 (figura 23e), la cual se interpreta como la edad de cristalización de este dique.

La muestra GR-6765 corresponde a un cuerpo subvolcánico de riolita porfídica (figura 24a) que intruye el Batolito de Pueblo Bello. Los circones de esta muestra se obtuvieron a partir de saprolito. Son cristales euhedrales prismáticos cortos y achatados de tamaños entre 40 y 80 µm, incoloros, algunos con fracturas internas e inclusiones, que presentan en las imágenes de CL texturas de zonación concéntrica con núcleos claros y bordes concéntricos en tonos de gris, característico de circones cristalizados en rocas ígneas (figura 24b).

De la muestra GR-6765, se separaron 49 circones a los que se les realizaron 54 dataciones (anexo 1). Los datos de la muestra GR-6765 se desplazan a lo largo del intersecto; por tal razón, se filtraron datos con discor-

dancia < 90 % y con errores de edad corregida < 5 %. Las dataciones concordantes varían entre 635 y 159,1 Ma (figura 24c). Se presentan, al menos, tres poblaciones de datos, como se puede ver en el diagrama de densidad de probabilidad (figura 24d), las cuales tienen relación Th/U > 0,5, indicio de cristalización ígnea (Rubatto, 2002).

Se definió una datación de 210,6 Ma y una población n = 3, que arrojó una edad promedio de 194,8 ± 4,1, con MSWD de 0,17, por lo cual se interpretaron como cristales heredados de pulsos anteriores. De acuerdo con lo determinado por la función Unmix Ages, en el conjunto de datos restante hay dos componentes de edades: uno con edad próxima a 179 Ma y el otro a 167,4 Ma. Estos circones presentan relaciones Th/U entre 0,4 y 1,3, propias de circones ígneos. El primero comprende edades en el rango entre 184,6 y 176,4 Ma, que arrojan una edad promedio ponderada de 180,2 ± 1,7 Ma (n = 17), con un MSWD de 0,54 (figura 24e), lo que se interpreta como la edad de cristalización final de la roca. El segundo conjunto está compuesto por edades entre 174,4 y 159,1 Ma, que podrían representar la cristalización de circones en la etapa final del magmatismo; para este intervalo (n = 17) se obtuvo una edad promedio ponderada de 168,0 ± 2,3 Ma, con un MSWD de 1,9 (figura 24e).

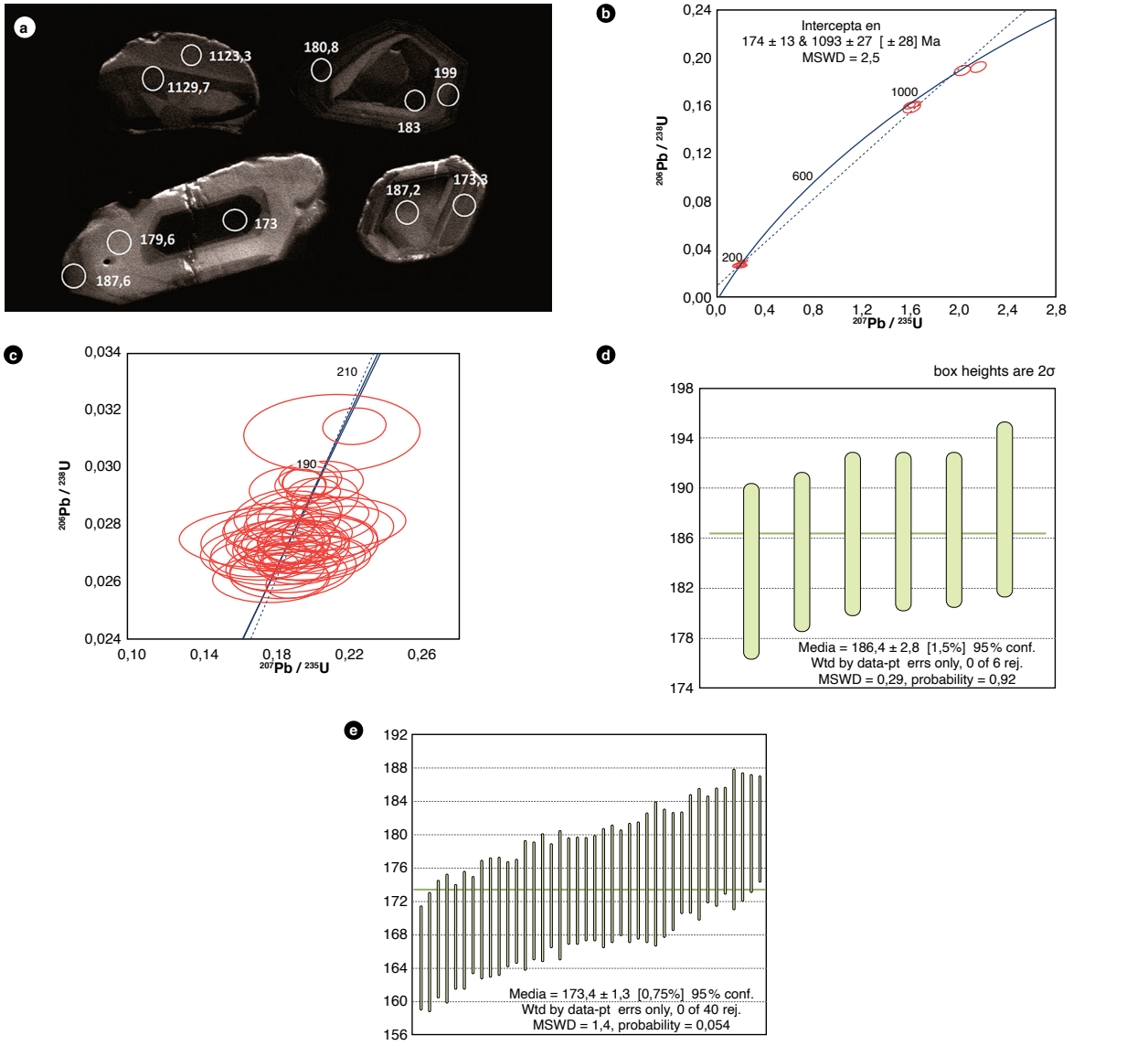


Figura 23. Cálculo de la edad de las muestras GR-6764A
a) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; b) Diagrama de concordia; c) Diagrama de concordia para dataciones entre 199,2 y 165,4 Ma; d) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 188,4 y 183,4 Ma; e) Diagrama de edad promedio ponderada para para dataciones que varían entre 180,7 y 165,4 Ma.

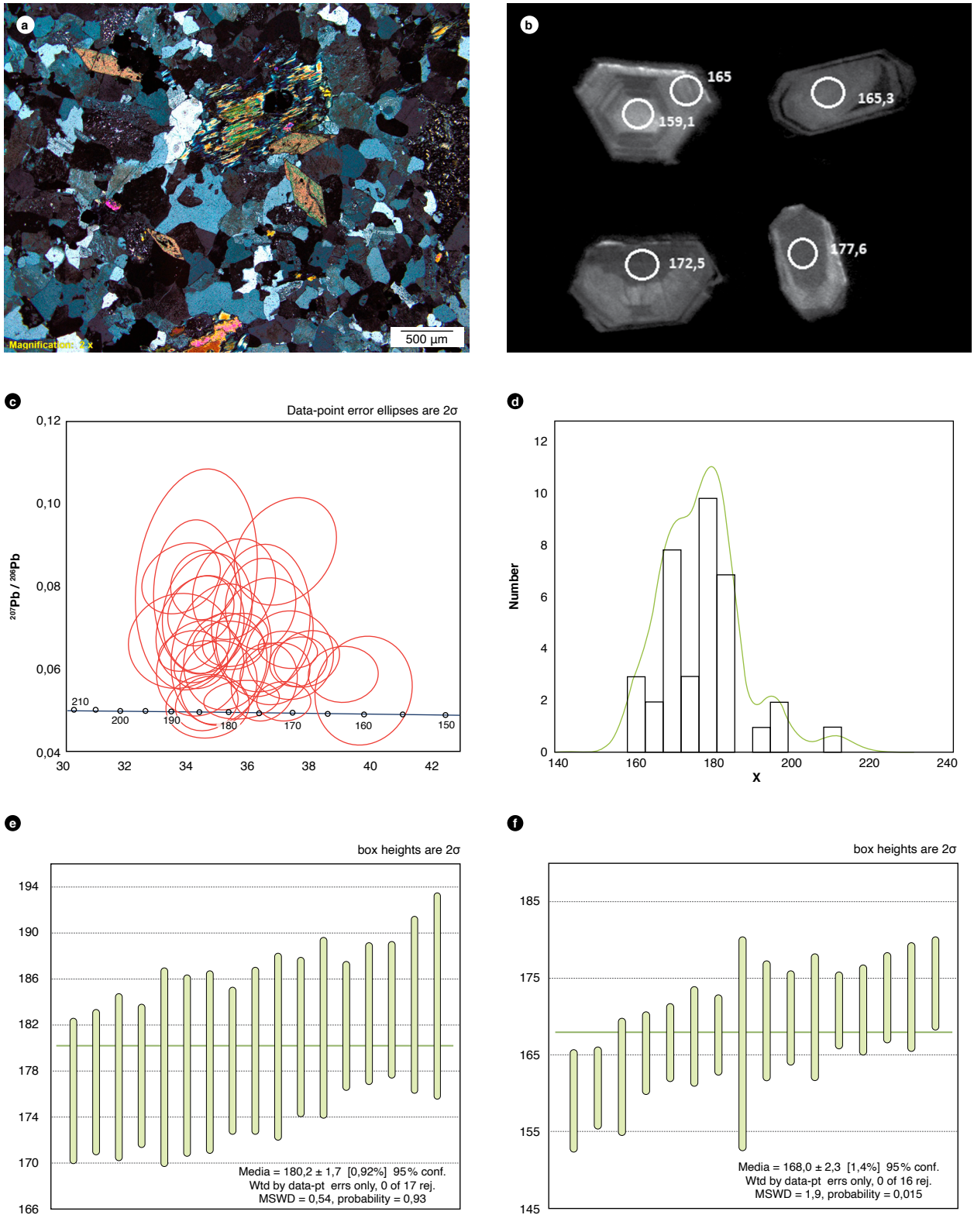


Figura 24. Cálculo de la edad de las muestras GR-6765
a) Microfotografía de riolita; b) Imágenes de CL y edades U-Pb en circones; c) Diagrama de concordia Tera-wasserburg; d) Diagrama de densidad de probabilidad; d) Diagrama de edad promedio ponderada para dataciones que varían entre 184,6 y 176,4 Ma; y f) Diagrama de edad promedio ponderada para para dataciones que varían entre 174,4 y 159,1 Ma.

5. Correlaciones

Las unidades plutónicas jurásicas de la SNSM se correlacionan geocronológica e isotópicamente con las similares de la alta Guajira, el flanco oriental de la serranía de San Lucas, el Valle Superior del Magdalena y el flanco SE de la cordillera Central. Además, se considera que los plutones de estos bloques tuvieron un origen común, relacionado al mismo arco, y fueron dispersados a lo largo de la paleomargen de Suramérica después de su cristalización.

Tschanz *et al.* (1969a) consideran que los batolitos de Pueblo Bello y Patillal tienen la misma litología y hacen parte de un mismo magmatismo, estando separados por el Batolito de Atánquez. Las edades obtenidas y la química de la roca total sugieren que son cuerpos generados en el mismo arco, con edades comparables de cristalización.

Las correlaciones que se hacen del Batolito de Pueblo Bello corresponden a los plutones que fueron generados en el mismo arco y posteriormente dispersados a lo largo del paleomargen suramericano. Los pulsos magmáticos que generan los diferentes plutones de este arco pueden cambiar de un plutón a otro, según su localización espacial dentro de un periodo de tiempo comprendido entre 195 y 164 Ma.

El Batolito de Pueblo Bello se correlaciona en la alta Guajira con la Granodiorita de Ipapure (Radelli, 1960; Rodríguez y Londoño, 2002; Ingeominas-UNAL, 2009); en la SNSM con los batolitos de Patillal, Atánquez, Aracataca, Bolívar y Central, la Cuarzomonzonita de Palomino y el Plutón de Nueva Lucha (Tschanz *et al.*, 1969a, 1969b; Colmenares *et al.*, 2007). En el flanco oriental de la serranía de San Lucas se correlaciona con las rocas plutónicas de los batolitos de Norosí y Guamocó (Bogotá y Aluja, 1981; Leal Mejía, 2011; González *et al.*, 2015). En el Valle Superior del Magdalena se correlaciona con el Monzogranito de Algeciras (Ferreira *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2022c), la Cuarzolatita de Teruel (Arango *et al.,* 2022c), el Granito de Garzón (Velandia *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2022d), el Monzogranito de Altamira (Arango *et al.,* 2022d), la Cuarzomonzonita de Sombrerillo (Rodríguez *et al.*, 2015a) y el Monzogranito de Mocoa (Arango *et al.*, 2022e).

Teniendo en cuenta la posición dentro del arco y la edad, el Batolito de Atanquéz también se correlaciona con el del Valle Superior del Magdalena con algunos pulsos de cristalización de las cuarzomonzonitas de Anchique (Cossio *et al.,* 1994; Arango *et al.*, 2022a), San Cayetano (Carvajal *et al.*, 1983; Bermúdez *et al.*, 2022), Los Naranjos (Rodríguez y Fuquen, 1989; Velandia *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2022a), las cuarzomonzodioritas del Páez (Zapata *et al.,* 2022) y El Astillero (Velandia *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2022b) y la Monzonita de Las Minas (Velandia *et al.*, 2001; Arango *et al.*, 2022b).

6. Localidad tipo

La exposición de más fácil acceso, como localidad tipo del Batolito de Pueblo Bello, se encuentra en el carreteable que conduce de Pueblo Bello a Nabusímake, donde se presentan afloramientos altamente meteorizados. Una sección alterna es a lo largo del río San Sebastián.

7. Génesis

El Batolito de Pueblo Bello corresponde a un granito de la serie calco-alcalina, que varía de metaluminoso a peraluminoso. La mineralogía es característica de granitoides tipo I, lo que sugiere un origen que involucra una placa inferior básica de la subcorteza con diferentes grados de fusión y contaminación cortical, con presencia de cuarzo, feldespato potásico rosado, plagioclasa, biotita parda, escasa hornblenda y presencia de magnetita, común en plutones altamente diferenciados de acuerdo a Chappell y White (2001). Además, presenta gabarros de rocas ígneas intermedias y subvolcánicas.

Las muestras de este cuerpo intrusivo presentan enriquecimientos de LILE respecto a REE, y patrones de elementos trazas con anomalías de Nb-Ti características de granitos originados en una zona de subducción de margen continental.

Los patrones de elementos de las tierras raras (REE), normalizados a condrito según los valores de Nakamura (1974), muestran para rocas granitoides del Batolito de Pueblo Bello al menos dos patrones diferentes, los cuales podrían sugerir diferentes eventos o pulsos magmáticos a nivel del mismo plutón, en concordancia con las edades de cristalización de las rocas, que sugieren que este batolito está conformado por varios pulsos magmáticos que se cristalizaron en diferentes momentos, formado en un ambiente de arco que generó cuerpos plutónicos entre 195 y 164 Ma.

Quandt *et al.* (2018) sugieren contribución de manto litosférico y asimilación de la corteza en los magmas de arco en la SNSM. Rodríguez *et al.* (2019) consideran que el magmatismo triásico-jurásico de Colombia está

relacionado con tres arcos diferentes, siendo el más extenso el que aparece en el Valle Superior del Magdalena, la serranía de San Lucas y la SNSM, emplazados en un basamento neo-proterozoico del Terreno Chibcha y dispersado posterior a la cristalización a lo largo de la paleomargen suramericana.

Tschanz *et al.* (1969a) consideraron que los plutones jurásicos que conforman los cinturones jurásicos (Central y Suroriental) corresponden a magmas generados a diferente profundidad de manera simultánea a lo largo del plano de Benioff; además, consideran que la serie de plutones calcoalcalinos de color gris cristalizaron a mayor profundidad que la serie de plutones rosados del Cinturón Suroriental. Quandt (2013) describe para los plutones del Cinturón Central presiones de cristalización entre 5,3-5,9 kbar, y para los plutones del Cinturón Suroriental entre 1,2-1,7 kbar.

Las edades de cristalización del Cinturón Central de plutones de la SNSM varían entre 188 y 172 Ma (n=13), con picos máximos a 186 y 176 Ma. En el Cinturón Suroriental de la SNSM, del cual hace parte el Batolito de Pueblo Bello, las edades varían entre 192 y 164 Ma (n=36), con picos máximos a 189, 179, 172 y 170 Ma (figura 25). Las edades de cristalización de ambos cinturones sugieren que el plutonismo migró ligeramente de oeste a este, de acuerdo con los cambios composicionales de los plutones, y que estos fueron formados por varios pulsos magmáticos.

8. Recursos minerales

El Batolito de Pueblo Bello, por su coloración rosada moteada de blanco y negro, podría ser utilizado como roca ornamental. Este plutón en algunos sectores se presenta moderadamente fracturado y la roca inalterada.

El Batolito de Pueblo Bello corresponde a un plutón formado en un arco de margen continental con una duración ~ 30 Ma, que no exhibe características petrográficas y geoquímicas indicativas de una alteración hidrotermal en los sitios visitados ni en las muestras analizadas. Con el fin de evaluar el potencial mineral de la unidad, se interpretaron datos de los resultados de química de roca total a partir de diez muestras analizadas, utilizando diagramas que son conocidos como indicadores de fertilidad para depósitos de Cu y depósitos de Sn. En el diagrama de V/Sc versus SiO_2 (Loucks, 2014; figura 26a), se eliminaron las muestras con valores de Eu/Eu* < 1,3 y se obtuvo que el Batolito de Pueblo Bello es fértil para depósitos de Cu, teniendo en cuenta las muestras con anomalías Eu/Eu* < 1, patrones REE con pendiente negativa, baja relación La/ Yb entre 10 y 14 y valores de V/Sc > 10. En el diagrama de Rb versus Ba (figura 26b), adaptado por El-Sheshtawi *et al.* (1999) del diagrama original de Mason (1966), se aprecia que las muestras caen en el campo de los granitos estériles para Sn.

9. Conclusiones

El Batolito de Pueblo Bello está compuesto principalmente por monzogranitos y sienogranitos, y subordinadas pueden aparecer localmente cuarzomonzonitas, granodioritas y granitos de feldespato alcalino con textura general holocristalina hipidiomórfica a alotriomórfica granular; presenta gabarros de andesitas y microdioritas, y está atravesado por diques de andesitas, riolitas, granitos aplíticos e intrusiones de stocks subvolcánicos de riolitas porfídicas.

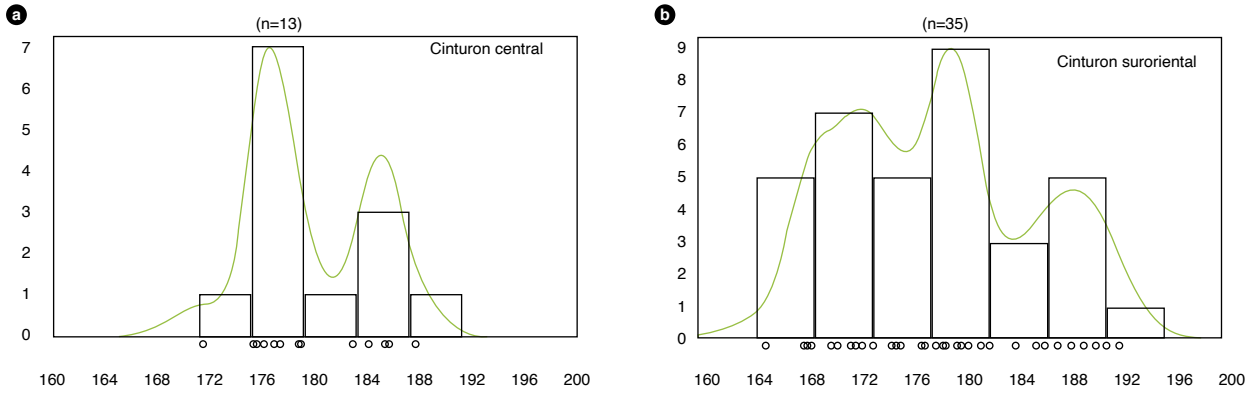


Figura 25. Histogramas de densidad de probabilidad de las edades de cristalización U-Pb de los plutones jurásicos de la SNSM

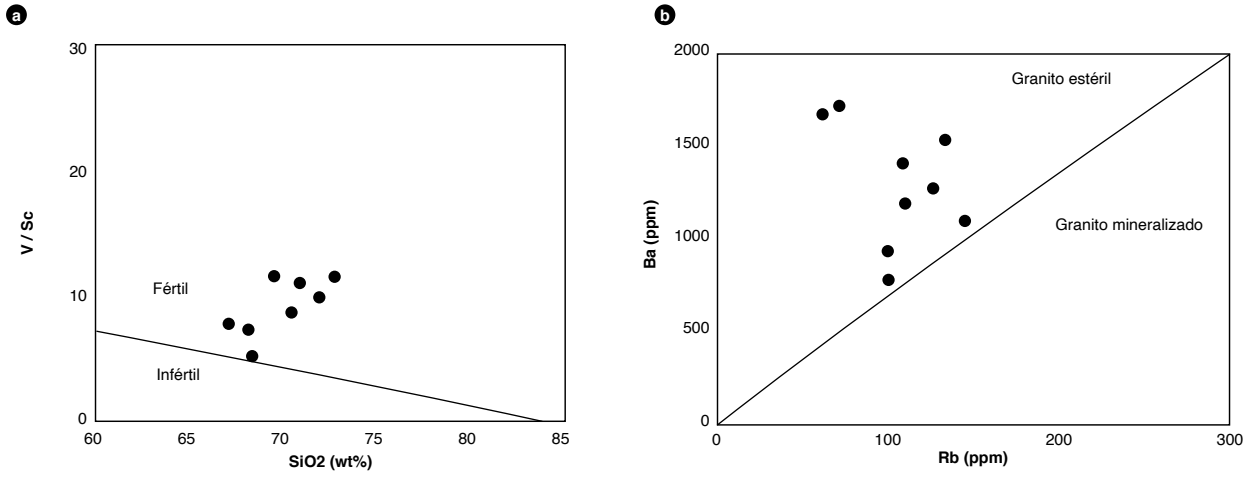


Figura 26. Diagramas de fertilidad en composición de roca total para el Batolito de Pueblo Bello
a) Diagrama de V/Sc versus SiO2 (Lockus, 2014); b) Diagrama de variación de Rb versus Ba (Mason, 1966 adaptado por El-Sheshtawi *et al.*, 1999).

Los monzogranitos, sienogranitos, cuarzomonzonitas, granodioritas y granitos de feldespato alcalino están constituidos por cuarzo, plagioclasas, feldespato potásico, biotita y escasa hornblenda, y como minerales accesorios se presentan: minerales opacos, circón, apatito, titanita y en algunas rocas allanita.

Las rocas del Batolito de Pueblo Bello se clasifican químicamente como granitos tipo I, conformados por granitos, granodioritas y cuarzomonzonitas de la serie subalcalina y calcoalcalina altas en K; son metaluminosas y algunas alcanzan el campo peraluminoso, pues están formadas en un ambiente de arco de margen continental.

El Batolito de Pueblo Bello tiene anomalía negativa de Nb y empobrecimiento progresivo hacia los elementos pesados con anomalía positiva de Pb. Los diques muestran dos patrones diferentes en el diagrama de REE, normalizados al condrito de Nakamura (1974), con un comportamiento general comparable a rocas generadas en ambientes de subducción por encima de la placa subducida (arco).

Las edades de cristalización U-Pb, en rocas del cuerpo principal, varían en un intervalo amplio de tiempo entre 191 y 169 Ma, sugiriendo que es un plutón compuesto formado por cuatro pulsos magmáticos alrededor de 188, 181, 176 y 170 Ma. Los diques de andesita y granito reportan edades entre 168 y 175 Ma.

El Batolito de Pueblo Bello se correlaciona en la alta Guajira con la Granodiorita de Ipapure; en la SNSM con los batolitos de Pueblo Bello, Atánquez, Aracataca, Bolívar y Central, la Cuarzomonzonita de Palomino y el Plutón de Nueva Lucha; en el flanco oriental de la serranía de San Lucas se correlaciona con las rocas plutónicas de los batolitos de Norosí y Guamocó; en el Valle Superior del Magdalena se correlaciona con el Monzogranito de Algeciras, la Cuarzolatita de Teruel, el Granito de Garzón, el Monzogranito de Altamira, la Cuarzomonzonita de Sombrerillo, el Monzogranito de Mocoa, las cuarzomonzonitas de Anchique, San Cayetano y Los Naranjos, las cuarzomonzodioritas del Páez y El Astillero, y la Monzonita de Las Minas.

Referencias

Arango, M. I., Rodríguez, G., Bermúdez, J. G. y Zapata, G. (2022a). Cuarzomonzonita de Anchique. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.7

Arango, M. I., Rodríguez, G., Bermúdez, J. G. y Zapata, G. (2022b). Monzodiorita de Las Minas. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.4

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022c). Cuarzolatita de Teruel. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.9

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022d). Monzogranito de Altamira. En *Catálogos de las*

unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.12

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022e). Monzogranito de Mocoa. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.1

Baier, J., Audetat, A. y Keppler, H. (2007). The Origin of de Negative Niobium Tantalum Anomaly in Subduction Zone Magmas. *Earth and Planetary Science Letters*, *267*(1-2), 290-300. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.11.032

Bermúdez, J. G., Arango, M. I., Rodríguez, G. y Zapata, G. (2022). Cuarzomonzonita de San Cayetano. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.8

Bogotá, J. y Aluja, J. (1981). Geología de la serranía de San Lucas. *Geología Norandina*, *4*, 49-55.

Briqueu, L., Boagault, H. y Joron J. I. (1984). Quantification of Nb, Ta, Ti and V anomalies in magmas associated with subduction zones: petrogenetic implications. *Earth and Planetary Science Letters*, *68*(2), 297-308. https://doi.org/10.1016/0012-821X(84)90161-4

Bustamante, C., Cardona, A., Saldarriaga, M., García-Casco, A., Valencia, V. y Weber, M. (2009). Metamorfismo de los esquistos verdes y anfibolitas pertenecientes a los Esquistos de Santa Marta (Colombia): ¿Registro de la colisión entre el arco del Caribe y la margen suramericana? *Boletín de Ciencias de la Tierra*, *25*, 7-26.

Cardona, A., Valencia, V., Garzón, A., Montes, C., Ojeda, G., Ruiz, J. y Weber, M. (2010a). Permian to Triassic I to S-type magmatic switch in the northeast Sierra Nevada de Santa Marta and adjacent regions, Colombian Caribbean: tectonic setting and implications within Pangea paleogeography. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 772-783. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.12.005

Cardona, A., Valencia, V., Bustamante, C., García-Casco, A., Ojeda, G., Ruiz, J. y Weber, M. (2010b). Tectonomagmatic setting and provenance of the Santa Marta Schists, northern Colombia: Insights on the growth and approach of Cretaceous Caribbean oceanic terranes to the South American continent. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 784-804. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.08.012

Carvajal, C., Fúquen, J. A., Gómez, L. A. y Núñez, A. (1983). *Cartografía geológica y prospección geoquímica regional plancha 282-Chaparral* [Memoria]. Ingeominas.

Cediel, F., Shaw, R.P. y Cáceres, C. (2003). Tectonic assembly of the Northern Andean Block. En C. Bartolini, R. T. Buffler y J. Blickwede (eds.), *The circum- Gulf of Mexico and the Caribbean - hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics. AAPG Memoir*. American Association of Petroleum Geologists.

Chappell, B. W. y White, A. J. R. (1974). Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, *8*(2), 173-174.

Chappell, B. W. y White, A. J. R. (2001). Two contrasting granite types: 25 years later. *Australian Journal of Earth Sciences*, *48*(4), 489-499. https://doi.org/10.1046/j.1440-0952.2001.00882.x

Colmenares, F., Mesa, A., Roncancio, J., Arciniegas, E., Pedraza, P., Cardona, A., Romero, A., Silva, C., Alvarado, S., Romero, O. y Vargas, A. (2007). *Geología de las planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 y 40 Proyecto "Evolución Geohistórica de la Sierra Nevada de Santa Marta. Ingeominas - Invemar - Ecopetrol - ICP - Geosearch, Ltda. Internal report No. PS 025-06)*. Ingeominas.

Condie, K. y Kröner, A. (2013). The building blocks of continental crust: Evidence for a major change in the tectonic setting of continental growth at the end of the Archean. *Gondwana Research*, 23(2), 394-402. https://doi.org/10.1016/j.gr.2011.09.011

Cordani, U. G., Cardona, A., Jiménez, D. M., Liu, D. y Nutman, A. P. (2005). *Geochronology of Proterozoic basement inliers in the Colombian Andes: Tectonic history of remnants of a fragmented Grenville belt*. Special Publications Vol. 246. Geological Society of London. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.246.01.13

Cossio, U., Rodríguez, G. y Rodríguez, M. (1994). *Mapa geológico de la plancha 283-Purificación, departamento Tolima. Escala 1:100.000. Con memoria explicativa*. Ingeominas.

EL-Sheshtawi, Y. A., Youssef, F., Ammar, F. A., Hassaan, M. M. y Sakr, S.M. (1999). *Petrography and geochemistry of some granites and their metavolcanic country rocks in the Central Eastern Desert, Egypt*. 1st Seminar of nuclear raw material and their technology, Cairo.

Ferreira, P., Núñez, A. y Rodríguez, M. (2001). *Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 323 Neiva*. Ingeominas.

Gansser, A. (1955). Ein Beitrag zur Geologie and Petrographie der Sierra Nervada de Santa Marta (Kolumbien, Sudamerika). *Schweizer Mineralogische und petrographische Mitteilungen*, *35*(2), 209-279.

González, H., Maya, M., Camacho, J., Cardona, O. D. y Vélez, W. (2015). *Elaboración de la cartografía geológica de un conjunto de planchas a escala 1:100.000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional, identificados por el Servicio Geológico Colombiano. Plancha 74-Guaranda*. Servicio Geológico Colombiano.

Ibáñez Mejía, M., Ruiz, J., Valencia, V. A., Cardona, A., Gehrels, G. E. y Mora, A. R. (2011). The Putumayo Orogen of Amazonia and its implications for Rodinia reconstructions: New U–Pb geochronological insights into the Proterozoic tectonic evolution of northwestern South America. *Precambrian Research*, *191*(1-2), 58-77. https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.09.005

Ingeominas y Universidad Nacional de Colombia. (2009). *Proyecto de Investigación: Cartografía e historia geológica de la Alta Guajira, Implicaciones en la búsqueda de recursos minerales. Memoria de las planchas 2, 3, 5 y 6 (Con parte de las Planchas 4, 10 y 10bis). Acuerdo Específico 030/2006*.

Irvine, T. N. y Baragar, W. R. A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, *8*(5), 523-548. https://doi.org/10.1139/e71-055

Kellogg, J. N., Vega, V., Stallings, T. C. y Aiken, C. L. (1995). Tectonic development of Panama, Costa Rica, and the Colombian Andes: constraints from global positioning system geodetic studies and gravity. En *Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America*. Geological Society of America. https://doi.org/10.1130/SPE295

Kroonenberg, S. B. (1982). A Grenvillian granulite belt in the Colombian Andes and its relation to the Guiana Shield. *Geologie en Mijnbouw*, *61*(4), 325-333.

Leal Mejía, H. (2011). *Phanerozoic gold metallogeny in the Colombian Andes: A tectono- magmatic approach* (Tesis de posdoctorado). Universitat de Barcelona, España.

Loucks, R. R. (2014). Distinctive composition of copper-ore-forming arc magmas. *Australian Journal of Earth Sciences*, *61*, 5-16. https://doi.org/10.1080/08120099.2013.865676

Mason, B. (1966). *Principles of Geochemistry*. John Wileys Sons.

Middlemost, E. A. K. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth- Science Reviews*, *37*(3-4), 215-224. https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9

Montes, C., Guzman, G., Bayona, G., Cardona, A., Valencia, V. y Jaramillo, C. (2010). Clockwise rotation of the Santa Marta massif and simultaneous Paleogene to Neogene deformation of the Plato-San Jorge and Cesar-Ranchería basins. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 832-848. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.010

Mora, J. A., Ibánez Mejia, M., Oncken, O., de Freitas, M., Vélez, V., Mesa, A. y Serna, L. (2017). Structure and age of the Lower Magdalena Valley basin basement, northern Colombia: New reflection-seismic and U-Pb-Hf insights into the termination of the central andes against the Caribbean basin. *Journal of South American Earth Sciences*, *74*, 1-26. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.01.001

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

Ordóñez Carmona, O., Pimentel, M. M. y De Moraes, R. (2002). Granulitas de Los Mangos: un fragmento grenviliano en la parte SE de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *26*(99), 169-179.

Ordóñez Carmona, O., Álvarez, J. J. R. y Pimentel, M. M. (2006). Geochronological and isotopical review of pre-Devonian crustal basement of the Colombian Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, *21*(4), 372-382. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2006.07.005

Pearce, J. A., Harris, N. W. y Tindle, A. G. (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

Pearce, J. A. (2008). Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, *100*(1-4), 14-48. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.06.016

Peccerillo, A. y Taylor, T.S. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *58*, 63-81. https://doi.org/10.1007/BF00384745

Piraquive, A. (2017). *Marco estructural, deformaciones y exhumación de los Esquistos de Santa Marta: la acreción e historia de deformación de un terreno caribeño al norte de la Sierra Nevada de Santa Marta* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia.

Quandt, D. (2013). *The magmatic evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta during the Jurassic* (Tesis de maestría). University of Potsdam.

Quandt D., Trumbull R., Altenberger W., Cardona A., Romer R., Bayona G., Ducea M., Valencia V., Vásquez M., Cortes, E. y Guzman G. (2018). The geochemistry and geochronology of Early Jurassic igneous rocks from the Sierra Nevada de Santa Marta, NW Colombia, and tectono-magmatic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, *86*, 216-230. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.06.019

Radelli, L. (1960). El basamento cristalino de la península de La Guajira. *Boletín Geológico*, *8*(1-3), 5-23. https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol8.1-3.1960.346

Radelli, L. (1962). Introducción al estudio de la geología y de la petrografía del macizo de Santa Marta, Magdalena-Colombia. *Geología Colombiana*, (2), 41-115.

Ramos, V. A. (2010). El continente de Gondwana a través del tiempo: Una introducción a la Geología Histórica por Juan L. Benedetto. *Ameghiniana*, *47*(2).

Rodríguez, G. y Fuquen, J. A. (1989). *Geología y prospección geoquímica de la Plancha 302-Aipe (Huila)*. Ingeominas.

Rodríguez, G. y Londoño, A. C. (2002). *Memoria explicativa del Mapa Geológico del Departamento de la Guajira. Geología, Recursos Minerales y Amenazas Potenciales*. Ingeominas.

Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2015a). *Caracterización magmática del Jurásico del Valle Superior del Magdalena y cuenca Putumayo*. Servicio Geológico Colombiano.

Rodríguez, G., Arango, M. I., Bermúdez, J. G. y Zapata, G. (2022a). Cuarzomonzonita de Los Naranjos. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.6

Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022b). Cuarzomonzodiorita del Astillero. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.5

Rodríguez, G., Zapata, G., Arango, M. I. y Bermúdez, J. G. (2022c). Monzogranito de Algeciras. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.10

Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022d). Granito de Garzón. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano https://doi.org/10.32685/9789585313194.11

Rodríguez G., Correa Martínez A. M., Zapata G., Arango M. I., Obando-Erazo G., Zapata-Villada J. P. y Bermúdez J. G. (2019). Diverse Jurassic magmatic arcs of the Colombian Andes: Constraints from petrography, geochronology and geochemistry. En J. Gómez y A. O. Pinilla-Pachón (eds.), *The geology of Colombia* (vol. 2, pp. 101-132). Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/pub.esp.36.2019.04

Rubatto, D. (2002). Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U-Pb ages and metamorphism. *Chemical Geology*, *184*(1-2), 123-138. https://doi.org/10.1016/S0009-2541(01)00355-2

Shand, S. J. (1943). *Eruptive Rocks. Their Genesis, Composition, Classification, and Their Relation to Ore-Deposits with a Chapter on Meteorite*. John Wiley y Sons.

Sláma, J., Košler, J., Condon, D., Crowley, J., Gerdes, A., Hanchar, J., Horstwood, M., Morris, G., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Schoene, B., Tubrett, M. y Whitehouse, M. J. (2008). Plešovice zircon — A new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology, 249*(1-2), 1-35. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2007.11.005

Schoene, B., Samperton, K. M., Eddy, M. P., Keller, G., Adatte, T., Adatte, T., Bowring, S. A., Khadri, S. F. R. y Gertsch, B. (2015). U-Pb geochronology of the Deccan Traps and relation to the end-Cretaceous mass extinction. *Science, 347*(6218), 182-184. https://doi.org/10.1126/science.aaa0118

Stacey, J. S. y Kramers, J. D. (1975). Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage mo-

del. *Earth and Planetary Science Letters, 26*(2), 207-221. https://doi.org/10.1016/0012-821X(75)90088-6

Streckeisen, A. (1974). Classification and nomenclature of plutonic rocks recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of Igneous Rocks. *Geologishe Rundschau*, *63*(2), 773-786. https://doi.org/10.1007/BF01820841

Streckeisen, A. (1978). IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks: Classification and no¬menclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks; recommendation and suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, *134*, 1-14.

Sun, S. S. y McDonough, W. F. (1989). *Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes.* Special Publications vol. 42. Geological Society of London. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19

Taboada, A., Rivera, L. A., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya, J y Rivera, C. (2000). Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation Colombia. *Tectonics*, *19*(5), 787-813. https://doi.org/10.1029/2000TC900004

Tschanz, C. M., Jimeno, A., Cruz, J. (1969a). *Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta Colombia* [Preliminary Report]. Ministerio de Minas y Energía, Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas y Mineras y U.S. Geological Survey.

Tschanz, C. M., Jimeno, A. y Cruz, J. (1969b). *Mapa geológico de reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta*. Ingeominas y U.S. Geological Survey.

Tschanz, C., Marvin, R., Cruz, J., Mehnert, H. y Cebula, E. (1974). Geologic Evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta Northeastern Colombia. *GSA Bulletin*, *85*(2), 273-284. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1974)85<273:GEOTSN>2.0.CO;2

Velandia, F., Núñez, A. y Marquínez, G. (2001). *Mapa geológico departamento del Huila. Escala 1:300 000* [Memoria explicativa]. Ingeominas.

Villagómez. D. (2010). *Thermochronology, geochronology and geochemistry of the Western and Central cordilleras and Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: the tectonic evolution of NW South America* (Tesis de doctorado). Université de Genève.

Wiedenbeck, M., Allé, P., Corfu, F., Griffin, W. L., Meier, M., Oberli, F., von Quadt, A., Roddick, J. C. y Spiegel, W. (1995). Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards Newsletter, 19*(1), 1-23. https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.1995.tb00147.x

Whitney, 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

Zapata, G., Rodríguez, G., Arango, M. I. y Bermúdez, J. G. (2022). Cuarzomonzodiorita de Páez. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.3

Zuluaga, C. y Stowell, H. (2012). Late Cretaceous–Paleocene metamorphic evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta: Implications for Caribbean geodynamic evolution. *Journal of South American Earth Sciences*, *34*, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.10.001

Anexos

Anexo1. Edades U-Pb Batolito de Pueblo Bello por muestras

Muestra GR-6796

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6796_01	52,3	45,2	1,2	0,0738	0,0082	0,313	0,036	0,0305	0,0011	0,1	188,0	8,8	273,0	27,0	930	210
GR_6796_02	41,2	26,3	1,6	0,0496	0,0018	0,1894	0,0079	0,02747	0,00061	0,5	174,7	6,9	177,4	6,3	173	79
GR_6796_03	142,5	148	1,0	0,0546	0,0017	0,2299	0,0086	0,03085	0,00073	0,7	194,8	7,5	210,0	7,1	385	68
GR_6796_04	92,7	91,8	1,0	0,0529	0,0023	0,2017	0,0071	0,0281	0,00063	0,7	177,9	6,9	186,4	6,0	307	95
GR_6796_05	112	61,9	1,8	0,0655	0,008	0,292	0,041	0,03213	0,00073	0,9	200,0	7,7	257,0	30,0	680	220
GR_6796_06	34,5	19,6	1,8	0,0522	0,0035	0,207	0,013	0,02929	0,00082	0,7	185,6	7,6	190,0	11,0	280	140
GR_6796_07	33,2	23,3	1,4	0,0623	0,0053	0,259	0,021	0,03002	0,00075	0,2	187,7	7,5	233,0	17,0	630	180
GR_6796_08	66,4	37	1,8	0,0654	0,0055	0,267	0,025	0,02945	0,0007	0,7	183,5	6,9	239,0	19,0	720	160
GR_6796_09	36,2	16,9	2,1	0,0487	0,0031	0,2	0,012	0,02959	0,00079	0,5	188,2	7,6	185,0	10,0	130	130
GR_6796_10	105,7	86,2	1,2	0,0578	0,0026	0,2388	0,0095	0,02975	0,00043	0,5	187,1	6,3	217,2	7,7	502	95
GR_6796_11	100	86	1,2	0,049	0,0016	0,199	0,0079	0,0297	0,0011	0,6	188,9	8,8	184,2	6,7	144	69
GR_6796_12	165,1	97,8	1,7	0,051	0,0013	0,1998	0,0054	0,02827	0,00073	0,6	179,4	6,9	184,9	4,5	234	56
GR_6796_13	195	155	1,3	0,0547	0,0016	0,2257	0,0078	0,02954	0,00066	0,7	186,5	6,9	206,5	6,4	391	66
GR_6796_14	63	29,1	2,2	0,0513	0,0024	0,229	0,01	0,03229	0,00086	0,5	204,6	7,5	208,8	8,4	243	99
GR_6796_15	43,9	24,1	1,8	0,0528	0,0026	0,2155	0,0096	0,02929	0,00065	0,2	185,4	6,9	198,0	8,1	310	110
GR_6796_16	49,1	34,6	1,4	0,0524	0,004	0,215	0,012	0,0306	0,0011	0,6	193,7	8,8	197,2	9,9	220	110
GR_6796_17	152	114	1,3	0,0537	0,0035	0,228	0,014	0,03078	0,00085	0,0	194,5	7,6	209,0	11,0	320	120
GR_6796_18	142	181	0,8	0,093	0,015	0,42	0,051	0,03366	0,00087	0,1	202,2	9,2	360,0	37,0	1310	260
GR_6796_19	62,1	41,8	1,5	0,0537	0,0037	0,226	0,015	0,0306	0,0011	0,5	193,4	8,8	206,0	13,0	330	140
GR_6796_20	74,6	45,7	1,6	0,051	0,0025	0,21	0,011	0,02969	0,00064	0,5	188,3	6,9	193,6	9,3	230	110
GR_6796_21	49,4	53,7	0,9	0,304	0,043	1,99	0,39	0,0455	0,0037	1,0	197,7	22,1	1070,0	150,0	3320	270
GR_6796_22	44,9	28,5	1,6	0,0747	0,0043	0,305	0,016	0,03008	0,00072	0,5	185,2	7,4	270,0	12,0	1100	120
GR_6796_23	225	187	1,2	0,0545	0,0016	0,234	0,0071	0,03123	0,00072	0,6	197,2	6,9	213,4	5,8	396	68
GR_6796_24	118,3	118	1,0	0,0489	0,002	0,1955	0,0087	0,0292	0,00051	0,5	185,7	6,3	181,1	7,4	145	88
GR_6796_25	142,5	133	1,1	0,0482	0,0014	0,199	0,0057	0,02991	0,00091	0,5	190,4	8,2	184,2	4,8	114	63
GR_6796_26	167,2	125	1,3	0,0525	0,0029	0,21	0,014	0,0294	0,00098	0,7	186,2	8,2	193,0	11,0	280	120
GR_6796_27	161	189	0,9	0,0488	0,0022	0,1947	0,0076	0,02884	0,00095	0,3	183,5	7,6	180,5	6,4	138	95
GR_6796_28	374	806	0,5	0,0552	0,0024	0,2376	0,0086	0,03099	0,00054	0,1	195,5	6,9	216,3	7,1	424	99
GR_6796_29	529	674	0,8	0,0553	0,0019	0,2292	0,0095	0,03052	0,00068	0,6	192,5	6,9	209,3	7,8	414	74
GR_6796_30	395	646	0,6	0,0641	0,0027	0,25	0,011	0,0283	0,00055	0,5	176,7	6,2	226,4	8,5	748	83
GR_6796_31	175,6	208	0,8	0,0516	0,0025	0,204	0,011	0,02902	0,00084	0,3	184,0	7,6	188,4	9,7	250	110
GR_6796_32	428	620	0,7	0,0577	0,0047	0,248	0,018	0,03123	0,00067	0,1	196,4	7,6	229,0	16,0	470	150
GR_6796_33	120,4	86,4	1,4	0,0619	0,0053	0,247	0,024	0,0292	0,0011	0,8	182,8	7,5	223,0	19,0	610	160
GR_6796_34	343	270	1,3	0,0519	0,0017	0,2168	0,0064	0,03079	0,00088	0,5	195,0	8,2	199,1	5,3	272	72
GR_6796_35	171,1	104	1,6	0,094	0,011	0,394	0,053	0,03046	0,00067	0,7	182,9	7,1	333,0	37,0	1420	230

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6796_36	551	458	1,2	0,0543	0,0026	0,233	0,012	0,03098	0,00063	0,7	195,6	6,9	213,0	10,0	363	99
GR_6796_37	127,7	84	1,5	0,0585	0,0029	0,237	0,014	0,02872	0,00078	0,6	180,5	7,5	216,0	11,0	530	100
GR_6796_38	144,1	141	1,0	0,106	0,025	0,55	0,18	0,0333	0,0015	1,0	196,6	12,4	460,0	110,0	1750	400
GR_6796_39	391	330	1,2	0,0498	0,0014	0,2074	0,0066	0,03085	0,00075	0,6	195,9	6,9	191,2	5,6	182	63
GR_6796_40	165	133	1,2	0,0621	0,0038	0,247	0,016	0,02898	0,00092	0,6	181,3	7,5	223,0	13,0	640	130
GR_6796_41	5,9	23,5	0,3	0,646	0,033	10,1	0,43	0,1144	0,0052	0,3	207,8	31,0	2447,0	37,0	4626	74
GR_6796_42	121	39,1	3,1	0,0671	0,005	0,303	0,028	0,0321	0,0013	0,6	199,4	9,9	267,0	22,0	790	150
GR_6796_43	170,3	144	1,2	0,0534	0,0022	0,217	0,01	0,02946	0,00094	0,6	186,3	7,5	198,8	8,5	330	89
GR_6796_44	144	160	0,9	0,0586	0,0042	0,233	0,016	0,02862	0,00071	0,1	179,9	6,9	212,0	13,0	510	140
GR_6796_45	804	1111	0,7	0,0548	0,002	0,2243	0,0057	0,02974	0,0004	0,0	187,8	6,1	205,4	4,7	391	78
GR_6796_46	500	440	1,1	0,1326	0,0034	0,644	0,025	0,0346	0,0011	0,8	197,0	9,1	504,0	16,0	2127	46
GR_6796_47	153	119	1,3	0,0524	0,0025	0,2482	0,0093	0,03432	0,00063	0,1	217,0	7,5	224,9	7,5	280	110
GR_6796_48	123,8	108	1,1	0,0625	0,004	0,252	0,016	0,02916	0,00054	0,6	182,4	6,3	228,0	13,0	650	130
GR_6796_49	87,8	66,2	1,3	0,0533	0,003	0,217	0,013	0,02889	0,00077	0,4	182,8	6,9	199,0	11,0	340	130
GR_6796_50	131,3	93,8	1,4	0,0921	0,0089	0,374	0,038	0,0306	0,0012	0,9	184,1	8,6	320,0	27,0	1400	170
GR_6796_51	98,2	92	1,1	0,0496	0,0028	0,195	0,01	0,02845	0,00077	0,4	180,9	7,6	180,8	8,9	170	110

Muestra GR-6761

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±ss	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6761_01	92,4	95	1,0	0,0629	0,004	0,2500	0,0200	0,0290	0,0009	0,6	181,4	7,5	225,0	16,0	690	130
GR_6761_02	127,2	158,3	0,8	0,0512	0,002	0,1993	0,0069	0,0282	0,0004	0,6	178,7	5,8	184,5	5,8	237	80
GR_6761_03	220,6	216,4	1,0	0,0509	0,001	0,1992	0,0060	0,0283	0,0005	0,7	179,4	5,9	184,3	5,1	230	64
GR_6761_04	143,8	221	0,7	0,0529	0,003	0,2160	0,0170	0,0287	0,0004	0,7	181,9	6,0	198,0	14,0	290	130
GR_6761_05	97,9	140,1	0,7	0,0506	0,002	0,2017	0,0093	0,0287	0,0006	0,4	182,1	6,9	186,4	7,9	212	97
GR_6761_06	97,5	156	0,6	0,051	0,002	0,1999	0,0095	0,0282	0,0006	0,6	179,0	6,2	184,8	8,0	229	94
GR_6761_07	94,7	90,5	1,0	0,0524	0,003	0,2060	0,0130	0,0282	0,0005	0,6	178,3	6,3	190,0	11,0	270	130
GR_6761_10	43,2	40,1	1,1	0,0516	0,005	0,2120	0,0240	0,0284	0,0007	0,7	180,2	7,0	193,0	19,0	240	180
GR_6761_11	118,9	135,4	0,9	0,0551	0,004	0,2160	0,0150	0,0281	0,0005	0,5	177,7	6,1	198,0	12,0	390	130
GR_6761_12	206	252	0,8	0,0558	0,005	0,2170	0,0160	0,0279	0,0007	0,9	176,2	8,2	199,0	12,0	400	150
GR_6761_13	118	105	1,1	0,0541	0,004	0,2080	0,0180	0,0278	0,0007	0,6	175,6	7,0	187,0	11,0	330	140
GR_6761_14	141	71,2	2,0	0,0498	0,002	0,1964	0,0083	0,0283	0,0005	0,6	179,9	6,3	181,9	7,0	180	89
GR_6761_15	82,1	50	1,6	0,0686	0,005	0,2830	0,0230	0,0295	0,0007	0,8	183,0	6,9	252,0	18,0	830	160
GR_6761_16	67,3	49,5	1,4	0,0545	0,004	0,2180	0,0170	0,0284	0,0006	0,8	179,6	6,3	199,0	14,0	360	150
GR_6761_17	177	134	1,3	0,0573	0,003	0,2290	0,0140	0,0286	0,0005	0,8	180,0	6,0	209,0	11,0	442	92
GR_6761_18	120	121,8	1,0	0,0504	0,002	0,2039	0,0093	0,0289	0,0007	0,6	183,6	6,9	189,8	7,4	213	78
GR_6761_19	97,9	68	1,4	0,0512	0,003	0,2030	0,0110	0,0286	0,0005	0,7	181,2	6,3	187,8	9,0	230	110
GR_6761_20	105,6	109,9	1,0	0,0578	0,004	0,2230	0,0140	0,0279	0,0006	0,4	175,3	6,3	204,0	11,0	470	150
GR_6761_21	68,2	22,2	3,1	0,0727	0,001	1,6320	0,0270	0,1612	0,0023	0,6	961,8	31,1	982,0	10,0	1004	31

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±ss	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6761_22	260	214	1,2	0,0506	0,001	0,2260	0,0090	0,0311	0,0006	0,4	197,4	6,9	206,7	7,5	235	58
GR_6761_23	113,6	165,5	0,7	0,0493	0,002	0,1939	0,0078	0,0284	0,0004	0,7	180,4	5,8	179,8	6,6	160	77
GR_6761_24	181	237	0,8	0,0543	0,002	0,2194	0,0092	0,0290	0,0005	0,4	183,4	6,3	201,2	7,7	388	79
GR_6761_25	91	87	1,0	0,0509	0,002	0,2056	0,0085	0,0295	0,0005	0,5	187,2	6,3	189,7	7,1	228	84
GR_6761_26	59,7	61,9	1,0	0,0593	0,006	0,2340	0,0270	0,0285	0,0007	0,8	179,0	7,0	212,0	22,0	550	230
GR_6761_27	75,3	83,5	0,9	0,0707	0,004	0,2820	0,0140	0,0290	0,0006	0,7	179,4	6,2	252,0	11,0	954	88
GR_6761_28	61,8	56,5	1,1	0,0648	0,005	0,2680	0,0280	0,0291	0,0006	0,8	181,3	6,3	232,0	17,0	700	160
GR_6761_29	45,5	40,5	1,1	0,087	0,014	0,3750	0,0720	0,0307	0,0012	0,9	186,0	9,1	314,0	51,0	1270	340
GR_6761_30	79,1	65,9	1,2	0,0578	0,004	0,2290	0,0180	0,0287	0,0006	0,8	180,5	6,2	208,0	14,0	480	130
GR_6761_31	282,9	246,3	1,1	0,0527	0,001	0,2027	0,0065	0,0281	0,0005	0,9	177,9	6,0	187,3	5,5	325	53
GR_6761_32	89,6	71,7	1,2	0,0528	0,003	0,2068	0,0092	0,0288	0,0006	0,4	182,2	6,9	190,7	7,8	310	110
GR_6761_33	159	125	1,3	0,0506	0,002	0,2035	0,0080	0,0291	0,0007	0,5	184,9	7,6	187,9	6,8	217	78
GR_6761_34	222,3	217	1,0	0,051	0,002	0,2021	0,0069	0,0290	0,0005	0,5	183,9	6,2	186,8	5,8	229	84
GR_6761_35	56,3	50,2	1,1	0,0538	0,004	0,2070	0,0170	0,0281	0,0006	0,6	177,4	6,3	190,0	14,0	320	170
GR_6761_36	108,9	153	0,7	0,1134	0,003	0,4640	0,0130	0,0298	0,0004	0,4	174,5	5,8	386,5	9,4	1865	43
GR_6761_37	34,1	13,84	2,5	0,053	0,006	0,2150	0,0240	0,0294	0,0009	0,6	186,2	7,6	196,0	20,0	280	220
GR_6761_38	96,4	125,9	0,8	0,0504	0,002	0,1974	0,0071	0,0286	0,0004	0,3	181,3	6,2	182,8	6,0	204	91
GR_6761_39	78,1	78,7	1,0	0,0495	0,002	0,1947	0,0082	0,0287	0,0006	0,5	182,3	6,3	180,4	7,0	169	84
GR_6761_40	91,3	109,3	0,8	0,0491	0,002	0,1948	0,0092	0,0284	0,0005	0,5	180,3	6,3	180,5	7,8	150	78
GR_6761_41	72,3	55,1	1,3	0,0533	0,003	0,2120	0,0140	0,0292	0,0007	0,8	185,0	6,9	195,0	11,0	310	130
GR_6761_42	63,2	64,3	1,0	0,0502	0,003	0,1920	0,0120	0,0280	0,0005	0,3	178,0	6,2	178,0	10,0	200	140
GR_6761_43	39,2	34,4	1,1	0,0563	0,004	0,2170	0,0150	0,0285	0,0006	0,7	179,9	6,9	199,0	13,0	420	150
GR_6761_44	90,6	125	0,7	0,0547	0,005	0,2180	0,0220	0,0290	0,0006	0,5	183,4	7,0	199,0	17,0	340	170
GR_6761_45	98,2	134,1	0,7	0,0509	0,002	0,1971	0,0083	0,0284	0,0005	0,5	180,3	6,3	184,0	7,4	242	82
GR_6761_46	96,1	95,8	1,0	0,0529	0,003	0,2180	0,0110	0,0301	0,0006	0,8	190,6	6,9	199,9	9,4	300	100
GR_6761_47	96,3	147	0,7	0,0503	0,002	0,1923	0,0079	0,0278	0,0005	0,7	176,4	6,0	178,4	6,7	206	80
GR_6761_48	218	200,5	1,1	0,0496	0,002	0,1970	0,0058	0,0293	0,0006	0,7	186,1	6,3	182,5	4,9	170	68
GR_6761_49	55,3	68,3	0,8	0,0512	0,003	0,1990	0,0100	0,0283	0,0005	0,5	179,2	6,3	183,9	8,8	200	100
GR_6761_50	180,6	183	1,0	0,0506	0,001	0,1995	0,0061	0,0284	0,0006	0,7	180,3	6,3	184,6	5,1	216	61
GR_6761_51	122,9	48,1	2,6	0,0724	0,001	1,3730	0,0420	0,1361	0,0040	0,9	816,9	32,5	880,0	17,0	996	30
GR_6761_52	153	120	1,3	0,0573	0,002	0,2354	0,0046	0,0298	0,0007	0,3	187,2	6,2	214,6	3,8	507	67
GR_6761_53	163	170	1,0	0,057	0,003	0,2500	0,0120	0,0312	0,0004	0,1	196,4	6,3	226,4	9,5	470	100
GR_6761_54	115	140	0,8	0,0492	0,002	0,2071	0,0089	0,0298	0,0005	0,3	189,2	6,3	190,9	7,5	151	83
GR_6761_8	114,7	157	0,7	0,0492	0,002	0,1954	0,0083	0,0287	0,0007	0,5	182,6	6,3	181,0	7,1	155	89
GR_6761_9	176	208	0,8	0,0497	0,002	0,1981	0,0089	0,0287	0,0007	0,5	182,1	6,9	185,0	7,0	160	96

Muestras GOE-1030

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GOE_1030_01	123,5	95,5	0,8	0,0502	0,0018	0,2214	0,0076	0,0320	0,0007	0,1170	203,0	5,6	202,9	6,3	183	80
GOE_1030_02	133,1	83,2	0,6	0,0515	0,0018	0,2078	0,0070	0,0287	0,0005	0,1276	181,7	4,2	191,6	5,9	256	79
GOE_1030_03	84,4	68,6	0,8	0,0495	0,0018	0,2063	0,0080	0,0298	0,0006	0,2648	189,4	4,9	191,5	6,5	171	79
GOE_1030_04	141,0	115,2	0,8	0,0515	0,0014	0,2135	0,0055	0,0302	0,0004	0,3329	191,3	4,1	196,4	4,5	257	59

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GOE_1030_05	228,0	121,0	0,5	0,1610	0,0200	0,8900	0,1500	0,0372	0,0000	0,4855	203,4	28,7	637,0	78,0	2460	230
GOE_1030_06	100,5	64,5	0,6	0,0585	0,0029	0,2420	0,0150	0,0297	0,0006	0,7568	186,6	4,8	219,0	12,0	560	120
GOE_1030_07	163,0	202,0	1,2	0,0520	0,0018	0,2037	0,0073	0,0289	0,0004	0,2863	183,1	4,0	188,1	6,1	274	78
GOE_1030_08	465,8	476,0	1,0	0,0661	0,0042	0,2840	0,0200	0,0307	0,0004	0,2816	190,8	4,3	253,0	15,0	820	130
GOE_1030_09	263,9	269,0	1,0	0,0546	0,0015	0,2336	0,0066	0,0312	0,0006	0,3391	196,8	5,1	213,1	5,4	412	62
GOE_1030_10	442,0	365,0	0,8	0,0770	0,0050	0,2900	0,0220	0,0269	0,0005	0,4640	165,3	4,2	258,0	17,0	1100	130
GOE_1030_11	159,3	133,7	0,8	0,0568	0,0018	0,2390	0,0075	0,0308	0,0007	0,2053	194,0	5,4	217,5	6,2	471	70
GOE_1030_12	0,0	0,0	-0,9	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
GOE_1030_13	138,4	159,1	1,1	0,1880	0,0150	0,9520	0,0950	0,0363	0,0010	0,7904	190,8	7,6	669,0	51,0	2770	120
GOE_1030_14	125,3	124,5	1,0	0,0517	0,0020	0,2035	0,0083	0,0285	0,0005	0,3201	181,0	4,2	187,9	7,0	261	87
GOE_1030_15	403,0	820,0	2,0	0,0696	0,0053	0,2570	0,0160	0,0274	0,0006	0,1000	170,2	4,9	231,0	13,0	850	160
GOE_1030_16	104	124	1,19	0,0530	0,0023	0,2037	0,0097	0,0275	0,0005	0,3228	174,0	4,2	188,0	8,2	354	94
GOE_1030_17	117,0	141,0	1,2	0,1130	0,0110	0,5250	0,0670	0,0338	0,0014	0,7453	197,7	9,2	421,0	42,0	1770	170
GOE_1030_18	38,7	45,2	1,2	0,0485	0,0047	0,1880	0,0170	0,0282	0,0007	0,1000	179,6	5,5	174,0	14,0	120	180
GOE_1030_19	324,0	414,0	1,3	0,0525	0,0016	0,2051	0,0068	0,0282	0,0006	0,5372	178,5	5,0	189,3	5,7	296	72
GOE_1030_20	206,0	283,0	1,4	0,0492	0,0018	0,1859	0,0072	0,0279	0,0009	0,4531	177,7	6,3	172,9	6,2	154	78
GOE_1030_21	339,0	453,0	1,3	0,0522	0,0015	0,2069	0,0058	0,0290	0,0005	0,3130	184,0	4,3	190,9	4,9	285	64
GOE_1030_22	108,0	111,8	1,0	0,0575	0,0025	0,2450	0,0120	0,0304	0,0004	0,1000	191,2	4,2	222,5	9,4	510	110
GOE_1030_23	0,6	0,5	0,9	0,1650	0,0840	1,6000	1,1000	0,0690	0,0140	0,9518	372,9	86,3	950,0	####	2440	890
GOE_1030_24	69,7	53,6	0,8	0,0547	0,0034	0,2300	0,0120	0,0300	0,0006	0,1000	189,3	4,7	209,0	10,0	430	130
GOE_1030_25	216,0	225,0	1,0	0,0517	0,0014	0,1980	0,0060	0,0281	0,0006	0,5870	178,3	4,8	183,4	5,1	264	62
GOE_1030_26	462,0	449,0	1,0	0,0566	0,0021	0,2350	0,0100	0,0298	0,0006	0,3321	187,4	4,8	214,1	8,6	486	78
GOE_1030_27	278,0	437,0	1,6	0,0560	0,0023	0,2140	0,0100	0,0274	0,0006	0,3300	172,9	4,8	197,0	8,6	454	96
GOE_1030_28	0,0	0,0	-0,3	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
GOE_1030_30	168,1	171	1,02	0,0537	0,0027	0,2021	0,0093	0,0275	0,0005	0,0582	173,8	4,2	188,3	8,3	340	110
GOE_1030_31	690,0	1260,0	1,8	0,0507	0,0011	0,2032	0,0071	0,0289	0,0010	0,7552	183,7	6,9	188,8	5,8	220	51
GOE_1030_32	800,0	1095,0	1,4	0,0518	0,0009	0,2087	0,0056	0,0293	0,0004	0,7602	185,6	4,1	192,4	4,7	271	39
GOE_1030_33	330,7	352,0	1,1	0,0507	0,0017	0,1975	0,0070	0,0279	0,0003	0,2426	176,8	3,5	182,9	5,9	223	75
GOE_1030_34	1173,0	2230,0	1,9	0,0671	0,0031	0,2700	0,0120	0,0293	0,0005	0,0221	182,4	4,6	242,2	9,3	820	97
GOE_1030_35	780,0	1930,0	2,5	0,0560	0,0024	0,2097	0,0099	0,0267	0,0005	0,0436	168,6	4,1	193,0	8,2	433	90
GOE_1030_36	646,0	1057,0	1,6	0,0536	0,0011	0,2099	0,0047	0,0284	0,0005	0,4571	179,5	4,3	193,4	4,0	350	45
GOE_1030_37	40,4	37,3	0,9	0,0535	0,0050	0,2100	0,0190	0,0286	0,0007	0,1000	180,6	5,6	193,0	16,0	300	190
GOE_1030_38	281,0	274,0	1,0	0,0544	0,0020	0,2389	0,0090	0,0316	0,0009	0,4236	199,6	6,9	218,6	7,1	387	82
GOE_1030_39	126,6	168	1,33	0,0536	0,0029	0,2010	0,0110	0,0274	0,0006	0,6838	173,5	4,6	185,5	9,6	330	120
GOE_1030_40	189,0	274,0	1,4	0,0486	0,0018	0,1877	0,0086	0,0278	0,0005	0,5392	176,7	4,5	174,5	7,4	129	80
GOE_1030_41	179,0	279,0	1,6	0,0517	0,0018	0,2065	0,0085	0,0291	0,0010	0,6144	184,5	6,9	190,4	7,1	277	83
GOE_1030_42	177,1	301,1	1,7	0,0534	0,0022	0,2046	0,0083	0,0277	0,0003	0,0012	175,2	3,7	188,8	7,0	351	96
GOE_1030_43	308,4	361,0	1,2	0,0505	0,0011	0,2115	0,0058	0,0302	0,0004	0,5231	191,9	4,2	195,6	4,7	213	53
GOE_1030_44	208,0	253,0	1,2	0,0515	0,0023	0,2182	0,0085	0,0305	0,0007	0,0858	193,6	5,6	200,2	7,1	247	94

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GOE_1030_45	344,0	354,0	1,0	0,0524	0,0015	0,2130	0,0081	0,0293	0,0007	0,6094	185,3	5,2	195,9	6,8	295	64
GOE_1030_46	413,3	816,0	2,0	0,0542	0,0020	0,2112	0,0076	0,0282	0,0004	0,4447	178,3	4,0	194,4	6,4	378	86
GOE_1030_47	64,0	161,0	2,5	0,1040	0,0200	1,0000	0,4400	0,0620	0,0130	0,9446	364,4	75,7	590,0	####	1530	290
GOE_1030_48	0,0	0,0	-3,1	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
GOE_1030_49	177,0	306,0	1,7	0,0516	0,0018	0,2010	0,0073	0,0282	0,0006	0,3002	179,1	5,0	185,9	6,1	272	80
GOE_1030_50	249,2	440	1,77	0,0517	0,0016	0,1962	0,0069	0,0276	0,0005	0,3789	175,2	4,5	183,3	6,5	265	67
GOE_1030_51	106,2	137,6	1,3	0,0494	0,0024	0,2100	0,0110	0,0312	0,0006	0,4843	197,9	5,1	193,5	9,5	160	100
GOE_1030_52	321	554	1,73	0,0522	0,0016	0,1971	0,0071	0,0272	0,0004	0,5992	172,5	3,7	182,5	6	286	69
GOE_1030_53	443,0	1030,0	2,3	0,0517	0,0011	0,2362	0,0065	0,0333	0,0006	0,6061	210,6	4,9	215,2	5,4	266	51
GOE_1030_54	175,9	192,9	1,1	0,0542	0,0021	0,2108	0,0087	0,0282	0,0004	0,3337	177,9	3,8	194,0	7,3	381	91
GOE_1030_55	217,8	284,6	1,3	0,0514	0,0011	0,1997	0,0042	0,0285	0,0004	0,3398	180,6	4,0	184,9	3,5	251	50
GOE_1030_56	1130,0	1790,0	1,6	0,0598	0,0013	0,2088	0,0070	0,0257	0,0007	0,7480	161,6	5,2	192,4	5,8	599	46
GOE_1030_57	311,9	247	0,79	0,0546	0,0023	0,2085	0,0089	0,0277	0,0005	0,2196	175,0	4,1	192,1	7,5	378	92
GOE_1030_58	805,0	992,0	1,2	0,0496	0,0014	0,2051	0,0057	0,0299	0,0004	0,2973	189,7	4,1	189,4	4,8	175	63
GOE_1030_59	374,2	385,0	1,0	0,0523	0,0016	0,2096	0,0065	0,0293	0,0004	0,4916	185,5	3,9	193,1	5,4	289	69
GOE_1030_60	281,0	239,0	0,9	0,0500	0,0020	0,2048	0,0093	0,0292	0,0004	0,4124	185,6	4,2	188,9	7,8	188	85
GOE_1030_61	384	428	1,11	0,0522	0,0018	0,1952	0,0057	0,0274	0,0004	0,3151	173,4	3,7	181,0	4,9	281	76
GOE_1030_62	252,4	281,0	1,1	0,0597	0,0024	0,2339	0,0098	0,0286	0,0004	0,5204	179,4	3,9	213,2	8,0	605	87
GOE_1030_63	506,0	976,0	1,9	0,0495	0,0011	0,2085	0,0055	0,0307	0,0006	0,6135	195,0	5,0	192,2	4,6	168	51
GOE_1030_64	234,0	158,8	0,7	0,0489	0,0015	0,1895	0,0058	0,0280	0,0003	0,1849	178,2	3,5	176,1	5,0	141	68
GOE_1030_65	196,0	165,0	0,8	0,0503	0,0021	0,2130	0,0110	0,0306	0,0012	0,5981	194,2	8,2	195,7	8,8	199	89
GOE_1030_66	452	293	0,65	0,0524	0,0017	0,1968	0,0077	0,0272	0,0006	0,4693	172,3	4,9	182,2	6,5	293	71
GOE_1030_67	203,0	118,5	0,6	0,0823	0,0092	0,3490	0,0360	0,0306	0,0006	0,1000	186,2	5,1	301,0	26,0	1100	170
GOE_1030_68	777	685	0,88	0,0517	0,0013	0,1930	0,0051	0,0271	0,0005	0,4008	171,8	4,4	179,1	4,3	277	58
GOE_1030_69	466,0	458,0	1,0	0,0511	0,0015	0,1975	0,0050	0,0280	0,0005	0,4120	177,7	4,2	182,9	4,2	238	64
GOE_1030_70	274,0	312,0	1,1	0,0503	0,0024	0,1965	0,0097	0,0292	0,0009	0,4435	185,4	6,3	181,9	8,2	200	100
GOE_1030_71	317,0	289,0	0,9	0,0485	0,0019	0,1892	0,0075	0,0287	0,0007	0,4062	182,7	5,2	175,8	6,4	127	82
GOE_1030_72	271,4	234,5	0,9	0,0590	0,0026	0,2410	0,0120	0,0293	0,0004	0,6622	184,0	4,1	218,5	9,9	588	96
GOE_1030_73	212,0	170,0	0,8	0,0506	0,0015	0,2098	0,0071	0,0299	0,0004	0,4246	189,8	4,0	193,3	6,0	213	68
GOE_1030_74	316,0	280,0	0,9	0,0505	0,0016	0,1931	0,0058	0,0278	0,0005	0,1149	176,8	4,4	179,2	4,9	226	72
GOE_1030_75	126	106	0,84	0,0530	0,0023	0,1890	0,0100	0,0268	0,0010	0,4633	169,7	6,9	175,7	8,9	310	96
GOE_1030_76	297,0	99,8	0,3	0,0650	0,0011	0,9480	0,0210	0,1058	0,0017	0,7252	645,4	14,3	679,0	10,0	771	37
GOE_1030_77	0,4	0,4	1,0	0,2800	0,2300	5,8000	7,1000	0,1010	0,0780	0,9900	457,1	386,0	1400,0	####	2800	####
GOE_1030_78	155,0	119,0	0,8	0,0572	0,0032	0,2220	0,0130	0,0286	0,0007	0,1894	180,0	5,0	203,0	11,0	470	120
GOE_1030_79	181,9	120,8	0,7	0,0805	0,0044	0,3200	0,0190	0,0291	0,0005	0,7453	177,9	4,1	281,0	14,0	1180	100
GOE_1030_80	332,0	266,1	0,8	0,0527	0,0018	0,2060	0,0077	0,0285	0,0004	0,2144	180,3	3,7	190,0	6,5	303	77
GOE_1030_81	388,0	311,0	0,8	0,0507	0,0014	0,2019	0,0063	0,0292	0,0004	0,5446	185,1	4,1	186,7	5,3	221	61
GOE_1030_82	376,0	378,0	1,0	0,0598	0,0024	0,2570	0,0110	0,0311	0,0003	0,3368	194,9	3,8	232,1	9,1	591	90
GOE_1030_83	208,4	243,0	1,2	0,0690	0,0075	0,2830	0,0350	0,0301	0,0007	0,7065	186,3	5,5	251,0	26,0	850	210

Muestra GR-6837

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6837_01	57,7	37,09	0,6	0,1940	0,0250	0,7520	0,0940	0,0293	0,0011	0,2	152,8	9,9	561,0	56,0	2230	270
GR_6837_02	70,4	35,3	0,5	0,0700	0,0170	0,2610	0,0580	0,0280	0,0011	0,1	173,5	9,5	228,0	45,0	0	420
GR_6837_03	166,4	120,2	0,7	0,0659	0,0069	0,2570	0,0280	0,0275	0,0006	0,3	171,3	6,3	221,0	21,0	560	190
GR_6837_04	166,5	210	1,3	0,0748	0,0078	0,2990	0,0340	0,0291	0,0007	0,5	178,9	7,1	253,0	24,0	830	210
GR_6837_05	188,7	190	1,0	0,0755	0,0068	0,3160	0,0290	0,0298	0,0007	0,3	183,2	7,0	272,0	21,0	920	170
GR_6837_06	106,4	154,2	1,4	0,0620	0,0085	0,2280	0,0330	0,0276	0,0008	0,2	172,6	7,2	208,0	27,0	390	240
GR_6837_07	85,1	112,8	1,3	0,0620	0,0110	0,2180	0,0380	0,0262	0,0007	0,1	164,0	6,7	207,0	31,0	400	280
GR_6837_08	456	670	1,5	0,0522	0,0035	0,1990	0,0140	0,0276	0,0005	0,1	174,8	5,8	182,0	12,0	250	130
GR_6837_09	169,6	142,5	0,8	0,0584	0,0054	0,2380	0,0210	0,0283	0,0007	0,2	177,7	6,4	217,0	18,0	460	170
GR_6837_10	60,6	65,3	1,1	0,0710	0,0120	0,2880	0,0460	0,0301	0,0010	0,0	185,9	8,5	229,0	36,0	390	290
GR_6837_11	288	263	0,9	0,0491	0,0042	0,1890	0,0160	0,0280	0,0006	0,1	178,3	6,2	175,0	14,0	170	150
GR_6837_12	179,6	269	1,5	0,0506	0,0044	0,2000	0,0180	0,0288	0,0006	0,1	183,1	6,3	182,0	15,0	200	160
GR_6837_13	101,6	60,7	0,6	0,0510	0,0086	0,1920	0,0310	0,0279	0,0007	0,0	177,2	7,2	167,0	26,0	140	240
GR_6837_14	197,3	312	1,6	0,0549	0,0048	0,1960	0,0170	0,0267	0,0005	0,1	168,5	5,9	185,0	14,0	340	160
GR_6837_15	87	80,1	0,9	0,0525	0,0084	0,1950	0,0300	0,0266	0,0006	0,1	168,7	6,4	172,0	25,0	200	250
GR_6837_16	115,1	92,8	0,8	0,0534	0,0074	0,2070	0,0270	0,0284	0,0007	0,1	179,8	6,6	190,0	22,0	210	210
GR_6837_17	303,7	522	1,7	0,0481	0,0031	0,2030	0,0130	0,0301	0,0005	0,2	191,6	6,2	186,0	11,0	170	120
GR_6837_18	30,1	11,59	0,4	0,0490	0,0210	0,1370	0,0680	0,0280	0,0013	0,1	178,2	10,5	120,0	67,0	-790	530
GR_6837_19	154,5	97,9	0,6	0,0502	0,0061	0,1950	0,0240	0,0280	0,0006	0,2	177,8	6,4	177,0	20,0	170	190
GR_6837_20	69,3	42,7	0,6	0,0940	0,0120	0,3770	0,0450	0,0292	0,0009	0,0	175,4	7,8	311,0	33,0	1120	250
GR_6837_21	190	159,7	0,8	0,0778	0,0065	0,3070	0,0260	0,0291	0,0006	0,3	178,4	6,4	263,0	20,0	990	160
GR_6837_22	207	140	0,7	0,0537	0,0045	0,2270	0,0190	0,0303	0,0006	0,1	191,6	6,4	206,0	15,0	320	140
GR_6837_23	109,7	101,4	0,9	0,0514	0,0062	0,2270	0,0280	0,0294	0,0008	0,3	186,6	7,1	204,0	22,0	280	200
GR_6837_24	105,8	109,8	1,0	0,1020	0,0110	0,4320	0,0470	0,0296	0,0008	0,4	175,7	7,7	344,0	32,0	1420	210
GR_6837_25	67,7	76,4	1,1	0,0490	0,0100	0,1710	0,0380	0,0264	0,0009	0,1	168,1	7,3	153,0	31,0	-50	290
GR_6837_26	97	81,7	0,8	0,0484	0,0080	0,2160	0,0350	0,0307	0,0008	0,1	195,4	7,9	189,0	27,0	50	240
GR_6837_27	113,9	106,8	0,9	0,0579	0,0066	0,2300	0,0250	0,0288	0,0007	0,1	181,3	6,5	202,0	21,0	340	190
GR_6837_28	90,9	142,3	1,6	0,0860	0,0110	0,3290	0,0390	0,0276	0,0008	0,0	167,4	7,2	284,0	30,0	1030	240
GR_6837_29	143,5	229	1,6	0,0631	0,0058	0,2520	0,0240	0,0287	0,0007	0,2	179,5	6,4	222,0	19,0	610	170
GR_6837_30	75,5	80,9	1,1	0,0460	0,0110	0,1740	0,0420	0,0268	0,0009	0,2	171,5	8,0	169,0	35,0	30	310
GR_6837_31	70,1	64,8	0,9	0,0540	0,0100	0,2020	0,0370	0,0272	0,0008	0,0	171,9	7,3	172,0	32,0	60	290
GR_6837_32	40	37	0,9	0,0810	0,0160	0,3740	0,0740	0,0314	0,0013	0,2	191,7	10,6	294,0	55,0	460	380
GR_6837_33	80,4	58,7	0,7	0,0630	0,0110	0,2460	0,0400	0,0290	0,0009	0,1	181,1	7,9	223,0	31,0	470	260
GR_6837_34	90,2	82,1	0,9	0,0524	0,0094	0,2020	0,0360	0,0274	0,0008	0,2	173,7	7,2	186,0	31,0	150	280
GR_6837_35	292	250	0,9	0,0495	0,0044	0,1960	0,0180	0,0286	0,0006	0,1	181,8	6,3	182,0	15,0	200	150
GR_6837_36	49	44,98	0,9	0,0660	0,0150	0,2660	0,0580	0,0292	0,0010	0,1	181,8	8,8	202,0	48,0	150	360
GR_6837_37	80,5	69,6	0,9	0,0459	0,0090	0,1690	0,0330	0,0277	0,0009	0,1	176,6	7,9	156,0	28,0	0	260
GR_6837_38	93,4	89,3	1,0	0,0516	0,0097	0,2240	0,0420	0,0281	0,0008	0,4	178,1	7,9	172,0	33,0	250	280
GR_6837_39	59,7	43,8	0,7	0,0760	0,0130	0,2780	0,0450	0,0274	0,0009	0,1	168,3	7,9	233,0	34,0	530	280

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6837_40	76	77,6	1,0	0,0455	0,0087	0,1810	0,0330	0,0267	0,0008	0,1	170,4	7,2	164,0	27,0	-90	260
GR_6837_41	54,3	47,1	0,9	0,1920	0,0230	0,9600	0,1400	0,0349	0,0016	0,7	182,4	12,5	577,0	70,0	2100	290
GR_6837_42	60,5	49	0,8	0,0640	0,0140	0,2090	0,0480	0,0275	0,0010	0,2	171,7	8,7	158,0	38,0	-20	320
GR_6837_43	74,6	54,2	0,7	0,0620	0,0100	0,2270	0,0400	0,0285	0,0009	0,2	178,4	7,9	205,0	33,0	320	270
GR_6837_44	46,9	37,7	0,8	0,1010	0,0150	0,4250	0,0620	0,0295	0,0013	0,3	175,5	9,7	357,0	43,0	1220	300
GR_6837_45	102,9	106,1	1,0	0,0509	0,0078	0,1970	0,0290	0,0290	0,0008	0,1	183,7	7,2	179,0	24,0	120	230
GR_6837_46	85,8	110,1	1,3	0,0671	0,0098	0,2460	0,0370	0,0267	0,0007	0,1	166,3	6,6	222,0	30,0	490	260
GR_6837_47	404,4	217,2	0,5	0,0733	0,0016	1,2190	0,0350	0,1224	0,0027	0,7	736,3	26,2	808,0	16,0	1025	44
GR_6837_48	334	124,7	0,4	0,0727	0,0015	1,6040	0,0330	0,1614	0,0018	0,3	962,9	29,0	973,0	13,0	1001	41
GR_6837_49	111,9	173	1,5	0,0563	0,0075	0,2270	0,0290	0,0293	0,0008	0,1	184,4	7,2	189,0	23,0	200	220
GR_6837_50	77,6	64,5	0,8	0,0485	0,0091	0,2320	0,0400	0,0313	0,0009	0,1	199,2	7,9	197,0	34,0	70	280
GR_6837_51	191,9	405	2,1	0,0663	0,0073	0,2770	0,0300	0,0307	0,0008	0,4	191,0	7,7	234,0	23,0	490	190
GR_6837_52	84,2	69	0,8	0,1290	0,0150	0,5780	0,0690	0,0325	0,0011	0,4	186,0	9,2	430,0	45,0	1600	250
GR_6837_53	243	180	0,7	0,0489	0,0041	0,1860	0,0160	0,0293	0,0007	0,2	186,1	7,1	169,0	14,0	100	150
GR_6837_54	128,9	128,2	1,0	0,2820	0,0250	1,8100	0,2300	0,0445	0,0024	0,7	201,0	16,7	942,0	81,0	3140	160
GR_6837_55	150	251	GR-6837	0,0584	0,0064	0,2260	0,0250	0,0272	0,0006	0,0	171,0	6,4	199,0	20,0	470	200

Muestra JGB-513

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
JGB_513_01	56,6	4,2	0,1	0,0691	0,0039	1,553	0,088	0,162	0,003	0,1	971,6	24,7	945,0	36,0	890	120
JGB_513_02	275,0	154,0	0,6	0,0563	0,0037	0,213	0,015	0,027	0,001	0,3	172,4	5,1	195,0	12,0	420	130
JGB_513_03	129,9	89,3	0,7	0,0816	0,0085	0,356	0,039	0,031	0,001	0,4	189,8	6,3	289,0	27,0	940	180
JGB_513_04	105,3	75,6	0,7	0,0510	0,0059	0,212	0,025	0,029	0,001	0,2	186,5	5,6	190,0	20,0	140	190
JGB_513_05	1057,0	795,0	0,8	0,0492	0,0012	0,189	0,005	0,028	0,000	0,4	178,1	4,4	175,8	4,3	151	51
JGB_513_06	76,8	66,7	0,9	0,0607	0,0084	0,244	0,032	0,029	0,001	0,1	184,5	5,6	218,0	26,0	380	240
JGB_513_07	143,4	161,3	1,1	0,0501	0,0052	0,196	0,020	0,028	0,001	0,1	176,6	4,9	182,0	17,0	180	180
JGB_513_08	1184	179,0	0,2	0,0750	0,0008	1,737	0,024	0,168	0,002	0,6	997,0	21,8	1,021,1	8,9	1,069	22
JGB_513_09	1318	647,0	0,5	0,0796	0,0009	1,897	0,033	0,173	0,003	0,8	1,022,0	25,1	1,079,0	12,0	1,183	21
JGB_513_10	98,1	103,4	1,1	0,0488	0,0071	0,185	0,026	0,028	0,001	0,1	178,8	5,3	166,0	23,0	80	230
JGB_513_11	137,7	173,1	1,3	0,0474	0,0052	0,183	0,020	0,027	0,001	0,1	173,5	4,7	167,0	17,0	70	180
JGB_513_12	15	7,4	0,5	0,1060	0,0810	0,520	0,460	0,038	0,003	0,1	224,7	30,9	530,0	140,0	2,200	1,600
JGB_513_13	65,6	54,6	0,8	0,0689	0,0089	0,260	0,033	0,028	0,001	0,2	172,5	5,9	226,0	27,0	590	240
JGB_513_14	343,0	75,2	0,2	0,0546	0,0031	0,219	0,013	0,029	0,001	0,5	180,4	6,9	204,0	11,0	370	110
JGB_513_15	202,0	138,4	0,7	0,0556	0,0043	0,219	0,017	0,028	0,001	0,1	179,5	4,8	199,0	14,0	400	130
JGB_513_16	77,4	26,3	0,3	0,0661	0,0085	0,248	0,031	0,027	0,001	0,2	167,0	5,7	225,0	25,0	690	220
JGB_513_17	41,8	34,0	0,8	0,0620	0,0160	0,274	0,059	0,030	0,001	0,1	189,6	7,8	247,0	49,0	190	380
JGB_513_18	103,5	78,4	0,8	0,0459	0,0065	0,176	0,025	0,027	0,001	0,2	175,6	5,0	166,0	21,0	10	220
JGB_513_19	186,0	306,0	1,6	0,0556	0,0040	0,211	0,015	0,028	0,001	0,0	176,1	4,7	192,0	12,0	340	130

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
JGB_513_20	195,0	47,3	0,2	0,0614	0,0065	0,216	0,023	0,026	0,001	0,5	165,5	8,8	200,0	18,0	560	190
JGB_513_21	58,2	8,0	0,1	0,0700	0,0028	1,605	0,067	0,166	0,003	0,2	990,8	24,5	968,0	26,0	908	84
JGB_513_22	230	60,3	0,3	0,0532	0,0040	0,246	0,021	0,034	0,001	0,6	214,8	9,4	220,0	17,0	290	140
JGB_513_23	109,0	93,0	0,9	0,0693	0,0081	0,276	0,032	0,030	0,001	0,1	183,6	5,7	246,0	26,0	780	200
JGB_513_24	13,9	3,2	0,2	0,1330	0,0650	0,270	0,160	0,026	0,002	0,0	145,4	16,3	400,0	100,0	2,800	1,400
JGB_513_25	48,9	45,5	0,9	0,0870	0,0130	0,358	0,056	0,031	0,001	0,2	188,9	6,7	304,0	42,0	790	290
JGB_513_26	46,5	48,7	1,0	0,0520	0,0130	0,212	0,050	0,029	0,001	0,0	182,2	6,9	195,0	41,0	50	340
JGB_513_27	35,5	12,4	0,3	0,4400	0,0210	2,610	0,110	0,044	0,001	0,2	144,6	9,2	1,302,0	30,0	4,023	72
JGB_513_28	2,048	1,9	0,9	0,8280	0,0630	36,300	2,800	0,340	0,022	0,6	370,3	145,9	3,642,0	77,0	5,040	160
JGB_513_29	143,9	138,7	1,0	0,0527	0,0051	0,200	0,019	0,028	0,000	0,1	176,7	4,7	186,0	16,0	240	170
JGB_513_30	221,3	216,5	1,0	0,0502	0,0037	0,191	0,013	0,027	0,000	0,0	173,7	4,4	178,0	11,0	210	130
JGB_513_31	122,2	190,1	1,6	0,0561	0,0046	0,240	0,020	0,030	0,001	0,2	190,3	5,9	217,0	16,0	390	150
JGB_513_32	114,7	100,8	0,9	0,0618	0,0067	0,232	0,025	0,027	0,001	0,1	170,6	4,9	199,0	19,0	400	190
JGB_513_33	190,9	221,1	1,2	0,0679	0,0039	0,263	0,015	0,028	0,000	0,2	174,1	4,5	240,0	12,0	820	110
JGB_513_34	125,5	120,4	1,0	0,0494	0,0051	0,181	0,019	0,027	0,000	0,1	173,9	4,6	170,0	17,0	90	180
JGB_513_35	90,7	97,9	1,1	0,0506	0,0060	0,198	0,023	0,028	0,001	0,1	180,5	5,2	179,0	19,0	170	200
JGB_513_36	97,7	64,2	0,7	0,0535	0,0057	0,224	0,023	0,030	0,001	0,2	187,4	6,3	200,0	19,0	260	180
JGB_513_37	95,4	75,0	0,8	0,0596	0,0050	0,228	0,019	0,029	0,001	0,0	179,9	5,0	212,0	16,0	460	160
JGB_513_38	280,7	116,1	0,4	0,0670	0,0014	0,955	0,021	0,104	0,001	0,4	632,0	14,3	679,0	11,0	819	43
JGB_513_39	81,5	50,8	0,6	0,0477	0,0060	0,178	0,022	0,028	0,001	0,1	177,0	5,0	163,0	19,0	80	200
JGB_513_40	67,3	40,2	0,6	0,0626	0,0074	0,252	0,029	0,029	0,001	0,2	180,0	5,5	225,0	23,0	560	210
JGB_513_41	75,3	49,0	0,7	0,0569	0,0058	0,245	0,024	0,031	0,001	0,0	192,1	5,6	221,0	20,0	440	180
JGB_513_42	98,6	50,1	0,5	0,0564	0,0049	0,221	0,019	0,029	0,001	0,2	183,6	5,0	206,0	16,0	350	150
JGB_513_43	106,4	80,8	0,8	0,0509	0,0045	0,195	0,017	0,028	0,000	0,1	177,0	4,6	182,0	15,0	250	160
JGB_513_44	116,6	54,1	0,5	0,0554	0,0044	0,219	0,017	0,029	0,001	0,2	181,3	5,0	200,0	14,0	370	140
JGB_513_45	91,5	83,0	0,9	0,0502	0,0073	0,198	0,030	0,030	0,001	0,0	187,5	5,6	185,0	26,0	170	230
JGB_513_46	129,1	89,6	0,7	0,0526	0,0040	0,224	0,018	0,031	0,001	0,1	196,7	5,5	206,0	15,0	300	140
JGB_513_47	172,0	127,0	0,7	0,0548	0,0049	0,216	0,021	0,028	0,001	0,2	177,1	4,8	194,0	18,0	360	170
JGB_513_48	112,3	131,5	1,2	0,0519	0,0048	0,196	0,018	0,027	0,001	0,1	173,9	4,8	180,0	15,0	220	160
JGB_513_49	290,5	543,7	1,9	0,0494	0,0025	0,198	0,010	0,029	0,000	0,1	182,0	4,6	182,9	8,5	164	94
JGB_513_50	-7E-07	0,0	######	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
JGB_513_51	962	75,8	0,1	0,0697	0,0008	1,323	0,024	0,137	0,002	0,8	825,9	19,8	854,0	11,0	923	24
JGB_513_52	153,5	18,0	0,1	0,0532	0,0042	0,235	0,019	0,032	0,001	0,2	203,4	5,7	216,0	15,0	300	140
JGB_513_53	120,0	135,9	1,1	0,0559	0,0049	0,209	0,017	0,028	0,001	0,0	174,2	4,7	188,0	15,0	320	160
JGB_513_54	130,2	157,7	1,2	0,0538	0,0051	0,208	0,019	0,028	0,000	0,1	177,0	4,6	187,0	16,0	240	160
JGB_513_55	0,0044	0,0	0,0	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
JGB_513_56	24,6	10,8	0,4	0,1360	0,0440	0,460	0,130	0,029	0,002	0,0	164,0	14,3	322,0	79,0	20	580
JGB_513_57	753,0	881,0	1,2	0,0638	0,0018	0,235	0,008	0,026	0,001	0,6	162,0	5,1	213,5	6,8	722	64
JGB_513_58	225,0	366,0	1,6	0,0517	0,0035	0,216	0,014	0,030	0,001	0,1	193,2	5,0	199,0	12,0	250	120

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
JGB_513_59	409,0	964,0	2,4	0,0484	0,0020	0,185	0,008	0,027	0,000	0,2	174,0	4,1	172,6	6,6	121	79
JGB_513_60	158,7	169,5	1,1	0,0481	0,0038	0,180	0,014	0,027	0,000	0,0	172,1	4,3	167,0	12,0	120	130
JGB_513_61	203,0	221,1	1,1	0,0519	0,0035	0,196	0,013	0,026	0,000	0,1	167,7	4,3	183,0	11,0	290	120
JGB_513_62	201,9	217,0	1,1	0,0471	0,0035	0,177	0,013	0,027	0,000	0,0	170,1	4,2	167,0	11,0	130	130
JGB_513_63	113,0	58,6	0,5	0,0528	0,0068	0,197	0,026	0,027	0,001	0,2	172,2	5,5	187,0	21,0	290	220
JGB_513_64	539	30,2	0,1	0,0759	0,0011	1,690	0,029	0,161	0,002	0,6	957,6	21,9	1,007,0	10,0	1,090	29
JGB_513_65	112,8	71,0	0,6	0,0495	0,0055	0,196	0,022	0,028	0,001	0,2	180,0	4,9	184,0	18,0	170	180
JGB_513_66	167,9	154,6	0,9	0,0490	0,0037	0,193	0,015	0,028	0,001	0,1	178,9	4,9	179,0	12,0	190	140
JGB_513_67	125,0	112,6	0,9	0,0485	0,0058	0,187	0,023	0,028	0,001	0,1	176,9	4,9	170,0	19,0	40	190
JGB_513_68	124,7	135,6	1,1	0,0840	0,0075	0,344	0,031	0,029	0,001	0,1	177,6	5,4	292,0	23,0	1,070	180
JGB_513_69	283,0	148,2	0,5	0,0555	0,0034	0,213	0,013	0,028	0,001	0,2	176,0	4,7	194,0	11,0	370	120
JGB_513_70	267,0	454,0	1,7	0,0471	0,0030	0,179	0,011	0,028	0,000	0,1	177,9	4,5	169,1	9,9	70	110
JGB_513_71	47,9	72,4	1,5	0,0610	0,0140	0,260	0,054	0,030	0,001	0,1	187,9	8,7	204,0	47,0	60	360
JGB_513_72	496,0	735,0	1,5	0,0514	0,0025	0,189	0,009	0,027	0,001	0,2	172,3	4,6	174,9	7,6	235	92
JGB_513_73	74,0	87,0	1,2	0,0498	0,0089	0,204	0,036	0,030	0,001	0,0	188,4	7,2	183,0	31,0	120	260
JGB_513_74	233,0	199,1	0,9	0,0490	0,0041	0,191	0,016	0,028	0,000	0,1	176,3	4,5	174,0	13,0	130	140
JGB_513_75	314,0	247,5	0,8	0,0515	0,0033	0,195	0,012	0,028	0,000	0,1	175,5	4,3	183,0	11,0	270	120
JGB_513_76	60,2	87,2	1,4	0,0750	0,0100	0,312	0,043	0,030	0,001	0,1	185,8	6,5	276,0	33,0	680	260
JGB_513_77	437,4	924,0	2,1	0,0494	0,0024	0,193	0,009	0,028	0,000	0,1	177,1	4,5	177,4	7,6	180	91
JGB_513_78	261,8	387,4	1,5	0,0495	0,0032	0,194	0,013	0,028	0,001	0,2	178,0	5,0	181,0	11,0	140	120
JGB_513_79	-9E-07	0,0	######	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
JGB_513_80	150,5	179,2	1,2	0,0443	0,0051	0,173	0,019	0,028	0,001	0,0	178,0	4,9	164,0	17,0	0	180
JGB_513_81	130,8	123,7	0,9	0,0497	0,0053	0,203	0,022	0,028	0,001	0,1	180,7	4,9	185,0	18,0	160	180
JGB_513_82	132,4	123,1	0,9	0,0510	0,0050	0,199	0,020	0,028	0,001	0,2	180,7	5,3	186,0	17,0	230	170
JGB_513_83	164,8	144,3	0,9	0,0595	0,0041	0,231	0,016	0,028	0,001	0,2	175,9	4,9	210,0	13,0	500	130
JGB_513_84	180,6	169,6	0,9	0,0521	0,0045	0,196	0,016	0,027	0,001	0,1	174,0	4,9	179,0	14,0	240	150
JGB_513_85	150,8	156,3	1,0	0,0497	0,0044	0,202	0,018	0,030	0,001	0,1	189,8	5,7	184,0	15,0	150	150
JGB_513_86	204	132,3	0,6	0,0528	0,0033	0,239	0,016	0,032	0,001	0,2	204,1	5,2	216,0	13,0	280	120
JGB_513_87	136,6	127,8	0,9	0,0452	0,0041	0,175	0,016	0,028	0,001	0,1	181,4	5,0	162,0	14,0	10	150
JGB_513_88	93,9	76,3	0,8	0,0525	0,0061	0,203	0,024	0,029	0,001	0,1	185,2	6,1	189,0	21,0	190	200

Muestra GR-6792

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/ 235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6792_01	122,8	94,0	0,8	0,0548	0,0067	0,2080	0,0250	0,0271	0,0005	0,1	171,2	5,4	193,0	21,0	350	210
GR_6792_02	0,0	0,0	41,1	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_03	101,1	94,6	0,9	0,0505	0,0081	0,1810	0,0300	0,0268	0,0006	0,1	170,1	5,7	173,0	26,0	50	250
GR_6792_04	178,8	137,7	0,8	0,0620	0,0061	0,2250	0,0210	0,0264	0,0005	0,1	165,3	5,0	202,0	17,0	500	170
GR_6792_05	94,8	63,5	0,7	0,0492	0,0086	0,1980	0,0340	0,0288	0,0008	0,1	183,1	6,6	178,0	28,0	0	260

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/ 235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6792_06	313,0	377,0	1,2	0,0495	0,0031	0,1950	0,0130	0,0281	0,0008	0,3	178,8	6,3	184,0	11,0	210	110
GR_6792_07	172,8	141,0	0,8	0,0704	0,0064	0,2670	0,0240	0,0285	0,0005	0,0	176,6	5,5	237,0	19,0	740	170
GR_6792_08	48,8	29,1	0,6	0,0570	0,0140	0,2370	0,0530	0,0301	0,0010	0,0	189,5	8,2	199,0	45,0	-30	370
GR_6792_09	231,8	159,6	0,7	0,0666	0,0051	0,2420	0,0190	0,0261	0,0005	0,1	162,7	4,8	217,0	15,0	690	140
GR_6792_10	0,0	0,0	1,8	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_11	0,0	0,0	2,4	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_12	90,6	52,7	0,6	0,0604	0,0091	0,2230	0,0330	0,0262	0,0006	0,1	164,3	5,8	198,0	27,0	280	260
GR_6792_13	0,0	0,0	0,3	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_14	0,0	0,0	1,1	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_15	206,6	199,0	1,0	0,0676	0,0049	0,2730	0,0200	0,0292	0,0005	0,3	181,3	5,4	240,0	16,0	810	140
GR_6792_16	0,1	0,0	0,4	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_17	42,4	32,3	0,8	0,0760	0,0170	0,2420	0,0590	0,0268	0,0010	0,1	164,9	8,2	219,0	50,0	140	400
GR_6792_18	49,5	33,8	0,7	0,0580	0,0140	0,2510	0,0570	0,0332	0,0011	0,1	208,5	8,9	240,0	47,0	70	350
GR_6792_19	335,0	539,0	1,6	0,0552	0,0033	0,2210	0,0130	0,0283	0,0005	0,1	178,5	5,1	201,0	11,0	420	120
GR_6792_20	130,3	129,1	1,0	0,0486	0,0066	0,1860	0,0250	0,0275	0,0008	0,1	174,9	6,5	175,0	21,0	160	210
GR_6792_21	143,7	136,5	0,9	0,0492	0,0057	0,1810	0,0210	0,0283	0,0007	0,1	179,9	6,0	179,0	18,0	160	190
GR_6792_22	93,7	69,8	0,7	0,0814	0,0085	0,4150	0,0480	0,0371	0,0014	0,4	226,0	10,0	356,0	34,0	930	210
GR_6792_23	407,7	772,0	1,9	0,0559	0,0031	0,2040	0,0120	0,0266	0,0006	0,3	167,7	5,5	188,0	10,0	420	110
GR_6792_24	211,0	186,0	0,9	0,0510	0,0048	0,1860	0,0180	0,0268	0,0005	0,1	170,2	5,0	171,0	15,0	180	160
GR_6792_25	420,0	629,0	1,5	0,0632	0,0031	0,2170	0,0100	0,0248	0,0004	0,1	155,0	4,2	198,9	8,5	670	100
GR_6792_26	361,0	430,0	1,2	0,0532	0,0034	0,2010	0,0130	0,0271	0,0004	0,1	171,6	4,8	184,0	11,0	330	120
GR_6792_27	158,6	137,4	0,9	0,0927	0,0068	0,3710	0,0280	0,0287	0,0006	0,3	172,5	5,5	322,0	20,0	1360	150
GR_6792_28	97,4	86,2	0,9	0,0592	0,0094	0,2140	0,0340	0,0272	0,0008	0,1	171,0	6,6	189,0	29,0	230	270
GR_6792_29	83,0	75,1	0,9	0,0540	0,0100	0,1940	0,0370	0,0272	0,0007	0,0	172,2	6,1	182,0	32,0	120	290
GR_6792_30	190,2	135,7	0,7	0,0837	0,0071	0,3120	0,0260	0,0271	0,0005	0,1	164,9	5,2	260,0	19,0	1000	170
GR_6792_31	0,0	0,0	0,8	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_32	251,0	134,6	0,5	0,0453	0,0046	0,1700	0,0170	0,0279	0,0005	0,1	178,5	5,2	162,0	15,0	10	160
GR_6792_33	164,3	66,8	0,4	0,0507	0,0059	0,1860	0,0210	0,0266	0,0007	0,1	168,9	6,1	171,0	18,0	150	190
GR_6792_34	0,0	0,0	0,0	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_35	265,0	208,0	0,8	0,0550	0,0041	0,2370	0,0180	0,0305	0,0009	0,3	192,7	7,0	213,0	15,0	360	140
GR_6792_36	183,0	178,8	1,0	0,0456	0,0053	0,1780	0,0200	0,0296	0,0010	0,1	188,7	7,7	166,0	17,0	-20	180
GR_6792_37	157,3	144,3	0,9	0,0437	0,0063	0,1850	0,0240	0,0292	0,0009	0,0	186,9	7,1	168,0	20,0	-70	210
GR_6792_38	93,4	59,2	0,6	0,0580	0,0100	0,2130	0,0350	0,0266	0,0008	0,0	167,2	6,6	190,0	30,0	290	280
GR_6792_39	328,4	370,0	1,1	0,0548	0,0040	0,2050	0,0150	0,0273	0,0006	0,1	172,2	5,5	193,0	13,0	360	140
GR_6792_40	274,8	257,8	0,9	0,0471	0,0042	0,1760	0,0150	0,0271	0,0004	0,0	173,1	4,8	167,0	13,0	140	150
GR_6792_41	0,0	0,1	1,6	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_42	57,7	44,6	0,8	0,0410	0,0160	0,1850	0,0610	0,0273	0,0011	0,1	175,5	8,4	159,0	50,0	-510	430
GR_6792_43	112,7	85,1	0,8	0,0630	0,0085	0,2120	0,0290	0,0259	0,0007	0,1	162,0	6,1	200,0	25,0	450	230
GR_6792_44	120,9	116,6	1,0	0,0853	0,0065	0,5520	0,0510	0,0475	0,0021	0,6	287,0	13,9	455,0	33,0	1140	170

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6792_45	222,3	205,8	0,9	0,0812	0,0046	0,5650	0,0330	0,0494	0,0012	0,3	299,9	9,8	454,0	22,0	1200	110
GR_6792_46	86,2	85,6	1,0	0,0570	0,0140	0,2190	0,0530	0,0296	0,0010	0,1	186,4	8,2	206,0	46,0	50	360
GR_6792_47	167,9	203,0	1,2	0,1280	0,0130	0,5910	0,0700	0,0328	0,0010	0,7	188,0	8,2	434,0	42,0	1710	220
GR_6792_48	123,1	99,8	0,8	0,1520	0,0140	0,6210	0,0520	0,0298	0,0008	0,1	165,4	7,0	481,0	34,0	2090	190
GR_6792_49	519,0	677,0	1,3	0,0548	0,0038	0,1980	0,0130	0,0265	0,0004	0,0	167,3	4,7	181,0	11,0	300	130
GR_6792_50	472,0	384,0	0,8	0,0570	0,0041	0,2170	0,0150	0,0280	0,0005	0,1	176,3	5,2	199,0	12,0	390	130
GR_6792_51	1196,0	2440,0	2,0	0,0561	0,0028	0,2290	0,0120	0,0295	0,0007	0,3	186,1	6,1	209,0	10,0	410	100
GR_6792_52	247,6	186,5	0,8	0,0850	0,0110	0,3290	0,0410	0,0281	0,0007	0,0	170,8	6,1	289,0	31,0	1010	240
GR_6792_53	128,9	73,4	0,6	0,0870	0,0190	0,3720	0,0780	0,0301	0,0011	0,2	182,4	9,1	309,0	58,0	370	440
GR_6792_54	72,3	41,2	0,6	0,1270	0,0460	0,3400	0,1400	0,0298	0,0017	0,1	171,2	15,1	415,0	89,0	-890	930
GR_6792_55	324,0	479,0	1,5	0,0626	0,0091	0,3020	0,0550	0,0327	0,0011	0,1	204,3	9,0	237,0	32,0	460	250
GR_6792_56	226,9	171,4	0,8	0,0616	0,0098	0,2860	0,0430	0,0327	0,0010	0,0	204,5	7,9	235,0	35,0	400	270
GR_6792_57	91,9	77,5	0,8	0,1810	0,0890	0,4200	0,1400	0,0298	0,0018	0,1	158,4	23,2	427,0	86,0	-1300	1500
GR_6792_58	49,4	34,3	0,7	0,1460	0,0990	0,3000	0,1700	0,0317	0,0022	0,1	177,2	27,8	320,0	120,0	-2400	2300
GR_6792_59	202,6	192,2	0,9	0,2250	0,0360	1,1400	0,1800	0,0363	0,0016	0,1	180,2	13,8	617,0	56,0	2170	270
GR_6792_60	0,0	0,1	3,4	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_61	0,0	0,0	-229,3	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6792_62	347,0	313,0	0,9	0,0896	0,0079	0,3020	0,0250	0,0248	0,0006	0,1	149,7	5,1	276,0	20,0	1240	170
GR_6792_63	453,0	541,0	1,2	0,0468	0,0041	0,1660	0,0140	0,0257	0,0005	0,0	164,2	5,0	156,0	13,0	90	150
GR_6792_64	185,0	70,5	0,4	0,0611	0,0088	0,2330	0,0330	0,0284	0,0007	0,1	178,1	6,3	212,0	26,0	430	240
GR_6792_65	183,0	105,0	0,6	0,0494	0,0083	0,2020	0,0340	0,0293	0,0008	0,1	186,1	7,2	186,0	27,0	20	250
GR_6792_66	120,0	53,7	0,4	0,0440	0,0120	0,1760	0,0440	0,0276	0,0008	0,0	176,8	7,5	153,0	39,0	-120	330
GR_6792_67	0,0	0,0	-207,3	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN

Muestra GR-6768

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6768_01	143	99,6	0,7	0,1550	0,0200	0,7600	0,1200	0,0348	0,0014	0,7	192,0	11,2	532,0	63,0	1680	240
GR_6768_02	186,9	304	1,6	0,0505	0,0047	0,1790	0,0170	0,0265	0,0006	0,1	168,6	6,0	164,0	14,0	150	160
GR_6768_03	96,6	57,3	0,6	0,0516	0,0089	0,1800	0,0310	0,0262	0,0006	0,1	166,4	6,4	165,0	27,0	30	260
GR_6768_04	169,3	124,2	0,7	0,0559	0,0056	0,1970	0,0190	0,0263	0,0005	0,1	166,0	5,8	176,0	16,0	300	180
GR_6768_05	179,2	151,2	0,8	0,0459	0,0052	0,1690	0,0190	0,0270	0,0005	0,1	172,3	5,9	161,0	16,0	50	170
GR_6768_06	222,7	230,9	1,0	0,0601	0,0046	0,2160	0,0160	0,0266	0,0004	0,0	167,1	5,5	196,0	13,0	490	140
GR_6768_07	326,8	305,8	0,9	0,0497	0,0035	0,1700	0,0120	0,0252	0,0004	0,1	160,5	5,2	157,0	10,0	160	130
GR_6768_08	210,7	144,7	0,7	0,0496	0,0042	0,1700	0,0140	0,0257	0,0005	0,0	163,7	5,5	160,0	12,0	130	140
GR_6768_09	124,7	86,2	0,7	0,0785	0,0081	0,2920	0,0320	0,0273	0,0006	0,3	167,6	6,2	245,0	24,0	880	200
GR_6768_10	241,4	258,7	1,1	0,0543	0,0043	0,1960	0,0150	0,0262	0,0004	0,1	165,7	5,4	180,0	13,0	360	150
GR_6768_11	185,8	140,7	0,8	0,0573	0,0052	0,2070	0,0180	0,0270	0,0005	0,1	170,0	6,0	191,0	16,0	380	170
GR_6768_12	306,5	204,9	0,7	0,0496	0,0031	0,1770	0,0110	0,0263	0,0004	0,2	167,4	5,3	163,5	9,6	150	110

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6768_13	10,46	6,49	0,6	0,1670	0,0410	0,8600	0,1800	0,0402	0,0032	0,1	217,8	22,7	630,0	100,0	1050	620
GR_6768_14	116,7	84,1	0,7	0,0450	0,0050	0,1570	0,0170	0,0265	0,0006	0,1	169,6	6,2	146,0	15,0	20	170
GR_6768_15	94,3	57,8	0,6	0,1073	0,0092	0,4100	0,0310	0,0292	0,0007	0,1	172,1	6,5	342,0	21,0	1480	160
GR_6768_16	236	158	0,7	0,0524	0,0038	0,1940	0,0140	0,0271	0,0004	0,2	172,0	5,6	179,0	12,0	300	130
GR_6768_17	95,1	77,6	0,8	0,0506	0,0056	0,2060	0,0230	0,0294	0,0006	0,1	186,5	6,5	185,0	20,0	170	190
GR_6768_18	114,7	85	0,7	0,0513	0,0051	0,1750	0,0180	0,0253	0,0005	0,1	160,5	5,7	163,0	16,0	270	170
GR_6768_19	144,9	94,4	0,7	0,0438	0,0041	0,1600	0,0150	0,0268	0,0005	0,1	171,4	5,8	148,0	13,0	-30	150
GR_6768_20	209,7	113	0,5	0,0477	0,0038	0,1710	0,0140	0,0262	0,0004	0,1	167,1	5,4	160,0	12,0	120	140
GR_6768_21	115,1	83,2	0,7	0,0519	0,0043	0,1960	0,0170	0,0275	0,0005	0,1	174,6	5,8	184,0	14,0	300	140
GR_6768_22	115,6	70,1	0,6	0,0466	0,0046	0,1940	0,0190	0,0300	0,0005	0,1	191,0	6,3	177,0	16,0	40	160
GR_6768_23	97,6	56,9	0,6	0,0572	0,0060	0,1910	0,0200	0,0249	0,0005	0,0	156,7	5,6	178,0	17,0	280	190
GR_6768_24	105,6	46,1	0,4	0,0576	0,0061	0,2060	0,0210	0,0259	0,0006	0,2	163,4	5,9	180,0	17,0	320	180
GR_6768_25	124,9	203,6	1,6	0,0464	0,0051	0,1800	0,0200	0,0285	0,0005	0,0	182,0	6,3	163,0	17,0	-20	180
GR_6768_26	360,2	218,7	0,6	0,0475	0,0025	0,1746	0,0092	0,0272	0,0004	0,1	173,2	5,5	164,3	8,0	103	93
GR_6768_27	76,6	24,4	0,3	0,0499	0,0071	0,1890	0,0270	0,0277	0,0007	0,1	175,9	6,5	178,0	23,0	90	220
GR_6768_28	187,9	93,7	0,5	0,0523	0,0040	0,1870	0,0150	0,0260	0,0004	0,2	164,9	5,4	170,0	12,0	240	140
GR_6768_29	239,1	168,2	0,7	0,0553	0,0037	0,2200	0,0160	0,0278	0,0005	0,5	175,6	5,9	200,0	13,0	380	120
GR_6768_30	208,3	127	0,6	0,0508	0,0035	0,2020	0,0140	0,0292	0,0005	0,1	185,5	6,2	186,0	12,0	200	130
GR_6768_31	190,4	114,4	0,6	0,0520	0,0040	0,1940	0,0150	0,0274	0,0005	0,2	173,6	5,8	177,0	13,0	230	140
GR_6768_32	132,1	62,5	0,5	0,0479	0,0056	0,1880	0,0210	0,0270	0,0005	0,1	172,3	6,0	172,0	18,0	210	180
GR_6768_33	207,6	132,5	0,6	0,0709	0,0052	0,2560	0,0190	0,0268	0,0004	0,1	165,6	5,6	227,0	15,0	820	140
GR_6768_34	235,1	160,7	0,7	0,0467	0,0039	0,1680	0,0140	0,0266	0,0005	0,2	170,0	5,7	153,0	12,0	0	140
GR_6768_35	97,7	65,2	0,7	0,0558	0,0069	0,2060	0,0250	0,0282	0,0006	0,0	177,8	6,5	185,0	21,0	230	210
GR_6768_36	174,2	174	1,0	0,0567	0,0046	0,2260	0,0190	0,0291	0,0005	0,2	183,1	6,3	207,0	16,0	400	150
GR_6768_37	152,8	100,7	0,7	0,0570	0,0057	0,1980	0,0200	0,0253	0,0005	0,1	159,3	5,5	182,0	16,0	380	170
GR_6768_38	218,8	177,4	0,8	0,0519	0,0043	0,1890	0,0150	0,0265	0,0005	0,1	167,8	5,6	176,0	13,0	260	150
GR_6768_39	93,5	62,7	0,7	0,0990	0,0130	0,4260	0,0620	0,0294	0,0010	0,4	175,1	8,4	332,0	42,0	1320	270
GR_6768_40	246,5	254,4	1,0	0,0475	0,0040	0,1780	0,0150	0,0268	0,0005	0,1	170,8	5,8	164,0	12,0	90	140
GR_6768_41	233	214	0,9	0,0484	0,0039	0,1730	0,0140	0,0265	0,0005	0,1	168,6	5,7	163,0	11,0	120	130
GR_6768_42	392,5	323	0,8	0,0512	0,0028	0,1890	0,0110	0,0270	0,0004	0,1	171,3	5,4	175,1	9,2	260	100
GR_6768_43	153,2	88,5	0,6	0,0643	0,0062	0,2340	0,0230	0,0263	0,0006	0,3	164,2	6,1	212,0	19,0	600	180
GR_6768_44	244,9	275	1,1	0,0540	0,0043	0,2080	0,0160	0,0282	0,0005	0,1	178,1	6,0	189,0	13,0	320	140
GR_6768_45	249	237	1,0	0,0569	0,0045	0,2200	0,0170	0,0278	0,0005	0,2	175,0	6,0	198,0	14,0	390	150
GR_6768_46	239	182,1	0,8	0,0575	0,0056	0,2100	0,0210	0,0270	0,0005	0,2	169,9	5,9	186,0	17,0	390	170
GR_6768_47	160,7	126,3	0,8	0,0497	0,0071	0,1760	0,0250	0,0255	0,0006	0,1	162,1	6,1	158,0	21,0	50	230
GR_6768_48	677	1132	1,7	0,0553	0,0022	0,1997	0,0082	0,0262	0,0003	0,1	165,4	5,1	183,6	6,9	427	84
GR_6768_49	417	696	1,7	0,0574	0,0035	0,2080	0,0120	0,0262	0,0004	0,1	165,1	5,4	191,0	10,0	480	110
GR_6768_50	224,2	151,3	0,7	0,0450	0,0040	0,1730	0,0150	0,0289	0,0006	0,1	184,9	6,5	159,0	13,0	-70	140
GR_6768_51	180,2	170,3	0,9	0,0532	0,0047	0,1960	0,0170	0,0264	0,0005	0,1	167,3	5,9	180,0	14,0	290	150

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6768_52	211,4	115,9	0,5	0,0545	0,0049	0,2050	0,0190	0,0274	0,0005	0,1	173,2	5,8	183,0	16,0	200	160
GR_6768_53	163	132	0,8	0,0514	0,0044	0,2030	0,0180	0,0298	0,0006	0,2	189,2	6,4	187,0	15,0	230	150
GR_6768_54	330	259	0,8	0,0566	0,0031	0,2180	0,0120	0,0281	0,0004	0,1	177,1	5,7	198,0	10,0	400	110
GR_6768_55	157,5	84,1	0,5	0,0572	0,0051	0,2070	0,0190	0,0266	0,0005	0,2	167,5	5,7	191,0	15,0	390	160
GR_6768_56	134,6	67,7	0,5	0,0554	0,0057	0,2050	0,0200	0,0272	0,0005	0,1	171,9	5,9	185,0	16,0	250	160
GR_6768_57	212	127,3	0,6	0,0515	0,0035	0,1910	0,0130	0,0268	0,0005	0,2	170,3	5,6	174,0	11,0	300	120
GR_6768_58	185	243	1,3	0,0580	0,0042	0,2330	0,0170	0,0289	0,0005	0,2	181,7	6,1	210,0	14,0	470	140
GR_6768_59	133	78,5	0,6	0,0499	0,0044	0,1890	0,0170	0,0273	0,0005	0,0	173,7	6,0	173,0	14,0	160	150
GR_6768_60	345	247	0,7	0,0528	0,0033	0,2100	0,0140	0,0289	0,0005	0,3	182,7	6,1	191,0	12,0	360	110
GR_6768_61	157,1	124,8	0,8	0,0467	0,0037	0,1730	0,0140	0,0270	0,0005	0,2	172,5	5,7	162,0	12,0	130	140
GR_6768_62	124,8	80,3	0,6	0,0902	0,0066	0,3340	0,0260	0,0267	0,0005	0,3	161,3	5,8	288,0	19,0	1250	150

Muestra GR-6765

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6765_01	0,002	0,07	38,9	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6765_03	75,7	63,8	0,8	0,1010	0,0100	0,4150	0,0450	0,0287	0,0009	0,5	170,6	7,0	338,0	32,0	1340	220
GR_6765_04	252	225	0,9	0,0513	0,0037	0,1950	0,0150	0,0269	0,0005	0,3	170,9	5,1	178,0	12,0	280	130
GR_6765_05	140,1	186	1,3	0,0622	0,0050	0,2460	0,0190	0,0291	0,0006	0,1	182,0	5,7	220,0	16,0	550	150
GR_6765_06	55,4	72,5	1,3	0,0633	0,0091	0,2350	0,0330	0,0268	0,0009	0,2	167,6	6,5	207,0	28,0	540	240
GR_6765_07	0,097	0,108	1,1	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6765_08	234	290	1,2	0,0606	0,0050	0,2270	0,0180	0,0266	0,0005	0,1	166,8	5,1	206,0	14,0	530	150
GR_6765_09	6,33	4,85	0,8	0,2800	0,1200	1,0000	0,4300	0,0412	0,0051	0,1	186,7	45,2	850,0	200,0	-100	1700
GR_6765_10	52,4	66,3	1,3	0,1300	0,0210	0,5250	0,0810	0,0290	0,0014	0,1	165,9	9,8	395,0	56,0	1760	340
GR_6765_11	46,3	35,46	0,8	0,0540	0,0110	0,1910	0,0370	0,0251	0,0008	0,1	159,1	6,6	157,0	32,0	10	310
GR_6765_12	273	49,4	0,2	0,1043	0,0029	1,5540	0,0440	0,1093	0,0022	0,4	635,0	19,0	949,0	18,0	1684	51
GR_6765_13	37,81	23,88	0,6	0,0710	0,0120	0,2590	0,0420	0,0274	0,0010	0,1	169,6	7,8	210,0	34,0	470	290
GR_6765_14	100,6	53,8	0,5	0,0748	0,0070	0,2980	0,0270	0,0291	0,0008	0,1	179,0	6,3	270,0	21,0	880	180
GR_6765_15	43,5	32,5	0,7	0,0630	0,0110	0,2430	0,0380	0,0284	0,0009	0,2	177,6	7,2	193,0	31,0	200	270
GR_6765_16	38,5	45,8	1,2	0,0760	0,0130	0,2800	0,0420	0,0291	0,0010	0,0	178,9	7,9	267,0	33,0	660	290
GR_6765_17	80,9	43,1	0,5	0,0815	0,0076	0,3360	0,0280	0,0297	0,0009	0,1	181,0	6,9	293,0	22,0	1010	180
GR_6765_18	71,1	41,6	0,6	0,0488	0,0064	0,2040	0,0250	0,0289	0,0010	0,2	183,8	7,7	183,0	21,0	150	190
GR_6765_19	52,3	39,4	0,8	0,0578	0,0077	0,2160	0,0290	0,0274	0,0007	0,1	172,5	5,9	200,0	24,0	330	220
GR_6765_2	150	75	0,5	0,0463	0,0051	0,1910	0,0210	0,0307	0,0007	0,3	195,9	6,3	183,0	17,0	100	170
GR_6765_20	34,16	25,34	0,7	0,1650	0,0150	0,7080	0,0690	0,0300	0,0010	0,4	163,3	7,5	525,0	42,0	2310	180
GR_6765_21	133	50,7	0,4	0,0664	0,0051	0,2580	0,0200	0,0283	0,0008	0,3	176,4	6,3	228,0	16,0	750	140
GR_6765_22	89,6	52,6	0,6	0,0589	0,0054	0,2080	0,0200	0,0256	0,0006	0,2	160,9	5,4	191,0	16,0	430	170
GR_6765_23	178,3	115,6	0,6	0,0637	0,0036	0,2400	0,0150	0,0268	0,0006	0,5	167,7	5,3	217,0	12,0	640	120
GR_6765_24	51,6	27,5	0,5	0,0790	0,0100	0,3090	0,0380	0,0282	0,0009	0,0	172,7	7,1	281,0	29,0	920	230

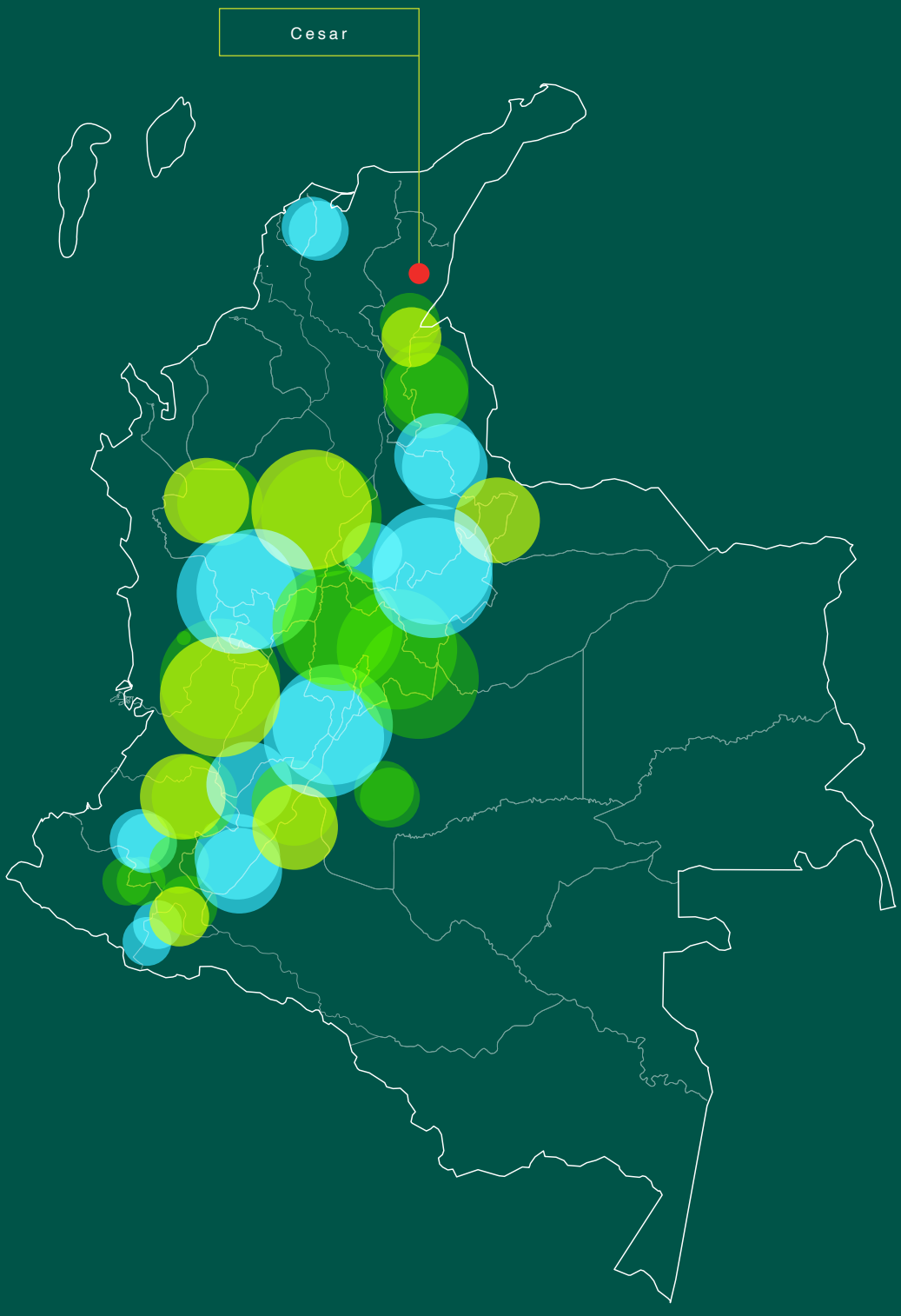
AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2s	207Pb/235U	±2s	206Pb/238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6765_25	91,5	16,82	0,2	0,0758	0,0076	0,2460	0,0250	0,0227	0,0010	0,4	139,6	6,9	231,0	19,0	940	190
GR_6765_26	81,7	59,9	0,7	0,0725	0,0088	0,2880	0,0340	0,0275	0,0007	0,1	169,9	6,1	246,0	26,0	780	220
GR_6765_27	163	132,4	0,8	0,0616	0,0055	0,2280	0,0200	0,0264	0,0006	0,1	165,4	5,5	205,0	16,0	500	160
GR_6765_28	80,7	57,6	0,7	0,0574	0,0067	0,2210	0,0230	0,0271	0,0007	0,1	170,9	5,9	202,0	19,0	430	190
GR_6765_29	21,1	11,99	0,6	0,1270	0,0520	0,3290	0,0870	0,0292	0,0014	0,0	167,7	15,1	234,0	66,0	-10	890
GR_6765_30	64,1	36,7	0,6	0,0910	0,0110	0,3290	0,0380	0,0269	0,0010	0,1	162,3	7,6	283,0	27,0	970	240
GR_6765_31	56,9	52,6	0,9	0,0720	0,0120	0,2940	0,0470	0,0289	0,0010	0,1	178,6	7,8	252,0	37,0	520	290
GR_6765_32	67,6	61,9	0,9	0,0571	0,0087	0,2620	0,0370	0,0335	0,0011	0,2	210,6	8,4	225,0	30,0	280	240
GR_6765_33	45,5	53,8	1,2	0,1110	0,0160	0,4300	0,0610	0,0288	0,0011	0,1	169,1	8,5	350,0	44,0	1240	300
GR_6765_34	49,5	62,2	1,3	0,1710	0,0160	0,7440	0,0690	0,0311	0,0011	0,2	167,8	8,1	554,0	40,0	2410	180
GR_6765_35	110,4	94,1	0,9	0,0791	0,0070	0,3220	0,0280	0,0290	0,0007	0,2	177,6	6,2	277,0	22,0	930	190
GR_6765_36	19,7	13,99	0,7	0,1120	0,0280	0,4300	0,1100	0,0324	0,0018	0,2	189,8	13,1	384,0	80,0	-30	580
GR_6765_37	276	203	0,7	0,0698	0,0069	0,2610	0,0200	0,0281	0,0007	0,1	174,4	6,1	233,0	17,0	690	180
GR_6765_38	69,3	58,8	0,8	0,1390	0,0160	0,5360	0,0600	0,0307	0,0011	0,1	173,4	8,4	425,0	40,0	1910	230
GR_6765_39	58,5	37,1	0,6	0,0673	0,0099	0,2750	0,0390	0,0297	0,0012	0,2	184,6	8,9	243,0	32,0	640	260
GR_6765_40	194	169	0,9	0,0531	0,0059	0,2070	0,0210	0,0289	0,0007	0,1	183,1	6,2	195,0	17,0	260	170
GR_6765_41	359	418	1,2	0,0661	0,0043	0,2630	0,0160	0,0295	0,0007	0,1	183,4	6,0	234,0	12,0	700	120
GR_6765_42	0,058	0,05	0,9	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	########	no value	NAN	no value	NAN
GR_6765_43	33,7	29,34	0,9	0,1050	0,0190	0,4010	0,0670	0,0297	0,0013	0,1	175,8	9,3	347,0	48,0	1260	320
GR_6765_44	38,9	26,3	0,7	0,0730	0,0150	0,3130	0,0620	0,0292	0,0010	0,2	180,2	8,1	232,0	47,0	420	340
GR_6765_45	59,6	47,7	0,8	0,0720	0,0170	0,2730	0,0570	0,0275	0,0010	0,1	170,0	8,2	207,0	38,0	210	340
GR_6765_46	33,8	33,1	1,0	0,1450	0,0520	0,3640	0,0830	0,0301	0,0015	0,1	168,6	15,2	336,0	58,0	-90	620
GR_6765_47	49,5	71,7	1,4	0,1070	0,0240	0,4010	0,0730	0,0262	0,0016	0,4	154,8	11,1	296,0	55,0	760	420
GR_6765_48	55,8	47,2	0,8	0,0620	0,0140	0,2550	0,0510	0,0285	0,0011	0,1	178,4	8,7	251,0	39,0	300	350
GR_6765_49	79	102	1,3	0,0630	0,0100	0,2430	0,0380	0,0291	0,0010	0,1	181,9	7,8	219,0	29,0	350	260
GR_6765_50	96,6	109,8	1,1	0,0581	0,0092	0,2240	0,0330	0,0286	0,0009	0,1	179,9	7,2	209,0	27,0	380	240
GR_6765_51	33	24	0,7	0,0710	0,0180	0,3150	0,0650	0,0316	0,0015	0,1	195,4	11,3	270,0	53,0	320	400
GR_6765_52	221	141	0,6	0,0519	0,0040	0,2290	0,0170	0,0305	0,0008	0,2	193,4	6,4	207,0	14,0	240	140
GR_6765_53	213	150,8	0,7	0,0534	0,0040	0,2040	0,0150	0,0280	0,0008	0,3	177,1	6,3	185,0	13,0	290	140
GR_6765_54	58,2	35,6	0,6	0,1080	0,0170	0,4990	0,0750	0,0332	0,0016	0,1	195,5	11,4	394,0	48,0	1330	300

Muestra GR-6764A

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/ 206Pb	±2s	207Pb/ 235U	±2s	206Pb/ 238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6764_A_01	105,5	70,6	0,7	0,0452	0,0052	0,1770	0,0200	0,0279	0,0007	0,1011	178,6	7,1	166,0	17,0	0	170
GR_6764_A_02	218,8	111,3	0,5	0,0517	0,0033	0,1980	0,0120	0,0278	0,0005	0,0633	176,6	6,4	183,0	10,0	240	120
GR_6764_A_03	287,0	124,4	0,4	0,0470	0,0028	0,1720	0,0100	0,0272	0,0004	0,1821	173,6	6,2	159,6	8,7	60	100
GR_6764_A_04	46,7	20,6	0,4	0,0512	0,0085	0,1970	0,0320	0,0283	0,0009	0,1000	179,6	8,4	173,0	27,0	80	250
GR_6764_A_05	118,2	43,5	0,4	0,0491	0,0045	0,2060	0,0180	0,0295	0,0006	0,0606	187,6	7,0	191,0	15,0	170	150
GR_6764_A_06	32,4	13,9	0,4	0,1520	0,0170	0,6570	0,0740	0,0314	0,0012	0,4105	174,1	10,0	519,0	45,0	2010	240

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/ 206Pb	±2s	207Pb/ 235U	±2s	206Pb/ 238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6764_A_07	68,4	39,9	0,6	0,0529	0,0059	0,2050	0,0230	0,0276	0,0007	0,0393	174,6	7,0	187,0	19,0	220	180
GR_6764_A_08	30,5	8,6	0,3	0,0510	0,0100	0,2110	0,0390	0,0312	0,0011	0,0479	197,8	9,8	191,0	35,0	160	290
GR_6764_A_09	41,2	20,6	0,5	0,0525	0,0094	0,2070	0,0360	0,0281	0,0008	0,1000	177,8	7,8	172,0	31,0	40	270
GR_6764_A_10	67,0	38,6	0,6	0,0659	0,0083	0,2230	0,0280	0,0271	0,0007	0,0031	169,0	7,1	199,0	23,0	520	220
GR_6764_A_11	78,8	42,1	0,5	0,0501	0,0072	0,1780	0,0260	0,0261	0,0007	0,0632	166,1	7,1	161,0	22,0	0	230
GR_6764_A_12	99,4	90,7	0,9	0,0496	0,0059	0,1800	0,0220	0,0265	0,0007	0,0603	168,7	7,1	162,0	19,0	50	200
GR_6764_A_13	64,6	37,8	0,6	0,0860	0,0110	0,3700	0,0480	0,0290	0,0008	0,2032	175,9	7,7	285,0	34,0	910	250
GR_6764_A_14	151,1	146,4	1,0	0,0512	0,0046	0,2000	0,0180	0,0277	0,0006	0,0475	175,8	7,0	180,0	15,0	200	160
GR_6764_A_15	287,8	309,0	1,1	0,0495	0,0026	0,1814	0,0094	0,0266	0,0003	0,1000	169,3	5,9	168,3	8,0	180	100
GR_6764_A_16	37,1	33,8	0,9	0,0480	0,0120	0,1820	0,0440	0,0275	0,0009	0,0089	175,4	8,6	161,0	37,0	-30	320
GR_6764_A_17	163,0	133,0	0,8	0,0493	0,0035	0,1990	0,0140	0,0296	0,0005	0,0350	188,4	7,0	189,0	12,0	190	120
GR_6764_A_18	81,3	63,5	0,8	0,0522	0,0055	0,1950	0,0200	0,0274	0,0005	0,0136	173,4	6,4	182,0	17,0	260	170
GR_6764_A_19	43,1	44,2	1,0	0,0534	0,0067	0,2000	0,0260	0,0269	0,0006	0,1181	170,0	7,1	174,0	21,0	260	200
GR_6764_A_20	44,3	31,5	0,7	0,0517	0,0072	0,1870	0,0260	0,0264	0,0006	0,0454	167,6	7,1	172,0	22,0	130	220
GR_6764_A_21	57,8	66,8	1,2	0,0735	0,0064	0,2820	0,0230	0,0279	0,0006	0,1054	172,1	6,9	245,0	19,0	910	160
GR_6764_A_22	138,9	221,0	1,6	0,0489	0,0033	0,1970	0,0140	0,0294	0,0005	0,1870	187,3	7,0	184,0	11,0	170	120
GR_6764_A_23	84,5	150,9	1,8	0,0508	0,0048	0,1960	0,0180	0,0273	0,0005	0,1000	173,4	6,4	179,0	15,0	170	160
GR_6764_A_24	49,2	35,6	0,7	0,0460	0,0064	0,1810	0,0240	0,0278	0,0007	0,1000	177,7	7,1	169,0	20,0	120	200
GR_6764_A_25	77,9	61,9	0,8	0,0493	0,0064	0,1870	0,0240	0,0274	0,0007	0,0742	174,4	7,1	174,0	21,0	130	210
GR_6764_A_26	198,5	184,3	0,9	0,0512	0,0034	0,1910	0,0130	0,0275	0,0005	0,1217	174,3	6,4	176,0	11,0	230	120
GR_6764_A_27	298,0	74,5	0,3	0,0501	0,0031	0,2010	0,0120	0,0291	0,0004	0,0590	185,0	6,4	183,0	10,0	210	120
GR_6764_A_28	0,0	0,0	0,3	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
GR_6764_A_29	0,0	0,0	1,3	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
GR_6764_A_30	0,0	0,0	0,7	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	######	no value	NAN	no value	NAN
GR_6764_A_31	134,6	27,9	0,2	0,0735	0,0021	1,6220	0,0480	0,1616	0,0023	0,3586	963,2	33,2	980,0	19,0	1044	57
GR_6764_A_32	146,5	22,6	0,2	0,0721	0,0021	1,5860	0,0470	0,1571	0,0018	0,2466	938,8	31,5	966,0	18,0	991	61
GR_6764_A_33	173,6	121,7	0,7	0,0537	0,0038	0,1930	0,0140	0,0255	0,0004	0,1271	161,6	6,0	180,0	12,0	330	130
GR_6764_A_34	115,3	168,0	1,5	0,0635	0,0055	0,2480	0,0210	0,0286	0,0007	0,1605	178,9	7,6	220,0	17,0	520	170
GR_6764_A_35	156,7	76,1	0,5	0,0416	0,0041	0,1560	0,0150	0,0267	0,0005	0,0245	171,3	6,4	145,0	13,0	-100	150
GR_6764_A_36	71,0	45,0	0,6	0,0496	0,0077	0,1800	0,0290	0,0268	0,0007	0,0390	170,3	7,2	159,0	24,0	10	240
GR_6764_A_37	82,6	59,3	0,7	0,0437	0,0085	0,1680	0,0320	0,0273	0,0008	0,0005	175,0	7,9	140,0	28,0	-220	270
GR_6764_A_38	135,1	99,9	0,7	0,0547	0,0064	0,2140	0,0250	0,0278	0,0007	0,2165	175,5	7,7	189,0	21,0	290	200
GR_6764_A_39	373,0	153,2	0,4	0,0525	0,0037	0,1920	0,0140	0,0261	0,0005	0,2799	165,4	6,2	177,0	12,0	290	130
GR_6764_A_40	160,4	192,8	1,2	0,0501	0,0076	0,1730	0,0270	0,0270	0,0008	0,0531	171,7	7,8	158,0	24,0	10	230
GR_6764_A_41	323,0	561,0	1,7	0,0497	0,0053	0,1860	0,0200	0,0273	0,0006	0,1000	173,7	7,0	169,0	17,0	150	180
GR_6764_A_42	500,0	655,0	1,3	0,0499	0,0037	0,1930	0,0150	0,0281	0,0005	0,0764	178,3	6,4	177,0	13,0	170	130
GR_6764_A_43	521,0	565,0	1,1	0,0510	0,0038	0,1900	0,0140	0,0269	0,0004	0,0306	170,9	6,2	175,0	12,0	230	130
GR_6764_A_44	234,4	286,0	1,2	0,0482	0,0059	0,1710	0,0210	0,0270	0,0007	0,1093	172,1	7,1	165,0	19,0	70	190
GR_6764_A_45	61,0	54,0	0,9	0,0480	0,0130	0,1670	0,0450	0,0261	0,0010	0,0487	166,3	8,6	132,0	40,0	-280	360

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/ 206Pb	±2s	207Pb/ 235U	±2s	206Pb/ 238U	±2s	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2s	207Pb/235U Edad (Ma)	±2s	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR_6764_A_46	82,0	71,4	0,9	0,0434	0,0091	0,1610	0,0330	0,0265	0,0009	0,0051	169,8	7,9	145,0	29,0	-80	270
GR_6764_A_47	175,5	135,9	0,8	0,0484	0,0058	0,1800	0,0220	0,0274	0,0007	0,0599	174,2	7,1	166,0	19,0	30	190
GR_6764_A_48	118,8	150,8	1,3	0,0418	0,0063	0,1710	0,0260	0,0274	0,0008	0,2516	175,9	7,8	150,0	22,0	-140	220
GR_6764_A_49	83,7	75,8	0,9	0,0409	0,0077	0,1630	0,0310	0,0274	0,0008	0,0332	176,1	7,8	144,0	26,0	-170	260
GR_6764_A_50	127,6	126,7	1,0	0,0522	0,0075	0,1960	0,0270	0,0269	0,0006	0,1000	170,4	7,1	183,0	22,0	290	220
GR_6764_A_51	423,0	349,0	0,8	0,0501	0,0034	0,1910	0,0130	0,0268	0,0005	0,1316	170,6	6,2	178,0	11,0	220	120
GR_6764_A_52	381,0	317,0	0,8	0,0531	0,0044	0,2100	0,0170	0,0283	0,0005	0,1320	179,4	6,4	192,0	14,0	300	150
GR_6764_A_53	187,7	221,6	1,2	0,0466	0,0060	0,1750	0,0240	0,0283	0,0008	0,2423	180,5	7,7	159,0	21,0	-30	200
GR_6764_A_54	397,4	416,5	1,0	0,0764	0,0022	2,0190	0,0590	0,1902	0,0035	0,4048	1123,3	40,8	1117,0	19,0	1106	55
GR_6764_A_55	671,0	688,0	1,0	0,0806	0,0018	2,1470	0,0510	0,1923	0,0038	0,5474	1129,8	41,8	1161,0	17,0	1197	43
GR_6764_A_56	747,0	######	1,4	0,0475	0,0031	0,1790	0,0120	0,0272	0,0004	0,2054	173,7	6,3	166,0	10,0	80	120
GR_6764_A_57	235,3	370,0	1,6	0,0550	0,0074	0,2030	0,0270	0,0273	0,0008	0,0698	172,5	7,7	179,0	22,0	200	220
GR_6764_A_58	616,0	######	1,8	0,0481	0,0037	0,1880	0,0140	0,0283	0,0006	0,1479	180,3	7,0	174,0	12,0	100	130
GR_6764_A_59	242,5	244,0	1,0	0,0488	0,0056	0,1900	0,0210	0,0283	0,0008	0,0482	179,8	7,7	177,0	18,0	120	190
GR_6764_A_60	309,0	338,0	1,1	0,0743	0,0050	0,3010	0,0220	0,0295	0,0005	0,2627	181,7	6,9	269,0	17,0	900	140
GR_6764_A_61	122,9	103,6	0,8	0,0522	0,0073	0,1900	0,0280	0,0264	0,0008	0,2116	167,6	7,7	173,0	23,0	150	220
GR_6764_A_62	85,1	71,7	0,8	0,0438	0,0081	0,1700	0,0310	0,0271	0,0009	0,0297	173,3	7,8	146,0	27,0	-100	260
GR_6764_A_63	104,6	117,2	1,1	0,0517	0,0070	0,1890	0,0260	0,0273	0,0008	0,1259	172,8	7,7	164,0	22,0	110	220
GR_6764_A_64	91,1	74,2	0,8	0,0477	0,0075	0,1730	0,0270	0,0275	0,0008	0,1000	175,0	7,8	159,0	24,0	50	240
GR_6764_A_65	329,0	360,0	1,1	0,0546	0,0034	0,2040	0,0130	0,0273	0,0004	0,0564	172,8	6,2	188,0	10,0	350	120
GR_6764_A_66	283,0	326,0	1,2	0,0460	0,0043	0,1870	0,0170	0,0293	0,0006	0,1508	186,9	7,0	174,0	14,0	70	140
GR_6764_A_67	164,4	50,4	0,3	0,0735	0,0023	1,6090	0,0610	0,1579	0,0032	0,5534	941,9	34,9	971,0	23,0	1025	63
GR_6764_A_68	343,8	98,9	0,3	0,0711	0,0017	1,5930	0,0400	0,1610	0,0024	0,4166	962,4	33,8	966,0	16,0	945	49
GR_6764_A_69	312,0	251,0	0,8	0,0513	0,0033	0,2230	0,0140	0,0314	0,0005	0,0810	199,3	7,0	204,0	11,0	250	120
GR_6764_A_70	421,0	673,0	1,6	0,0507	0,0035	0,2070	0,0150	0,0289	0,0007	0,1979	183,4	7,0	188,0	13,0	270	120
GR_6764_A_71	630,0	743,0	1,2	0,0528	0,0030	0,2030	0,0110	0,0286	0,0004	0,0662	180,8	6,3	185,1	9,6	270	110
GR_6764_A_72	309,0	288,0	0,9	0,0538	0,0049	0,1930	0,0170	0,0265	0,0005	0,0093	167,9	6,3	178,0	14,0	260	160


Cesar

Batolito de Patillal

Sierra Nevada de Santa Marta
Cesar

Juan Pablo Zapata, Gabriel Rodríguez, Ana María Correa Martínez, Diego Ramírez, Gloria Obando, Jimmy Alejandro Muñoz, Lorena del Pilar Rayo y Cindy Lizeth Ureña

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia / Jurásico

Citación: Zapata, J. P., Rodríguez, G., Correa-Martínez, A. M., Ramírez, D., Obando, G., Muñoz, J. A., Rayo, L. P. y Ureña, C. L. (2023). *Catálogo de unidades estratigráficas de Colombia, Batolito de Patillal.* En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Sierra Nevada de Santa Marta.* Vol. 3. Servicio Geológico Colombiano.

Este catálogo es uno de los resultados del proyecto Magmatismo Jurásico de Colombia, que tiene por objeto mejorar la información geológica básica y el conocimiento acerca de los eventos magmáticos jurásicos en el territorio nacional. Para cumplir con este objetivo, desde el año 2014 el Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha venido realizando este proyecto, desarrollando actividades de compilación de información, control de campo, muestreo para petrografía, química mineral, geoquímica de roca total y geocronología U-Pb en circón, utilizando la información tanto de las muestras recolectadas en el presente estudio como de los estudios anteriores y todos aquellos datos que tiene el SGC y que otros investigadores han publicado. Toda esta información se incorpora para realizar una integración e interpretación que permita mejorar la información existente y dar un salto importante en el conocimiento geológico básico, herramienta que es fundamental para la exploración de minerales y el entendimiento de la evolución geológica de los Andes del norte de Suramérica.

En este catálogo se presenta cartografía geológica, análisis de 34 secciones delgadas, 17 muestras de litogeoquímica y 12 muestras de geocronológia U-Pb LA ICPMS recolectadas en campañas de campo en el área de influencia del Batolito de Patillal, localizado en el costado suroriental de la sierra nevada de Santa Marta (SNSM), aflorando desde el río Badillo, al sur, hasta la Falla de Oca, al norte. Esta nueva información, junto con trabajos previos, permite aportar nuevos datos de la edad de cristalización del intrusivo, el tiempo de actividad magmática (pulsos) y las variaciones composicionales de las rocas que lo conforman sobre la base de la caracterización petrográfica y los datos geoquímicos.

1. Proveniencia del nombre, distribución geográfica y reseña histórica

El nombre de Batolito de Patillal fue tomado del municipio de Patillal (Cesar), ubicado a 40 km al norte de la capital del departamento, Valledupar.

Tschanz *et al.* (1969a) definen el Batolito de Pueblo Bello y el Batolito de Patillal como un único cuerpo de acuerdo a sus características petrográficas y relaciones de campo, conformado por tres facies: facies cuarzo monzonita, facies granito y facies granito granofírico.

El Batolito de Patillal se extiende como un cinturón discontinuo con orientación SW-NE, más o menos paralelo al valle de los ríos Cesar y Ranchería, en el sector oriental (figura 1), aflorando desde el río Badillo, al sur, hasta la Falla de Oca, al norte. Es limitado al este por calizas y rocas volcánicas, y al oeste por el Batolito de Atánquez, el Batolito Central y la Formación Corual (Tschanz *et al.*, 1969a; Colmenares *et al.*, 2007), ocupando un área aproximada de 1600 km^2.

2. Descripción geológica

2.1. Marco geológico

La SNSM está localizada al noroeste de Suramérica, en la zona meridional del Caribe y el norte de Colombia, es un macizo de forma triangular, que tiene un área de 13 700 km^2 y picos que alcanzan alturas hasta de 5900 m s. n. m., siendo el macizo más alto en el mundo en las proximidades de la línea costera. Se encuentra limitado por la Falla Santa Marta-Bucaramanga en su lado suroccidental, por la Falla Oca del lado norte, y por sedimentos clásticos cretáceos a paleocenos de la cuenca Cesar-Ranchería en el lado nororiental (Cardona *et al.*, 2010a).

La sierra nevada es el resultado de la interacción entre las placas del Pacífico, del Caribe y de Suramérica, que se inició desde comienzos del Mesozoico (Kellogg y Vega, 1995; Taboada *et al.*, 2000; Cardona *et al.*, 2010a; Montes *et al.*, 2010). Esta ha sido considerada como parte de los bloques del Proterozoico asociados a la cordille-

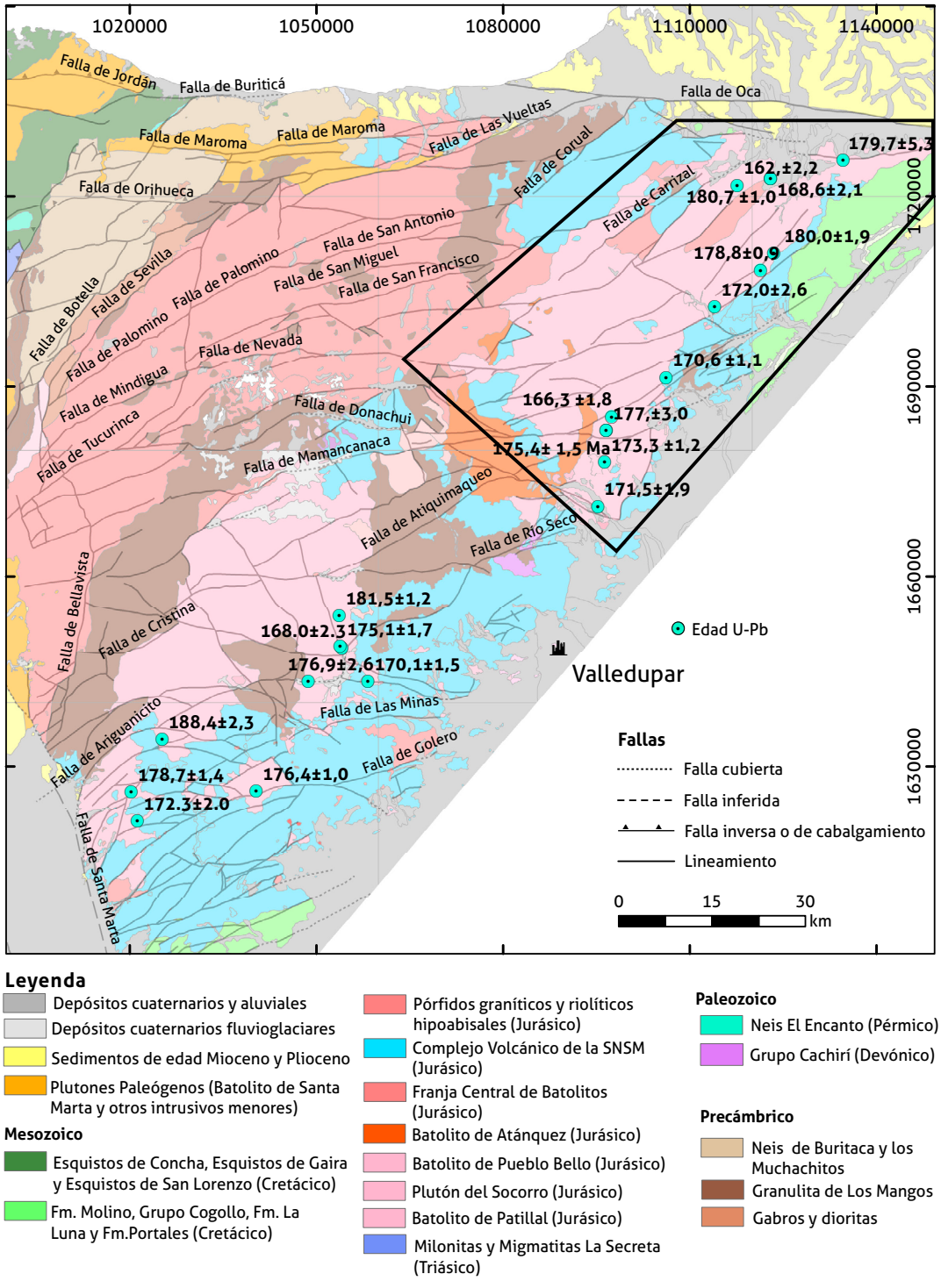


Figura 1. Mapa geológico de la Franja Suroriental de Batolitos – Batolito de Patillal
Fuente: Modificado de Tschanz *et al.* (1969b), Colmenares *et al.* (2007) y autores.

ra Oriental de Colombia, junto con el macizo de Garzón y el macizo de Santander (Kroonenberg, 1982; Cediel *et al.*, 2003; Cordani *et al.*, 2005; Ordóñez Carmona *et al.*, 2002; Ramos, 2010) y hace parte de los afloramientos de rocas del Proterozoico en Colombia junto con los de San Lucas y La Guajira (Kroonenberg, 1982).

La SNSM tiene un basamento metamórfico de edad neo-proterozoica (Tschanz *et al.*, 1969a; Tschanz *et al.*,

1974; Ordóñez Carmona *et al.*, 2002; Ibáñez Mejía *et al.*, 2011; Piraquive, 2017), representado por unidades como la Granulita de Los Mangos y el Neis de Buritaca, las cuales están constituidas por neises, neises anortosíticos, anfibolitas, granitoides de anatexia y migmatitas en facies granulita a anfibolita, sobre las cuales reposan discordantes rocas sedimentarias paleozoicas (Tschantz *et al.*, 1969a).

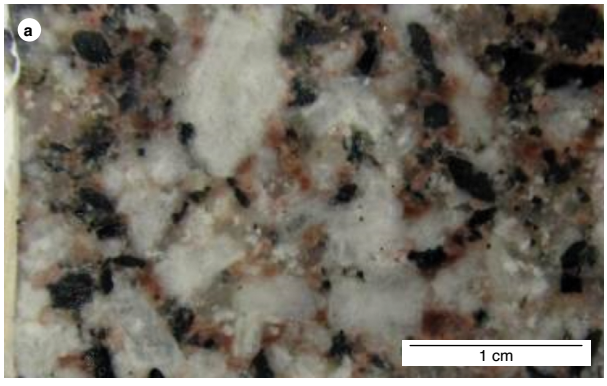
Se presentan cuerpos de gabro y granitoides deformados miloníticos pérmicos que fueron nombrados como granitoides miloníticos (Cardona *et al.*, 2010b), u Ortoneis de El Encanto (Piraquive, 2017), localizados en el límite entre el basamento precámbrico y rocas metamórficas del Jurásico Superior (Neis de Los Muchachitos y Esquistos de San Lorenzo; Tschantz *et al.*, 1969a, 1974; Piraquive, 2017).

Afloran en la zona central y occidental de la sierra nevada batolitos jurásicos de composición tonalítica, granodiorítica a monzogranítica, entre los que se localizan el Batolito de Patillal (objeto de este estudio), el Batolito de Pueblo Bello, el Batolito de Atánquez y la Franja Central de Batolitos, cuerpos menores de pórfidos dacíticos y riolíticos que intruyen las unidades precámbricas y paleozoicas, que son finalmente suprayacidas por rocas volcánicas y piroclásticas del Jurásico Inferior a Medio.

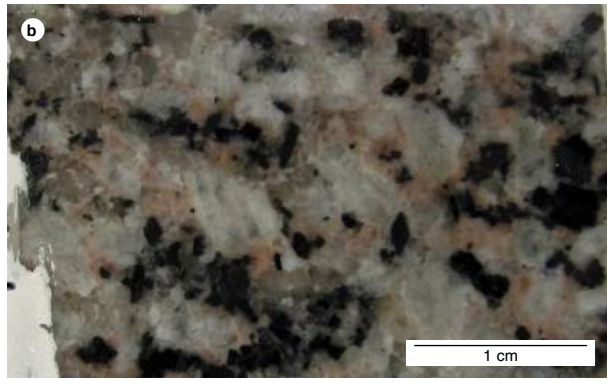
Al este del cinturón jurásico, la sierra nevada está conformada por cinturones metamórficos del Cretácico Superior al Paleógeno: una faja costera que consiste de esquistos verdes y filitas y un cinturón interior que comprende esquistos micáceos, esquistos cuarzosericíticos, cuarcitas, esquistos cuarzo-grafitosos y anfibolitas (Tschanz *et al.*, 1969a, 1974; Bustamante *et al.*, 2009; Zuluaga y Stowell, 2012; Mora-Bohórquez *et al.*, 2017). Ambas fajas metamórficas están separadas por el Batolito de Santa Marta, que data del Eoceno (58-44 Ma, edad basada en K-Ar, Tschanz *et al.*, 1974).

2.2. Características macroscópicas

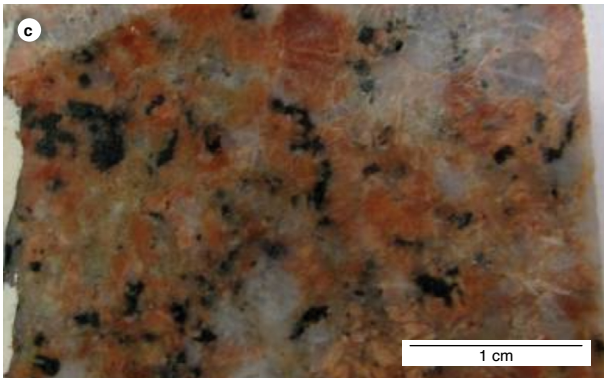
El Batolito de Patillal está constituido principalmente por rocas de composición monzogranítica a sienogranítica y subordinadas pueden aparecer localmente cuarzomonzonitas, granodioritas y granitos de feldespato



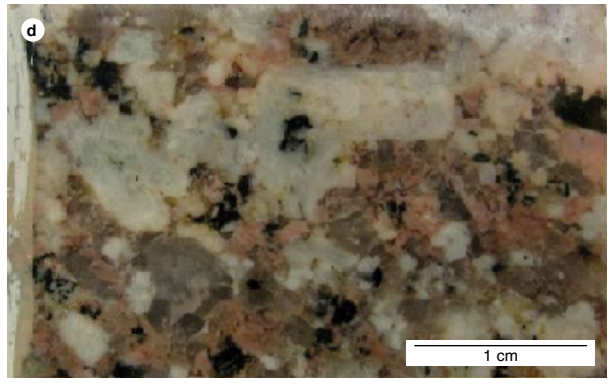
IGM 901432



IGM 901434



IGM 901443



IGM 901446

Figura 2. Aspecto macroscópico del Batolito de Patillal (muestras IGM-901432, IGM-434, IGM-901443, IGM-901446)

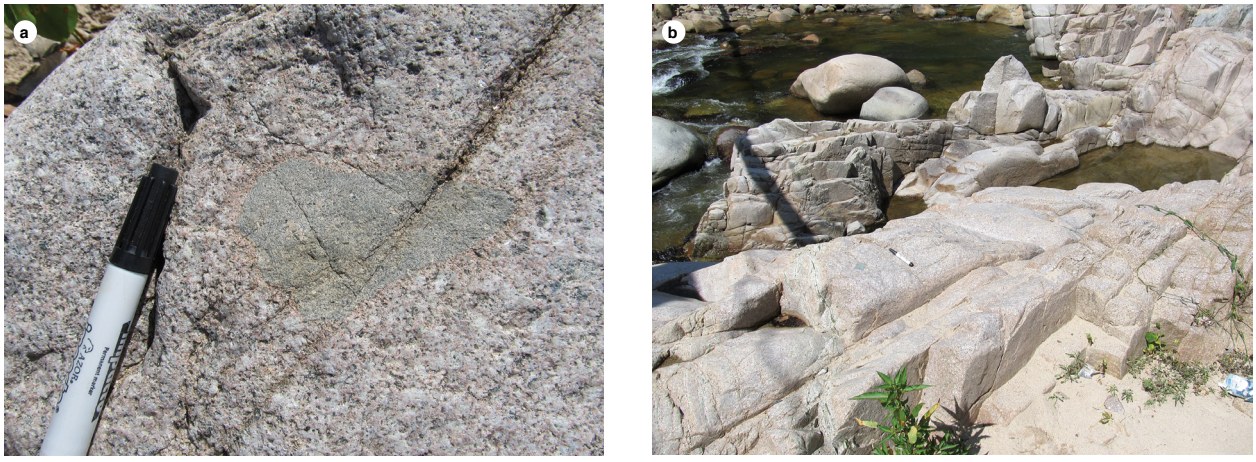


Figura 3. Aspecto macro del Batolito de Patillal con enclaves de microdioritas

alcalino; las rocas son de color blanco moteado de rosado a rosado moteado de blanco, faneríticas de grano medio a medio-grueso (figura 2). Estas rocas contienen feldespato de potasio generalmente de color rosado, plagioclasa de color blanco lechoso, cuarzo, biotita y hornblenda subordinada. La biotita forma nidos de hasta 5 mm de diámetro; el feldespato potásico y la plagioclasa se encuentran en porcentajes similares, aunque generalmente el feldespato potásico es más abundante que la plagioclasa.

El Batolito de Patillal presenta meteorización profunda, con desarrollo de un saprolito areno-arcilloso de color blanco crema ligeramente moteado de pardo. Las rocas de ambos plutones tienen frecuentes enclaves de microdioritas y andesitas (figura 3), y diques de andesitas, cuarzolatitas, dacitas, riolitas, granitos aplíticos e intrusiones de stocks subvolcánicos de riolitas porfídicas.

Tschanz *et al.* (1969a) subdividen los batolitos de Patillal y Pueblo Bello en tres facies ígneas, las cuales fueron descritas por Colmenares *et al.* (2007) así:

> Facies Cuarzo Monzonita. Corresponde a rocas ígneas intrusivas de color rosado, de textura holocristalina, hipidiomórfica, grano medio a grueso, color gris claro, generalmente rosado; QAP ((15-30 %) (30-40 %) (30-45 %) e índice de color (10-15 %). Los minerales máficos corresponden a biotita y anfíbol, el cuarzo generalmente se presenta en cristales anhedrales, la plagioclasa en cristales euhedrales y el anfíbol en cristales euhedrales a subhedrales. Las rocas fueron clasificadas como cuarzo monzonitas, monzogranitos y algunos granitos; en los que se reconocen enclaves máficos redondeados, subredondeados y elongados de 1 a 30 cm. También es común la presencia de diques félsicos y máficos. Los primeros presentan textura fanerítica de grano fino a medio, con espesores de hasta 50 cm, geometría tabular, contactos netos e irregulares. Estos fueron clasificados como leucosienogranitos, y ocasionalmente riodacitas. Los diques máficos presentan textura afanítica.
>
> Facies Granito. Rocas ígneas intrusivas de textura holocristalina hipidiomórfica, color rosado, grano fino a medio, cristales anhedrales y subhedrales, QAP ((20-30)-(55)-(15-25)) e índice de color (5 -15). Se caracterizan por el alto contenido de feldespato potásico y por la presencia de varios diques basálticos de espesor métrico. Estos diques presentan contactos netos, grano fino hacia los bordes y color verde oscuro. También se reconocen diques porfiríticos andesíticos, riolíticos y algunos félsicos rosados de hasta 60 cm de espesor. Las rocas de esta facies fueron clasificadas como leucosienogranitos, leucomonzogranitos y granitos.
>
> Facies Granito Granofírico. Esta facies corresponde a rocas plutónicas, de textura fanerítica, heterogranular, grano fino y medio, color gris y rosado, compuestas por QAP (30-30-40), en las que es posible diferenciar minerales máficos como anfíbol y biotita. Presentan enclaves máficos, angulares y elongados de 2-12 cm, con abundante anfíbol, formando contactos netos. En la roca caja se genera una aureola de plagioclasas teñidas de rosado alrededor de los enclaves. Localmente se reconocen diques félsicos (color rosado) de 6 cm de espesor con textura fanerítica, QAP (15-45-40), de composición traquítica y latítica (Colmenares *et al.*, 2007, pp. 149-153).

Al analizar la clasificación petrográfica y la distribución espacial de las rocas de los batolitos de Pueblo Bello y Patillal, la subdivisión cartográfica en facies no se justifica, debido a que no se presentan zonas con predominio de una facies u otra.

2.3. Características microscópicas

Para el estudio petrográfico del Batolito de Patillal se analizaron 34 secciones delgadas (tabla 1) correspondiente a muestras de Geoestudios (2007) y muestras recolectadas durante campañas de campo entre los años 2015 al 2018 en las estribaciones nororientales de la SNSM. El conteo modal se hizo basado en una escala de 150 a 300 puntos y su clasificación fue hecha sobre la base de los diagramas de Streckeisen QAPF para rocas plutónicas y rocas volcánicas (para rocas de dique).

2.3.1. Monzogranitos, sienogranitos, granodioritas y cuarzomonzonitas

El Batolito de Patillal está constituido principalmente por monzogranitos y sienogranitos que pueden variar a granodioritas, cuarzomonzonitas y granitos de feldespato alcalino (figura 4). Hacia los bordes de los dos plutones pueden aparecer tonalitas y cuarzodioritas. Las rocas predominantes son faneríticas de grano medio a grueso, con textura granular e inequigranular, localmente, bimodal. Los monzogranitos, sienogranitos, granodioritas y cuarzomonzonitas están constituidos por cuarzo (16,1-41,8 %), plagioclasas de tipo oligoclasa-andesina An13 - An36 (6,2-52,2 %), feldespato potásico (17,5-66,3 %), biotita (que puede alcanzar el 8 %) y hornblenda, que puede estar ausente o alcanzar hasta un 9,6 % del volumen total de la roca (figura 5). Como

Tabla 1. Composición modal de rocas del Batolito de Patillal

N. Campo	INM/IGM	Oeste (m)	Norte (m)	Qz	Pl	Fsp	Px	Hb	Bi	Op	Ap	Zr	Ttn	Ep	Otros	Clasificación
GZ-6875	901452	1134953	1725309	11,1	36,5	41,3		Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	11,1		Cuarzomonzonita
	1117	1125272	1714255	10,3	40,2	29,8		11,3	8,2				0,1		0,1	Cuarzomonzonita
	806	1087506	1692198	30,2	6,2	60,4			2,3	0,7			0,2			Granito de feldespato alcalino
	320	1094432	1678989	26,2	43,3	22,5		1,5	4,3	2,2		0	Tr			Granodiorita
	1050	1112668	1715438	21,6	43,9	20,7		5,3	8,1	0,1			Tr		0,3	Granodiorita
GZ-6879	901453	1113995	1702571	35	32,5	0		9,1	18,2	5,2	Tr	Tr	Tr	Tr		Leuco-tonalita
GR-6827A	901443	1096593	1683082	41,8	26,2	29,5		Tr	1,7	0,8	Tr	Tr	Tr	Tr		Monzogranito
GR-6825	901442	1097461	1685219	30,1	32,1	35,4		Tr	1,8	0,6	Tr	Tr	Tr	Tr		Monzogranito
GR-6830	901446	1096324	1678133	32,2	33,1	32,6		Tr	2,1	0	Tr	Tr	Tr	Tr		Monzogranito
MIA-709	901505	1121918	1709209	19	44	29		2	6	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr		Monzogranito
	1110	1103774	1717818	22,4	33,2	38,8		2,1	3,2	0,2			0,1		Tr	Monzogranito
	1009	1091523	1673531	28,3	29,1	34,6		2,3	3,2	1,8		Tr	0,7			Monzogranito
MIA-708	901504	1121394	1708340	23	42	25		3	7	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr		Monzogranito
	611	1123900	1714956	26,9	27,8	35,5		3,6	4,1	1,4		Tr	0,7			Monzogranito
GR-6816A	901432	1122967	1722833	30,2	35,5	27,9		4,7	1,7	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr		Monzogranito
GR-6817	901434	1117592	1721758	18,6	38,6	23,6		8,6	7,1	2,1	1,4	Tr	Tr	Tr		Monzogranito
	1026	1120154	1722956	16,1	37,5	26,3		11,9	7,8	0,2			0,1		0,1	Monzogranito
	571-1	1,094,108	1,698,331	27,8	15,1	55,9			1,2	Tr		Tr	Tr			Monzogranito
	571-2	1,094,108	1,698,331	24,4	12	59,9			2,3	1,4						Monzogranito
	1228	1086785	1700492	23,6	45,4	27,4			3,1	Tr					0,5	Monzogranito
	572	1093558	1693705	26,1	27,6	40,2			4,5	0,9	0,2	Tr	0,5			Monzogranito
	1227	1087999	1704791	29,1	38,3	25,5			5,1	1,8		Tr	0,2			Monzogranito
GR-6818	901435	1115619	1719259	28,9	33,6	28,3		5,9	2	1,3	Tr	Tr	Tr	Tr		Monzogranito micrográfico
	521	1106486	1695297	27,8	6,9	63,2			0,9	1,2		Tr				Sieno granito
	560	1104080	1697444	32,5	20,1	45,4			1,5	0,5		Tr		Tr	Tr	Sieno granito
	562	1103734	1692644	24,8	23,7	47,5			2,2	1,6		Tr	0,2	Tr		Sieno granito
GOE-1052	901381	1106206	1691426	39,1	15,2	40,2		Tr	1,1	0,1	Tr	Tr	Tr	4,3		Sienogranito
GR-6819	901436	1119243	1720628	24,5	15,7	50,9		1,9	5,7	0,3	0,2	0,2	Tr		0,6	Sienogranito
	587	1091420	1705651	32,8	16,6	49,8			0,6	0,2		Tr				Sienogranito
	808	1080444	1702888	26,4	11,1	61,6			0,9	1						Sienogranito
	564	1099695	1692739	34,5	16,9	45,9			1,8	0,9		Tr	Tr			Sienogranito
	574	1094424	1690486	28,7	8,3	40,2			3,1	1,2		Tr			18,5	Sienogranito
	575	1091107	1691268	31,2	20,4	43,5			3,5	0,8		Tr	0,6	Tr		Sienogranito

Coordenadas con origen Bogotá 1975.
Fuente: Geoestudios-Ingeominas (2007) y autores.

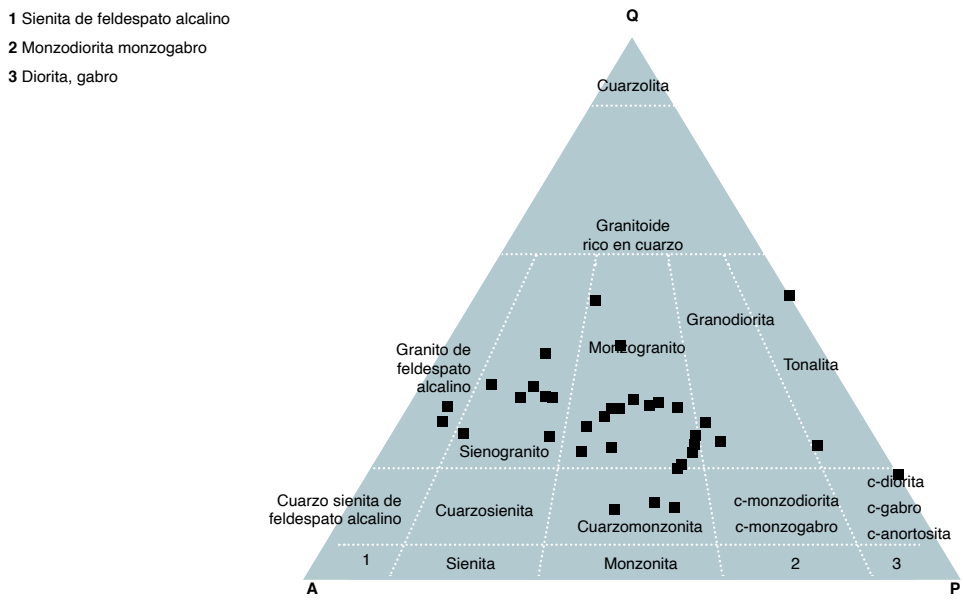


Figura 4. Clasificación modal de rocas del Batolito de Patillal en el diagrama de Streckeisen (1976)

minerales accesorios se presentan opacos, circón, apatito, titanita y en algunas rocas allanita.

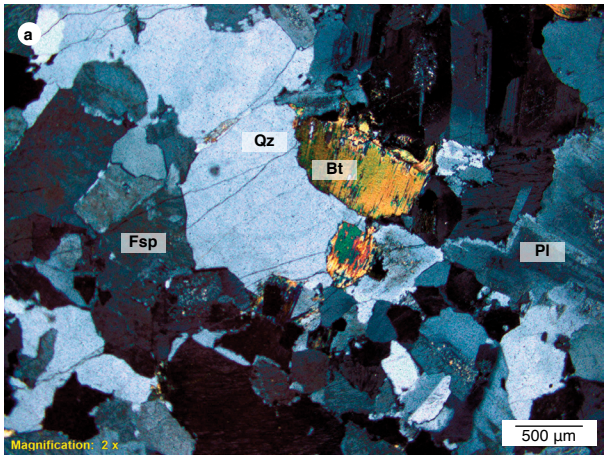
El cuarzo ocurre en cristales anhedrales a subhedrales inequigranulares, de tamaños entre 200 micras y 3 mm, y los contornos de los cristales son irregulares. El cuarzo es incoloro, con extinción ondulatoria, frecuentemente intersticial entre los cristales de feldespatos o intercrecido con el feldespato desarrollando texturas gráficas, puede tener microfracturas e inclusiones de feldespato y microcristales a manera de polvo. El cuarzo puede aparecer como inclusiones en plagioclasa.

La plagioclasa se presenta en cristales euhedrales a subhedrales de formas tabulares largas y cortas, son inequigranulares de 500 micras a 3 mm, con maclas de albita, albita-Carlsbad. La plagioclasa puede desarrollar bordes de reacción en los contactos con el feldespato alcalino, presenta relieve similar al del bálsamo, tiene extinción zonada normal y en algunas rocas es oscilatoria con alteración hacia el núcleo a arcilla, sericita y saussurita (epidota), tiene inclusiones de biotita, apatito, opacos y ocasionalmente circón; en la mayoría de rocas no se pudo determinar el tipo de plagioclasa, pero en aquellas en que se midió según el método de Michel-Lévy en macla de albita dio valores entre An13 - An36 (oligoclasa a andesina).

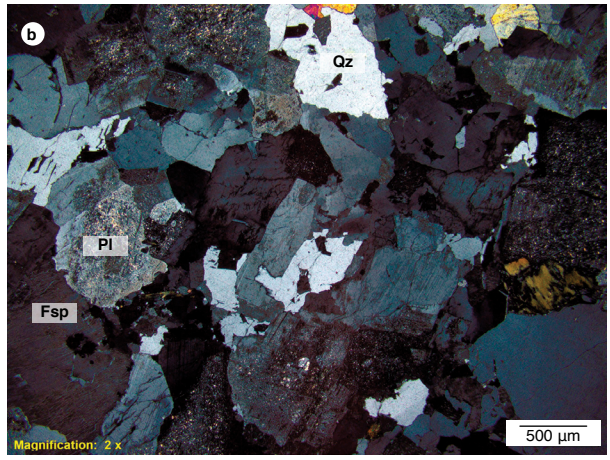
El feldespato alcalino es ortosa, pero en algunas rocas la ortosa se desdobla a microclina, y se presenta en cristales anhedrales a subhedrales inequigranulares de tamaños menores a 4,5 mm y puede tener maclas de Carlsbad. Algunos cristales tienen pertitas en forma de venillas irregulares y parches e inclusiones de plagioclasa que muestran reacción en los bordes, y en algunas rocas el feldespato presenta intercrecimientos gráficos con cuarzo. Los cristales se encuentran ligeramente empolvados por alteración a caolín, lo que les da un aspecto sucio de color pardo.

Las láminas de biotita son euhedrales a subhedrales inequigranulares, de tamaños entre 250 micras y 4 mm, y de color marrón con un pleocroísmo X: amarillo, Y: Z: marrón. Generalmente la biotita tiene extinción paralela al clivaje en "arce moteado". Las láminas de biotita tienen inclusiones de cuarzo, opacos, apatito, plagioclasa, circón y titanita, se alteran en los bordes y a lo largo del clivaje a clorita, epidota y esfena residual, y en algunas rocas se presentan junto a cristales de hornblenda.

La hornblenda se presenta en cristales euhedrales a anhedrales inequigranulares de tamaños menores a 2500 micras, en cortes basales y longitudinales de color verde, que en algunas rocas es zonado y presenta pleocroísmo X: amarillo claro verdoso, Y: verde y Z: verde oliva. Algunos cristales tienen maclas dobles y polisintéticas, presentan intercrecimientos simplectíticos con cuarzo hacia los bordes a manera de gotas irregulares y conservan núcleos de clinopiroxeno. La hornblenda tiene inclusiones de cristales de cuarzo, biotita, opacos, plagioclasa, apatito y titanita. El ángulo de extinción varía entre 16° y 20°.

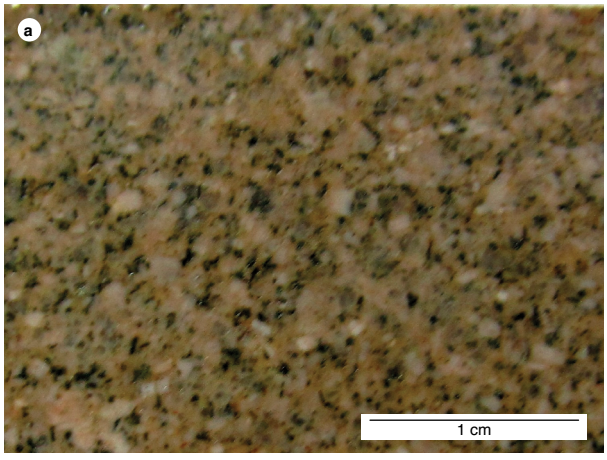


901442 Monzogranito

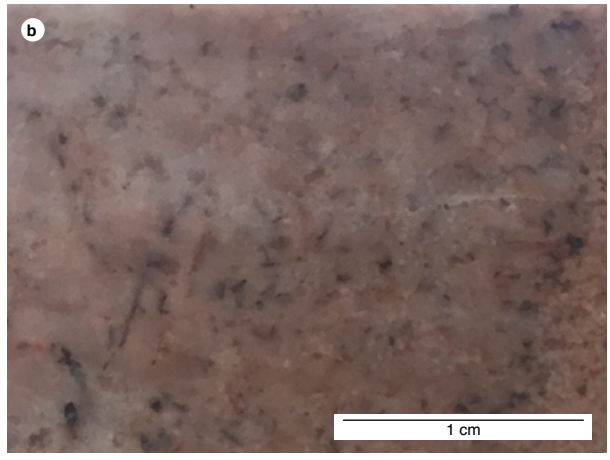


901446 Monzogranito

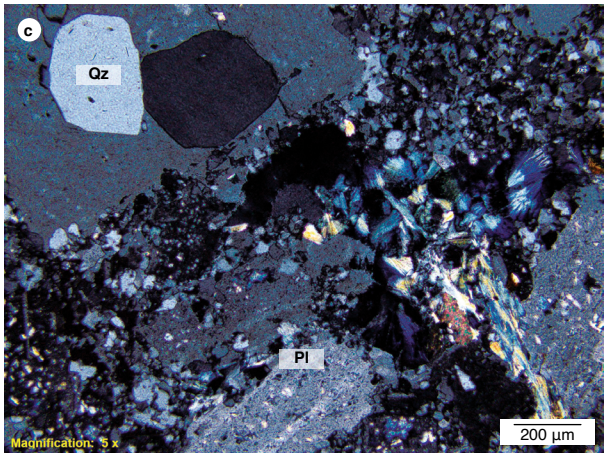
Figura 5. Aspecto microscópico y mineralogía de las rocas del Batolito de Patillal
Qz: cuarzo, Pl: plagioclasa; Fsp: feldespato alcalino; Bt: biotita, Hbl: hornblenda; Zr: circón; Op: opacos, Cpx: clinopiroxeno.



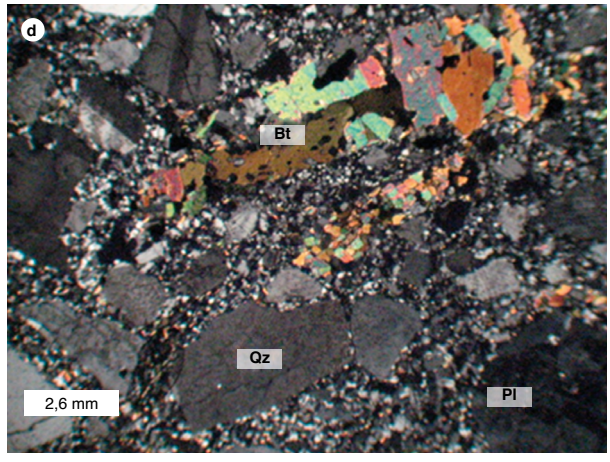
901445 Dacita



901506 Sienogranito aplítico



901445 Dacita



INM-595 Dacita

Figura 6. Aspecto microscópico de diques andesíticos y graníticos del Batolito de Patillal

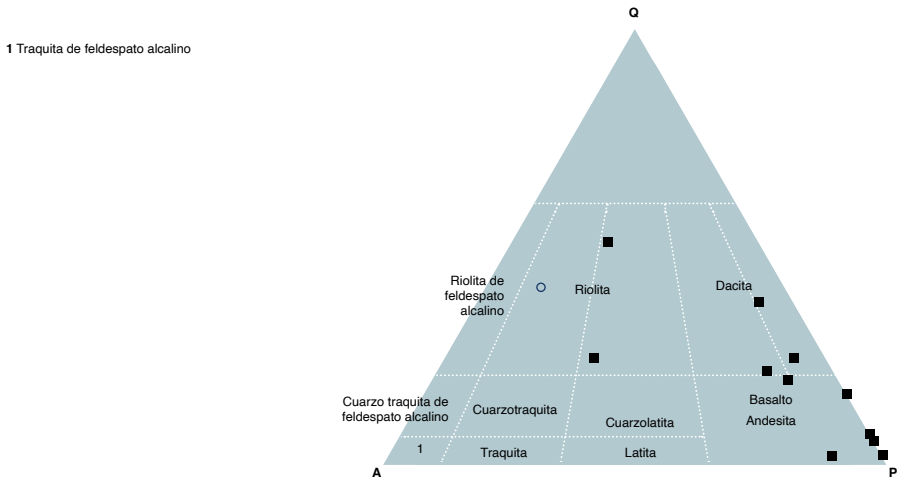


Figura 7. Clasificación modal en el diagrama de Streckeisen (1978)

Los microcristales de apatito son euhedrales, se presentan en cortes longitudinales y basales hexagonales, en algunas rocas tienen forma de agujas largas y delgadas, y se encuentran como inclusiones en biotita, hornblenda y opacos principalmente.

La titanita ocurre en cristales euhedrales de formas romboides y tabulares y de tamaños hasta de 1,2 mm; también se presentan como coronas alrededor de los opacos y junto a biotita y hornblenda. Los cristales pueden tener microfracturas irregulares, son de color pardo ligeramente pleocroico en tonos claros a medios y pueden tener inclusiones de opacos y apatito.

2.3.2. Rocas de dique

Los diques son principalmente de andesitas, dacitas, granitos aplíticos y fenoriolitas, y se presentan atravesando las rocas graníticas de la Franja Suroriental de Batolitos; son de colores grises, verdes, rosados moteados de blanco, rosados y amarillos claros (figura 6).

En la tabla 2 se muestran los resultados del estudio petrográfico de las rocas de dique y cuerpos menores, que fueron clasificadas microscópicamente como andesitas (11), dacitas (6), riolitas (6) y sienogranito y monzogranito micrográfico (2) (figura 7).

Tabla 2. Composición modal de rocas de dique en el Batolito de Patillal

IMN/IGM	N. campo	Oeste (m)	Norte (m)	Qz	Pl	Fsp	Px	Hbl	Bt	Op	Ap	Zrn	Ttn	Ep	Matriz	Fenoc	Otros	Clasificación
321		1676184	1094099	1,8	51,5	0		0,8		2,5				0,2			43,2	Andesita
1112		1725033	1106871	7,1	41	0		4,3	3,9	0,1			Tr	0,1	43,3		0,2	Andesita
1225		1686664	1081395		20,9	2,4			3,1	1,2		Tr			72,4			Andesita
561		1697934	1102283	6,2	24,4	3,4			3,1	1,4		Tr		1,1	60,4			Andesita
612		1711326	1122304	2,5	46,1	0				0,9			0,7	Tr	48,6	51,4	1,2	Andesita
522		1699537	1105933		12,3	0			1,8	1,2		Tr			69,2		15,5	Andesita
901445	GR-6829	1684261	1100804	35,8	55,4	6		Tr	2,8	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr		46,1		Dacita
568		1690932	1099229		47,8	0						Tr			52,2			Dacita
1119		1725542	1146945	20,1	65,5	12,7				1,7								Dacita
595		1713365	1092496	8,9	26,9	2,4			1,2	1,1		Tr	Tr		59,5	40,5		Dacita
565		1692868	1097328	16,1	43,9	6,4			3,5	0				0,1	30			Dacita
901444	GR-6827B	1683082	1096593	22,6	50,3	19		6,7	1,4	Tr	Tr	Tr	Tr		42,1	57,9		Dacita
1225		1686664	1081395		20,9	2,4			3,1	1,2		Tr			72,4			Riodacita
605		1699631	1112352	11,5	4,3	6,8			4			Tr			73,4	26,4		Riolita
901433	GR-6816B	1722833	1122967	12,9	10,2	11,5			Tr	0,7		Tr			64,7			Feno riolita
1224		1693316	1081310	8,9	11,8	17,6				0,1				1,2	60,4			Riolita
901506	MIA-711	1711076	1123510	39	11	46		Tr	4	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr				Sienogranito

Coordenadas con origen Bogotá 1975.
Fuente: Geoestudios-Ingeominas (2007) y autores.

Andesitas. Las andesitas son de colores violetas, verdes y grises, con fenocristales de plagioclasa o hornblenda de tamaños entre 0,5 y 2 mm, los cuales flotan en una matriz afanítica. Los diques andesíticos presentan texturas porfídicas, microporfídicas y la matriz varía de un dique a otro en su composición y textura, siendo la matriz microcristalina felsítica, microlítica, traquitoide, vítrea desvitrificada e intergranular (figura 8). Las andesitas están constituidas por fenocristales y microfenocristales de plagioclasa, pueden tener fenocristales de cuarzo, feldespato alcalino, hornblenda, biotita y clinopiroxeno según el dique que se analice. Los minerales accesorios más comunes son apatito, circón, opacos y titanita.

Como minerales de alteración son frecuentes sericita, saussurita, clorita y epidota a partir de plagioclasa; clorita, epidota, titanita y magnetita residual a partir de biotita y anfíbol; anfíbol uralítico a partir de piroxeno; leucoxeno a partir de opacos y arcilla a partir de feldespato alcalino.

Riolitas y dacitas. Las riolitas y dacitas se presentan en diques y en stocks subvolcánicos intrusivos en los batolitos de Pueblo Bello y Patillal. Buenos ejemplos de los diques se presentan en el río Badillo y de los stocks riolíticos en los alrededores de Pueblo Bello y sobre la vía Pueblo Bello – Nabusímake.

Las riolitas y dacitas son de color rosado moteadas de blanco y negro, rosado claro y pardo moteada de negro (figura 6). Presentan textura porfídica y fenocristales de plagioclasa, cuarzo, feldespato alcalino y biotita. La matriz de la mayoría de dacitas y riolítas es felsítica microgranular, constituida por cristales de plagioclasa, cuarzo, feldespatos y biotita en cristales anhedrales, que se presentan generalmente mal desarrollados con contornos irregulares, forman un mosaico de cristales de tamaño promedio entre 150 y 350 micras, y es en esta matriz donde flotan los fenocristales.

La plagioclasa se encuentra en fenocristales, glomerofenocristales y como microcristales granulares en la matriz. Los fenocristales son euhedrales a subhedrales con contornos irregulares a cristalinos rectos, de tamaños entre 400 um y 1,4 mm, con maclas de albita, albita-Carlsbad y periclina; tienen extinción zonada oscilatoria débil a normal, y relieve similar al del bálsamo; siguiendo el método de Michel-Lévy en macla de albita se obtuvo un An_3 a An_{20}; están empolvados por alteración a arcilla y sericita. Los cristales de la matriz son anhedrales de formas irregulares, con desarrollo de maclas de albita, albita-Carlsbad, limpios a empolvados por alteración a arcilla y sericita.

El cuarzo se presenta en fenocristales anhedrales inequigranulares, de tamaños entre 1,5 y 3 mm, con inclusiones irregulares de plagioclasa, feldespato y biotita, y en algunas rocas como intercrecimientos gráficos en los bordes de los cristales con el feldespato. Generalmente los cristales están limpios, tienen extinción ondulatoria, y pueden tener inclusiones de biotita y apatito. Los microcristales de la matriz son anhedrales granulares junto a plagioclasa y feldespato, desarrollando textura felsítica.

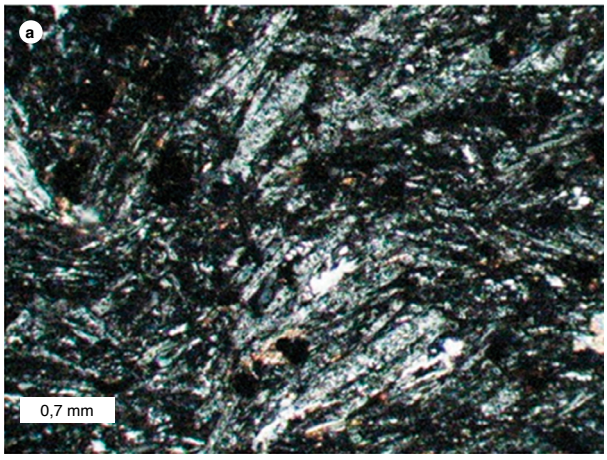
El feldespato alcalino se presenta en fenocristales y glomerofenocristales y en microcristales en la matriz. Los fenocristales son euhedrales a subhedrales de entre 4 y 7 mm, algunos con maclas de Carlsbad, tienen relieve menor al del bálsamo, se encuentran levemente alterados a caolín y con desmezclas pertíticas en venillas irregulares, además de que pueden presentar inclusiones de plagioclasa y cuarzo. En la matriz, los cristales de feldespato son granulares anhedrales, y en algunas rocas son esferulíticos y se encuentran junto a cuarzo y plagioclasa; pueden estar ligeramente alterados a caolín, el cual le imprime un color pardo claro al mineral, formando mosaicos granulares.

La biotita se encuentra en fenocristales y en microcristalinos en la matriz. Los fenocristales de biotita son de tamaños entre 900 y 1100 um, de color marrón con pleocroísmo X: amarillo, Y: Z: marrón. Los microcristales de la matriz son de tamaños entre 200 y 400 um. Pueden tener inclusiones de apatito, circón y opacos. La biotita está parcial a completamente alterada a clorita, con formación residual de magnetita y esfena a lo largo del clivaje y los bordes de los cristales.

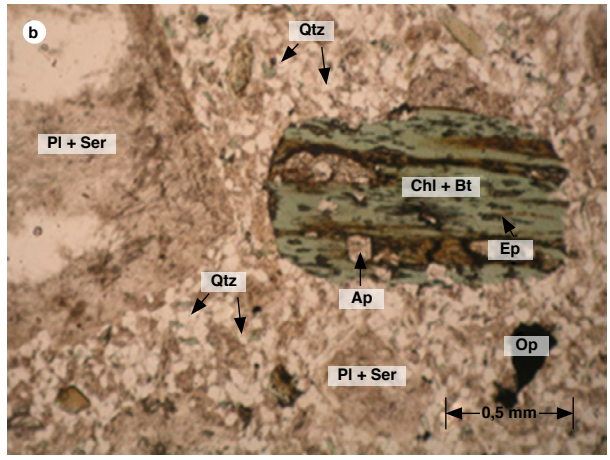
La hornblenda es rara en las dacitas y riolitas, se presenta en cristales anhedrales irregulares de tamaños entre 150 y 350 um, de color verde claro, en cortes basales y longitudinales, algunos con maclas dobles, con inclusiones de titanita y opacos.

Los opacos corresponden generalmente a magnetita, ocurren en cristales anhedrales a euhedrales finos, de formas irregulares, se presentan junto a biotita o en cristales diseminados finos con circón, titanita y apatito hacia los bordes.

El circón se encuentra en cristales euhedrales prismáticos cortos, generalmente junto a los opacos, con birrefringencia del segundo orden en colores rojos, azules y verdes.



IMN-321



INM-1112

Figura 8. Aspecto microscópico de diferentes diques de andesita

El apatito se presenta en microcristales euhedrales, en cortes longitudinales y basales hexagonales, como inclusiones en biotita, cuarzo y opacos principalmente.

La titanita puede aparecer como cristales finos euhedrales de formas romboidales, con pleocroísmo moderado en tonos pardos claros a medios, con relieve alto y birrefringencia de color pardo verdoso del tercer orden, se presentan dispersos en la roca y junto a los opacos, de tamaños hasta 1 mm, con inclusiones de opacos y apatito.

En algunos diques se presentan cristales de allanita de color pardo rojizo.

La matriz de las dacitas y riolitas generalmente es microcristalina felsítica, está constituida por un mosaico de microcristales anhedrales mal desarrollados de cuarzo, feldespatos y biotita. El cuarzo se encuentra limpio y los feldespatos están alterados a minerales arcillosos, imprimiendo generalmente un aspecto moteado granular a la matriz.

Sienogranito granofírico. Se analizó una muestra de dique de sienogranito (IGM-901 506) que intruye el Batolito de Patillal, de color rosado. Las rocas son faneríticas finas, con textura holocristalina inequigranular (aplítica) y localmente granofírica a micrográfica, y están constituidas por cuarzo (32,5 a 39 %), feldespato alcalino (35 % a 46 %), plagioclasa (11 % a 32,5 %), biotita (< 4 %) y trazas de opacos, circón y moscovita.

El cuarzo aparece intercrecido con feldespato potásico, producto de la cristalización simultánea de los dos minerales (textura granofírica y micrográfica). Los cristales de cuarzo son anhedrales, y localmente subhedrales, de tamaño de grano < 1 mm. El feldespato alcalino se clasifica como ortosa, se presenta en cristales inequigranulares localmente maclados (100 a 1 500 um), ligeramente alterado a caolín; en algunos cristales se forman pertitas en parches irregulares. La plagioclasa es de tipo oligoclasa a andesina, se presenta en cristales anhedrales a subhedrales inequigranulares (500 a 1 500 um), con extinción recta y maclados según albita y albita-Carlsbad, pudiendo estar alterados a arcilla y sericita. Como trazas aparecen: biotita de color marrón con inclusiones de opacos, moscovita en los límites entre cristales de cuarzo y feldespatos y circón en cristales prismáticos cortos a subredondeados.

3. Litogeoquímica

En este estudio se analizaron diecisiete muestras plutónicas del Batolito de Patillal y cuatro muestras de diques emplazados en el mismo. Los resultados de los intrusivos y diques asociados se observan en la tabla 3.

Los análisis geoquímicos de las muestras se hicieron en el laboratorio del SGC en Bogotá. Los de elementos mayores y menores se realizaron con un espectrómetro de fluorescencia de rayos X Panalytical Axios Mineral para análisis elemental, configurado con software especializado para materiales geológicos. La cuantificación de los óxidos mayores se realizó en muestra fundida con metaborato y tetraborato de litio y la cuantificación de elementos menores se llevó a cabo en muestra prensada. Para el análisis de elementos traza, se usó un espectrómetro de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS) Perkin Elmer Nexion. La disolución de la muestra fue mediante ataque por pasos, utilizando ácidos in-

orgánicos fuertes (HF, HNO_3, $HClO_4$ y HCl), en sistema abierto, empleando distintas rampas de temperatura y tiempos de calentamiento.

Los valores de óxidos mayores se presentan en porcentaje en peso (% wt.) mientras que los elementos traza se presentan en partes por millón (ppm). Para la interpretación de los óxidos mayores se hizo el recálculo en base anhidra, teniendo en cuenta los valores de perdidas por ignición (LOI). Gran parte de los diagramas geoquímicos se generaron con el uso del GCDKit version 4.0 (Janoušek *et al.*, 2006).

3.1. Análisis de óxidos mayores

Las muestras de rocas plutónicas analizadas en la tabla 3 presentan valores de SiO_2 entre 64,1-78,3 % (porcentaje en peso); el contenido de Al_2O_3 varía entre 12-16 % (excepto la muestra GR-6827 que alcanza valores de 8,2 %). El contenido de K_2O varía entre 2,5-4,5 % y el contenido de MgO varía entre 0,6-1,8 %. En general las muestras se presentan bastante frescas, con valores de perdida por ignición (LOI, *loss on ignition*) menores a 1,4 %.

Las muestras de diques distribuidas entre rocas volcánicas (andesitas, riolitas y dacitas) y rocas plutónicas (sienogranitos y monzogranitos) que intruyen el Batolito de Patillal presentan valores de SiO_2 entre 68,9-77,4 %, y de Al_2O_3 entre 12,1-15,3 %. El contenido de K_2O varía entre 2,7-4,5 % y de MgO entre 0,1-1,37 %. En general las muestras se presentan bastante frescas, con valores de LOI menores a 1 %.

En los diagramas de variación tipo Harker de la figura 9 se observan ploteados las muestras de plutones (cuadros solidos rojos) y diques (triángulos rojos). Las muestras de rocas plutónicas presentan una correlación negativa entre SiO_2 vs TiO_2, Al_2O3, MgO, CaO, P_2O_5 y FeOt (hierro total asociado a posiblemente a titanomagnetitas), sugiriendo cristalización fraccionada del magma. Además, no existe una buena correlación entre SiO_2 vs Na_2O, K_2O, debido a la alta movilidad de estos elementos.

Las muestras de rocas de dique son solo tres, por lo que es difícil hacer alguna correlación.

Tabla 3. Composición de óxidos mayores en rocas granitoides y diques del Batolito de Patillal

Muestra	E	N	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	MnO	LOI	Sum
GOE-1054	1105845	1682471	72,4	0,3	14,2	2,0	0,4	0,9	4,8	4,2	0,1	0,1	0,5	99,8
GR-6816A	1122967	1722833	66,7	0,5	15,4	3,8	1,8	3,9	4,2	2,6	0,2	0,1	0,7	99,8
GR-6817	1117592	1721758	67,1	0,5	15,2	3,7	2,1	2,7	4,6	2,6	0,2	0,1	1,2	99,9
GR-6818	1115619	1719259	66,2	0,5	15,6	3,7	1,7	3,7	4,5	2,8	0,2	0,0	1,2	99,9
GR-6819	1119243	1720628	66,3	0,5	15,6	3,8	1,9	4,2	4,1	2,6	0,2	0,1	0,7	99,9
GR-6825	1097461	1685219	73,9	0,2	14,0	1,4	0,4	1,5	4,2	3,7	0,1	0,0	0,5	99,9
GR-6827A	1096593	1683082	82,2	0,3	8,3	1,6	0,8	0,5	1,9	3,3	0,1	0,1	1,0	100,0
GR-6829	1100804	1684261	72,3	0,3	14,4	1,8	0,8	0,9	4,6	3,6	0,1	0,0	1,1	99,9
GR-6830	1096324	1678133	71,9	0,3	14,4	2,1	0,6	2,0	4,4	3,3	0,1	0,0	0,7	99,8
GZ-6875	1134953	1725309	69,4	0,5	14,8	3,1	1,2	2,4	3,7	3,1	0,2	0,1	1,4	99,8
GZ-6879	1113995	1702571	66,8	0,5	15,7	3,6	1,6	3,1	4,3	2,7	0,2	0,1	1,4	99,9
GZ-6885	1103626	1677870	72,7	0,3	14,1	1,8	0,5	0,9	4,6	3,9	0,1	0,1	0,8	99,9
GZ-6886	1096880	1671179	77,4	0,1	12,3	0,9	0,1	0,3	4,0	4,5	0,0	0,0	0,4	100,0
MIA-708	1121394	1708340	67,1	0,5	15,3	3,5	1,7	3,0	4,1	3,5	0,2	0,0	1,0	99,9
MIA-709	1121918	1709209	73,6	0,3	12,9	2,1	0,7	2,0	3,3	4,1	0,1	0,0	0,7	99,9
MIA-722	1096120	1664248	64,1	0,6	16,9	3,4	1,0	2,3	5,2	5,1	0,2	0,1	0,9	99,6
GOE-1052	1106206	1691426	78,3	0,1	12,0	0,7	0,1	0,3	3,6	4,4	0,0	0,2	0,4	100.2
								Diques						
Muestra	E	N	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	MnO	LOI	Sum
GR-6816B	1122967	1722833	77,6	0,111	12,14	0,74	0,17	0,57	3,81	4,21	0,024	0,140744	0,53	100,0457
GR-6827B	1096593	1683082	68,09	0,44	15,35	2,93	1,37	3,3	4,41	2,73	0,153	0,502674	1,03	100,3057
MIA-711	1123510	1711076	77,42	0,12	12,27	0,79	0,1	0,59	3,9	4,54	0,024	0,187357	0,22	100,1614

Coordenadas con origen Bogotá 1975.
Fuente: Quandt *et al.* (2018) y autores.

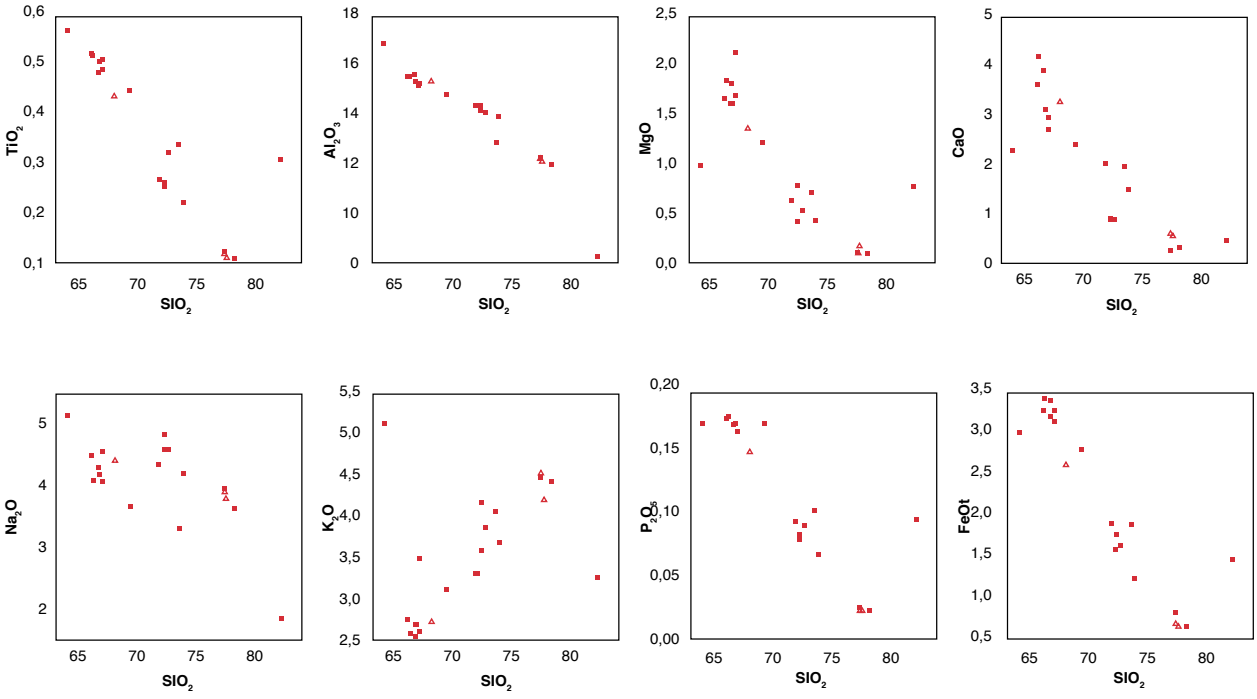


Figura 9. Diagramas tipo Harcker para granitoides correspondientes a plutones (cuadros solidos rojos) y diques en el Batolito de Patillal (triángulos rojos)

En el diagrama TAS (Middlemost, 1994) de la figura 10a se observa que las muestras correspondientes a rocas plutónicas en su mayoría caen en el campo de los granitos y cuarzodioritas, concordantes con su clasificación petrográfica; sin embargo, la muestra MIA-722 cae en el campo de las sienitas. Las muestras corresponden en su totalidad a las series calco-alcalinas en el diagrama AFM de la figura 10b. En el diagrama SiO_2 vs K_2O de la figura 10c se observa que la mayoría de las muestras caen en el campo de las series calco-alcalinas altas en K_2O; no obstante, la muestra GZ-6886 cae en campo de las series shoshoníticas con valores de K_2O mayores a 4,5 % (posiblemente debido a la gran movilidad del K_2O). En el diagrama de Shand (1943) de la figura 10d, donde se representan los límites de saturación del aluminio se observa que las muestras varían entre el campo metaluminoso a peraluminoso.

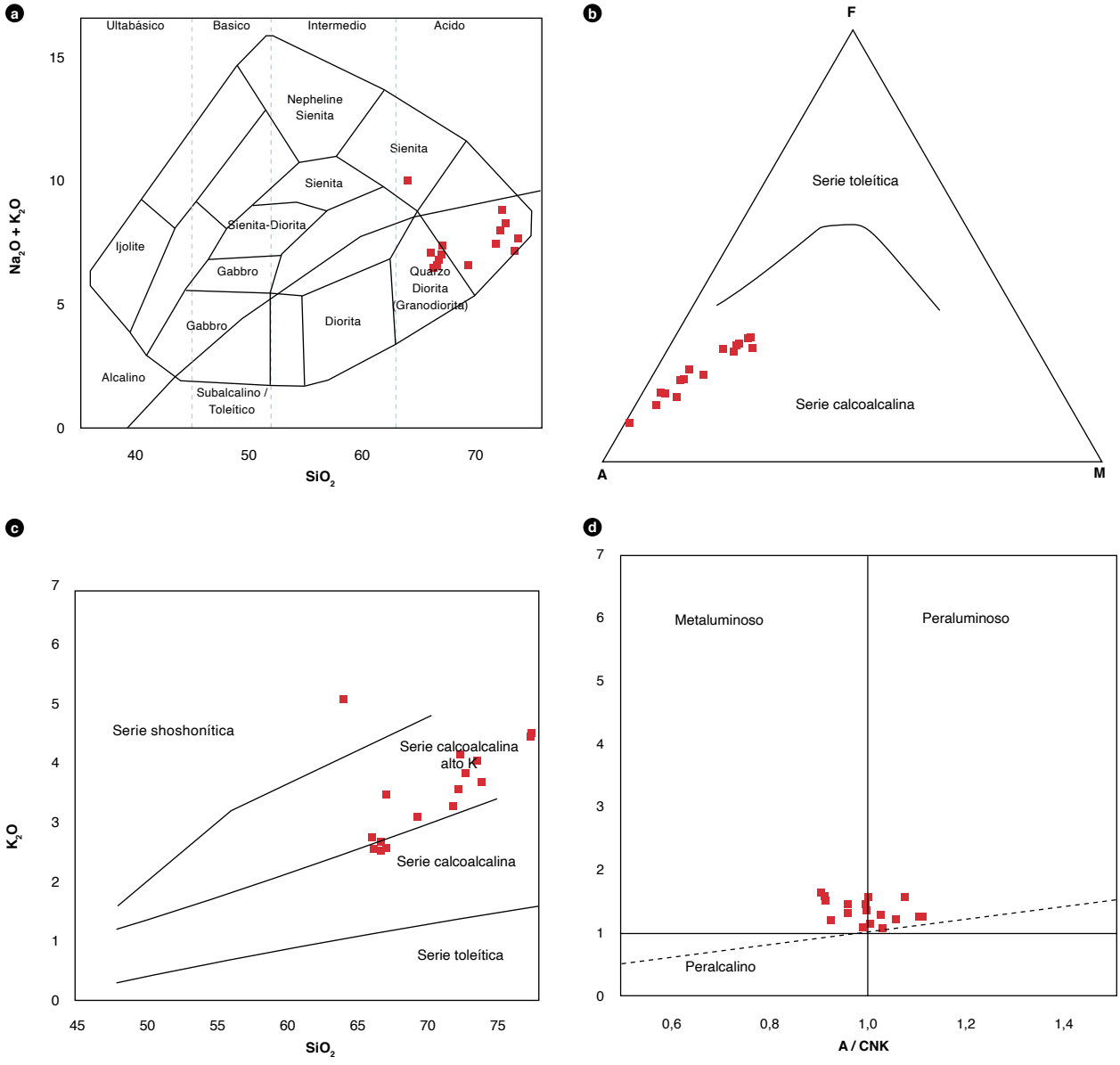


Figura 10. Diagramas de clasificación para rocas del Batolito de Patillal
a) Diagrama TAS de Middlemost (1994); b) Diagrama de Peccerillo y Taylor (1976); c) Diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971); d) Diagrama de Shand (1943).

Las muestras correspondientes a diques se clasifican en el diagrama TAS (figura 11a) en su mayoría como riolitas y dacitas. En el diagrama AFM (figura 11b), las muestras caen en el campo de las series calco-alcalinas. Al observar su índice de alcalinidad, en la figura 11c, se observa que dos muestras se localizan en el campo de las series calco-alcalinas altas en potasio, a excepción de la muestra GR-6827 B, que cae en el límite del campo de las series calco-alcalinas. En el diagrama de la figura 11d se observa que las muestras caen en el campo de las series peraluminosas a metaluminosas.

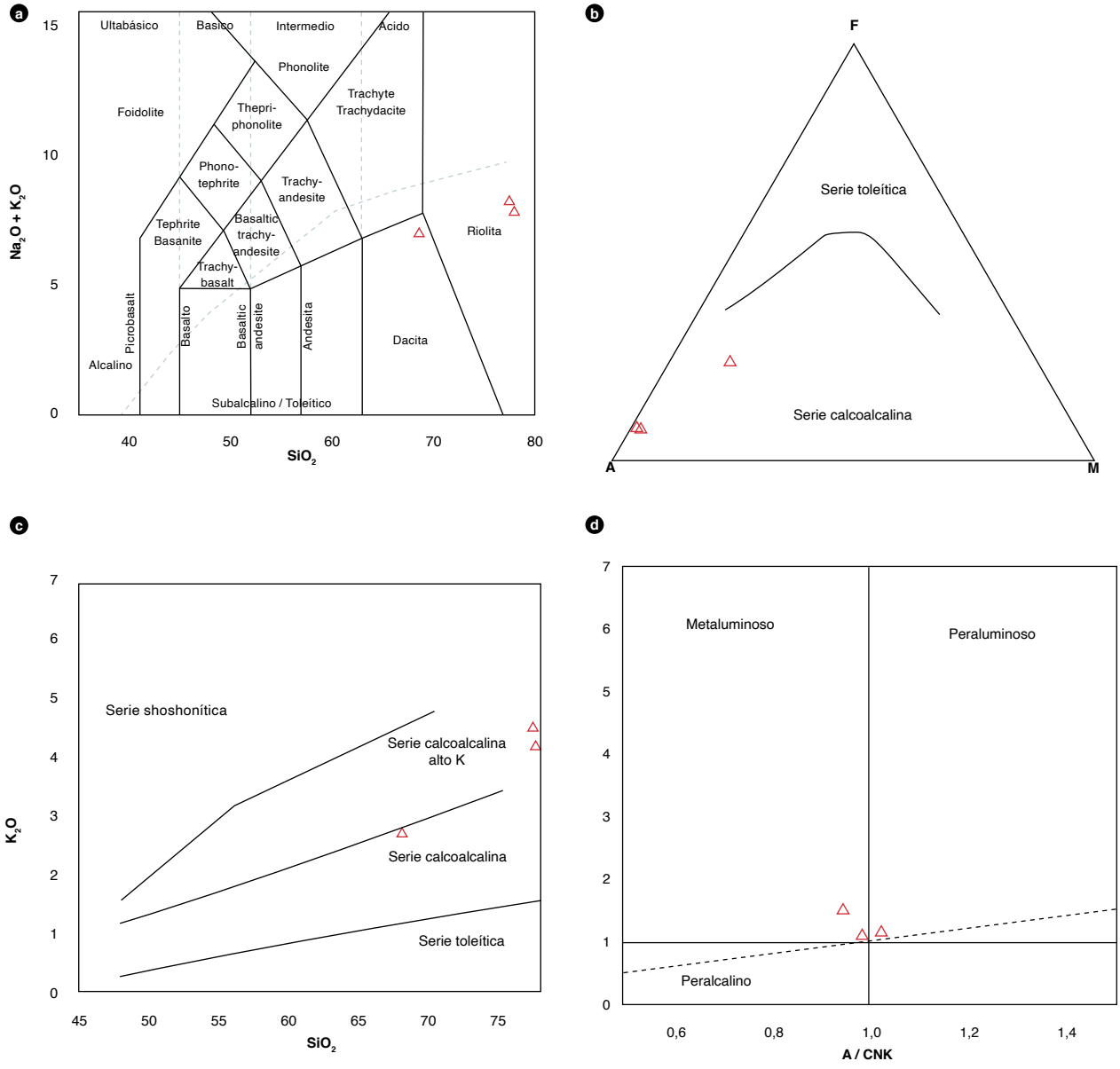


Figura 11. Diagramas de clasificación para diques del Batolito de Patillal
a) Diagrama TAS de Middlemost (1994); b) Diagrama de Peccerillo y Taylor (1976); c) Diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971); d) Diagrama de Shand (1943).

3.2. Análisis de elementos traza

A continuación se presentan los resultados de elementos traza de las diecisiete muestras plutónicas y las cuatro muestras de diques emplazados en el Batolito de Patillal (tabla 4).

Tabla 4. Elementos traza y tierras raras en rocas granitoides

Muestra	Coordenadas		Elementos traza																					
	Oeste (m)	Norte (m)	Li	Be	Sc	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	In	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	
GOE- 1054	1105845	1682471	3,4	2,4	4,3	16,7	5,4	13,9	40,9	17,9	2,7	0,1	0,4	1000,1	71,2	89,7	14,8	42,7	8	1,6	7,4	1	5,2	
GR-6816A	1122967	1722833	8,2	2	8,4	17,6	22,4	14,1	41,3	18,3	1,6	0	0,5	829,5	22,3	47,1	6,1	19,7	4,5	1,5	4,3	0,6	3	
GR-6817	1117592	1721758	16,8	2	9,6	19,2	22,6	19,8	43,2	18,6	1,2	0	0,6	879,2	22,3	49,5	6,6	22,4	4,5	1,5	4	0,6	3,1	
GR-6818	1115619	1719259	12,9	2	6,1	18,1	21,9	7,3	25,8	18,9	1,6	0	0,3	974,5	23,1	48,8	6,4	22,8	4,7	1,6	4,2	0,6	3,2	
GR-6819	1119243	1720628	9	1,9	6,9	19,9	21,2	9,2	31,4	18,4	1,3	0	0,5	942,4	30,6	60,3	7,2	20,3	4,8	1,6	4,4	0,6	3,2	
GR-6825	1097461	1685219	13,3	2,7	2,5	13,3	4,7	6	21,9	15,6	0,8	0	0,7	1107,1	25,5	50,4	5,9	16,6	3,1	1,2	2,8	0,4	2	
GR-6827A	1096593	1683082	23,6	1	3,7	16,7	7	11,8	31,1	9,9	1	0	0,5	777,5	30	60,8	7,5	20,2	4,2	1,1	3,6	0,4	1,6	
GR-6829	1100804	1684261	22,1	2,3	3,5	13,5	4,1	9,3	42,4	17,4	1,5	0	1,3	1242,5	24,1	52	6,3	20,2	4,1	1,4	3,8	0,5	2,5	
GR-6830	1096324	1678133	13,8	2,7	3,7	14,3	7,3	8,3	28,6	17,7	1,3	0	0,8	1208,6	27,8	58	7,3	22,3	4,3	1,4	4,1	0,6	2,9	
GZ-6875	1134953	1725309	15,9	2,7	5	17,2	14,1	11,4	47	18,9	1,3	0	0,7	1046	28,3	61,4	7,8	24,5	5,1	1,6	4,6	0,6	2,9	
GZ-6879	1113995	1702571	16,9	2,1	6,2	18,8	14,2	29,4	40	18,1	0,8	0	0,9	901,2	23,7	52,8	6,7	19,8	4,9	1,7	4,6	0,7	3,4	
GZ-6885	1103626	1677870	11,1	2,8	4	9,7	2,6	6	32,8	17,3	1,4	0	0,9	1156,8	42,3	78	9,4	25,8	5,5	1,5	5,1	0,7	4,1	
GZ-6886	1096880	1671179	2,2	3,7	1,6	19,1	2,9	5,5	11,7	15,4	1,1	0	0,6	459,4	28,7	60,7	8	22,2	4,8	0,7	4,4	0,7	3,9	
MIA-708	1121394	1708340	12,9	2,5	7	16,8	11,6	10,5	25,8	18,3	1,6	0	1,6	1087,5	38,6	79	8,3	22,9	5	1,6	4,6	0,6	3,2	
MIA-709	1121918	1709209	14,6	1,9	3,8	19,5	6,9	8,4	23,8	15,9	1,2	0	1,2	1372,7	29,1	61,7	6,3	15,5	3,5	1,3	3,3	0,4	2,3	
MIA-722	1096120	1664248	9,7	2	6,7	11,4	5,1	11,6	47,9	20,4	3,2	0	0,5	3664,2	87,4	169,2	20,8	103,3	12,8	3,9	11,3	1,4	7,2	
GOE-1052	1106206	1691426	5,6	2,1	1,7	13,4	2,9	5,7	16,5	16	0,9	0	0,8	172,3	21	34,1	5	18,3	2,8	0,4	2,7	0,4	2,2	

Muestra	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Tl	Pb	Th	U	Nb	Cd	V	Rb	Sr	Zr	Y	Eu/Eu*	(LaN/Yb)N	(LaN/Sm)N	(EuN/Yb)N	Sum_REE	Sr/Y	Th/Yb	Nb/Yb	#MgO
Batolito de Patillal																									
GOE- 1054	1,1	3,3	0,5	3,2	0,4	0,3	9,9	9,6	1,5	12,3	0,1	66	87	176,3	199,5	30,4	0,7	15	5,5	1,5	250,2	5,8	3	3,9	21,9
GR-6816A	0,6	1,8	0,2	1,7	0,3	0,3	8,5	6,3	1,4	5,4	0,1	72,8	54,7	525,9	130,7	27,7	1	8,9	3	2,5	113,7	19	3,7	3,2	50
GR-6817	0,6	1,7	0,2	1,6	0,2	0,3	6,2	6,2	1,4	5,7	0,1	78,4	58,5	449,3	120,2	12,9	1,1	9,6	3	2,8	118,8	34,8	4	3,7	60,2
GR-6818	0,6	1,9	0,3	1,7	0,3	0,3	7,7	5,1	1,3	4,7	0,1	84	50,7	467,4	129,6	15,1	1,1	9	3	2,7	120,2	31	3	2,7	47,5
GR-6819	0,6	1,9	0,3	1,7	0,3	0,3	7,8	5,3	1,4	5,1	0,1	72,8	53,9	567,4	134,9	16,2	1,1	12	3,9	2,6	137,7	35	3,1	3	50,2
GR-6825	0,4	1,3	0,2	1,5	0,2	0,5	13,8	8,4	1,5	7,6	0,1	66	83,4	291,1	97,7	13,4	1,2	11,5	5,1	2,2	111,4	21,7	5,7	5,1	31,1
GR-6827A	0,3	1	0,1	1	0,2	0,5	4,3	7,8	1,3	8,5	0,1	66	70,4	38,5	131,6	8,9	0,9	20,7	4,4	3,4	131,8	4,3	8,1	8,8	48,3
GR-6829	0,5	1,3	0,2	1,1	0,2	0,9	4,8	7,2	2,7	5,2	0,1	66	101,3	167,8	145,2	11,8	1,1	14,1	3,7	3,6	118,2	14,2	6,3	4,5	44,9
GR-6830	0,6	1,8	0,3	1,8	0,3	0,5	13,1	7,4	1,2	7,6	0,1	66	73,1	350,3	125,6	14,8	1,1	10,5	3,9	2,3	133,4	23,7	4,2	4,3	30,7
GZ-6875	0,5	1,6	0,2	1,3	0,2	0,6	12,1	10,2	2,7	8,8	0,2	66	74,8	287,9	180,2	13,1	1	14,6	3,4	3,6	140,6	22	7,9	6,8	40,1
GZ-6879	0,7	2	0,3	1,7	0,3	0,4	8,4	4,2	1	4,9	0,1	67,2	56	497,3	135,7	15,6	1,1	9,2	3	2,8	123	31,9	2,4	2,9	46,7
GZ-6885	0,8	2,6	0,4	2,7	0,4	0,4	12,5	9,5	1,9	10,9	0,1	66	89,1	183,7	171	19,5	0,9	10,4	4,7	1,5	179,3	9,4	3,5	4	29,3
GZ-6886	0,8	2,7	0,4	3,2	0,5	0,5	9,6	14,5	2,5	14,2	0,1	66	115,2	51,9	93,1	20,9	0,4	6	3,7	0,6	141,8	2,5	4,6	4,5	11,9
MIA-708	0,6	1,9	0,3	1,9	0,3	0,5	7,6	11,3	2,7	8,9	0,1	66	89,5	417,2	140,4	33,2	1	13,8	4,8	2,5	168,6	12,6	6,1	4,8	50
MIA-709	0,5	1,4	0,2	1,5	0,2	0,4	9,6	12,9	2,5	8	0,1	66	94,4	269,5	103,5	12	1,2	13,1	5,2	2,5	127,2	22,5	8,7	5,4	34,2
MIA-722	1,4	3,9	0,5	3,2	0,5	0,4	11,5	9,8	1,6	11,5	0,1	66	83	346,4	493,3	32,5	1	18,5	4,2	3,6	426,9	10,7	3,1	3,6	30,4
GOE-1052	0,5	1,7	0,3	2	0,3	0,5	16,7	12,5	1,9	13,8	0,1	66	127,8	31,8	75,6	14,1	7	4,6	4,3	91,6	13,6	2,3	6,3	6,9	13,6

Coordenadas con origen Bogotá 1975.
Fuente: Quandt *et al.* (2018) y autores.

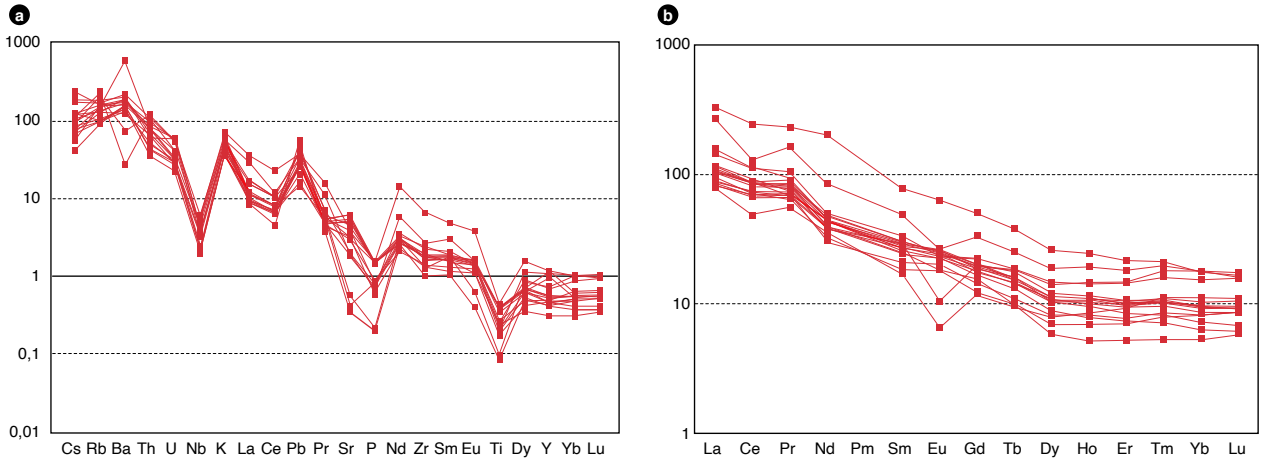


Figura 12. Diagramas multielementales para intrusivos del Batolito de Patillal
a) Elementos traza normalizados al N-MORB (Sun y McDonough, 1989); b) Tierras raras normalizados al condrito (Nakamura, 1974).

Las muestras del Batolito de Patillal (líneas rojas), al ser normalizado el N-MORB, presentan enriquecimientos de LILE (elementos litófilos de alto radio iónico) respecto a los HFSE (elementos de alta carga iónica) y respecto a las REE (tierras raras). Las muestras MIA-722 y GOE-1066 presentan patrones más dispersos respecto a las demás muestras (figura 12a).

Al hacer el control de calidad a los datos de laboratorio se encontraron problemas en las mediciones de Ce, Eu, Tb y Tm. Las anomalías de estos elementos en los patrones de REE probablemente son debidas a problemas analíticos y no a procesos geológicos.

Las muestras presentan enriquecimientos en Cs, Rb, Ba y K, anomalías negativas de Eu en algunas muestras con (Eu/Eu)* = 0,71 - 1,17 y anomalías negativas de Nb y Ti (figura 12a), comportamientos afines a magmas sometidos a interacción con corteza en zonas de subducción (Pearce, 1984).

Los patrones de REE normalizados al condrito de Nakamura (1974) de la figura 12b presentan enriquecimiento en REE livianas respecto a las REE pesadas, con valores $(La/Yb)_N$ entre 4,6-14,56, a excepción de las muestras GR-6827A y MIA-722 que presentan valores entre 20,72 y 18,45, relaciones $(La/Sm)_N$ entre 2,44-5,11 y relaciones Sr/Y entre 2,25-35,02 (tabla 4). La muestra MIA-722 se observa enriquecida en REE livianas respecto al resto.

Tabla 5. Elementos traza y tierras raras en rocas de dique

Muestra	E	N	Li	Be	Sc	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	In	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
GR-6816B	1122967	1722833	3,92	1,96	1,75	13,44	2,61	24	18,86	13,4	1,28	0,02	0,32	877,17	28,31	53,57	5,39	11,51	2,23	0,72	2,17	0,26	1,37
GR-6827B	1096593	1683082	24,09	2,38	5,05	18,02	21,16	10,48	52,99	19,38	0,96	0,03	0,3	1094,31	26,33	52,93	7,15	22,04	4,6	1,61	4,22	0,59	3,04
MIA-711	1123510	1711076	6,24	7,7	1,46	17,52	2,03	6,1	14,33	17,42	2,12	0,01	4,56	54,49	31,83	60,87	5,06	8,37	1,89	0,18	2,01	0,25	1,52

Muestra	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Tl	Pb	Th	U	Nb	Cd	V	Rb	Sr	Zr	Y	Eu/Eu*	(LaN/Yb)N	(LaN/Sm)N	(EuN/Yb)N	Sum_REE	#MgO
GR-6816B	0,28	0,99	0,16	1,34	0,24	0,61	4,59	17,03	4,12	7,8	0,08	66	79,1	172,9	57,9	7,6	1,01	14,11	7,82	1,54	108,53	23,14
GR-6827B	0,59	1,71	0,23	1,53	0,23	0,49	18,89	6,2	1,78	5,4	0,15	66	67,8	506,2	152,5	27,8	1,13	11,51	3,52	3,02	126,79	48,13
MIA-711	0,37	1,37	0,26	2,26	0,43	1,24	15,42	82,54	8,95	23,9	0,11	66	323,8	23,8	101,6	10,8	0,28	9,38	10,34	0,22	116,68	12,76

Fuente: Quandt *et al.* (2018) y autores.

Las muestras de diques que intruyen el Batolito de Patillal normalizados al N-MORB (figura 13 A) muestran patrones diferentes con pendiente negativa, enriquecimiento en LILE respecto a HFSE y a REE, correspondientes a diques hipoabisales y a rocas volcánicas que no son el objeto principal de este estudio. Los diques presentan anomalías negativas de P, Nb y Ti y anomalía positiva de Pb, con patrones afines a magmas sometidos a interacción con corteza en zonas de subducción (Pearce *et al.*, 1984). En los patrones de REE normalizados al condrito de Nakamura (1974) en la figura 13b se observa enriquecimiento en las REE livianas respecto a las pesadas e incremento en Yb, Lu. Las relaciones $(La/Yb)_N$ para todas las muestras varían entre 9,38-14,11 y las relaciones $(La/Sm)_N$ entre 3,52-10,34 (tabla 5). La muestra MIA-711, correspondiente a un sienogranito, presenta patrones diferentes con anomalía negativa fuerte de Eu (Eu/Eu*) = 0,28.

3.3. Discriminación tectónica

Las muestras correspondientes al Batolito de Patillal presentan enriquecimiento de Th/Yb vs Nb/Yb > 1 en la figura 14a, que se interpreta aquí como relacionado a entrada de material reciclado de la corteza por procesos de subducción (Pearce, 2008). Las muestras correspondientes a diques que intruyen los batolitos de Pueblo Bello y Patillal presentan características de rocas formadas en un ambiente asociado a zonas de subducción (Pearce, 2008), con altos valores de Th/Yb vs Nb/Yb (figura 14b), a excepción de la muestra GOE-1066, que presenta valores anómalos con respecto al grueso de las muestras.

Al graficar las muestras en el diagrama de Pearce *et al.* (1984), todas caen en el campo de granitos de arco volcánico (VAG) (figura 15a), y en el diagrama de Sr/Y vs $(La/Yb)_N$ (Condie y Kröner, 2013) se puede ver que ambas relaciones son altas y corresponden a ambientes de plutones formados en arcos continentales (figura 15b); sin embargo, las muestras GR-6827 y GZ-6886 presentan valores de Sr/Y < 10.



Figura 13. Diagramas multielementales para rocas del Batolito de Patillal a) Diagrama de REE normalizado respecto al condrito (Nakamura, 1974); b) Diagrama multielemental normalizado al NMORB (Sun y McDonough, 1989).

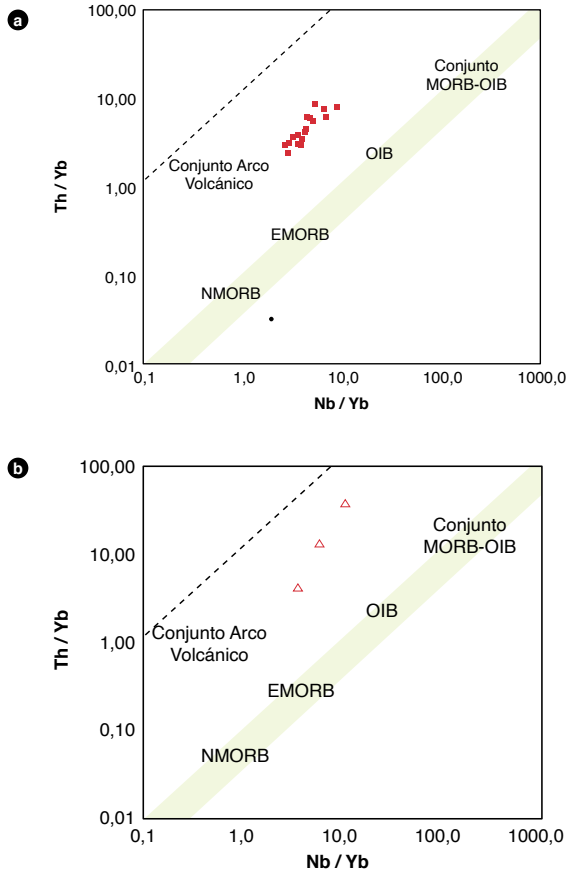


Figura 14. Diagramas de discriminación tectónica a) Diagrama Th/Yb vs Nb/Yb (Pearce, 2008) para rocas plutónicas; b) Diagrama Th/Yb vs Nb/Yb (Pearce, 2008) para diques.

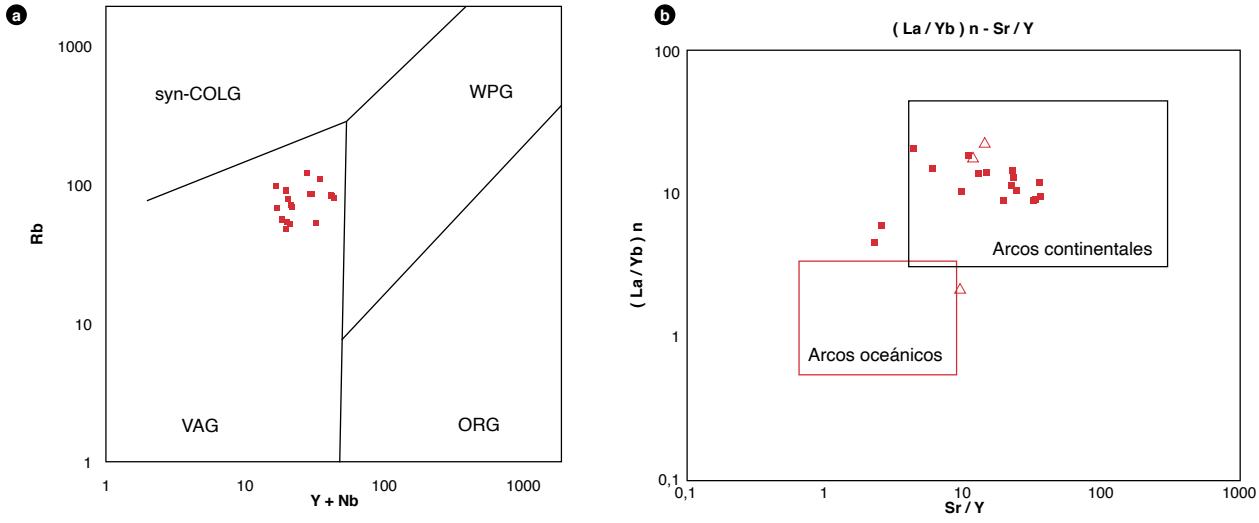


Figura 15. Diagrama de discriminación tectónica
a) Diagrama de Y+Nb vs Rb (Pearce *et al.*, 1984); b) Diagrama de Sr/Y vs $(La/Yb)_N$ (Condie y Kröner, 2013).

3.4. Química del circón

Se realizó el análisis de la química de los circones de la muestra GR-6753A perteneciente al Batolito de Patillal. El análisis de ICP-MS de los circones de la muestra GR-6753A se llevó a cabo en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y determinó la abundancia de los elementos traza en cada circón, además de que los valores de REE se normalizaron a condrito (McDonough y Sun, 1995) y se calcularon las relaciones Pm* y Tm* para cada uno de ellos.

En la figura 16a se observa que la mayoría de circones tienen anomalía negativa de Eu moderada, que según Hoskin y Schaltegger (2003) es una característica de todos los circones de origen ígneo. La anomalía de Eu junto a la anomalía positiva de Ce, que es pronunciada, sugiere condiciones reducidas del magma (Wang *et al.*, 2012). Para Nardi *et al.* (2013), una fuerte anomalía positiva de Ce suele indicar cristalización en las primeras fases de fraccionamiento magmático.

Los valores obtenidos en los circones de la muestra GR-6753A para Pb varían entre 3,1 y 16,6 ppm, para Th entre 29,6 y 808 ppm, y para la relación Th/Pb entre 20,6 y 85,4; las concentraciones de Y (516-3740 ppm) son parcialmente comparables a las concentraciones de circones de granitoides (500-4534), con una anomalía negativa de Eu y valores de $(Lu)_N$ en el rango entre

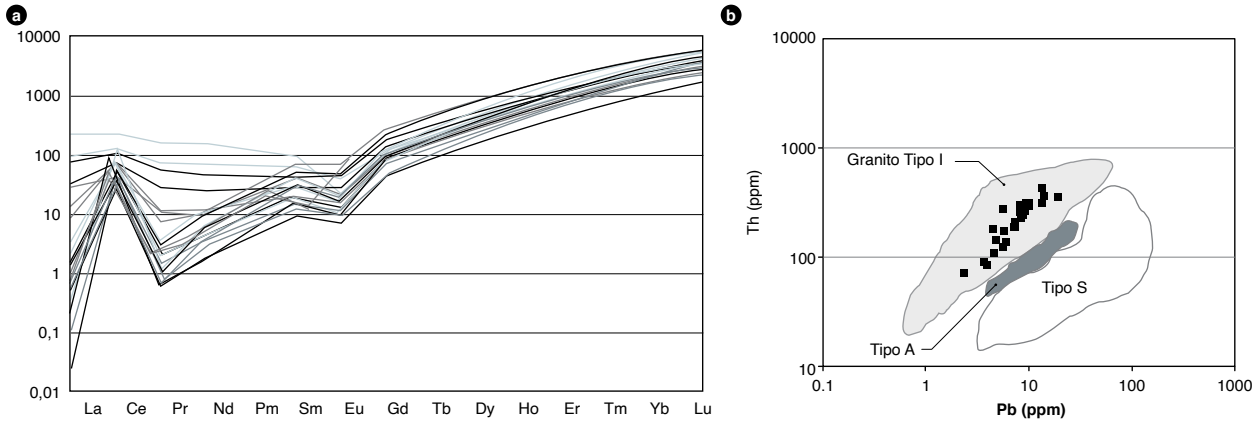


Figura 16. Diagramas de tierras raras y clasificación química a partir de la química del circón de la muestra GR-6753A
a) Diagrama REE con valores de McDonough y Sun (1995) para valores de REE de circones de la muestra GR-6756; b) Diagrama de Th vs Pb para discriminación de tipo de granitoide modificado de Wang *et al.* (2012).

1669 y 11504 (normalizado al condrito de Sun y McDonough, 1989). Los granitos de tipo I, según Wang *et al.* (2012), presentan contenidos de Pb < 25ppm, Th entre 34 y 1746 ppm, Th/Pb de 14 a 130, $(Lu)_N$ entre 1330 y 15 574, anomalía negativa de Eu y concentraciones de Y entre 493 y 7833 ppm, comparables a los valores obtenidos en los circones de la muestra GR-6753A. En la figura 16b se grafican los contenidos de Pb y Th de los circones de la muestra GR-6753A (diagrama modificado de Wang *et al.*, 2012). Los circones se localizan dentro del campo de los granitos tipo I.

4. Posición estratigráfica y edad

Trabajos previos realizaron dataciones del Batolito de Patillal utilizando los métodos K/Ar, Rb-Sr, Ar/Ar (Tschanz *et al.*, 1969a, 1974; Ordóñez, 2001) y edades U-Pb (Quandt *et al.*, 2018), cuyos resultados se resumen en la tabla 6.

En este estudio se realizó la datación de doce muestras de rocas y saprolitos, mediante el método U-Pb LA-ICP-MS en circón, previa descripción petrográfica y análisis litogeoquímico de la mayoría de las muestras.

Se realizaron 11 dataciones U-Pb en el laboratorio de ablación laser del SGC según la metodología de Peña *et al.* (2018). Los análisis fueron hechos en un equipo de ablación Photon Machines con un láser Excimer de 193 nm, acoplado a un espectrómetro de masas tipo Element 2. Los isótopos utilizados para la integración manual son 238U, 206Pb y 204Pb. Como patrones de referencia se usaron: Plešovice (Sláma *et al.*, 2008), FC-1 (Coyner *et al.*, 2004), circón 91500 (Wiedenbeck *et al.*, 1995; Wiedenbeck *et al.*, 2004) y Mount Dromedary (Renne *et al.*, 1998). Los puntos analizados en los circones fueron de 30 micras de diámetro. La reducción de datos se realizó mediante el programa Iolite v2.5® en IGORPro6.3.6.4® (Hellstrom *et al.*, 2008; Paton *et al.*, 2010). La corrección por plomo común se realizó de acuerdo con el modelo de evolución según Stacey y Krammers (1975). Los resultados finales corresponden a la media de los datos obtenidos luego de aplicar una discriminación de datos a dos desviaciones estándar.

Un análisis geocronológico se realizó en el Laboratorio de Estudios Isotópicos en el Centro de Geociencias de la UNAM, campus Juriquilla, empleando un Thermo X series QICPMS acoplado a un Resonetics, estación de trabajo láser excimer Resolución M050. Los procedimientos y equipos se describen en detalle en Solari *et al.* (2010). Los puntos analizados fueron de 23 micras de diámetro. Las incertidumbres de 2σ propagadas se lograron según Paton *et al.* (2010). Las proporciones $^{207}Pb/^{206}Pb$, edades y errores se calcularon según Petrus y Kamber (2012). Las concentraciones de U y Th fueron calculadas empleando un circón estándar externo de acuerdo a Paton *et al.* (2010).

Los resultados se resumen en la tabla 6 y la localización de las muestras se presenta en la figura 1. Las edades reportadas en este estudio para el Batolito de Patillal están entre 168-179 Ma, las cuales son un poco más jóvenes a las reportadas en Quandt *et al.* (2018), al menos para el Batolito de Patillal.

Allí mismo, las edades K-Ar publicadas anteriormente son de: 175 ± 6 Ma, 176 ± 7 Ma, 178 ± 7 Ma (en biotita), 168 ± 5 Ma (en anfíbol), interpretadas como edades de enfriamiento del sistema K-Ar de los plutones a temperaturas aproximadas de 280-530° C y consideradas inicialmente como edades de cristalización en Tschanz *et al.* (1974), con resultados similares a las edades reportadas por el metodo U-Pb en circones (Quandt *et al.*, 2018 y en este estudio).

Edades Rb/Sr reportadas por Tschanz *et al.* (1974) son interpretadas como edades de cristalización; sin embargo, para rocas graníticas félsicas la temperatura de

Tabla 6. Edades Batolito de Patillal otros autores

N Campo	Oeste (m)	Norte (m)	Clasificación	Edad	Método	Autor
33	1082575	1689446	Batolito de Patillal	162 ± 18	Rb–Sr	Tschanz *et al.* (1974)
32	1087615	1691603	Batolito de Patillal	167 ± 13	Rb–Sr	Tschanz *et al.* (1974)
29	1117391	1723286	Batolito de Patillal	168 ± 5	K–Ar	Tschanz *et al.* (1974)
28	1094425	1691926	Batolito de Patillal	176 ± 7	K–Ar	Tschanz *et al.* (1974)
EAM-20-121L	1114113	1701527	Batolito de Patillal	180,6 ± 1,2	U-Pb LA ICPM	Quandt *et al.* (2018)
EAM-20-129BL	1096793	1678715	Batolito de Patillal	190,3 ± 1,2	U-Pb LA ICPM	Quandt *et al.* (2018)
FCB-21-38L	1124726	1714085	Batolito de Patillal	186 ± 0,7	U-Pb LA ICPM	Quandt *et al.* (2018)
JRG-20-81BL	1101502	1683426	Batolito de Patillal	186,4 ± 1,6	U-Pb LA ICPM	Quandt *et al.* (2018)
JRG-20-84AL	1101945	1682611	Batolito de Patillal	189,4 ± 2	U-Pb LA ICPM	Quandt *et al.* (2018)

Tabla 7. Edades U/Pb para muestras del Batolito de Patillal

N Campo	Coordenadas		Clasificación	Edad U/Pb (Ma)	MSWD	Herencias
	Oeste (m)	Norte (m)				
GR-6753A	1095207	1671061	Cuarzomonzonita	171,5 ± 1,9	1,09	177,9 ± 1,0 (n = 14), 183,5 ± 1,6 (n = 8)
GR-6827A	1096593	1683082	Monzogranito	175,4 ± 1,5 Ma	1,9	1129,8 ± 42 - 938 ± 31 (n = 6); 185,4 ± 2,0 Ma (n = 9); 186,4 ± 2,8 (n = 6)
GR-6817	1117592	1721758	Monzogranito	162,0 ± 2,2	1,3	174,3 ± 2,6 (n=), 198,3 ± 7,4 (n = 16)
GR-6825	1097461	1685219	Monzogranito	166,3 ± 1,8	0,3	171,8 ± 1,8 (n = 10), 179,9 ± 3,1 (n = 10)
GR-6830	1096324	1678133	Monzogranito	173,3 ± 1,2	4,4	
GZ-6876	1134640	1725762	Cuarzomonzonita	179,7 ± 5,3	0,31	628 Ma (n = 1), 757 Ma (n = 2), 955 Ma (n = 3), 1044 Ma (n = 4), 1128 Ma (n = 2) y 1324 Ma (n = 1)
GZ-6879	1113995	1702571	Leuco-Tonalita	172,0 ± 2,6	1,19	997 Ma (n = 1), 1096 Ma (n = 1)
MIA-708	1121394	1708340	Monzogranito	178,8 ± 0,9	2,7	
MIA-711	1123510	1711076	Sienogranito granofírico	180,0 ± 1,9	0,47	184,0 ± 1,5 (n = 7), 188,8 ± 2,0 (n = 4), 194,6 ± 2,3 (n = 1)
GR-6816A	1122967	1722833	Monzongranito	168,6 ± 2,1	1,2	
				Rocas de dique		
GOE-1052	1106206	1691426	Sienogranito	170,6 ± 1,1	4,4	
GR-6816B	1122967	1722833	Fenoriolita	180,7 ± 1,0	1,1	189,7 ± 1,6 (n = 20), 214,9 ± 4,1 (n = 5)
GR-6827B	1096593	1683082	Monzogranito	177,0 ± 3,0	0,25	189,7 ± 2,0 (n = 27), 205,5 ± 4,1 (n = 4)

cierre del sistema Rb-Sr está *ca.* 700 °C, pero reseteable *ca.* 400 °C por fluidos hidrotermales, metamorfismo o magmas (Kagami *et al.,* 2003). Por esto las edades *ca.* 162 y 167 Ma reportadas en Tschanz *et al.* (1974) son interpretadas como edades de enfriamiento en este estudio.

4.1. Geocronología U-Pb en rocas granitoides del Batolito de Patillal

De las rocas graníticas del Batolito de Pueblo Bello y diques asociados se dataron doce muestras por el método U-Pb LA-ICPMS, las cuales están relacionadas en la tabla 7.

De la muestra GR-6816A, correspondiente a un monzongranito (figura 17a), se hicieron 56 ablaciones en circones (anexo 1), de los cuales 31 fueron tenidos en cuenta para el cálculo de la edad. Los datos analizados tienen discordias < 10 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 5 %. Los cristales son prismáticos, euhedrales y de coloración violeta. En imágenes de catodoluminiscencia (CL) se observan zonaciones oscilatorias típicas de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999; figura 17b) y relaciones Th/U entre 0,6-1,5 (anexo 3), correspondientes a valores de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002).

Los datos arrojaron edades entre 159 y 184 Ma, concordantes en el diagrama Wheterill de la figura 17c. Se separaron dos conjuntos de edades $^{206}Pb/^{238}U$ medias ponderadas, interpretadas como edades de cristalización: una de 168,6 ± 2,1 (n = 21, MSWD = 0,48), que se interpreta como la edad de cristalización de la roca (figura 17d) dentro de la misma cámara magmática, y una edad de 178,3 ± 2,5 (n = 10, MSWD = 1,2), que podría corresponder a antecristales (figura 17e).

Para la muestra GZ-6876, correspondiente a un saprolito de cuarzomonzonita, se realizaron 81 ablaciones en circones (anexo 1), de los cuales se tuvieron en cuenta para el cálculo de la edad 44 datos. Los cristales son euhedrales, prismáticos y con inclusiones de óxidos en los bordes de hasta 100 micras. En imágenes de CL se observan dos grupos de circones, el primero caracterizado por núcleos homogéneos y bordes con zonación oscilatoria, el segundo caracterizado por núcleos con zonación convoluta y bordes con zonación oscilatoria (figura 18a). Los valores de Th/U para todos los análisis son mayores a 0,33, típicos de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002).

Los datos analizados tienen discordias < 10 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 7 %. La mayor parte de los datos presentan edades entre 209-161 Ma, y son concordantes en el diagrama Wheterill (figura 18b). Al analizar detalladamente este conjunto de datos se observa una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 179,7 ± 5,3 (n = 18, MSWD = 0,31), interpretada como la edad de cristalización (figura 18c), y un segundo conjunto de datos con edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 197,9 ± 6,4 (n = 15, MSWD = 0,20), correspondiente a antecristales (figura 18d). Además, se obtuvieron en núcleos heredados en la muestra edades de 628 Ma (n = 1), 757 Ma (n = 2), 955 Ma (n = 3), 1044 Ma (n = 4), 1128 Ma (n = 2) y 1324 Ma (n = 1).

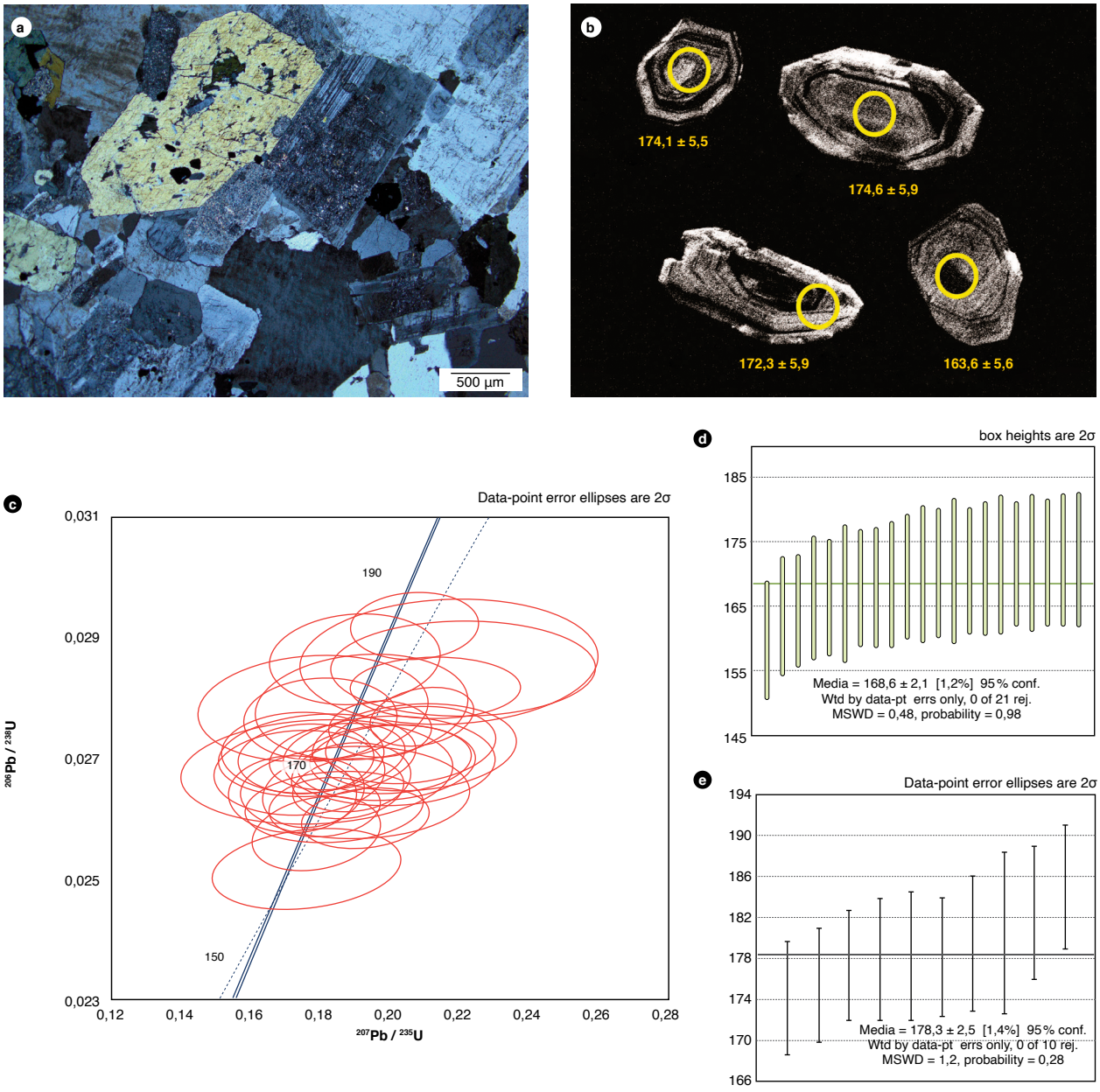


Figura 17. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6816A
a) Microfotografía de monzogranito; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6816A; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra GR-6816; d) Edad promedio ponderada de circones *ca*. 168 Ma; d) Edad promedio ponderada de 168,6±2,1 Ma e) Edad promedio ponderada de circones con edades *ca*. 178 Ma.

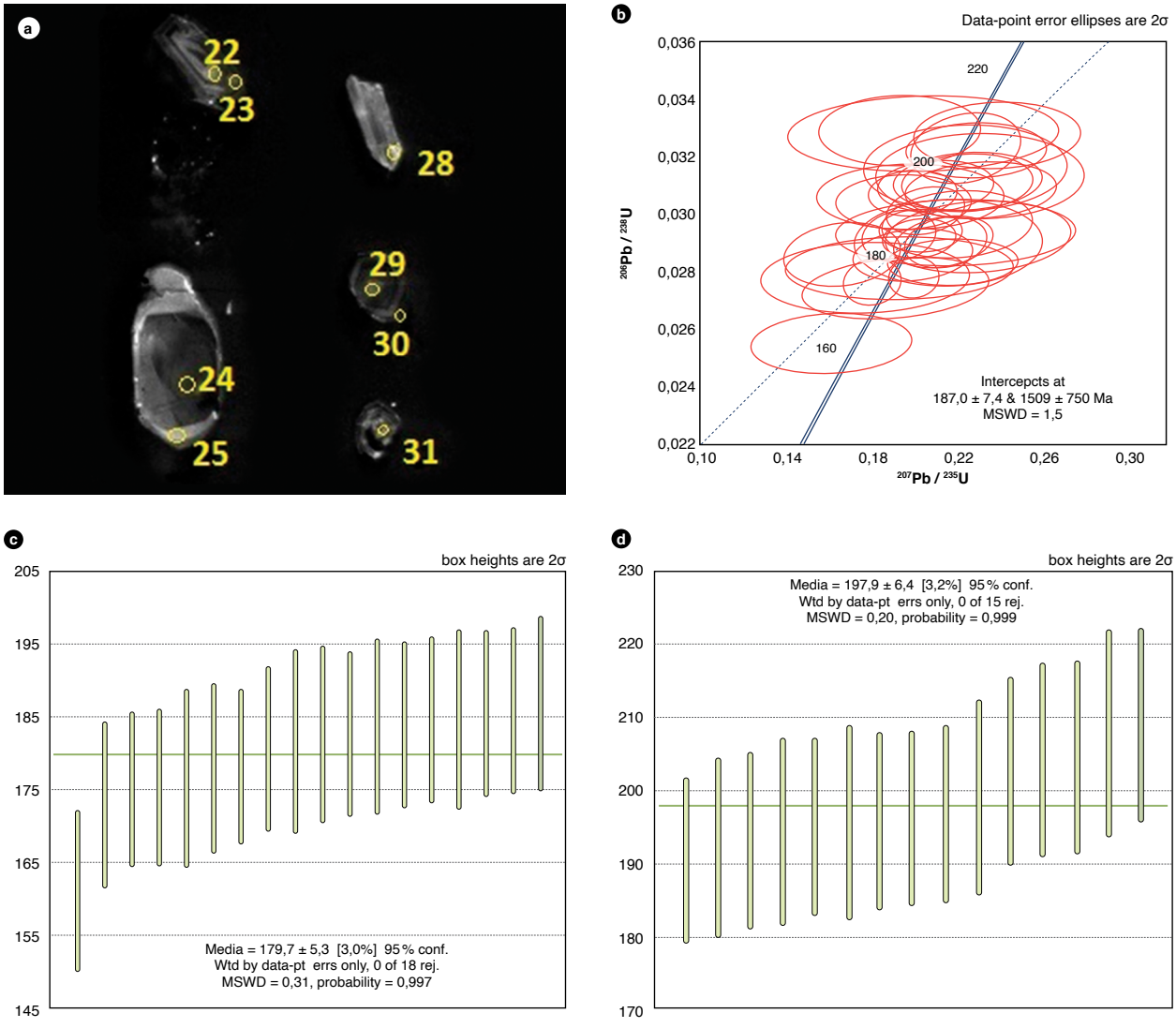


Figura 18. Petrografía y geocronología de la muestra GZ-6876
a) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GZ-6876; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); b) Diagrama Wetherill de la muestra GZ-6876; c) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 179 Ma; d) Edad promedio ponderada de circones con edades *ca.* 197Ma.

De la muestra GZ-6879, correspondiente a una granodiorita (figura 19a) se realizaron 56 ablaciones en circones (anexo 1), de los cuales fueron tenidos en cuenta 23 para el cálculo de la edad. Los datos analizados corresponden a discordias < 10 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 7 %. Los cristales son incoloros, euhedrales y de hasta 100 um. En imágenes de CL los circones son prismáticos, homogéneos, y algunos presentan zonación oscilatoria (figura 19b), característica de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U en los circones varía entre 0,4 y 1,56, algo asociado a circones cristalizados en una cámara magmática (Rubatto, 2002).

Los datos analizados son concordantes en el diagrama Wheterill (figura 19c), y su edad fue calculada a partir de una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 172,0 ± 2,6 Ma (n = 23, MSWD = 1,19, en la figura 19d); esta edad se interpreta como de cristalización de la roca.

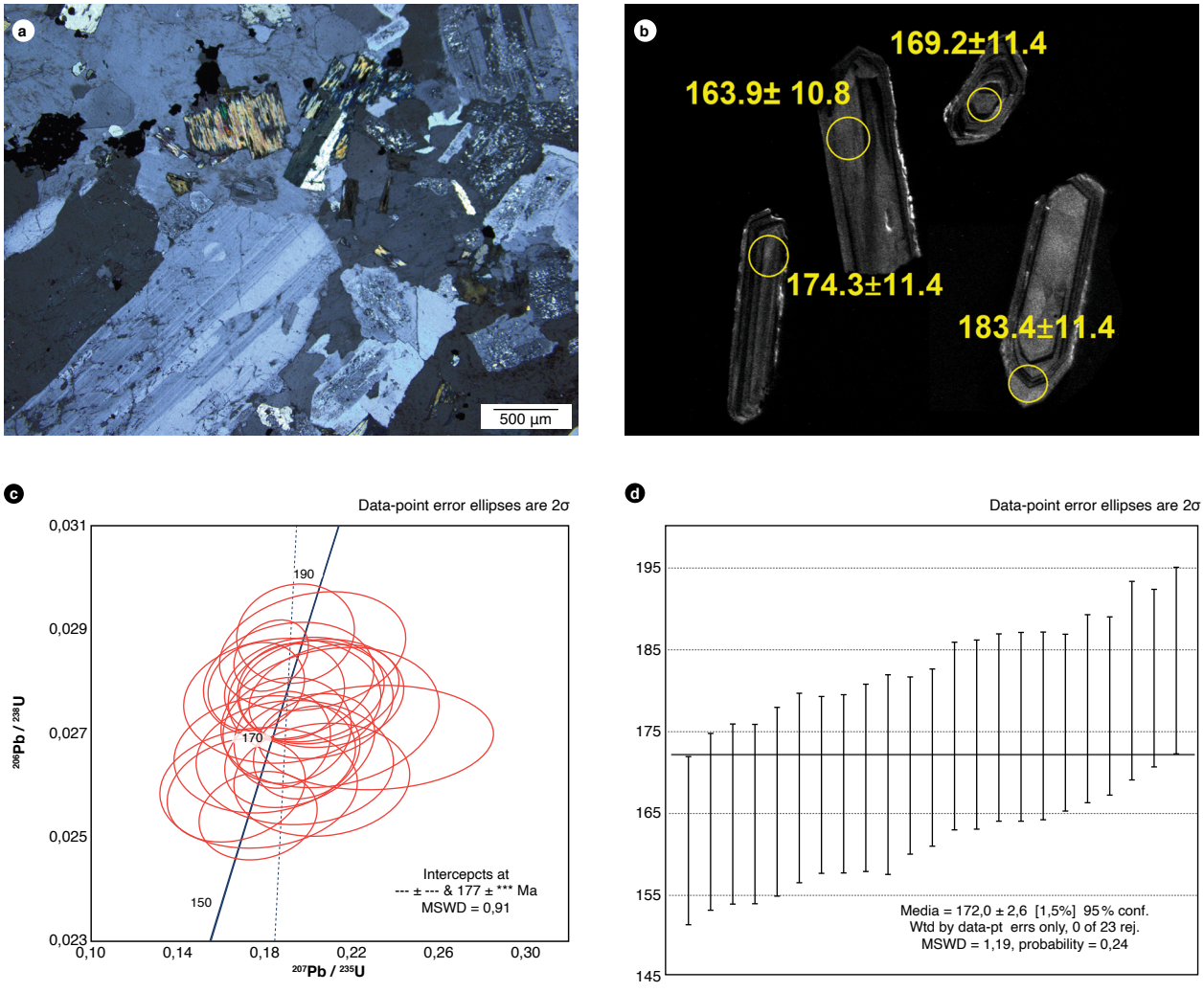


Figura 19. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6879
a) Microfotografía de granodiorita; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GZ-6879; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra GZ-6879; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 172 Ma.

De la muestra GR-6827A, correspondiente a un monzogranito, se realizaron 59 ablaciones en circón, de los cuales fueron tenidos en cuenta 37 para el análisis final (anexo 3). Los datos analizados presentan discordias < 10 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 4 %. Son cristales incoloros, prismáticos cortos y en tallos menores a 100 micras. En imágenes de CL se observan cristales prismáticos y con zonación oscilatoria, y en ocasiones centros homogéneos (figura 20a), típicos de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U varían entre 0,57 y 1,91 (anexo 1), valores que se relacionan a circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002).

Los datos presentan edades $^{206}Pb/^{238}U$ entre 166 Ma-191 Ma y son concordantes en el diagrama Wetherill (figura 20b). Al observar detalladamente las edades se puede observar un conjunto de datos con edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 175,4±1,5 Ma (MSWD=1,9, n=28), interpretada como edad de cristalización (figura 20c), y un segundo conjunto con edad de 185,4±2,0 Ma (MSWD=0,68, n=9; figura 20d), que se interpreta como una posible edad de los antecristales de algunos circones (ver núcleos y cristales homogéneos en imágenes de CL, figura 20a).

De la muestra GR-6817, correspondiente a una cuarzomonzonita (figura 21a), se realizaron 70 ablaciones en circones, de los cuales 29 fueron tenidos en cuenta para el análisis de su edad (anexo 1). Los datos analizados corresponden a datos con discordias ≤ 10 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 4 %. Son cristales incoloros, pris-

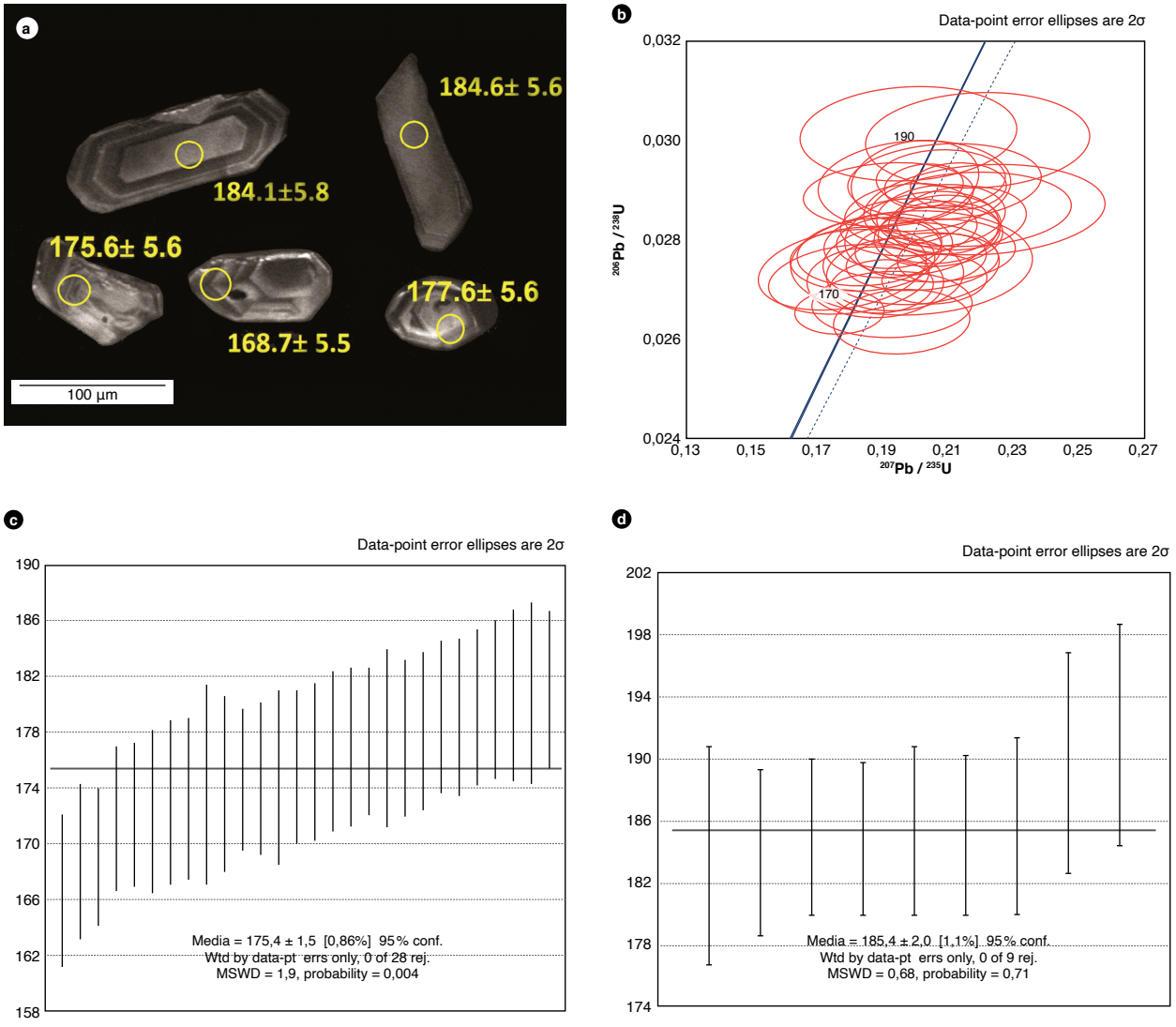


Figura 20. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6827A
a) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6827A; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); b) Diagrama Wetherill de la muestra GZ-6827A; c) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 175 Ma; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 185 Ma.

máticos achatados y en forma de agujas menores a 100 micras. En imágenes de CL se observan cristales prismáticos con núcleos homogéneos y zonación oscilatoria muy débil (figura 21b), típico de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U varían entre 0,22-1,45 (anexo 1), valores asociados a circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002).

Los datos analizados en su mayoría son concordantes en el diagrama Wetherill de la figura 21c. La edad se calculó como una edad media ponderada $^{206}Pb/^{238}U$ de 162,2 ± 2,2 Ma (MSWD = 1,3, n = 9), interpretada como edad de cristalización de la roca (figura 21d), y una edad de 174,3 ± 2,6 Ma (MSWD = 2,6, n = 16), interpretada como edad de antecristales. Además, se encontró una sola edad de 198,3 ± 7,4 Ma asociada a los otros pulsos encontrados en la misma unidad.

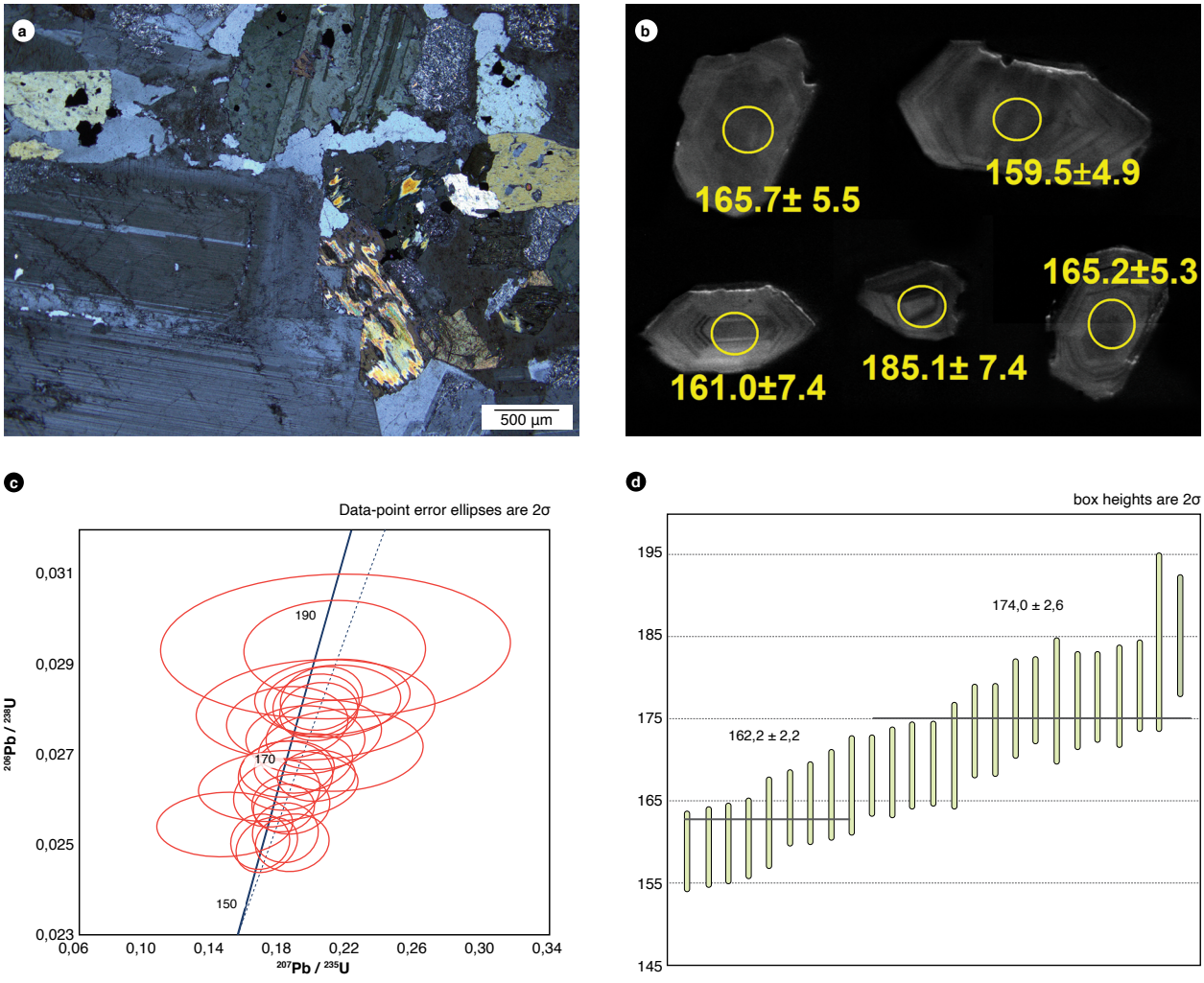


Figura 21. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6817
a) Microfotografía de cuarzomonzonita; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6817; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra GR-6817; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 162 Ma y 174 Ma.

De la muestra GR-6825, correspondiente a un monzogranito (figura 22a), se realizaron 57 ablaciones en circones, de los cuales fueron tenidos en cuenta 30 para el cálculo de su edad. Los datos analizados corresponden a discordias < 8 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 4 %. Los circones son prismáticos cortos y alargados, euhedrales y color violáceo, menores a 100 um. En imágenes de CL se observan circones prismáticos alargados con núcleos homogéneos, zonación oscilatoria e involutas (figura 22b), típico de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U varían entre 0,4 y 1,79 (anexo 1), y son asociadas a valores de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002). Los análisis son concordantes en el diagrama Wetherill de la figura 22c. La edad media ponderada se calculó a partir de la relación $^{206}Pb/^{238}U$, dando como resultado un valor de 166,3 ± 1,8 Ma (MSWD = 0,3, n = 10), que se interpreta como edad de cristalización de la roca (figura 22d), además de dos edades de 171,8 ± 1,8 Ma (MSWD = 0,21, n = 10) y 179,9 ± 3,1 Ma (MSWD = 2, n = 10), interpretadas como edades de antecristales.

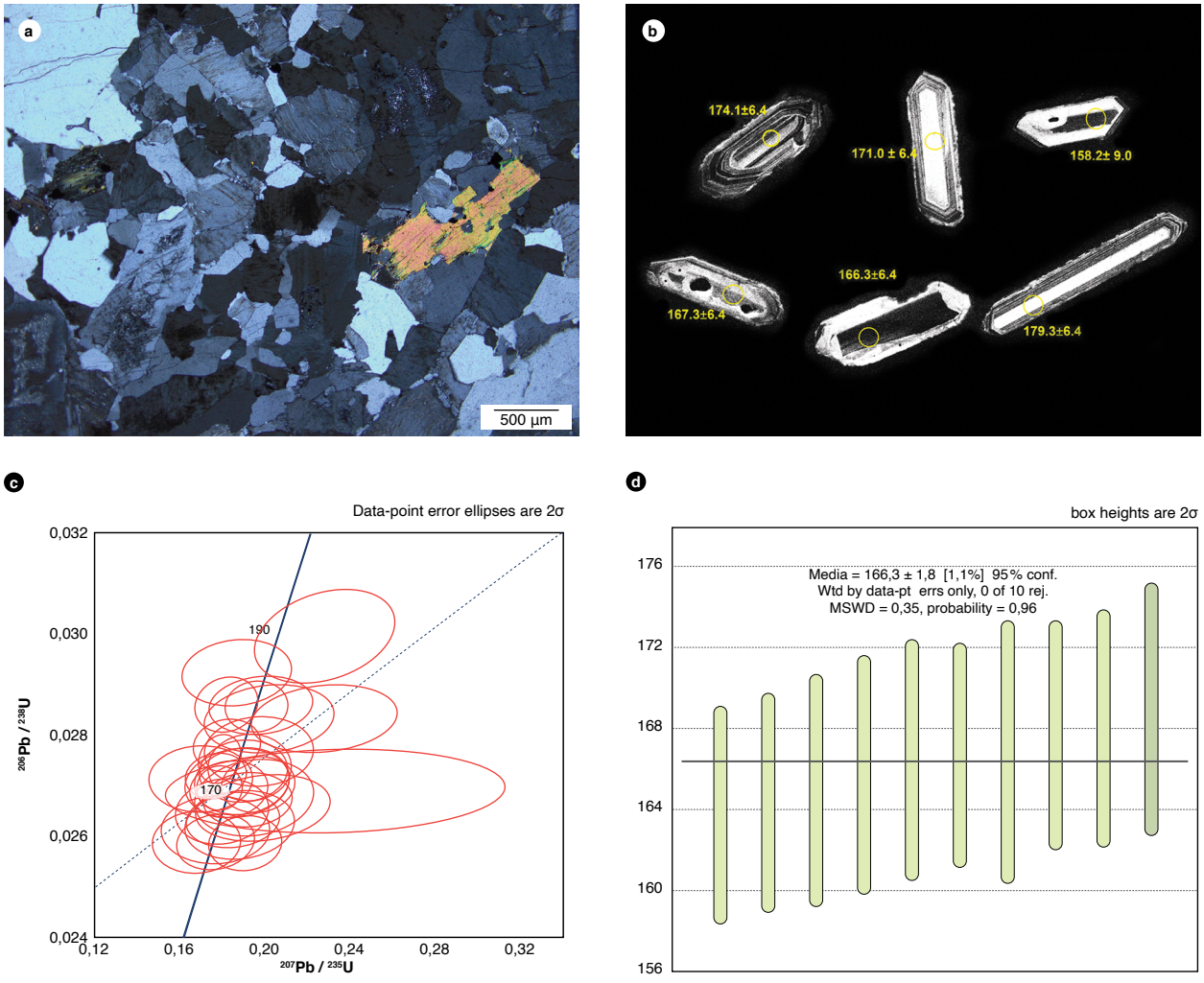


Figura 22. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6825
a) Microfotografía de monzogranito; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6825; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra GR-6825; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 172 Ma.

De la muestra GR-6830, correspondiente a un monzogranito (figura 23a), se realizaron 69 ablaciones en circones, de los cuales fueron tenidos en cuenta 47 datos para el cálculo de su edad. Los datos analizados corresponden a datos con discordias < 6 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 5 %. Los circones son euhedrales, prismáticos (agujas y tallos) y ligeramente amarillentos, algunos con inclusiones y menores a 100 um. En imágenes de CL se observan circones prismáticos alargados, algunos con bordes de reabsorción magmática y con zonación oscilatoria (figura 23b), típico de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U varían entre 0,52 y 1,51, están asociadas a valores de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002).

Los análisis son concordantes en el diagrama Wetherill (figura 23c). La edad de la muestra se calculó como una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 173,3 ± 1,2 (MSWD = 4,4, n = 30), interpretada como edad de cristalización (figura 23d).

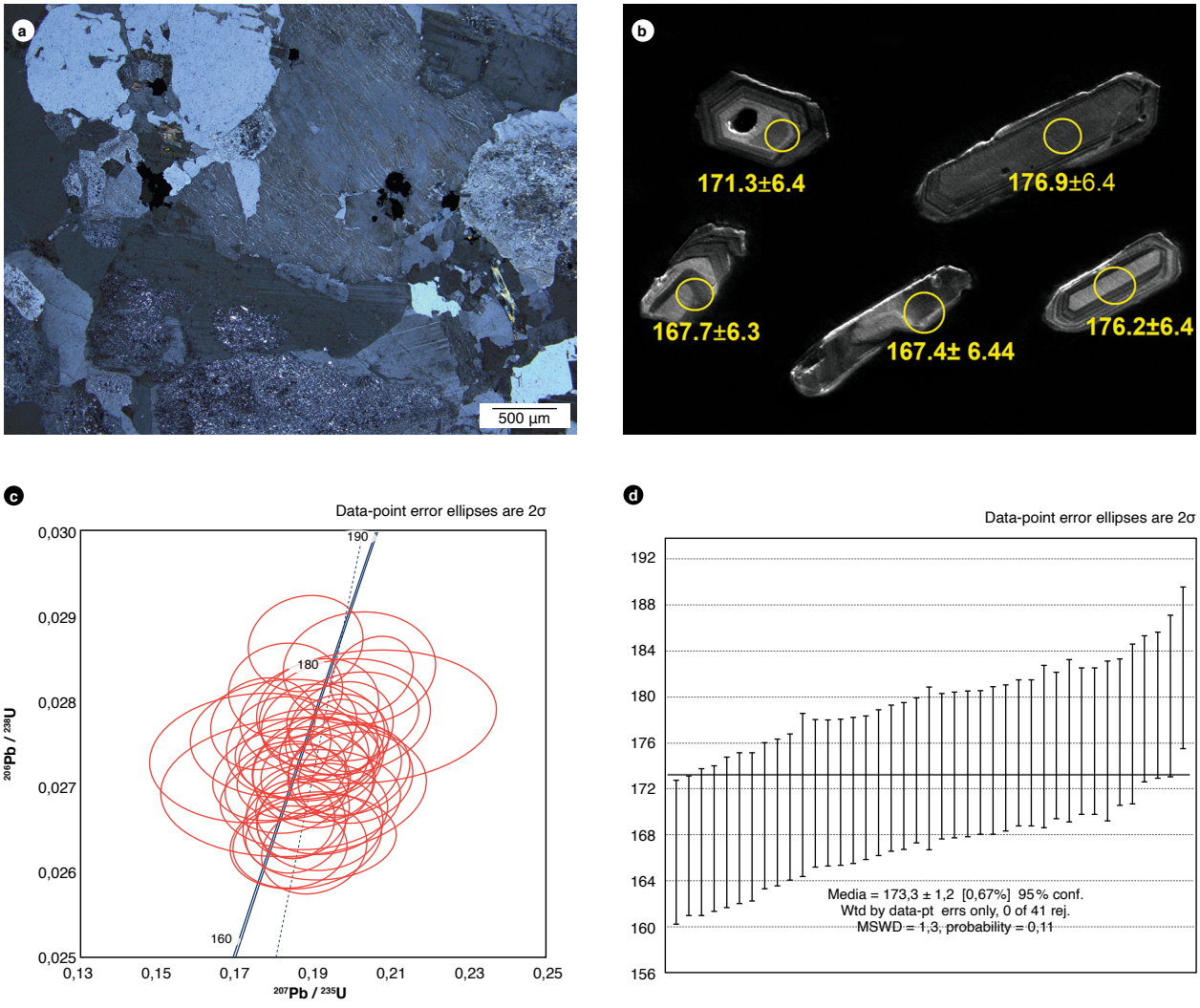


Figura 23. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6830
a) Microfotografía de monzogranito; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6830; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra GR-6830; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 173 Ma.

De la muestra GR-6753A se realizaron 36 ablaciones en circones, de los cuales fueron utilizados 26 para el cálculo de la edad. Los datos analizados corresponden a discordias ≤ 6 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 3 % (anexo 1). En las imágenes de CL se observan circones prismáticos alargados y con zonación oscilatoria (figura 24a), algo típico de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U varían entre 0,42 y 1,44, estando asociadas a valores de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002). Los análisis son concordantes en el diagrama Wetherill de la figura 24b. La edad de la muestra se calculó como una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 171,5 ± 1,9 Ma (MSWD = 1,09, n = 5), interpretada como la edad de cristalización de la muestra (figura 24c), más otras dos edades de 177,9 ± 1,0 Ma (MSWD = 0,87, n = 14) y 183,5 ± 1,6 Ma (MSWD = 0,83, n = 8), interpretadas como edades de antecristales.

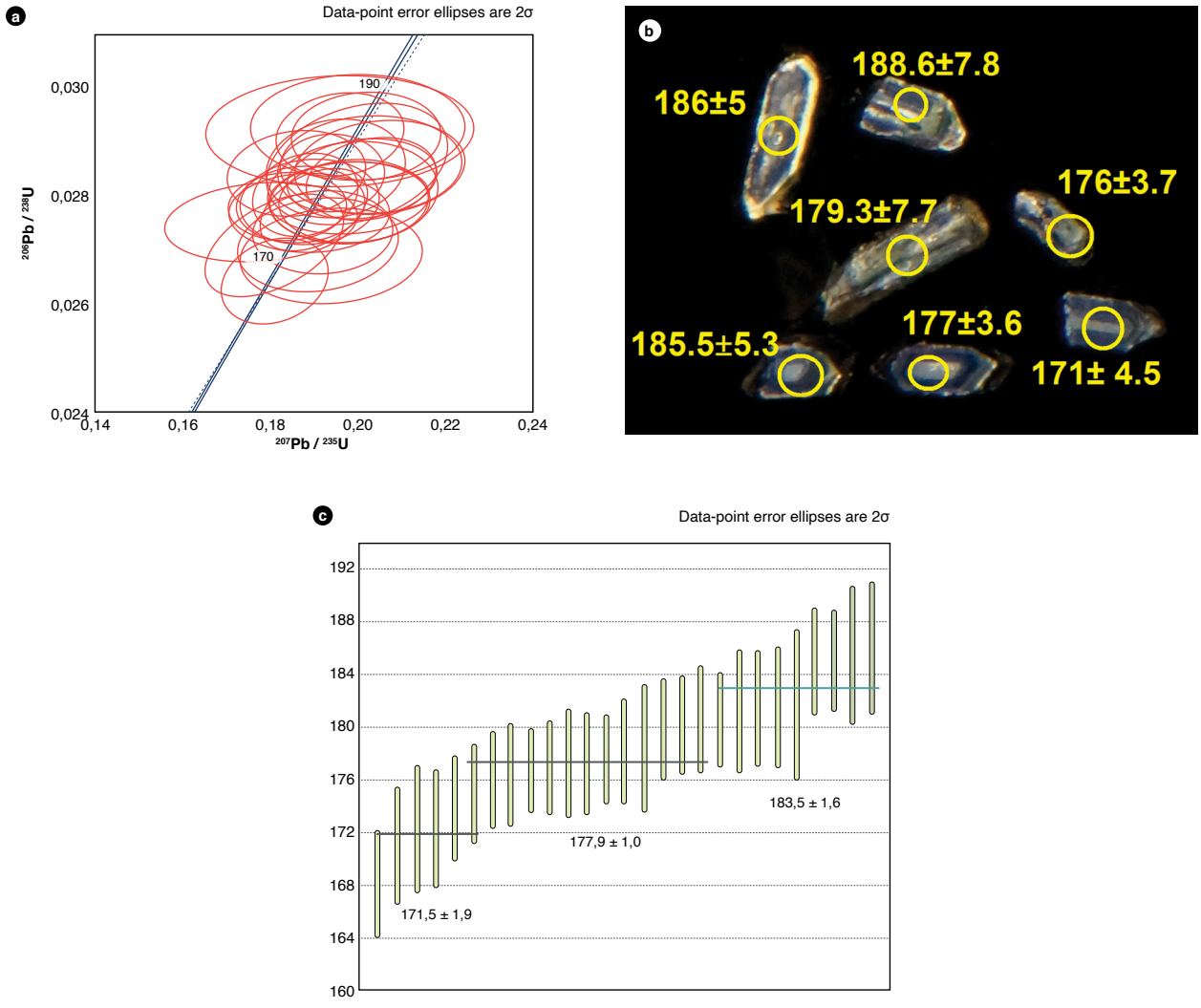


Figura 24. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6753A
a) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6753A; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); b) Diagrama Wetherill de la muestra GR-6753A; c) Edad promedio ponderada de circones de la muestra GR-6753A.

De la muestra MIA-708, correspondiente a un monzogranito (figura 25a), se realizaron 84 ablaciones en circones, de los cuales fueron utilizados 74 para el cálculo de la edad. Los datos analizados corresponden a discordias ≤ 9 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 3 %. Los cristales son prismáticos cortos, rosados y con tamaños entre 80 y 100 micras. En las imágenes de CL se observan circones prismáticos alargados y con zonación oscilatoria (figura 25b), algunos homogéneos sin zonación e inclusiones, típico de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999).

Las relaciones Th/U varían entre 0,22-1,81, asociadas a valores de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002). Los análisis de la muestra son concordantes en el diagrama Wheterill (figura 25c). La edad de la muestra se calculó como una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 178,87 ± 0,92 Ma (MSWD = 2,7, n = 72), interpretada como la edad de cristalización ígnea de la muestra (figura 25d); además, se obtuvieron dos edades más viejas entre 997,5 Ma (n = 1) y 1096 Ma (n = 1), interpretadas como de xenocristales.

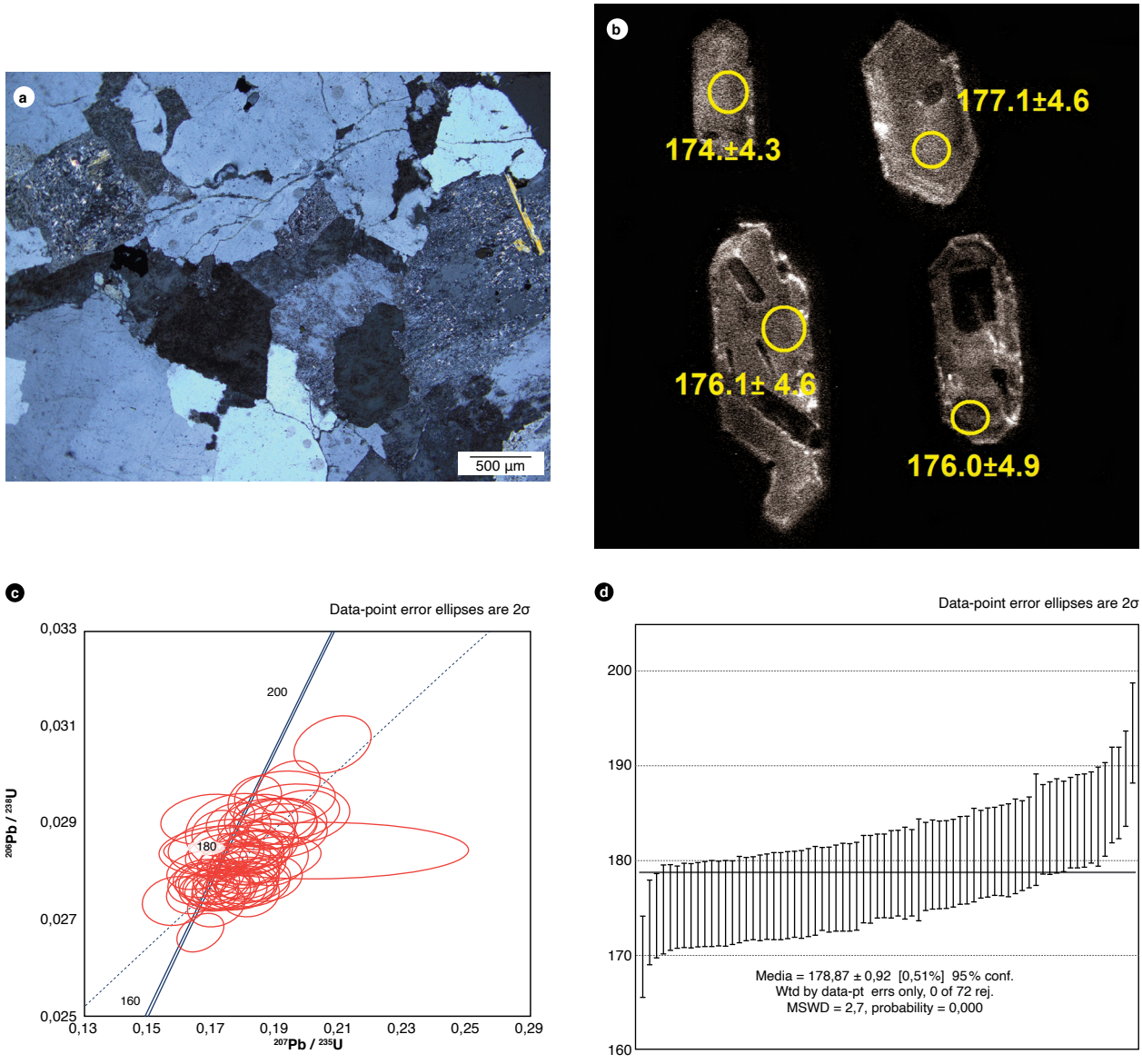


Figura 25. Petrografía y geocronología de la muestra MIA-708
a) Microfotografía de monzogranito; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra MIA-708; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra MIA-708; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 178 Ma.

De la muestra MIA-711, correspondiente a un sienogranito granofídico (figura 26a), se realizaron 54 ablaciones en circones (anexo 1), de los cuales fueron tenidos en cuenta para el cálculo de la edad 19 datos. Los datos analizados tienen discordias ≤ 10 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 3 %. Son cristales incoloros, euhedrales con formas prismáticas achatadas y en tallos de grano fino (menores a 70 micras). En las imágenes de CL se observan circones prismáticos cortos, homogéneos y con zonación oscilatoria débil (figura 26b), típica de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U varían entre 0,73-1,6 (anexo 1), asociadas a valores de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002).

Los análisis de la muestra son discordantes en el diagrama Tera Wasserburg (figura 26c). La edad de la muestra se calculó como una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 180,0 ± 1,9 Ma (MSWD = 0,47, n = 4), interpretada como la edad de cristalización ígnea de la muestra (figura 26d), y tres edaes de 184,4 ± 1,5 Ma (MSWD = 0,18, n = 7), 188,8 ± 2,0 (MSWD = 0,14, n = 4) y 194,6 ± 2,3 Ma (MSWD = 0,15, n = 4), asociadas a poblaciones de antecristales.

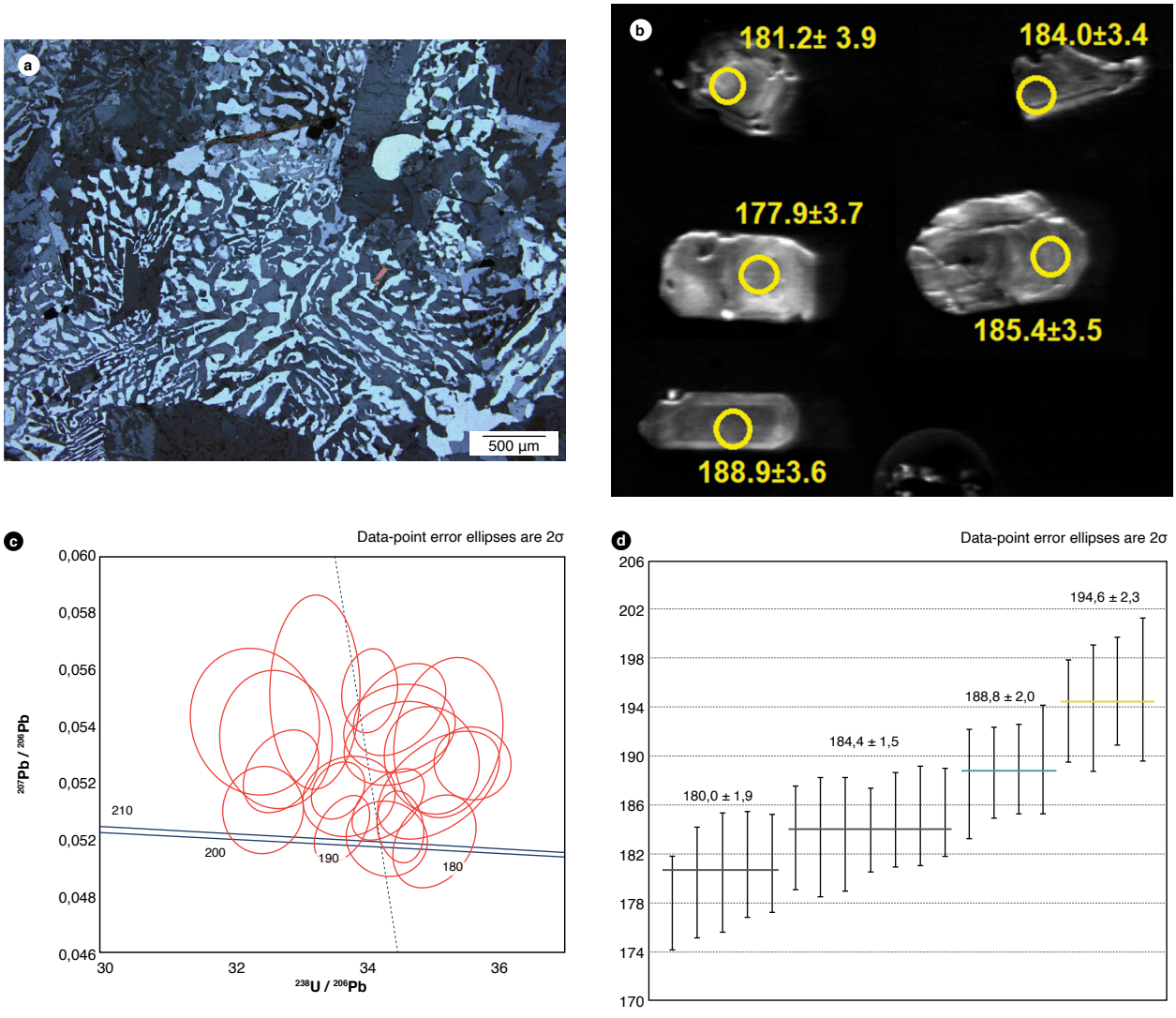


Figura 26. Petrografía y geocronología de la muestra MIA-711
a) Microfotografía de sienogranito granofídico; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra MIA-711; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra MIA-711; d) Edad promedio ponderada de circones de la muestra MIA-711.

4.2. Edades en rocas de dique y cuerpos subvolcánicos menores que intruyen el Batolito de Patillal

De la muestra GR-6816B, correspondiente a una feno-riolita (figura 27a), se realizaron 71 ablaciones en circones (anexo 2), de los cuales fueron tenidos en cuenta 53 datos para el cálculo de su edad. Los datos analizados tienen discordias ≤ 10 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 5 %. Los cristales son prismáticos cortos, traslucidos y con tinciones de óxidos de hierro en los bordes. En imágenes de CL se observan circones prismáticos alargados y con zonación oscilatoria (figura 27b), típico de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U varían entre 0,42 y 1,44 (anexo 2), asociadas a valores de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002).

Los análisis son concordantes en el diagrama Wetherill (figura 27c). La edad de la muestra se calculó como una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 180,7 ± 1,0 (MSWD = 5,3, n = 28), interpretada como edad de cristalización (figura 27d), y una edad de 189,7 ± 1,6 (MSWD = 2,2, n = 20), también interpretada como edad de cristalización (figura 27e) y correspondiente a antecristales; adicionalmente, se calculó una edad de 214,9 ± 4,1 (MSWD = 1,4, n = 5), para un grupo más viejo de circones correspondientes a edades heredadas.

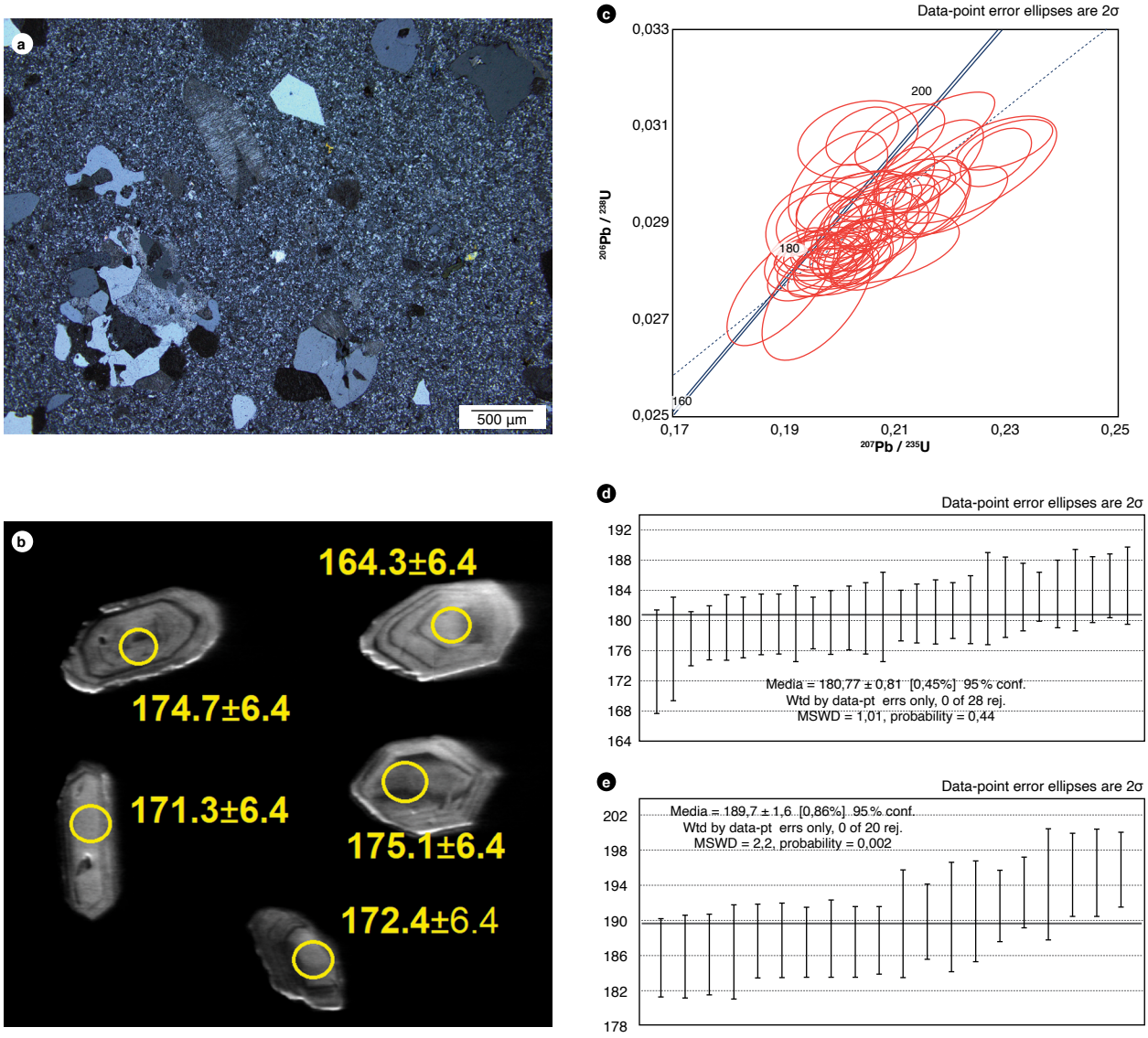


Figura 27. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6816B
a) Microfotografía de fenoriolita; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6816B; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra GR-6816B; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 180 Ma; e) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 189 Ma.

De la muestra GOE-1052, correspondiente a un sienogranito (figura 28a), se realizaron 136 ablaciones en circones (anexo 2), de los cuales fueron tenidos en cuenta 67 datos para el cálculo de la edad. Los datos analizados tienen discordias < 8 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 5 %. Los circones son euhedrales, primaticos alargados, incoloros a levemente amarillentos y varían entre 70 a 250 um. En imágenes de CL se observan circones prismáticos alargados, algunos con bordes de reabsorción magmática y con zonación oscilatoria (figura 28b), típico de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999).

Las relaciones Th/U varían entre 0,46 y 1,59 (anexo 2), asociadas a valores de circones formados en una cámara magmática (Rubatto, 2002). Los análisis son concordantes en el diagrama Wetherill de la figura 28c. La edad de la muestra se calculó como una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 170,6 ± 1,1 (MSWD = 4,4, n = 30), interpretada como edad de cristalización de la roca (figura 28d), además de dos edades en circones de 187 y 188 Ma, asociadas a antecristales formados dentro de la misma cámara magmática.

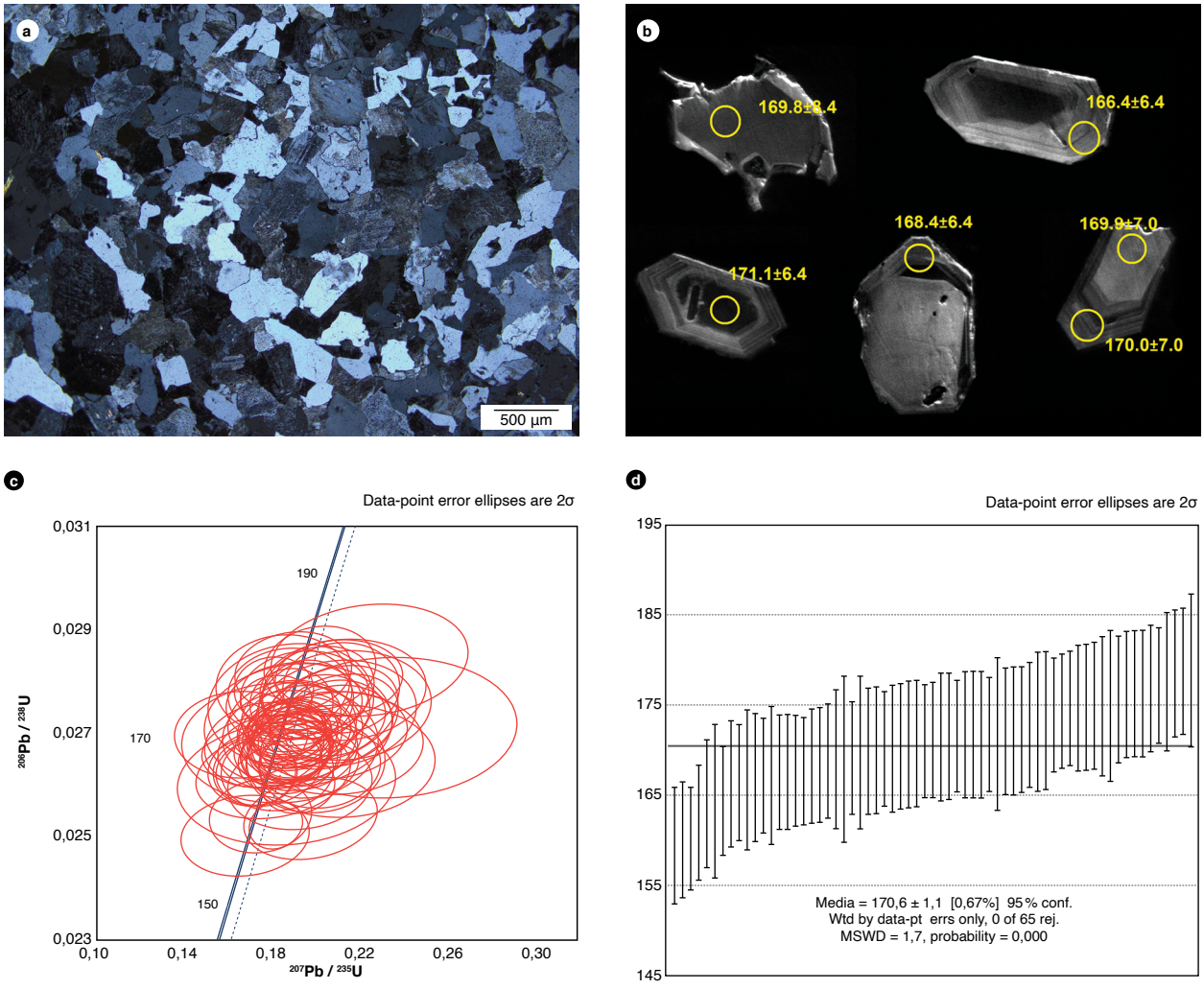


Figura 28. Petrografía y geocronología de la muestra GOE-1052
a) Microfotografía de fenoriolita; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GOE-1052; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra GOE-1052; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 170 Ma.

De la muestra GR-6827B, correspondiente a una dacita porfídica (figura 29a), se extrajeron 83 circones, de los cuales fueron tenidos en cuenta 36 datos para el cálculo de su edad (anexo 2). Los datos analizados tienen discordias ≤ 10 % y errores en la edad $^{206}Pb/^{238}U$ < 5 %. Se trata de cristales euhedrales, prismáticos cortos y achatados, incoloros a tinte pardusco y tamaños menores a 100 micras. En imágenes de CL se observan circones prismáticos con núcleo homogéneo y zonación oscilatoria hacia los bordes (figura 29b), típico de circones ígneos (Vavra *et al.*, 1999). Las relaciones Th/U varían entre 0,38 y 1,27 (anexo 2), asociadas a valores de circones formados en una cámara magmática.

Los análisis son concordantes en el diagrama Wetherill (figura 29c). La edad de la muestra se calculó como una edad $^{206}Pb/^{238}U$ media ponderada de 177,0 ± 3,0 Ma (MSWD = 0,25, n = 5), interpretada como edad de cristalización (figura 29d), y una edad 189,7 ± 2,0 de cristalización (MSWD = 1,8, n = 27), interpretada como edad de antecristales (figura 29e); adicionalmente, se calculó una edad de 205,6 ± 4,1 Ma (MSWD = 0,92, n = 4) para un grupo más viejo de circones que podrían corresponder a antecristales.

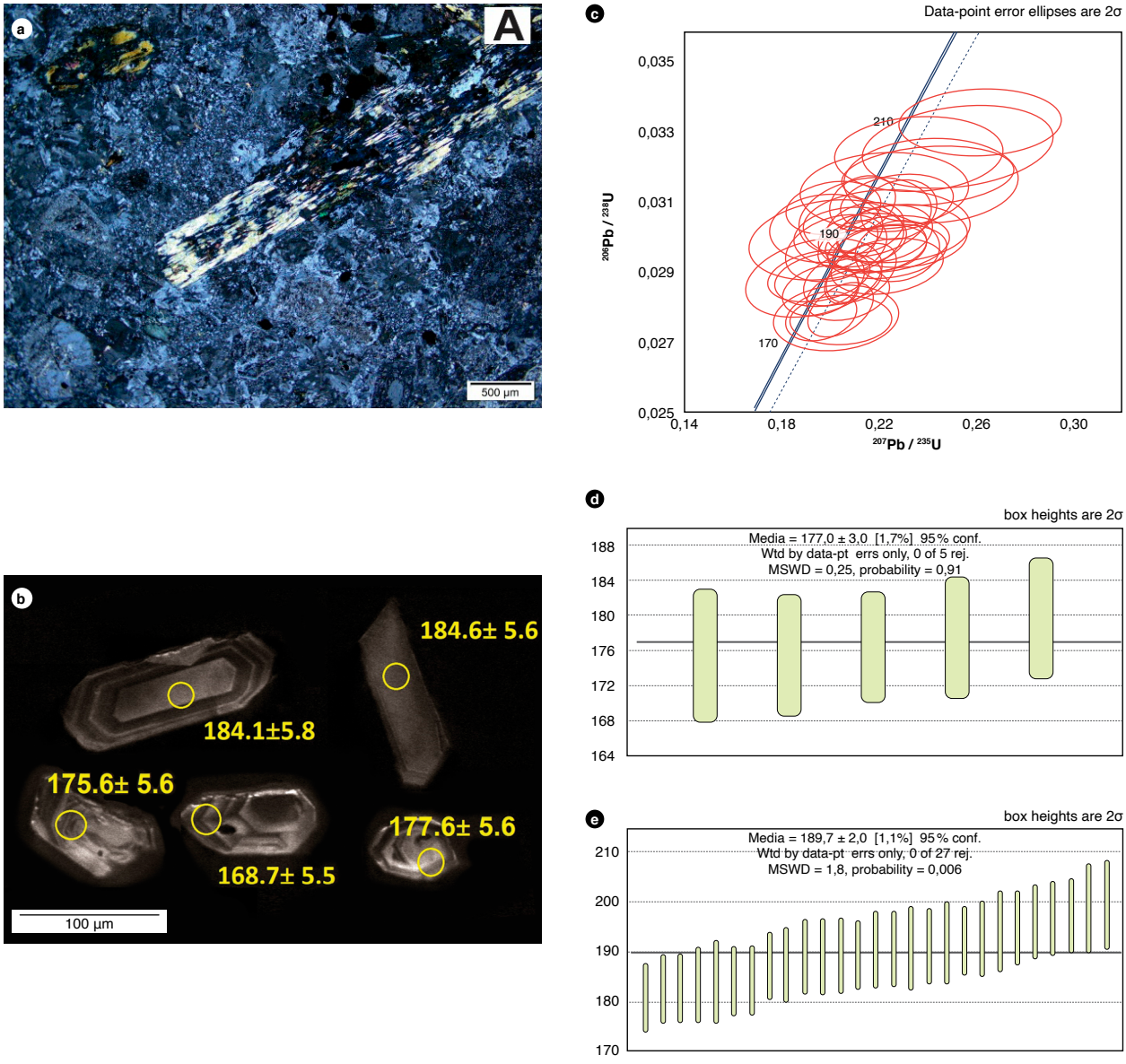


Figura 29. Petrografía y geocronología de la muestra GR-6827B
a) Microfotografía de monzogranito; b) Imágenes de CL de algunos circones analizados de la muestra GR-6827B; los números corresponden al resultado de la datación en millones de años (Ma); c) Diagrama Wetherill de la muestra GR-6827B; d) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 177 Ma; e) Edad promedio ponderada de circones *ca.* 189 Ma.

5. Correlaciones

El Batolito de Patillal, con una edad media de 174,2 ± 3,8 Ma (n = 10), con picos a 163, 173 y 179 Ma, es correlacionable con otros cuerpos de la SNSM como el Batolito de Pueblo Bello, con edades U-Pb entre 170-188 Ma, el Batolito de Atánquez, con edades entre 165-189 Ma, y la Franja Central de Batolitos, con edades entre 172-188 Ma.

El Batolito de Patillal presenta una composición predominantemente de monzogranito-sienogranito (figura 4), similar a las rocas del Batolito de Pueblo Bello (Tschanz *et al.*, 1969a) mientras que la composición de la Franja Central de Batolitos es tonalita-cuarzodiorita-granodiorita (Tschanz *et al.*, 1969a).

El Batolito de Patillal presenta características de magmas generados en zona de subducción, con anomalías de Nb-Ti (figura 12) enriqueciendo en Th/Yb vs Nb/Yb (Pearce, 2008; figura 14). Estas características son similares a las presentadas por los batolitos de Pueblo Bello y Atánquez y por la Franja Central de Batolitos;

sin embargo, las muestras del Batolito de Patillal son más diferenciadas y más enriquecidas en Th-Nb/Yb respecto al Batolito Central y al de Pueblo Bello.

A su vez estos cuerpos plutónicos jurásicos de la SNSM se correlacionan en la alta Guajira con la Granodiorita de Ipapure (Radelli, 1962; Rodríguez y Londoño, 2002; Ingeominas-UNAL, 2009), y en la misma sierra nevada con los batolitos de Pueblo Bello, Patillal, Aracataca, Bolívar y Central, la Cuarzomonzonita de Palomino y el Plutón de Nueva Lucha (Tschanz *et al.*, 1969a, 1969b; Colmenares *et al.*, 2007). En el flanco oriental de la serranía de San Lucas se correlacionan con las rocas plutónicas de los batolitos de Norosí y Guamocó (Bogotá y Aluja, 1981; Leal Mejía, 2011; González *et al.*, 2015). En el Valle Superior del Magdalena se correlacionan con el Monzogranito de Algeciras (Ferreira *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2022a), la Cuarzolatita de Teruel (Arango *et al.*, 2022a), el Granito de Garzón (Velandia *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2022b), el Monzogranito de Altamira (Arango *et al.*, 2022c), la Cuarzomonzonita de Sombrerillo (Bermúdez *et al.*, 2022) y el Monzogranito de Mocoa (Arango *et al.*, 2022b).

6. Localidad tipo

Los mejores afloramientos del Batolito de Patillal se pueden observar unos 40 km al norte de Valledupar, sobre el río Badillo en los sectores La Vega y La Mina, y en la vía que conduce de Patillal a La Mina.

7. Génesis

El Batolito de Patillal corresponde a un granito tipo I de la serie calco-alcalina, variando de metaluminoso a peraluminoso (figura 10). La mineralogía es característica de granitoides tipo I, dada por muestras de cuarzo, feldespato potásico rosado, plagioclasa, biotita parda, escasa hornblenda y presencia de magnetita, común en plutones altamente diferenciados de acuerdo a Chappell y White (1974), además de que presenta gabarros de rocas ígneas intermedias y subvolcánicas.

Las muestras de este cuerpo intrusivo presentan enriquecimientos de LILE respecto a REE y patrones de elementos traza con anomalías de Nb-Ti (figura 12) enriqueciendo en Nb/Yb vs Th/Yb (figura 14; Pearce, 2008), características de granitos originados en una zona de subducción y asociados a margen continental (Condie y Kröner, 2013).

Los patrones de elementos de las REE, normalizados al condrito de Nakamura (1974), para rocas granitoides del Batolito de Patillal, presentan al menos dos patrones diferentes de REE, con la presencia o abstención de la anomalía negativa de Eu.

Estos pulsos podrían sugerir diferentes eventos o pulsos magmáticos a nivel del mismo plutón, en concordancia con las edades de cristalización de las rocas, sugiriendo que este batolito está conformado por varios pulsos magmáticos, entre 162 y 178 Ma, con picos a 163, 173 y 178 Ma.

El contenido de Ti en la estructura del circón depende de la temperatura, independientemente de la presión, y se usa para estimar la temperatura del magma en el momento de la cristalización del circón (Watson *et al.*, 2006; Ferry y Watson, 2007; Siégel *et al.*, 2018), según la fórmula: $T_{Zirc(Ti}$) (°C) = 5080 /(6,01 log(Ti in zircon; ppm) log(a_{ZircTi}) - 273. La temperatura de cristalización del magma se determinó a partir de los resultados químicos de elementos traza en circón de la muestra GR-6753A.

La edad de los circones de la muestra GR-6753A varía entre 166 Ma y 178 Ma, pudiendo corresponder los circones con edades más viejas a antecristales; la $T_{zirc Ti}$ presenta un pico de frecuencia de cristalización alrededor de 740 °C (figura 30). Se eliminaron los resultados químicos de circones heredados, circones eliminados en la determinación de la edad promedio ponderada de la roca y circones con valores de Ti > 50ppm y La > 1, cuyo valor alto puede obedecer a inclusiones al interior del cristal o a enriquecimiento en fracturas.

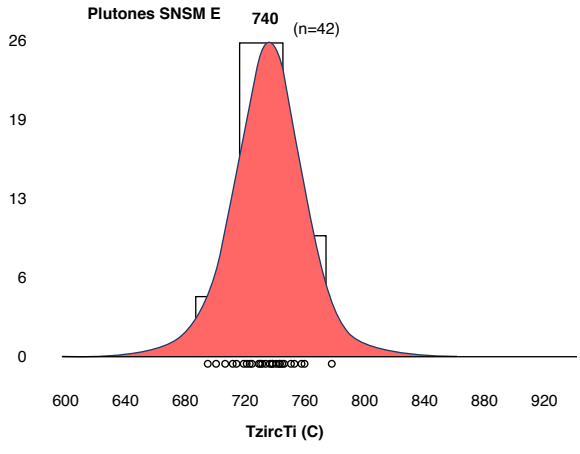


Figura 30. Temperatura de cristalización de circones para la muestra GR-6753A

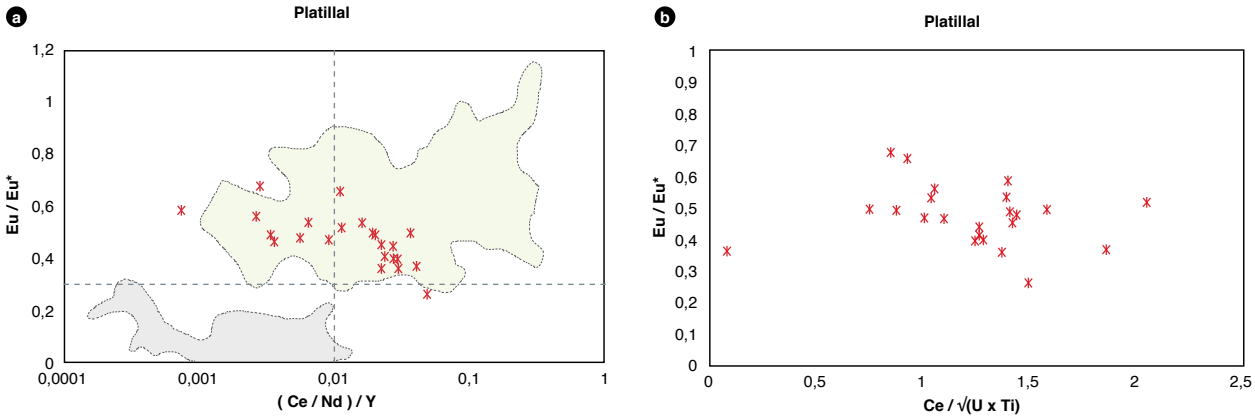


Figura 31. Diagramas de fertilidad de magmas en Cu para circones de la muestra GR-6756 tomada en el batolito de Atánquez
a) Diagrama de Lu *et al.* (2016), con campos de suites fértiles (en verde claro) e infértiles (en gris); valores de normalización usados para calcular Eu/Eu*: los de Sun yMcDonough (1989); b) Diagrama de Eu/Eu* vs Ce/√(U ´ Ti) en circones, propuesto por Lu *et al.* (2018), para magmas fertiles e infertiles de acuerdo al grado de hidratación y oxidación de los magmas.

8. Recursos minerales

El Batolito de Patillal por su coloración rosada moteada de blanco y negro podría ser utilizado como roca ornamental. Este plutón presenta en algunos sectores rocas con buen brillo y comportamiento al corte, buena permeabilidad y dureza, como en los denominados sectores de Patillal y La Socola (Bernal, 2006).

Los patrones de REE de los circones de la muestra GR-6753A tienen anomalía positiva de Ce y negativa de Eu, con relación Eu/Eu* entre 0,39 y 0,55, sugiriendo que es un plutón hidratado y por lo tanto potencialmente fértil en Cu, que cae en el campo de los magmas fértiles en el diagrama de Lu *et al.* (2018) (figura 31a). Este resultado es concordante con la mineralogía del Batolito de Patillal, que presenta minerales hidratados como biotita.

La relación Ce/√(U ´ Ti) en el circón fue propuesta como una aproximación al estado de oxidación del magma (Loucks *et al.*, 2020), siendo el magma que generó el Batolito de Patillal oxidado de acuerdo a los resultados de la química de los circones de la muestra GR-6753A, representada en el diagrama de Eu/Eu* vs Ce/√(U ´ Ti) propuesto por Lu *et al.* (2018) (figura 31b), que sugiere que es un plutón potencialmente fértil.

Adicionalmente se graficó la relación SiO_2 vs V/Sc (Loucks, 2014) para roca total del Batolito de Patillal (figura 32), donde se observa que la relación V/Sc es alta (V/Sc = 8-41), causada por el fraccionamiento de anfíbol en el magma, además de que las muestras caen el campo de los magmas fértiles, sugiriendo que este magma se formó en condiciones oxidadas e hidratadas, características de fusión cortical (Lu *et al.*, 2018).

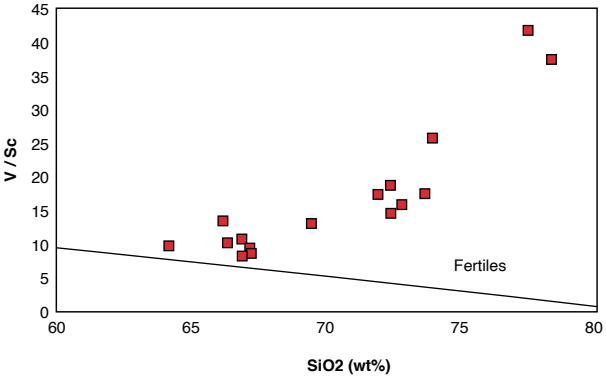


Figura 32. Diagrama de fertilidad de Cu en roca total para las muestras del Batolito de Patillal

9. Conclusiones

El Batolito de Patillal está compuesto principalmente de monozogranitos y sienogranitos con textura general holocristalina hipidiomórfica a alotriomórfica granular, y está atravesado por diques de andesita, basalto, dacita, riolita y sienogranitos.

Las rocas del Batolito de Patillal se clasifican químicamente en el límite de los campos de los granitos, cuarzodioritas y sienitas, correspondientes a las series calco alcalinas altas en K_2O y calco alcalinas. Las muestras también presentan índices de saturación de aluminio entre las series peraluminosas y metaluminosas.

Las muestras del Batolito de Patillal corresponden a ganitos tipo I, presentan anomalía negativa de Nb-Ti y enriquecimiento en Th/Yb vs Nb/Yb, característica de magmas formados en una zona de subducción, que

para este caso corresponde a plutones formados en una margan continental. Se observó que estos cuerpos presentan al menos dos comportamientos diferentes en los diagramas de REE, interpretados como diferentes pulsos magmáticos.

Los diques muestran diferentes patrones en los diagramas de REE normalizados al condrito de Nakamura (1974), con enriquecimientos en LILE respecto a las REE y anomalías negativas de Nb-Ti, algo característico de magmas formados en zonas de subducción.

El Batolito de Patillal presenta edades U-Pb entre 162 Ma y 178 Ma (n=10), con picos a 163, 173, y 179 Ma, interpretados como diferentes pulsos dentro de la misma suite magmática. Las rocas de dique que intruyen el Batolito de Patillal presentan edades entre 170 y 180,7 Ma.

Con base en elementos traza en circón se calculó una temperatura de cristalización para la muestra GR-6753A con edad de 171,5 ± 1,9 Ma de alrededor de 740 °C.

El Batolito de Patillal se correlaciona genéticamente sobre la base de sus edade U-Pb y características geoquímicas con otros cuerpos de la SNSM como el Batolito de Pueblo Bello, el Batolito de Atánquez y la Franja Central de Batolitos.

Referencias

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022a). Cuarzolatita de Teruel. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.9

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022b). Monzogranito de Mocoa. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.1

Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022c). Monzogranito de Altamira. En Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.12

Bermúdez, J. G., Zapata, G., Rodríguez, G. y Arango, M. I. (2022). Cuarzomonzonita de Sombrerillo. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.2

Bernal, L. E. (2006). Exploración regional de rocas ornamentales entre el municipio de Valledupar y las inspecciones de Patillal y Badillo – departamento del Cesar – Colombia. *Boletín Geológico*, (41), 1-19. https://doi.org/10.32685/0120-1425/boletingeo.41.2006.163

Bogotá, J. y Aluja, J. (1981). Geología de la serranía de San Lucas. *Geología Norandina*, (4), 49-55.

Bustamante, C., Cardona, A., Saldarriaga, M., García-Casco, A., Valencia, V. y Weber, M. (2009). Metamorfismo de los esquistos verdes y anfibolitas pertenecientes a los Esquistos de Santa Marta (Colombia): ¿Registro de la colisión entre el arco del Caribe y la margen suramericana? *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (25), 7-26.

Cardona, A., Valencia, V., Garzón, A., Montes, C., Ojeda, G., Ruiz, J. y Weber, M. (2010a). Permian to Triassic I to S-type magmatic switch in the northeast Sierra Nevada de Santa Marta and adjacent regions, Colombian Caribbean: tectonic setting and implications within Pangea paleogeography. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 772-783. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.12.005

Cardona, A., Valencia, V., Bustamante, C., García-Casco, A., Ojeda, G., Ruiz, J. y Weber, M. (2010b). Tectonomagmatic setting and provenance of the Santa Marta Schists, northern Colombia: Insights on the growth and approach of Cretaceous Caribbean oceanic terranes to the South American continent. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 784-804. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.08.012

Cediel, F., Shaw, R. P. y Cáceres, C. (2003). Tectonic assembly of the Northern Andean Block. En C. Bartolini, R. T. Buffler y J. Blickwede (eds.), *The circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics* (pp. 815-848). AAPG Memoir.

Chappell, B. W. y White, A. J. R. (1974). Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, *8*(2), 173-174.

Colmenares, F., Mesa, A., Roncancio, J., Arciniegas, E., Pedraza, P., Cardona, A., Romero, A., Silva, C., Alvarado, S., Romero, O. y Vargas, A. (2007). Geología de las planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 y 40. Proyecto Evolución Geohistórica de la Sierra Nevada de Santa Marta. (Ingeominas-Invemar-Ecopetrol-ICP-Geosearch, Ltda. Internal report No. PS 025-06). Ingeominas.

Condie, K. y Kröner, A. (2013). The building blocks of continental crust: Evidence for a major change in the tectonic setting of continental growth at the end of the Archean. *Gondwana Research*, *23*(2), 394-402. https://doi.org/10.1016/j.gr.2011.09.011

Cordani, U. G., Cardona, A., Jiménez, D. M., Liu, D. y Nutman, A. P. (2005). *Geochronology of Proterozoic basement inliers in the Colombian Andes: Tectonic history of remnants of a fragmented Grenville belt*. Special Publications vol. 246. Geological Society of London. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.246.01.13

Coyner, S. J., Kamenov, G. D., Mueller, P. A., Rao, V. y Foster, D. A. (2004). *FC-1: a zircon reference standard for the determination of Hf isotopic compositions via laser ablation ICP-MS*. AGU Fall Meeting Abstracts.

Ferreira, P., Núñez, A. y Rodríguez, M. (2002). *Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 323 Neiva*. Ingeominas. https://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010010002476/documento/pdf/01010247611010000.pdf

Ferry, J. y Watson, E. (2007). New thermodynamic models and revised calibrations for theTi-in-zircon and Zr-in-rutile thermometers. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *154*(4), 429-437. https://doi.org/10.1007/s00410-007-0201-0

Geoestudios- Ingeominas. (2007). *Análisis de 1100 secciones delgadas de la sierra nevada de Santa Marta* [11 tomos. 5260 microfotografías de secciones delgadas].

González, H., Maya, M., Camacho, J., Cardona, O. D. y Vélez, W. (2015). *Elaboración de la cartografía geológica de un conjunto de planchas a escala 1:100.000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional, identificados por el Servicio Geológico Colombiano. Plancha 74-Guaranda*. Servicio Geológico Colombiano. https://recordcenter.sgc.gov.co/B15/23008010024811/Documento/Pdf/21052481111010000.pdf

Hellstrom, J., Paton, Woodhead, C. J. y Hergt, J. (2008). Lolite: Software for spatially resolved LA- (quad and MC) ICPMS analysis. En P. Sylvester (ed.), *Laser ablation and ICP–MS in the earth sciences: Current practices and outstanding issues*. Mineralogical Association of Canada.

Hoskin, P. W. y Schaltegger, 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

Ibáñez Mejía, M., Ruiz, J., Valencia, V. A., Cardona, A., Gehrels, G. E. y Mora, A. R. (2011). The Putumayo Orogen of Amazonia and its implications for Rodinia reconstructions: New U–Pb geochronological insights into the Proterozoic tectonic evolution of northwestern South America. *Precambrian Research*, *191*(1-2), 58-77. https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.09.005

Ingeominas-UNAL. (2009). Proyecto de investigación: Cartografía e historia geológica de la alta Guajira, implicaciones en la búsqueda de recursos minerales. Memoria de las planchas 2, 3, 5 y 6 (con parte de las planchas 4, 10 y 10bis). Acuerdo Específico 030/2006. Ingeominas y Universidad Nacional de Colombia. https://recordcenter.sgc.gov.co/B12/23008010024231/documento/pdf/21052423111010000.pdf

Irvine, T. N. y Baragar, W. R. A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, *8*(5), 523-548. https://doi.org/10.1139/e71-055

Janoušek, V., Farrow, C. M., y Erban, V. (2006). Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*, *47*(6), 1255-1259. https://doi.org/10.1093/petrology/egl013

Kagami, H., Shimura, T., Yuhara, M., Owada, M., Osanai, Y. y Shiraishi, K. (2003). Reseting and closing condition of Rb-Sr Whole-rock isochron system: some samples of metamorphic and granitic rocks from de Gondwana super-continental and Japan Arc. *Polar Geoscience*, *16*, 227-242.

Kellogg, J. N. y Vega, V. (1995). Tectonic development of Panama, Costa Rica, and the Colombian Andes: constraints from global positioning system geodetic studies and gravity. En *Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America*. Special Papers vol. 295. Geological Society of America. https://doi.org/10.1130/SPE295-p75

Kroonenberg, S. B. (1982). A Grenvillian granulite belt in the Colombian Andes and its relation to the Guiana Shield. *Geologie en Mijnbouw*, *61*(4), 325-333.

Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. y Zanettin, B. (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of*

Petrology, *27*(3), 745-750. https://doi.org/10.1093/petrology/27.3.745

Leal Mejía, H. (2011). *Phanerozoic gold metallogeny in the Colombian Andes: A tectono- magmatic approach* [Tesis de doctorado]. Universitat de Barcelona.

Loucks, R. R. (2014). Distintive composition of copper-ore-forming arcmagmas. *Australian Journal of Earth Sciences: An International Geoscience Journal of the Geological Society of Australia*, *61*(1), 5-16. https://doi.org/10.1080/08120099.2013.865676

Loucks, R. R., Fiorentini, M. L. y Henríquez, G. J. (2020). *New Magmatic Oxybarometer Using Trace Elements in Zircon*. Journal of Petrolog, 61(3), egaa034. https://doi.org/10.1093/petrology/egaa034

Lu, Y. J., Smithies, R. H., Wingate, M. T. D., Evans, N. J., Morris, P. A., Champion, D. C. y McCuaig, T. C. (2018). *Zircon composition as a fertility indicator of Archean granites*. GSWA extended abstracts. Geological Survey of Western Australia.

McDonough, W. F. y Sun, S. S. (1995). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, *120*(3-4), 223-253. https://doi.org/10.1016/0009-2541(94)00140-4

Middlemost, E. A. K. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth- Science Reviews*, *37*(3-4), 215-224. https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9

Montes, C., Guzmán, G., Bayona, G., Cardona, A., Valencia, V. y Jaramillo, C. (2010). Clockwise rotation of the Santa Marta massif and simultaneous Paleogene to Neogene deformation of the Plato-San Jorge and Cesar-Ranchería basins. *Journal of South American Earth Sciences*, *29*(4), 832-848. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.010

Mora-Bohórquez, J. A., Ibáñez-Mejía, M., Oncken, O., de Freitas, M., Vélez, V., Mesa, A. y Serna, L. (2017). Structure and age of the Lower Magdalena Valley basin basement, northern Colombia: New reflection-seismic and U-Pb-Hf insights into the termination of the central Andes against the Caribbean basin. *Journal of South American Earth Sciences*, *74*, 1-26. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.01.001

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

Nardi, L. V. S., Formoso, M. L. L., Müller, I. F., Fontana, E., Jarvis, K. y Lamarão, C. (2013). Zircon/rock partition coefficients of REEs, Y, Th, U, Nb, and Ta in granitic rocks: Uses for provenance and mineral exploration purposes. *Chemical Geology*, *335*, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2012.10.043

Ordóñez-Carmona, O., Pimentel, M. M. y De Moraes, R. (2002). Granulitas de Los Mangos: un fragmento grenviliano en la parte SE de la sierra nevada de Santa Marta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *26*(99), 169-179.

Paton, C., Woodhead, J. D., Hellstrom, J. C., Hergt, J. M., Greig, A. y Maas, R. (2010). Improved laser ablation U-Pb zircon geochronology through robust down-hole fractionation correction. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, *11*(3), 36. https://doi.org/10.1029/2009GC002618

Pearce, J. A., Harris, N. W. y Tindle, A. G. (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

Pearce, J. A. (2008). Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, *100*(1-4), 14-48. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.06.016

Peña U., Muñoz J. y Urueña C. L. (2018). Laboratorio de Geocronología en el Servicio Geológico Colombiano: avances sobre datación U-Pb en circones mediante la técnica LA-ICP-MS. *Boletín Geológico*, (44), 39-56. https://doi.org/10.32685/0120-1425/boletingeo.44.2018.7

Petrus, J. A. y Kamber, B. S. (2012). Vizual Age: A Novel Approach to Laser Ablation ICP-MS U-Pb Geochronology Data Reduction. *Geostandards and Geoanalytical Research*, *36*(3), 247-270. https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2012.00158.x

Peccerillo, A. y Taylor, T. S. (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

Piraquive, A. (2017). *Marco estructural, deformaciones y exhumación de los Esquistos de Santa Marta: la acreción e historia de deformación de un terreno caribeño al norte de la sierra nevada de Santa Marta* [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional de Colombia.

Quandt, D., Trumbull, R., Altenberger, W., Cardona, A., Romer, R., Bayona, G., Ducea, M., Valencia, V., Vásquez, M., Cortés, E. y Guzmán, G. (2018). The geochemistry and geochronology of Early Jurassic igneous rocks from the Sierra Nevada de Santa Marta, NW Colombia, and tectono-magmatic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, *86*, 216-230. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.06.019

Radelli, L. (1962). Introducción al estudio de la geología y de la petrografía del macizo de Santa Marta (Magdalena-Colombia). *Geología Colombiana*, *2*, 41-115.

Ramos, V. A. (2010). El continente de Gondwana a través del tiempo: Una introducción a la Geología Histórica por Juan L. Benedetto. *Ameghiniana*, *47*(2). https://www.ameghiniana.org.ar/index.php/ameghiniana/article/view/367

Renne, P. R., Swisher, C. C., Deino, A. L., Karner, D. B., Owens, T. L. y DePaolo, D. J. (1998). Intercalibration of standards, absolute ages and uncertainties in Ar-40/Ar-39 dating. *Chemical Geology*, *145*(1-2), 117-152. https://doi.org/10.1016/S0009-2541(97)00159-9

Rodríguez, G. y Londoño, A. C. (2002). *Memoria explicativa del mapa geológico del departamento de La Guajira. Geología, recursos minerales y amenazas potenciales* [2ª edición]. Ingeominas.

Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2015a). *Caracterización magmática del Jurásico del Valle Superior del Magdalena y cuenca Putumayo*. Servicio Geológico Colombiano. https://recordcenter.sgc.gov.co/B22/543_18CaracMagmJurasVSM_PUT/Documento/Pdf/CaractMagmatismoJurasicoCuencaPutumayo.pdf

Rodríguez, G., Zapata, G., Arango, M. I. y Bermúdez, J. G. (2022a). Monzogranito de Algeciras. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. https://doi.org/10.32685/9789585313194.10

Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022b). Granito de Garzón. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano https://doi.org/10.32685/9789585313194.11

Rubatto, D. (2002). Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U-Pb ages and metamorphism. *Chemical Geology*, *184*(1-2), 123-138. https://doi.org/10.1016/S0009-2541(01)00355-2

Shand, S. J. (1943). *Eruptive Rocks. Their Genesis, Composition, Classification, and Their Relation to Ore-Deposits with a Chapter on Meteorite*. John Wiley y Sons.

Sláma, J., Kosler, J., Condon, D., Crowley, J., Gerdes, A., Hanchar, J., Horstwoodd, M., Morrish, G. A., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Schoene, B., Tubrett, M. N. y Whitehouse, M. J. (2008). Plešovice zircon. A new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology*, *249*(1-2), 1-35. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2007.11.005

Siégel, C., Bryan, S. E., Allen, C. M. y Gust, D. A. (2018). Use and abuse of zircon-based thermometers: A critical review and a recommended approach to identify antecrystic zircons. *Earth-Science Reviews*, *176*, 87-116. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.08.011

Stacey, J. S. y Kramers, J. D. (1975). Approximation of Terrestrial Lead Isotope Evolution by a 2-Stage Model. *Earth and Planetary Science Letters*, *26*(2), 207-221. https://doi.org/10.1016/0012-821X(75)90088-6

Streckeisen, A. L. (1976). Classification and nomenclature of plutonic rocks. *Geologishe Rundschau*, *63*(2), 773-786. https://doi.org/10.1007/BF01820841

Streckeisen, A. L. (1978). IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilite Rocks. Recommendations and Suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 141, 1-14.

Solari, L., Gómez-Tuena, A., Bernal, J., Pérez-Arvizu, O. & Tanner, M. (2010). U–Pb zircon geochronology with an integrat -ed LA–ICP–MS microanalytical workstation: Achievementsin precision and accuracy. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 34(1), 5-18. https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2009.00027.x

Sun, S. S. y McDonough, W. F. (1989). *Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes*. Special Publications vol. 42. Geological Society of London. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19

Taboada, A., Rivera, L. A., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya, J. y Rivera, C. (2000). Geodynamics of the northern Andes: Sub-

ductions and intracontinental deformation (Colombia). *Tectonics*, *19*(5), 787-813. https://doi.org/10.1029/2000TC900004

Tschanz, C. M., Jimeno, A. y Cruz, J. (1969a). *Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia) Preliminary Report*. Ministerio de Minas y Energía - Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas y Mineras y U.S. Geological Survey.

Tschanz, C. M., Jimeno, A. y Cruz, J. (1969b). *Mapa geológico de reconocimiento de la sierra nevada de Santa Marta*. Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas y Mineras y U.S. Geological Survey.

Tschanz, C., Marvin, R., Cruz, J., Mehnert, H. y Cebula, E. (1974). Geologic Evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta Northeastern Colombia. *GSA Bulletin*, *85*(2), 273-284. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1974)85<273:GEOTSN>2.0.CO;2

Velandia, F., Núñez, A. y Marquínez, G. (2001). *Mapa geológico departamento del Huila. Escala 1:300.000* [Memoria explicativa]. Ingeominas.

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*(4), 380-404. https://doi.org/10.1007/s004100050492

Wang, Q., Zhu, D. C., Zhao, Z. D., Guan, Q., Zhang, X. Q. y Sui, Q. L., Hu, Z. C. y Mo, X. 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.jseaes.2011.07.027

Watson, E. B., Wark, D. A. y Thomas, J. B. (2006). Crystallization thermometers for zircón and rutile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *151*(4), 413-433. https://doi.org/10.1007/s00410-006-0068-5

Wiedenbeck, M., Allé, P., Corfu, F., Griffin, W. L., Meier, M., Oberli, F., Von Quadt, A., Roddick, J. C. y Spiegel, W. (1995). Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards Newsletter*, *19*(1), 1-23. https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.1995.tb00147.x

Wiedenbeck, M., Hanchar, J. M., Peck, W. H., Sylvester, P., Valley, J., Whitehouse, M. y Franchi, I. (2004). Further characterisation of the 91500 zircon crystal. *Geostandards and Geoanalytical Research*, *28*(1), 9-39. https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2004.tb01041.x

Zuluaga, C. y Stowell, H. (2012). Late Cretaceous–Paleocene metamorphic evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta: Implications for Caribbean geodynamic evolution. *Journal of South American Earth Sciences*, *34*, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.10.001

Anexos

Anexo 1. Edades U-Pb del Batolito de Patillal

Muestra GR-6816

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6816_A_01	151,3	194	1,3	0,0619	0,0053	0,2440	0,0210	0,0282	0,0005	0,0	176,5	6,0	222,0	17,0	560	160
GR___6816_A_02	201	318	1,6	0,0553	0,0065	0,2080	0,0240	0,0274	0,0005	0,0	172,9	5,9	194,0	21,0	300	200
GR___6816_A_03	140,2	189	1,3	0,0564	0,0064	0,2340	0,0260	0,0287	0,0007	0,2	181,0	7,1	203,0	21,0	340	190
GR___6816_A_04	126,5	204	1,6	0,0572	0,0079	0,2210	0,0310	0,0285	0,0006	0,0	179,4	6,6	194,0	27,0	230	240
GR___6816_A_05	201	261	1,3	0,0617	0,0073	0,2440	0,0290	0,0277	0,0006	0,2	173,4	6,4	213,0	23,0	450	200
GR___6816_A_06	131,3	161,3	1,2	0,0616	0,0098	0,2330	0,0350	0,0259	0,0007	0,1	162,6	6,6	206,0	28,0	430	270
GR___6816_A_07	137,8	162,7	1,2	0,0476	0,0083	0,1790	0,0320	0,0268	0,0007	0,1	170,6	6,6	163,0	28,0	10	260
GR___6816_A_08	238,9	254,8	1,1	0,0436	0,0053	0,1720	0,0210	0,0283	0,0006	0,1	181,4	6,3	157,0	18,0	80	180
GR___6816_A_09	387	495	1,3	0,0543	0,0041	0,1930	0,0150	0,0260	0,0004	0,2	164,4	5,3	180,0	12,0	340	140
GR___6816_A_10	381	388	1,0	0,0538	0,0051	0,2130	0,0200	0,0282	0,0004	0,0	178,1	5,8	191,0	17,0	250	170
GR___6816_A_11	730	980	1,3	0,0523	0,0033	0,1970	0,0120	0,0275	0,0004	0,1	174,1	5,5	180,0	10,0	240	110
GR___6816_A_12	343,4	536	1,6	0,0542	0,0053	0,2000	0,0190	0,0270	0,0005	0,1	170,7	5,8	182,0	17,0	240	170
GR___6816_A_13	172,6	163	0,9	0,0963	0,0099	0,4030	0,0410	0,0301	0,0009	0,1	180,1	7,7	340,0	29,0	1360	200
GR___6816_A_14	337	194	0,6	0,0562	0,0080	0,2090	0,0300	0,0265	0,0007	0,0	167,4	6,5	189,0	26,0	370	230
GR___6816_A_15	673	1115	1,7	0,0496	0,0035	0,1890	0,0140	0,0267	0,0005	0,1	169,7	5,7	173,0	12,0	170	130
GR___6816_A_16	279	363	1,3	0,0509	0,0061	0,1760	0,0220	0,0252	0,0005	0,2	159,9	5,8	166,0	18,0	120	200
GR___6816_A_17	223,8	245	1,1	0,0576	0,0064	0,2330	0,0260	0,0297	0,0005	0,1	186,9	6,4	208,0	21,0	360	190
GR___6816_A_18	400	362	0,9	0,0518	0,0039	0,2070	0,0150	0,0292	0,0005	0,1	185,0	6,0	188,0	13,0	250	130
GR___6816_A_19	159,7	191	1,2	0,2240	0,0230	1,2900	0,1500	0,0360	0,0012	0,7	179,0	11,4	736,0	69,0	2510	230
GR___6816_A_20	260,1	250	1,0	0,0479	0,0043	0,1760	0,0160	0,0270	0,0005	0,1	172,0	5,8	165,0	13,0	130	150
GR___6816_A_21	123,1	89,2	0,7	0,0666	0,0079	0,2740	0,0310	0,0288	0,0006	0,2	179,1	6,5	240,0	25,0	660	210
GR___6816_A_22	159,4	98,6	0,6	0,0481	0,0051	0,1900	0,0200	0,0286	0,0006	0,1	182,4	6,5	180,0	18,0	110	170
GR___6816_A_23	172,6	130,9	0,8	0,0464	0,0045	0,1800	0,0180	0,0276	0,0006	0,1	176,5	6,1	164,0	15,0	40	160
GR___6816_A_24	100,9	66,1	0,7	0,0623	0,0074	0,2470	0,0300	0,0279	0,0006	0,1	174,5	6,4	215,0	24,0	520	200
GR___6816_A_25	403	416	1,0	0,0528	0,0030	0,2090	0,0120	0,0277	0,0004	0,3	175,4	5,6	192,0	10,0	290	100
GR___6816_A_26	29,9	13,88	0,5	0,0650	0,0190	0,2440	0,0720	0,0282	0,0011	0,0	175,9	9,6	201,0	61,0	60	440
GR___6816_A_27	117,3	64,1	0,5	0,0431	0,0055	0,1680	0,0220	0,0272	0,0005	0,0	174,6	5,9	153,0	19,0	80	190
GR___6816_A_28	63,6	41,6	0,7	0,0430	0,0087	0,1620	0,0320	0,0271	0,0007	0,0	173,5	6,7	151,0	28,0	170	270
GR___6816_A_29	79,9	31	0,4	0,0558	0,0094	0,2170	0,0350	0,0286	0,0008	0,1	180,4	7,8	195,0	29,0	370	250
GR___6816_A_30	224,7	193	0,9	0,0522	0,0035	0,1880	0,0130	0,0265	0,0004	0,2	168,0	5,4	179,0	11,0	270	120
GR___6816_A_31	166,4	117,2	0,7	0,0467	0,0040	0,1720	0,0150	0,0264	0,0005	0,0	168,5	5,8	162,0	13,0	140	140
GR___6816_A_32	231,9	173,9	0,7	0,0499	0,0036	0,1810	0,0130	0,0262	0,0004	0,1	166,6	5,4	166,0	11,0	130	130
GR___6816_A_33	165,4	117,6	0,7	0,0529	0,0052	0,2060	0,0200	0,0272	0,0005	0,2	172,3	6,0	186,0	17,0	280	170
GR___6816_A_34	106,9	65	0,6	0,0557	0,0064	0,2280	0,0260	0,0288	0,0007	0,1	181,4	7,1	206,0	22,0	380	200
GR___6816_A_35	151,1	139,2	0,9	0,0538	0,0057	0,1990	0,0210	0,0269	0,0005	0,1	170,3	5,9	171,0	15,0	130	160

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6816_A_36	206,4	169,4	0,8	0,0502	0,0042	0,1790	0,0150	0,0257	0,0005	0,2	163,7	5,7	163,0	13,0	130	140
GR___6816_A_37	167	162	1,0	0,0456	0,0053	0,1740	0,0200	0,0268	0,0006	0,1	171,0	6,1	159,0	18,0	30	180
GR___6816_A_38	133,3	93,4	0,7	0,0549	0,0065	0,2070	0,0240	0,0272	0,0006	0,1	171,7	6,2	180,0	20,0	130	180
GR___6816_A_39	101,5	82,8	0,8	0,0480	0,0074	0,1780	0,0270	0,0278	0,0007	0,1	177,2	7,2	165,0	23,0	40	230
GR___6816_A_40	225,1	396	1,8	0,0498	0,0043	0,1850	0,0160	0,0270	0,0004	0,2	171,7	5,6	173,0	14,0	210	140
GR___6816_A_41	168,8	179,7	1,1	0,0434	0,0050	0,1610	0,0190	0,0274	0,0005	0,0	175,7	6,1	154,0	16,0	20	170
GR___6816_A_42	120,8	121,1	1,0	0,0557	0,0069	0,2000	0,0250	0,0270	0,0006	0,0	170,1	6,3	183,0	21,0	200	200
GR___6816_A_43	158,6	154,8	1,0	0,0502	0,0058	0,1840	0,0210	0,0262	0,0005	0,1	166,4	5,7	169,0	18,0	200	180
GR___6816_A_44	158,5	179,8	1,1	0,0573	0,0052	0,2140	0,0190	0,0276	0,0007	0,1	173,6	6,4	194,0	16,0	380	160
GR___6816_A_45	75	107,6	1,4	0,0670	0,0120	0,2210	0,0390	0,0242	0,0008	0,0	150,6	6,7	195,0	31,0	430	300
GR___6816_A_46	35,8	25,6	0,7	0,0950	0,0210	0,3850	0,0670	0,0281	0,0011	0,1	168,6	9,7	304,0	54,0	750	400
GR___6816_A_47	93,9	98,9	1,1	0,0501	0,0062	0,1790	0,0230	0,0270	0,0006	0,1	171,9	6,2	168,0	19,0	140	200
GR___6816_A_48	84,9	62,5	0,7	0,0539	0,0077	0,1900	0,0270	0,0264	0,0006	0,0	167,2	6,4	180,0	23,0	220	230
GR___6816_A_49	230,3	364	1,6	0,0490	0,0035	0,1780	0,0120	0,0264	0,0005	0,2	168,1	5,6	164,0	11,0	180	130
GR___6816_A_50	66,9	46,3	0,7	0,0594	0,0088	0,2360	0,0340	0,0285	0,0008	0,2	179,0	7,2	205,0	27,0	360	240
GR___6816_A_51	101,4	87,1	0,9	0,0490	0,0053	0,1750	0,0190	0,0271	0,0005	0,0	172,4	6,0	169,0	16,0	140	170
GR___6816_A_52	78,6	51,5	0,7	0,0444	0,0070	0,1630	0,0240	0,0269	0,0006	0,1	172,0	6,3	147,0	22,0	120	230
GR___6816_A_53	102,2	78,9	0,8	0,0509	0,0063	0,1920	0,0250	0,0278	0,0007	0,1	176,7	7,1	174,0	21,0	90	210
GR___6816_A_54	83,8	65,1	0,8	0,0730	0,0110	0,2940	0,0460	0,0289	0,0008	0,1	178,2	7,3	233,0	32,0	410	240
GR___6816_A_55	0,041	0,035	0,9	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6816_A_56	0,081	0,68	8,4	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN

Muestra GR-6876

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GZ___6876_01	217,8	126,8	0,6	0,1	0,011	0,2170	0,0360	0,0290	0,0012	0,0313	181,7	12,7	171	29	100	270
GZ___6876_03	178,0	79,3	0,4	0,2	0,032	0,7370	0,0880	0,0276	0,0013	0,1808	138,7	12,6	538	47	2280	320
GZ___6876_05	840,0	2780,0	3,3	0,1	0,016	0,5330	0,0590	0,0267	0,0007	0,1703	149,0	10,2	423	38	2040	200
GZ___6876_06	448,0	143,0	0,3	0,1	0,023	0,1760	0,0380	0,0158	0,0007	0,1000	94,2	7,2	182	32	580	420
GZ___6876_07	267,0	168,0	0,6	0,1	0,025	0,3540	0,0850	0,0287	0,0016	0,0974	173,5	14,4	320	62	470	460
GZ___6876_08	1350,0	1900,0	1,4	0,0	0,006	0,1670	0,0220	0,0286	0,0009	0,1518	182,7	12,1	170	18	110	180
GZ___6876_09	108,0	105,0	1,0	0,1	0,120	0,2700	0,2400	0,0243	0,0031	0,0169	137,2	30,0	390	120	-5500	2600
GZ___6876_10	103,0	99,3	1,0	0,0	0,120	0,5600	0,2600	0,0332	0,0035	0,1000	226,3	41,3	490	130	-6800	3200
GZ___6876_11	366,0	254,0	0,7	0,1	0,036	0,2490	0,0920	0,0269	0,0015	0,0200	167,6	15,6	245	67	-640	700
GZ___6876_12	624,0	886,0	1,4	0,1	0,004	2,1100	0,1100	0,1814	0,0041	0,2988	1058,2	62,5	1138	37	1300	100
GZ___6876_13	192,0	241,0	1,3	0,1	0,011	1,2500	0,1600	0,1270	0,0048	0,0034	758,0	50,9	782	76	760	240
GZ___6876_14	835,0	470,0	0,6	0,1	0,012	0,1940	0,0440	0,0281	0,0009	0,0623	177,9	11,6	172	35	-70	320
GZ___6876_15	1360,0	1054,0	0,8	0,1	0,009	0,2320	0,0290	0,0308	0,0008	0,1000	193,2	12,0	208	24	320	230
GZ___6876_16	564,0	564,0	1,0	0,1	0,014	0,2930	0,0550	0,0318	0,0012	0,1254	196,6	13,9	261	40	510	310
GZ___6876_17	756,0	1340,0	1,8	0,1	0,012	0,2200	0,0460	0,0294	0,0009	0,0509	184,6	12,2	201	34	300	280
GZ___6876_18	1188,0	958,0	0,8	0,1	0,013	0,3020	0,0320	0,0214	0,0007	0,1000	125,7	8,6	247	22	1360	210
GZ___6876_19	144,0	209,0	1,5	0,1	0,051	0,2600	0,1700	0,0332	0,0023	0,1598	195,8	21,7	310	92	-1800	1100
GZ___6876_2	78,8	27,6	0,4	0,1	0,064	0,4800	0,1700	0,0330	0,0023	0,0319	188,6	23,9	398	90	-1400	1300
GZ___6876_20	75,5	44,9	0,6	0,1	0,087	0,3000	0,2000	0,0343	0,0031	0,1005	206,0	32,1	330	130	-4500	2200
GZ___6876_21	199,0	186,0	0,9	0,1	0,036	0,2470	0,0920	0,0306	0,0019	0,1000	186,6	18,1	213	65	-1070	720
GZ___6876_22	566,0	327,0	0,6	0,1	0,003	2,1170	0,0950	0,2036	0,0043	0,4315	1191,4	68,2	1154	31	1216	85
GZ___6876_23	465,0	406,0	0,9	0,1	0,014	0,2810	0,0620	0,0311	0,0015	0,1884	192,5	14,6	252	42	660	330
GZ___6876_24	840,0	310,0	0,4	0,1	0,004	1,6200	0,0810	0,1645	0,0042	0,3782	979,2	57,9	964	32	1020	100
GZ___6876_25	1494,0	1324,0	0,9	0,1	0,002	1,7000	0,0530	0,1809	0,0036	0,5359	1073,6	63,2	1010	20	1016	53
GZ___6876_26	1293,0	1313,0	1,0	0,1	0,005	0,2170	0,0170	0,0291	0,0007	0,2963	182,7	11,3	197	15	500	150
GZ___6876_27	276,0	141,6	0,5	0,1	0,014	0,2110	0,0610	0,0337	0,0015	0,0654	213,0	15,5	180	51	-140	360
GZ___6876_28	508,0	319,0	0,6	0,1	0,014	0,2970	0,0400	0,0231	0,0009	0,0527	136,9	9,9	261	31	1200	280
GZ___6876_29	1971,0	1297,0	0,7	0,1	0,004	0,2030	0,0140	0,0292	0,0006	0,1930	184,5	11,3	184	12	340	130
GZ___6876_30	961,0	542,0	0,6	0,1	0,007	0,1960	0,0260	0,0304	0,0008	0,0577	192,1	12,0	181	21	280	200
GZ___6876_31	559,0	625,0	1,1	0,1	0,016	0,2400	0,0530	0,0312	0,0010	0,1000	193,4	13,0	237	40	460	320
GZ___6876_32	2210,0	1890,0	0,9	0,1	0,004	0,1940	0,0140	0,0293	0,0007	0,1861	185,4	11,4	176	12	250	120
GZ___6876_33	356,0	468,0	1,3	0,1	0,012	0,2060	0,0470	0,0310	0,0013	0,0371	196,3	14,2	175	38	0	320
GZ___6876_34	621,0	424,0	0,7	0,1	0,008	0,2400	0,0320	0,0327	0,0009	0,0569	204,5	13,2	212	26	380	230
GZ___6876_35	1181,0	1019,0	0,9	0,1	0,007	0,2190	0,0250	0,0284	0,0007	0,0979	178,3	10,7	196	21	400	210
GZ___6876_36	1863,0	2670,0	1,4	0,1	0,005	0,2040	0,0160	0,0294	0,0006	0,0712	185,8	11,3	186	14	290	150
GZ___6876_37	3880,0	4810,0	1,2	0,1	0,003	0,2008	0,0097	0,0278	0,0006	0,0288	175,1	10,7	184,8	8,1	430	100
GZ___6876_38	893,0	1170,0	1,3	0,1	0,008	0,2520	0,0270	0,0297	0,0008	0,1000	184,2	11,9	224	22	660	210
GZ___6876_39	709,0	703,0	1,0	0,1	0,010	0,2250	0,0390	0,0316	0,0012	0,0641	199,1	13,3	211	31	410	250
GZ___6876_4	206,0	71,9	0,3	0,1	0,025	0,3850	0,0630	0,0301	0,0012	0,1000	176,4	13,7	318	46	800	350
GZ___6876_40	1068,0	1310,0	1,2	0,1	0,013	0,1620	0,0310	0,0255	0,0009	0,1000	161,2	11,0	165	23	250	290

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GZ___6876_41	693,0	703,0	1,0	0,0	0,008	0,1940	0,0310	0,0329	0,0010	0,0862	209,1	13,4	191	26	30	240
GZ___6876_42	1530,0	1360,0	0,9	0,1	0,006	0,2050	0,0220	0,0272	0,0006	0,1310	170,7	10,7	192	18	480	180
GZ___6876_43	327,0	312,0	1,0	0,1	0,007	0,7750	0,0900	0,1028	0,0038	0,3122	628,7	41,5	606	49	630	180
GZ___6876_44	1770,0	2510,0	1,4	0,1	0,004	0,2000	0,0170	0,0307	0,0007	0,1000	195,0	12,0	183	15	210	150
GZ___6876_45	2180,0	2730,0	1,3	0,1	0,004	0,2060	0,0150	0,0301	0,0007	0,2761	190,6	11,3	186	13	320	130
GZ___6876_46	577,0	634,0	1,1	0,1	0,012	0,2670	0,0440	0,0314	0,0009	0,0184	194,1	12,6	246	34	570	260
GZ___6876_47	842,0	794,0	0,9	0,1	0,007	0,2300	0,0270	0,0322	0,0008	0,0835	202,4	12,6	210	21	400	190
GZ___6876_48	874,0	725,0	0,8	0,1	0,006	0,2000	0,0230	0,0286	0,0007	0,2083	180,5	11,4	189	18	370	190
GZ___6876_49	3080,0	2700,0	0,9	0,1	0,003	0,1810	0,0110	0,0277	0,0006	0,0366	175,3	10,7	169,7	8,7	250	110
GZ___6876_50	940,0	739,0	0,8	0,1	0,005	0,2250	0,0210	0,0323	0,0010	0,1851	204,1	13,2	202	17	240	150
GZ___6876_51	1444,0	1491,0	1,0	0,1	0,005	0,2320	0,0190	0,0273	0,0005	0,1432	170,1	10,0	209	15	640	150
GZ___6876_52	1005,0	782,0	0,8	0,0	0,004	0,1780	0,0150	0,0295	0,0008	0,1796	188,0	11,4	163	13	70	140
GZ___6876_53	362,0	262,0	0,7	0,1	0,024	0,2990	0,0700	0,0318	0,0013	0,1774	192,8	14,6	241	49	360	370
GZ___6876_54	367,0	258,0	0,7	0,1	0,011	0,2320	0,0400	0,0313	0,0012	0,0084	195,7	13,3	210	29	350	260
GZ___6876_55	797,0	480,0	0,6	0,1	0,006	0,2260	0,0250	0,0310	0,0008	0,1254	196,6	12,0	205	20	340	180
GZ___6876_56	825,0	435,0	0,5	0,1	0,006	0,2110	0,0220	0,0310	0,0007	0,1019	195,8	12,0	194	19	270	180
GZ___6876_57	298,0	248,0	0,8	0,1	0,013	0,2050	0,0520	0,0328	0,0011	0,0722	207,9	14,2	200	44	130	330
GZ___6876_58	611,0	379,0	0,6	0,1	0,009	0,2900	0,0340	0,0293	0,0008	0,1709	178,9	11,2	255	25	880	220
GZ___6876_59	485,0	203,0	0,4	0,1	0,009	0,2660	0,0310	0,0270	0,0008	0,1090	165,6	10,6	238	23	870	220
GZ___6876_60	572,0	408,0	0,7	0,1	0,013	0,3230	0,0400	0,0270	0,0008	0,1143	162,1	10,5	288	28	1170	250
GZ___6876_61	434,0	339,0	0,8	0,0	0,009	0,1990	0,0360	0,0306	0,0009	0,0571	194,5	12,8	179	29	230	260
GZ___6876_62	567,0	434,0	0,8	0,1	0,011	0,2300	0,0470	0,0331	0,0014	0,1000	208,4	14,7	211	36	250	280
GZ___6876_63	569,0	739,0	1,3	0,0	0,008	0,1650	0,0290	0,0277	0,0008	0,1489	176,8	10,9	151	24	-10	240
GZ___6876_64	302,0	211,0	0,7	0,1	0,014	0,2060	0,0550	0,0323	0,0013	0,0275	204,5	14,8	189	45	-10	340
GZ___6876_65	5400,0	1788,0	0,3	0,1	0,001	2,5120	0,0570	0,2279	0,0041	0,8028	1324,6	78,9	1273	16	1304	24
GZ___6876_66	1204,0	508,0	0,4	0,1	0,002	1,8480	0,0880	0,1746	0,0063	0,7881	1026,4	68,4	1053	32	1270	55
GZ___6876_67	1329,0	841,0	0,6	0,1	0,002	1,4770	0,0480	0,1542	0,0028	0,4819	920,2	53,3	913	19	1015	56
GZ___6876_68	173,0	181,0	1,0	0,1	0,023	0,2010	0,0840	0,0345	0,0018	0,1000	216,4	17,3	144	80	-600	510
GZ___6876_69	867,0	412,0	0,5	0,1	0,007	0,2260	0,0290	0,0312	0,0008	0,1000	196,3	12,0	208	23	340	210
GZ___6876_70	190,0	127,3	0,7	0,1	0,023	0,3870	0,0900	0,0335	0,0015	0,1000	200,9	15,6	317	65	710	380
GZ___6876_71	626,0	831,0	1,3	0,1	0,007	0,2570	0,0270	0,0303	0,0009	0,3000	189,2	11,9	233	22	600	180
GZ___6876_72	402,2	451,7	1,1	0,1	0,009	0,2310	0,0360	0,0292	0,0010	0,1576	183,6	12,1	201	30	310	260
GZ___6876_73	274,0	222,0	0,8	0,1	0,016	0,2430	0,0520	0,0314	0,0013	0,1000	194,4	14,1	203	39	90	320
GZ___6876_74	639,0	419,0	0,7	0,1	0,009	0,1920	0,0360	0,0274	0,0009	0,2181	172,8	11,5	188	28	340	250
GZ___6876_75	455,0	159,0	0,3	0,1	0,003	1,5660	0,0710	0,1628	0,0035	0,3068	972,1	56,8	942	28	942	82
GZ___6876_76	423,0	301,0	0,7	0,1	0,007	0,2210	0,0290	0,0296	0,0009	0,0958	186,9	12,0	197	24	320	220
GZ___6876_77	824,0	610,0	0,7	0,1	0,005	0,2130	0,0180	0,0290	0,0007	0,1878	183,9	11,4	194	15	290	150
GZ___6876_78	271,0	120,5	0,4	0,1	0,011	0,1780	0,0400	0,0278	0,0010	0,0551	176,7	12,3	162	32	-40	290
GZ___6876_79	157,0	167,1	1,1	0,1	0,005	1,9400	0,1500	0,1725	0,0074	0,5156	1011,8	68,5	1066	52	1180	130
GZ___6876_80	655,0	266,0	0,4	0,1	0,003	1,5600	0,1400	0,1357	0,0099	0,8977	806,4	69,3	892	58	1204	74

Muestra GR-6879

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GZ___6879_01	60,2	10,8	0,2	0,1	0,037	0,4800	0,1200	0,0367	0,0025	0,0983	206,7	20,9	357,0	88,0	270	530
GZ___6879_02	424,3	181,2	0,4	0,1	0,006	0,1770	0,0220	0,0254	0,0007	0,1374	161,6	10,2	157,0	19,0	110	210
GZ___6879_03	284,0	192,0	0,7	0,1	0,009	0,2020	0,0350	0,0286	0,0009	0,2142	181,2	12,1	196,0	28,0	150	260
GZ___6879_04	165,2	102,5	0,6	0,0	0,011	0,1750	0,0450	0,0287	0,0011	0,1343	183,3	12,9	147,0	38,0	-180	320
GZ___6879_05	322,0	363,0	1,1	0,1	0,009	0,2060	0,0310	0,0278	0,0009	0,0836	175,5	11,5	188,0	26,0	180	230
GZ___6879_06	202,0	143,8	0,7	0,1	0,018	0,2800	0,0550	0,0271	0,0010	0,1000	166,1	11,7	222,0	37,0	390	290
GZ___6879_07	418,0	491,0	1,2	0,1	0,010	0,2260	0,0380	0,0264	0,0007	0,1000	165,6	10,8	189,0	25,0	170	220
GZ___6879_08	237,0	172,0	0,7	0,1	0,010	0,1770	0,0370	0,0260	0,0010	0,1000	164,8	10,9	153,0	31,0	-70	280
GZ___6879_09	0,0	0,0	1,9	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_10	161,0	157,0	1,0	0,1	0,015	0,2680	0,0660	0,0317	0,0014	0,1000	197,2	14,7	233,0	51,0	260	360
GZ___6879_11	7,4	2,4	0,3	0,2	0,220	0,8000	1,3000	0,0990	0,0260	0,1000	477,3	202,7	1020,0	450,0	-1200	2300
GZ___6879_12	174,6	128,2	0,7	0,0	0,011	0,1660	0,0410	0,0278	0,0010	0,1063	177,3	12,3	141,0	35,0	-180	310
GZ___6879_13	232,0	151,0	0,7	0,1	0,009	0,2060	0,0330	0,0261	0,0009	0,1000	164,9	10,8	177,0	28,0	290	260
GZ___6879_14	259,0	158,7	0,6	0,1	0,008	0,1910	0,0320	0,0280	0,0009	0,1599	177,7	11,5	168,0	26,0	90	240
GZ___6879_15	148,0	63,2	0,4	0,1	0,011	0,4180	0,0640	0,0426	0,0015	0,0912	262,5	18,1	337,0	44,0	620	260
GZ___6879_16	181,0	143,5	0,8	0,0	0,010	0,1580	0,0420	0,0278	0,0010	0,0069	178,3	11,7	153,0	32,0	-190	290
GZ___6879_17	266,0	201,9	0,8	0,1	0,009	0,2570	0,0330	0,0267	0,0007	0,0192	165,9	10,7	202,0	23,0	450	210
GZ___6879_18	234,0	248,0	1,1	0,1	0,008	0,2200	0,0280	0,0263	0,0009	0,1283	165,5	10,7	192,0	23,0	370	220
GZ___6879_19	291,0	226,0	0,8	0,1	0,007	0,1960	0,0280	0,0267	0,0009	0,3279	169,3	11,4	175,0	23,0	220	210
GZ___6879_20	224,0	180,0	0,8	0,1	0,008	0,2010	0,0310	0,0276	0,0009	0,0483	174,4	11,4	182,0	24,0	300	220
GZ___6879_21	0,7	0,3	0,4	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_22	0,1	0,0	0,6	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_23	149,0	77,4	0,5	0,1	0,011	0,1940	0,0370	0,0264	0,0010	0,0117	166,4	11,5	174,0	30,0	120	280
GZ___6879_24	195,0	122,9	0,6	0,1	0,008	0,2140	0,0280	0,0263	0,0007	0,1000	165,4	10,7	197,0	23,0	370	220
GZ___6879_25	166,8	134,8	0,8	0,3	0,018	2,1800	0,1300	0,0466	0,0014	0,4918	189,4	16,1	1152,0	42,0	3622	83
GZ___6879_26	189,0	80,4	0,4	0,1	0,009	0,2130	0,0350	0,0270	0,0009	0,1378	170,5	10,8	190,0	27,0	170	250
GZ___6879_27	0,1	0,1	1,5	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_28	188,0	97,9	0,5	0,1	0,011	0,2310	0,0440	0,0269	0,0008	0,0680	168,5	10,9	177,0	32,0	220	260
GZ___6879_29	364,0	271,2	0,7	0,1	0,005	0,1880	0,0180	0,0269	0,0008	0,1078	170,8	10,8	175,0	15,0	280	160
GZ___6879_30	339,0	266,2	0,8	0,1	0,005	0,1990	0,0200	0,0266	0,0007	0,1765	168,4	10,7	181,0	16,0	290	170
GZ___6879_31	156,8	57,6	0,4	0,0	0,010	0,1500	0,0360	0,0266	0,0009	0,1000	170,4	11,0	141,0	31,0	-150	300
GZ___6879_32	0,1	0,1	1,1	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_33	0,1	0,1	1,5	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_34	1,0	0,7	0,7	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_35	350,0	237,0	0,7	0,1	0,008	0,1910	0,0260	0,0251	0,0007	0,1061	157,9	10,1	176,0	21,0	330	220
GZ___6879_36	0,6	0,4	0,6	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_37	0,5	0,5	1,0	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_38	902,0	733,0	0,8	0,0	0,003	0,1830	0,0140	0,0285	0,0006	0,2705	181,4	10,8	168,0	12,0	110	130

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GZ___6879_39	351,0	352,0	1,0	0,1	0,007	0,2070	0,0280	0,0278	0,0008	0,2770	175,4	11,4	186,0	23,0	240	210
GZ___6879_40	0,1	0,1	0,8	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_41	3,0	2,8	0,9	0,2	0,250	1,4000	2,3000	0,0450	0,0260	1,0000	232,0	163,1	800,0	1000,0	2300	2700
GZ___6879_42	247,0	268,0	1,1	0,1	0,010	0,1800	0,0340	0,0266	0,0009	0,1000	168,0	11,5	159,0	28,0	-30	280
GZ___6879_43	534,0	780,0	1,5	0,1	0,006	0,1900	0,0240	0,0271	0,0008	0,0901	171,7	10,8	172,0	19,0	160	190
GZ___6879_44	624,0	976,0	1,6	0,1	0,006	0,1920	0,0200	0,0278	0,0008	0,0685	176,0	10,8	176,0	17,0	240	180
GZ___6879_45	187,0	150,0	0,8	0,1	0,015	0,2850	0,0580	0,0311	0,0014	0,0148	191,6	14,6	235,0	45,0	410	350
GZ___6879_46	320,0	359,0	1,1	0,1	0,009	0,1680	0,0320	0,0270	0,0009	0,1572	171,7	11,5	151,0	28,0	0	270
GZ___6879_47	3,9	3,9	1,0	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_48	410,0	313,0	0,8	0,1	0,008	0,1980	0,0300	0,0278	0,0008	0,1114	175,6	11,4	185,0	25,0	240	230
GZ___6879_49	479,0	585,0	1,2	0,0	0,008	0,1680	0,0280	0,0279	0,0009	0,1278	178,0	11,5	148,0	24,0	-40	240
GZ___6879_50	594,0	362,0	0,6	0,1	0,008	0,1670	0,0260	0,0259	0,0008	0,2223	163,9	10,8	155,0	21,0	250	230
GZ___6879_51	401,0	281,0	0,7	0,1	0,013	0,2100	0,0410	0,0273	0,0011	0,1804	169,6	12,1	181,0	33,0	320	300
GZ___6879_52	896,0	1129,0	1,3	0,1	0,006	0,1940	0,0220	0,0289	0,0008	0,1000	183,5	11,4	175,0	18,0	100	180
GZ___6879_53	1253,0	1500,0	1,2	0,0	0,005	0,1760	0,0180	0,0279	0,0007	0,1561	178,0	10,8	161,0	15,0	70	160
GZ___6879_54	2,2	1,2	0,5	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GZ___6879_55	714,0	1109,0	1,6	0,0	0,011	0,1840	0,0400	0,0286	0,0012	0,0505	182,2	12,9	150,0	35,0	0	300
GZ___6879_56	1005,0	3720,0	3,7	0,1	0,010	0,1880	0,0370	0,0276	0,0010	0,0845	174,5	11,5	183,0	29,0	200	270

Muestra GR-6827A

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6827_A_01	214,2	3,7	0,02	0,0557	0,0045	0,2160	0,0170	0,0283	0,0005	0,0	178,8	5,7	198	15	320	150
GR___6827_A_02	79	4,1	0,05	0,0840	0,0120	0,3020	0,0410	0,0268	0,0009	0,1	163,1	7,1	271	32	1030	250
GR___6827_A_03	203	9,2	0,05	0,0543	0,0043	0,2080	0,0160	0,0292	0,0005	0,1	184,6	5,6	190	13	290	140
GR___6827_A_04	0,19	0,065	0,34	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6827_A_05	5,88	0,36	0,06	0,1970	0,0960	1,9700	0,7200	0,0730	0,0110	0,0	376,6	76,9	1080	240	1200	1200
GR___6827_A_06	206,8	2,2	0,01	0,0508	0,0044	0,1920	0,0160	0,0279	0,0005	0,1	176,9	5,7	178	14	220	150
GR___6827_A_07	219	16	0,07	0,0522	0,0050	0,2020	0,0190	0,0276	0,0005	0,1	174,7	5,4	185	16	240	170
GR___6827_A_08	120	3,9	0,03	0,0820	0,0084	0,3670	0,0340	0,0323	0,0011	0,2	196,9	8,7	314	25	990	200
GR___6827_A_09	160,6	11	0,07	0,0481	0,0053	0,1920	0,0210	0,0289	0,0005	0,1	184,1	5,9	174	18	150	170
GR___6827_A_10	215	14	0,07	0,0527	0,0044	0,2080	0,0160	0,0285	0,0005	0,1	180,4	5,7	190	14	260	150
GR___6827_A_11	103,7	3,5	0,03	0,0538	0,0064	0,2000	0,0240	0,0291	0,0008	0,1	183,8	7,0	190	21	180	200
GR___6827_A_12	21,4	1,6	0,07	0,1150	0,0350	0,3900	0,0970	0,0338	0,0016	0,1	197,1	13,9	320	75	900	2700
GR___6827_A_13	294,2	4	0,01	0,0487	0,0031	0,1770	0,0110	0,0266	0,0004	0,1	169,1	4,9	165,1	9,9	120	120
GR___6827_A_14	188,2	3,6	0,02	0,0506	0,0040	0,1980	0,0160	0,0285	0,0005	0,2	181,0	5,7	185	14	190	140
GR___6827_A_15	90,9	4,5	0,05	0,0544	0,0076	0,2210	0,0300	0,0286	0,0007	0,1	180,8	6,5	192	25	220	230
GR___6827_A_16	162	10	0,06	0,0534	0,0065	0,2090	0,0240	0,0292	0,0006	0,1	184,5	6,3	188	20	220	190
GR___6827_A_17	120	3,6	0,03	0,0520	0,0059	0,2510	0,0280	0,0352	0,0008	0,0	222,7	7,7	229	22	200	190
GR___6827_A_18	85,9	4,2	0,05	0,0595	0,0090	0,2520	0,0360	0,0301	0,0009	0,1	189,1	7,8	221	29	430	250
GR___6827_A_19	264	13	0,05	0,0536	0,0044	0,2070	0,0160	0,0281	0,0005	0,1	177,6	5,6	190	14	330	150
GR___6827_A_20	345	8,4	0,02	0,0533	0,0042	0,2070	0,0150	0,0281	0,0005	0,1	178,1	5,7	188	13	290	140
GR___6827_A_21	250	13	0,05	0,0558	0,0056	0,2320	0,0220	0,0303	0,0007	0,0	190,8	6,4	216	17	410	170
GR___6827_A_22	132	7,8	0,06	0,0491	0,0069	0,1980	0,0270	0,0301	0,0008	0,1	191,6	7,1	174	23	50	210
GR___6827_A_23	204,2	4,6	0,02	0,0551	0,0058	0,1930	0,0200	0,0267	0,0005	0,0	168,7	5,6	176	17	270	180
GR___6827_A_24	234,5	16	0,07	0,0510	0,0050	0,1880	0,0170	0,0271	0,0006	0,0	172,3	5,8	174	14	190	160
GR___6827_A_25	145,2	7,4	0,05	0,0536	0,0068	0,2190	0,0280	0,0300	0,0008	0,1	189,7	7,1	205	22	390	210
GR___6827_A_26	34,4	1,1	0,03	0,0840	0,0210	0,3620	0,0830	0,0338	0,0016	0,1	205,4	12,2	286	63	530	400
GR___6827_A_27	173,2	7,1	0,04	0,0471	0,0057	0,1780	0,0210	0,0274	0,0007	0,2	174,7	6,3	159	19	100	190
GR___6827_A_28	254	11	0,04	0,0549	0,0052	0,2020	0,0190	0,0281	0,0007	0,2	177,6	6,4	190	16	340	170
GR___6827_A_29	234,4	10	0,04	0,0533	0,0053	0,2060	0,0200	0,0278	0,0005	0,1	175,9	5,6	193	16	310	170
GR___6827_A_30	156,4	4,3	0,03	0,0575	0,0059	0,2070	0,0210	0,0277	0,0006	0,1	174,3	6,1	194	18	410	180
GR___6827_A_31	105,9	4,9	0,05	0,0550	0,0064	0,2170	0,0250	0,0286	0,0006	0,1	180,7	6,1	194	21	320	200
GR___6827_A_32	149,5	4,4	0,03	0,0545	0,0050	0,1960	0,0170	0,0264	0,0005	0,1	166,7	5,5	179	14	270	160
GR___6827_A_33	421	29	0,07	0,0512	0,0025	0,2027	0,0098	0,0291	0,0004	0,1	184,5	5,2	187,1	8,5	246	95
GR___6827_A_34	55,4	1,1	0,02	0,0533	0,0082	0,1990	0,0300	0,0275	0,0009	0,1	174,3	7,1	174	26	200	240
GR___6827_A_35	182,5	2,9	0,02	0,0560	0,0040	0,2110	0,0150	0,0272	0,0006	0,1	171,4	5,8	192	13	410	130
GR___6827_A_36	156	8,4	0,05	0,0518	0,0042	0,2000	0,0160	0,0292	0,0007	0,2	185,0	6,4	182	14	180	140
GR___6827_A_37	75,1	2,3	0,03	0,0592	0,0081	0,2270	0,0290	0,0276	0,0007	0,1	173,3	6,5	195	24	320	220
GR___6827_A_38	208,2	5	0,02	0,0511	0,0034	0,1900	0,0130	0,0271	0,0004	0,1	171,8	5,2	174	11	240	120

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6827_A_39	0,022	0,015	0,68	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6827_A_40	105,4	3,9	0,04	0,0589	0,0067	0,2350	0,0260	0,0301	0,0007	0,1	189,0	7,0	222	21	530	190
GR___6827_A_41	166,3	10	0,06	0,0491	0,0048	0,1860	0,0180	0,0278	0,0006	0,2	176,6	5,8	173	15	120	160
GR___6827_A_42	156,2	6,5	0,04	0,0580	0,0059	0,2300	0,0230	0,0282	0,0006	0,1	177,5	5,9	210	18	420	180
GR___6827_A_43	157,5	5,8	0,04	0,0530	0,0061	0,1990	0,0220	0,0275	0,0007	0,1	174,3	6,3	182	19	220	180
GR___6827_A_44	396	63	0,16	0,0507	0,0034	0,1920	0,0130	0,0279	0,0004	0,1	177,3	5,3	175	11	200	120
GR___6827_A_45	157	8,6	0,05	0,1550	0,0150	0,8160	0,0970	0,0344	0,0011	0,9	189,8	8,7	538	48	2090	200
GR___6827_A_46	0,129	0,055	0,43	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6827_A_47	292	19	0,07	0,0537	0,0039	0,2140	0,0160	0,0284	0,0005	0,2	179,8	5,6	192	13	370	140
GR___6827_A_48	544	25	0,05	0,0547	0,0029	0,2080	0,0110	0,0276	0,0004	0,2	174,6	5,1	190,2	9,1	350	100
GR___6827_A_49	143,6	4,9	0,03	0,0603	0,0058	0,2330	0,0220	0,0282	0,0006	0,1	177,0	5,9	212	18	490	170
GR___6827_A_50	244	14	0,06	0,0521	0,0044	0,1980	0,0170	0,0283	0,0005	0,1	179,0	5,5	183	14	240	150
GR___6827_A_51	198,8	7,7	0,04	0,0492	0,0049	0,1840	0,0180	0,0276	0,0005	0,1	175,7	5,7	175	15	140	160
GR___6827_A_52	0	4,1E-08	#¡DIV/0!	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6827_A_53	175,9	31	0,18	0,0522	0,0046	0,1940	0,0170	0,0273	0,0006	0,0	173,0	5,9	178	14	240	160
GR___6827_A_54	226,7	5,4	0,02	0,0529	0,0037	0,2090	0,0140	0,0283	0,0005	0,0	179,1	5,6	194	11	340	130
GR___6827_A_55	0,095	0,04	0,42	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6827_A_56	304,3	5,4	0,02	0,0539	0,0034	0,2060	0,0130	0,0272	0,0004	0,1	172,1	5,1	187	11	360	130
GR___6827_A_57	217	11	0,05	0,0574	0,0045	0,2200	0,0170	0,0285	0,0004	0,1	179,2	5,4	201	14	450	140
GR___6827_A_58	329	18	0,05	0,0530	0,0031	0,2130	0,0120	0,0291	0,0004	0,0	183,9	5,3	195	10	320	110
GR___6827_A_59	125,8	3,2	0,03	0,0487	0,0051	0,1800	0,0200	0,0272	0,0006	0,2	173,2	5,8	168	16	170	180

Muestra GR-6817

Analysis Name	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6817_01	96,5	87,9	0,9	0,0531	0,0063	0,1780	0,0210	0,0262	0,0006	0,2	165,7	5,6	169,0	18,0	230	190
GR___6817_02	87,3	59,2	0,7	0,0515	0,0064	0,1830	0,0230	0,0266	0,0006	0,0	168,5	5,6	164,0	20,0	140	210
GR___6817_03	124	107,1	0,9	0,0564	0,0051	0,1930	0,0170	0,0250	0,0006	0,1	157,5	5,1	181,0	14,0	360	160
GR___6817_04	80,4	79,7	1,0	0,0680	0,0085	0,2500	0,0290	0,0262	0,0007	0,0	162,6	5,9	225,0	23,0	650	210
GR___6817_05	103,2	78,0	0,8	0,0649	0,0062	0,2290	0,0210	0,0260	0,0006	0,0	162,2	5,6	206,0	18,0	590	180
GR___6817_06	150	172,5	1,2	0,0582	0,0053	0,2020	0,0180	0,0253	0,0005	0,1	159,5	5,0	187,0	15,0	420	170
GR___6817_07	131,6	111,8	0,8	0,0506	0,0051	0,1860	0,0190	0,0259	0,0005	0,0	164,7	5,1	168,0	16,0	150	170
GR___6817_08	145,9	152,7	1,0	0,0627	0,0069	0,2280	0,0260	0,0261	0,0005	0,0	163,6	5,1	190,0	18,0	370	170
GR___6817_09	133,5	100,7	0,8	0,0530	0,0051	0,1870	0,0180	0,0251	0,0005	0,1	158,8	5,0	173,0	15,0	270	170
GR___6817_10	136,4	132,6	1,0	0,0518	0,0047	0,1830	0,0160	0,0253	0,0005	0,0	160,4	5,0	171,0	14,0	260	160
GR___6817_11	169,4	139,6	0,8	0,0480	0,0043	0,1680	0,0140	0,0251	0,0005	0,1	160,0	4,8	158,0	12,0	120	150
GR___6817_12	55,5	45,0	0,8	0,0890	0,0130	0,3600	0,0570	0,0286	0,0011	0,4	172,9	7,9	279,0	40,0	790	290
GR___6817_13	53,7	32,8	0,6	0,0720	0,0110	0,2460	0,0380	0,0254	0,0008	0,0	157,2	6,5	204,0	31,0	480	290
GR___6817_14	112,2	102,4	0,9	0,0618	0,0058	0,2360	0,0220	0,0269	0,0005	0,2	168,7	5,1	211,0	18,0	590	170
GR___6817_15	232	51,5	0,2	0,0504	0,0041	0,1820	0,0150	0,0258	0,0004	0,1	164,2	4,7	171,0	12,0	220	140
GR___6817_16	169,3	151,2	0,9	0,0526	0,0051	0,2040	0,0200	0,0283	0,0006	0,2	179,1	5,6	191,0	17,0	280	170
GR___6817_17	97,3	92,2	0,9	0,0613	0,0086	0,2050	0,0290	0,0251	0,0006	0,1	157,6	5,3	187,0	25,0	410	250
GR___6817_18	163,5	144,5	0,9	0,0697	0,0064	0,2680	0,0240	0,0282	0,0005	0,1	174,9	5,4	239,0	19,0	740	180
GR___6817_19	110	101,7	0,9	0,0576	0,0089	0,2110	0,0330	0,0282	0,0007	0,1	177,3	6,1	194,0	28,0	240	250
GR___6817_20	91,9	68,1	0,7	0,0680	0,0100	0,2690	0,0400	0,0283	0,0007	0,1	176,1	6,3	234,0	32,0	480	270
GR___6817_21	83,8	58,7	0,7	0,0740	0,0110	0,2800	0,0410	0,0276	0,0008	0,1	169,9	6,6	252,0	32,0	730	270
GR___6817_22	58,2	61,8	1,1	0,0980	0,0160	0,3940	0,0640	0,0292	0,0009	0,2	174,1	7,6	306,0	45,0	890	320
GR___6817_23	136,2	113,6	0,8	0,0630	0,0071	0,2300	0,0260	0,0264	0,0006	0,1	165,3	5,4	211,0	21,0	520	210
GR___6817_24	189,8	170,4	0,9	0,0542	0,0057	0,2010	0,0210	0,0281	0,0006	0,1	177,7	5,6	188,0	17,0	300	180
GR___6817_25	71,5	72,2	1,0	0,0540	0,0120	0,2550	0,0490	0,0314	0,0008	0,1	198,3	7,5	200,0	40,0	40	330
GR___6817_26	363	525,0	1,4	0,0489	0,0041	0,1720	0,0150	0,0250	0,0005	0,2	159,4	5,0	161,0	13,0	180	150
GR___6817_27	62,6	46,7	0,7	0,0550	0,0110	0,2120	0,0440	0,0293	0,0009	0,0	185,1	7,4	194,0	38,0	50	320
GR___6817_28	54,6	55,5	1,0	0,0720	0,0130	0,2820	0,0500	0,0299	0,0009	0,1	184,5	8,1	230,0	38,0	360	300
GR___6817_29	206	369,0	1,8	0,0646	0,0060	0,2530	0,0240	0,0285	0,0005	0,3	177,7	5,4	225,0	18,0	610	170
GR___6817_30	17,83	13,0	0,7	0,1310	0,0620	0,4100	0,1600	0,0320	0,0017	0,0	182,7	19,0	280,0	120,0	-1150	890
GR___6817_31	58,6	44,0	0,8	0,0710	0,0140	0,2420	0,0490	0,0271	0,0007	0,0	167,7	6,7	228,0	40,0	330	340
GR___6817_32	67,77	55,3	0,8	0,0580	0,0100	0,2160	0,0400	0,0271	0,0008	0,1	170,6	6,6	187,0	33,0	150	290
GR___6817_33	44	43,9	1,0	0,0570	0,0150	0,2220	0,0550	0,0274	0,0009	0,1	172,5	7,6	191,0	46,0	60	390
GR___6817_34	31,9	23,3	0,7	0,0800	0,0330	0,2410	0,0790	0,0242	0,0011	0,2	148,2	9,7	208,0	67,0	-490	590
GR___6817_35	97,9	56,5	0,6	0,0599	0,0078	0,2230	0,0290	0,0272	0,0007	0,2	170,5	6,0	207,0	24,0	410	230
GR___6817_36	19,4	16,7	0,9	0,2740	0,0860	0,6700	0,1800	0,0301	0,0018	0,0	137,9	22,5	558,0	84,0	300	1000
GR___6817_37	139	74,4	0,5	0,0591	0,0064	0,2400	0,0260	0,0293	0,0006	0,2	183,7	6,0	219,0	20,0	500	180
GR___6817_38	92,7	101,2	1,1	0,0678	0,0089	0,2470	0,0320	0,0289	0,0006	0,1	179,2	6,0	230,0	27,0	590	240

Analysis Name	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6817_39	169	129,1	0,8	0,0520	0,0049	0,2030	0,0190	0,0280	0,0005	0,1	177,2	5,4	186,0	16,0	280	170
GR___6817_40	128,8	133,9	1,0	0,0553	0,0068	0,1940	0,0240	0,0268	0,0005	0,2	169,3	5,4	176,0	20,0	230	200
GR___6817_41	82,3	44,2	0,5	0,1060	0,0140	0,4330	0,0550	0,0302	0,0009	0,1	178,4	7,4	338,0	36,0	1210	230
GR___6817_42	65,2	45,5	0,7	0,0520	0,0110	0,1790	0,0390	0,0263	0,0007	0,1	166,9	6,1	168,0	34,0	-40	310
GR___6817_43	26,69	19,4	0,7	0,0600	0,0240	0,2130	0,0850	0,0294	0,0013	0,1	184,4	10,9	161,0	74,0	-750	560
GR___6817_44	248	134,0	0,5	0,0549	0,0055	0,2000	0,0180	0,0265	0,0006	0,1	167,6	5,4	186,0	16,0	300	180
GR___6817_45	294	144,4	0,5	0,0559	0,0039	0,1900	0,0140	0,0245	0,0006	0,2	154,7	5,1	178,0	12,0	400	130
GR___6817_46	124,2	116,0	0,9	0,0680	0,0076	0,2560	0,0280	0,0277	0,0006	0,1	172,3	5,6	229,0	23,0	650	200
GR___6817_47	45,4	29,1	0,6	0,0640	0,0150	0,2160	0,0490	0,0258	0,0009	0,0	161,0	7,5	189,0	44,0	160	380
GR___6817_48	155,7	149,6	1,0	0,0578	0,0056	0,2080	0,0190	0,0262	0,0005	0,0	164,8	5,0	188,0	16,0	340	160
GR___6817_49	66,2	40,2	0,6	0,0560	0,0120	0,2040	0,0430	0,0266	0,0007	0,2	167,5	6,3	185,0	38,0	120	330
GR___6817_50	122,1	122,1	1,0	0,0510	0,0064	0,1840	0,0230	0,0267	0,0005	0,1	169,5	5,3	172,0	19,0	190	200
GR___6817_51	147	154,0	1,0	0,0712	0,0087	0,2630	0,0340	0,0272	0,0006	0,4	168,6	5,7	232,0	26,0	700	220
GR___6817_52	202	215,0	1,1	0,0623	0,0060	0,2390	0,0240	0,0280	0,0005	0,1	175,3	5,2	212,0	19,0	500	170
GR___6817_53	96,7	92,7	1,0	0,0481	0,0099	0,1470	0,0330	0,0255	0,0006	0,1	162,3	5,6	150,0	29,0	-110	290
GR___6817_54	100	85,9	0,9	0,0675	0,0089	0,2380	0,0300	0,0263	0,0007	0,1	163,3	5,9	221,0	25,0	630	230
GR___6817_55	169,9	175,0	1,0	0,0539	0,0050	0,2010	0,0190	0,0266	0,0005	0,1	168,0	5,0	184,0	16,0	290	170
GR___6817_56	74,9	55,3	0,7	0,1060	0,0120	0,3740	0,0430	0,0280	0,0008	0,2	165,5	6,5	329,0	34,0	1270	250
GR___6817_57	239	184,0	0,8	0,0590	0,0044	0,2420	0,0180	0,0293	0,0005	0,2	183,9	5,5	217,0	15,0	490	150
GR___6817_58	59,9	56,2	0,9	0,0620	0,0130	0,2110	0,0440	0,0263	0,0009	0,1	164,6	7,3	186,0	36,0	190	320
GR___6817_59	59,3	51,7	0,9	0,0690	0,0120	0,2690	0,0450	0,0284	0,0009	0,1	176,0	7,3	236,0	38,0	390	310
GR___6817_60	57	37,9	0,7	0,0630	0,0120	0,2420	0,0460	0,0301	0,0009	0,1	188,2	8,0	211,0	40,0	90	330
GR___6817_61	74	38,7	0,5	0,0580	0,0110	0,2110	0,0380	0,0283	0,0007	0,1	177,9	6,4	190,0	33,0	200	290
GR___6817_62	78,2	63,1	0,8	0,0620	0,0110	0,2070	0,0360	0,0261	0,0006	0,1	163,6	6,0	187,0	31,0	190	290
GR___6817_63	99,1	139,1	1,4	0,0642	0,0085	0,2360	0,0310	0,0265	0,0005	0,1	165,6	5,4	211,0	25,0	520	230
GR___6817_64	36,5	28,0	0,8	0,0490	0,0210	0,1530	0,0650	0,0253	0,0010	0,1	161,1	8,7	144,0	58,0	-590	490
GR___6817_65	-5E-07	0,1	-98055,9	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6817_66	100,9	86,2	0,9	0,0510	0,0076	0,1950	0,0290	0,0273	0,0006	0,0	173,6	5,8	178,0	25,0	70	240
GR___6817_67	119,4	110,0	0,9	0,0538	0,0073	0,2060	0,0280	0,0275	0,0006	0,2	173,6	5,8	182,0	23,0	200	220
GR___6817_68	115,3	83,5	0,7	0,0497	0,0080	0,1840	0,0290	0,0277	0,0007	0,1	176,3	6,1	162,0	24,0	20	230
GR___6817_69	78,6	53,5	0,7	0,0570	0,0100	0,2180	0,0360	0,0269	0,0008	0,1	169,4	6,5	187,0	30,0	230	280
GR___6817_70	53,7	44,5	0,8	0,0530	0,0170	0,2010	0,0580	0,0280	0,0009	0,1	177,3	7,9	164,0	51,0	-110	400

Muestra GR-6825

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6825_01	229,6	342	1,5	0,0528	0,0052	0,1850	0,0180	0,0263	0,0004	0,1	166,7	5,6	169,0	15,0	220	160
GR___6825_02	93,2	56	0,6	0,0830	0,0120	0,3390	0,0490	0,0283	0,0009	0,0	172,5	7,9	269,0	36,0	860	280
GR___6825_03	314,3	316,9	1,0	0,0664	0,0059	0,2490	0,0210	0,0270	0,0006	0,1	168,2	6,1	222,0	17,0	760	170
GR___6825_04	195,1	341	1,7	0,0721	0,0071	0,2860	0,0280	0,0301	0,0007	0,2	185,6	7,1	255,0	22,0	820	190
GR___6825_05	184,1	162	0,9	0,0543	0,0071	0,1990	0,0260	0,0266	0,0005	0,2	168,0	6,0	173,0	22,0	240	210
GR___6825_06	224	258	1,2	0,0535	0,0066	0,2020	0,0250	0,0283	0,0006	0,1	179,1	6,3	179,0	21,0	210	200
GR___6825_07	292	346	1,2	0,0572	0,0048	0,2200	0,0180	0,0282	0,0005	0,1	177,6	6,0	201,0	16,0	430	150
GR___6825_08	232	178,3	0,8	0,0513	0,0061	0,1770	0,0210	0,0261	0,0005	0,0	165,8	5,9	164,0	17,0	180	190
GR___6825_09	218	185,2	0,8	0,0560	0,0061	0,2100	0,0220	0,0275	0,0006	0,0	173,3	6,4	196,0	18,0	390	190
GR___6825_10	115,5	104,7	0,9	0,0584	0,0089	0,2280	0,0340	0,0288	0,0008	0,1	181,1	7,8	206,0	28,0	380	250
GR___6825_11	110,4	174,8	1,6	0,0770	0,0110	0,2970	0,0450	0,0275	0,0007	0,3	168,9	6,7	234,0	34,0	610	280
GR___6825_12	102,9	151,1	1,5	0,0603	0,0087	0,2200	0,0310	0,0264	0,0007	0,1	165,5	6,6	197,0	26,0	420	250
GR___6825_13	224,7	260,7	1,2	0,0648	0,0055	0,2590	0,0220	0,0295	0,0005	0,0	183,8	6,3	223,0	17,0	570	150
GR___6825_14	65,6	61,3	0,9	0,0740	0,0140	0,2900	0,0550	0,0297	0,0012	0,3	183,0	9,8	223,0	42,0	490	320
GR___6825_15	144,7	200	1,4	0,0589	0,0063	0,2170	0,0240	0,0267	0,0005	0,2	167,9	5,9	193,0	19,0	430	190
GR___6825_16	129,2	159,2	1,2	0,0491	0,0054	0,1870	0,0210	0,0292	0,0005	0,1	185,8	6,4	171,0	17,0	80	180
GR___6825_17	119,7	114,8	1,0	0,0474	0,0059	0,1700	0,0200	0,0271	0,0005	0,0	173,0	6,1	160,0	18,0	20	190
GR___6825_18	170,8	128,5	0,8	0,0516	0,0052	0,1800	0,0180	0,0265	0,0005	0,1	168,0	5,9	167,0	15,0	210	170
GR___6825_19	138,2	183	1,3	0,0553	0,0064	0,2280	0,0270	0,0299	0,0008	0,3	188,9	7,1	194,0	22,0	310	190
GR___6825_20	176,2	192,5	1,1	0,0557	0,0050	0,2040	0,0180	0,0269	0,0005	0,0	169,5	5,7	186,0	15,0	340	170
GR___6825_21	299	282	0,9	0,0602	0,0036	0,2290	0,0140	0,0273	0,0005	0,1	171,4	5,7	206,0	12,0	570	120
GR___6825_22	115,3	118,8	1,0	0,0623	0,0077	0,2280	0,0280	0,0283	0,0005	0,2	177,1	6,3	190,0	20,0	350	200
GR___6825_23	204	237,9	1,2	0,0527	0,0047	0,1920	0,0170	0,0267	0,0004	0,0	169,2	5,6	176,0	14,0	280	160
GR___6825_24	277	250	0,9	0,0493	0,0036	0,1820	0,0130	0,0278	0,0004	0,1	176,7	5,7	176,0	11,0	230	120
GR___6825_25	69,8	56	0,8	0,0780	0,0140	0,3130	0,0630	0,0289	0,0010	0,6	177,2	8,7	220,0	39,0	480	300
GR___6825_26	157,1	137,1	0,9	0,0544	0,0081	0,2010	0,0300	0,0260	0,0006	0,1	164,2	6,3	178,0	24,0	190	240
GR___6825_27	196,8	126,2	0,6	0,0518	0,0051	0,1980	0,0200	0,0286	0,0005	0,1	181,2	6,0	178,0	17,0	190	170
GR___6825_28	402	719	1,8	0,0512	0,0031	0,1960	0,0120	0,0286	0,0004	0,1	181,1	5,8	181,9	9,6	250	110
GR___6825_29	514	770	1,5	0,0470	0,0031	0,1820	0,0120	0,0286	0,0004	0,2	182,3	5,9	170,0	10,0	90	110
GR___6825_30	689	715	1,0	0,0567	0,0040	0,2060	0,0140	0,0269	0,0005	0,1	169,8	5,6	190,0	12,0	430	130
GR___6825_31	307,3	339,4	1,1	0,0512	0,0058	0,1880	0,0210	0,0262	0,0006	0,1	166,5	6,0	175,0	17,0	260	190
GR___6825_32	434,3	347,4	0,8	0,0568	0,0058	0,1880	0,0190	0,0246	0,0005	0,0	154,9	5,4	174,0	16,0	390	180
GR___6825_33	1320	1680	1,3	0,0498	0,0025	0,1789	0,0087	0,0269	0,0004	0,0	171,3	5,3	168,1	7,2	182	91
GR___6825_34	881	1330	1,5	0,0532	0,0038	0,1970	0,0140	0,0270	0,0004	0,1	170,9	5,6	180,0	11,0	310	130
GR___6825_35	485	281,3	0,6	0,0507	0,0041	0,1830	0,0150	0,0269	0,0005	0,1	170,9	5,7	167,0	13,0	130	140
GR___6825_36	425	265,8	0,6	0,0553	0,0043	0,2120	0,0160	0,0285	0,0005	0,0	179,8	6,0	195,0	13,0	380	140
GR___6825_37	399	205	0,5	0,0577	0,0046	0,2040	0,0170	0,0265	0,0005	0,1	166,6	5,6	189,0	14,0	470	150
GR___6825_38	212,4	93,3	0,4	0,0433	0,0055	0,1650	0,0210	0,0277	0,0006	0,2	177,5	6,3	148,0	18,0	90	190

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6825_39	189	85,5	0,5	0,0554	0,0064	0,1950	0,0230	0,0268	0,0006	0,1	169,0	6,3	177,0	20,0	270	200
GR___6825_40	224,5	97,6	0,4	0,0512	0,0042	0,1770	0,0150	0,0259	0,0004	0,1	164,4	5,5	166,0	13,0	200	150
GR___6825_41	123,5	65,8	0,5	0,0574	0,0054	0,2010	0,0180	0,0261	0,0005	0,1	164,5	5,8	184,0	15,0	370	170
GR___6825_42	101	43,6	0,4	0,0666	0,0080	0,2400	0,0280	0,0272	0,0007	0,1	169,6	6,5	207,0	22,0	490	210
GR___6825_43	183,4	106,6	0,6	0,0585	0,0045	0,2150	0,0160	0,0277	0,0005	0,1	174,2	5,9	199,0	14,0	450	140
GR___6825_44	52,39	25,58	0,5	0,0770	0,0140	0,2700	0,0500	0,0281	0,0010	0,1	172,6	8,6	237,0	40,0	640	340
GR___6825_45	141,6	80,7	0,6	0,0509	0,0048	0,1890	0,0180	0,0271	0,0005	0,1	172,0	6,0	171,0	15,0	170	160
GR___6825_46	120,2	128,1	1,1	0,0515	0,0055	0,1870	0,0200	0,0271	0,0006	0,1	171,6	6,1	170,0	17,0	120	170
GR___6825_47	163,8	132,8	0,8	0,0650	0,0180	0,2330	0,0650	0,0269	0,0007	0,1	167,7	7,4	175,0	14,0	210	160
GR___6825_48	101,4	80,7	0,8	0,0507	0,0065	0,1810	0,0230	0,0279	0,0007	0,1	177,0	6,5	158,0	19,0	50	200
GR___6825_49	158,6	114,3	0,7	0,0484	0,0048	0,1680	0,0170	0,0259	0,0005	0,1	165,0	5,8	161,0	14,0	140	170
GR___6825_50	53,7	60,4	1,1	0,0750	0,0120	0,2790	0,0430	0,0276	0,0008	0,1	169,7	7,3	226,0	33,0	490	280
GR___6825_51	178,6	124,9	0,7	0,0521	0,0046	0,1900	0,0170	0,0273	0,0005	0,1	173,0	5,9	177,0	14,0	220	160
GR___6825_52	146,4	93,7	0,6	0,0612	0,0066	0,2400	0,0260	0,0288	0,0007	0,1	180,6	7,1	207,0	20,0	390	190
GR___6825_53	237	179,4	0,8	0,0533	0,0041	0,1910	0,0140	0,0259	0,0004	0,1	163,7	5,5	175,0	12,0	270	140
GR___6825_54	583	805	1,4	0,0481	0,0022	0,1788	0,0081	0,0275	0,0004	0,2	175,3	5,5	167,0	7,0	126	85
GR___6825_55	339,5	288	0,8	0,0479	0,0032	0,1770	0,0120	0,0272	0,0004	0,1	173,3	5,4	165,0	10,0	110	120
GR___6825_56	221,3	258,4	1,2	0,0527	0,0046	0,1930	0,0160	0,0274	0,0005	0,0	173,3	6,0	177,0	13,0	180	150
GR___6825_57	191,8	277	1,4	0,0532	0,0058	0,1970	0,0210	0,0277	0,0006	0,0	175,2	6,2	174,0	18,0	170	180

Muestra GR-6830

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6830_01	178	141	0,8	0,0515	0,0032	0,2200	0,0130	0,0302	0,0005	0,1000	191,489407	7,1	200	11	280	120
GR___6830_02	135,9	155,6	1,1	0,0564	0,0047	0,2080	0,0170	0,0274	0,0005	0,0077	172,460406	6,5	190	15	350	160
GR___6830_03	80,6	79,7	1,0	0,05	0,0065	0,1760	0,0230	0,0274	0,0006	0,0666	173,844198	7,2	165	21	60	210
GR___6830_04	39,3	24,7	0,6	0,101	0,016	0,4470	0,0700	0,0330	0,0016	0,1447	196,147606	12	353	49	1100	290
GR___6830_06	361	246,8	0,7	0,053	0,0029	0,1950	0,0110	0,0275	0,0005	0,1986	174,19987	6,4	179,7	9	310	100
GR___6830_07	206	204	1,0	0,0514	0,0041	0,2020	0,0160	0,0284	0,0005	0,0643	180,143251	7,1	184	13	250	150
GR___6830_08	71,18	55,76	0,8	0,0508	0,0075	0,1850	0,0280	0,0270	0,0007	0,1000	171,468078	7,2	170	23	90	230
GR___6830_09	76	68,8	0,9	0,0643	0,0099	0,2280	0,0330	0,0276	0,0009	0,0044	172,299554	8,5	209	29	430	250
GR___6830_10	379	334	0,9	0,0519	0,0025	0,1947	0,0096	0,0276	0,0004	0,0889	174,753305	6,4	180,3	8,2	236	93
GR___6830_11	259,4	392	1,5	0,0511	0,0033	0,1840	0,0120	0,0263	0,0004	0,0222	167,060819	6,2	171	10	230	120
GR___6830_12	131,6	82,8	0,6	0,0516	0,0051	0,1890	0,0190	0,0269	0,0005	0,1090	170,416726	6,5	175	16	260	170
GR___6830_13	252	275,9	1,1	0,054	0,0032	0,1980	0,0120	0,0271	0,0004	0,3616	171,662662	6,4	183	10	340	110
GR___6830_14	227	144,8	0,6	0,0501	0,0033	0,1920	0,0120	0,0274	0,0004	0,0426	174,011558	6,4	181	10	250	120
GR___6830_15	148,7	95,3	0,6	0,066	0,005	0,2510	0,0180	0,0279	0,0005	0,0822	173,534474	7	226	15	720	150
GR___6830_16	209,6	171,5	0,8	0,06	0,0039	0,2220	0,0150	0,0273	0,0004	0,2627	171,370757	6,4	200	12	510	130
GR___6830_17	62	33,15	0,5	0,143	0,019	0,5660	0,0850	0,0282	0,0008	0,1037	158,297472	9	371	41	1540	250
GR___6830_18	446	592	1,3	0,0519	0,003	0,1930	0,0110	0,0274	0,0004	0,2031	173,621997	6,4	179,3	9,5	260	110
GR___6830_19	630	691	1,1	0,05	0,0024	0,1888	0,0096	0,0274	0,0003	0,2163	174,348198	6,3	176,6	8,2	203	95
GR___6830_20	470	362	0,8	0,0492	0,0033	0,1910	0,0130	0,0279	0,0005	0,1726	177,674134	7,1	177	11	180	120
GR___6830_21	603	467	0,8	0,0473	0,003	0,1770	0,0110	0,0278	0,0004	0,1006	176,955939	6,4	167,2	9,4	80	110
GR___6830_22	602	750	1,2	0,0523	0,0036	0,1950	0,0130	0,0270	0,0004	0,2566	171,022106	6,4	185	11	310	120
GR___6830_23	398,7	236,7	0,6	0,0501	0,0037	0,1830	0,0130	0,0270	0,0004	0,1000	171,680553	6,4	173	11	170	130
GR___6830_24	449	349	0,8	0,0554	0,0033	0,2080	0,0120	0,0276	0,0004	0,0626	174,241223	6,4	193	10	420	110
GR___6830_25	275	241	0,9	0,0512	0,0043	0,1920	0,0160	0,0264	0,0004	0,0404	167,795377	6,3	176	13	230	150
GR___6830_26	199,6	176,9	0,9	0,163	0,014	0,7310	0,0770	0,0312	0,0009	0,7507	170,39383	9,3	539	44	2330	150
GR___6830_27	187	150,7	0,8	0,0561	0,0048	0,2220	0,0200	0,0279	0,0005	0,2610	175,839062	7,1	198	16	380	160
GR___6830_28	97,1	70,1	0,7	0,0866	0,0087	0,3400	0,0330	0,0284	0,0007	0,1053	172,42748	7,7	295	25	1190	190
GR___6830_29	159	97,6	0,6	0,0509	0,0039	0,1920	0,0140	0,0268	0,0004	0,0557	169,935893	6,4	175	12	230	140
GR___6830_30	208,9	162,4	0,8	0,0527	0,0035	0,1920	0,0130	0,0266	0,0005	0,1002	168,424061	6,4	178	11	280	120
GR___6830_31	178,6	120,9	0,7	0,062	0,0048	0,2340	0,0180	0,0273	0,0005	0,0807	171,001108	6,4	208	15	480	140
GR___6830_32	87,4	48,2	0,6	0,0532	0,007	0,2040	0,0270	0,0278	0,0006	0,1073	176,164192	7,2	182	22	220	220
GR___6830_33	156,2	183,3	1,2	0,0498	0,004	0,1890	0,0150	0,0274	0,0005	0,0482	174,139503	6,5	175	13	180	140
GR___6830_34	227,4	177,4	0,8	0,0494	0,0033	0,1850	0,0120	0,0271	0,0004	0,0415	172,145372	6,3	172	11	190	120
GR___6830_35	783	2130	2,7	0,0567	0,0021	0,2283	0,0093	0,0291	0,0005	0,3513	183,137888	7	209,1	7,6	489	74
GR___6830_36	146,2	203,3	1,4	0,0532	0,0048	0,1980	0,0180	0,0278	0,0006	0,1008	176,226932	7,1	180	15	300	160
GR___6830_37	484	818	1,7	0,052	0,0021	0,1989	0,0077	0,0276	0,0004	0,0504	175,171389	6,4	184,9	6,7	268	80
GR___6830_38	90,5	78	0,9	0,0563	0,0059	0,2030	0,0200	0,0269	0,0006	0,1000	169,355586	7,1	182	17	250	180
GR___6830_39	100,6	101,9	1,0	0,0573	0,0057	0,2050	0,0200	0,0261	0,0005	0,1000	164,332458	6,5	180	17	340	180

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
GR___6830_40	138,4	75,1	0,5	0,0515	0,0042	0,1890	0,0150	0,0273	0,0004	0,0462	173,142571	6,5	177	13	240	140
GR___6830_41	161,2	136,4	0,8	0,0484	0,0038	0,1870	0,0140	0,0274	0,0004	0,0717	174,505728	6,5	172	12	150	140
GR___6830_42	165,4	91,8	0,6	0,0533	0,0036	0,2000	0,0140	0,0278	0,0004	0,1461	176,204936	6,4	184	12	270	130
GR___6830_43	125	73,1	0,6	0,074	0,0051	0,2780	0,0200	0,0272	0,0005	0,1690	167,491819	6,4	244	16	920	140
GR___6830_44	116,4	101,7	0,9	0,0519	0,0043	0,1880	0,0160	0,0264	0,0005	0,1860	167,397394	6,4	170	13	200	140
GR___6830_45	224	290	1,3	0,0502	0,0027	0,1890	0,0100	0,0277	0,0004	0,1238	176,194151	6,4	176,2	8,9	190	100
GR___6830_46	58,3	72,27	1,2	0,0645	0,0072	0,2460	0,0280	0,0275	0,0007	0,3046	171,884639	7,1	213	23	620	200
GR___6830_47	124,3	120,6	1,0	0,0523	0,0034	0,1990	0,0130	0,0272	0,0004	0,1304	172,530155	6,4	182	11	330	120
GR___6830_48	291,3	304	1,0	0,0527	0,0022	0,2051	0,0087	0,0283	0,0004	0,2578	179,349696	6,4	189,2	7,3	299	83
GR___6830_49	280	353	1,3	0,0511	0,0023	0,1853	0,0082	0,0266	0,0004	0,0850	169,012345	6,2	171,4	7	218	86
GR___6830_5	84,68	74,25	0,9	0,059	0,0075	0,2140	0,0290	0,0270	0,0006	0,0838	169,530133	7,2	192	23	340	220
GR___6830_50	131,7	130,9	1,0	0,0491	0,0033	0,1830	0,0120	0,0281	0,0005	0,0612	179,020104	6,4	173	10	150	120
GR___6830_51	108,3	103,1	1,0	0,0577	0,0042	0,2270	0,0180	0,0285	0,0005	0,2378	179,354149	7,1	206	14	440	140
GR___6830_52	173,2	165	1,0	0,0529	0,0032	0,1900	0,0110	0,0263	0,0004	0,1598	166,497523	6,3	174,2	9,6	290	110
GR___6830_53	142	101,6	0,7	0,0487	0,0036	0,1810	0,0140	0,0272	0,0004	0,2655	172,989372	6,4	167	12	110	130
GR___6830_54	106,5	67,9	0,6	0,0598	0,0051	0,2170	0,0180	0,0265	0,0005	0,1439	166,370171	6,4	194	15	430	150
GR___6830_55	142,1	113,8	0,8	0,0628	0,0045	0,2410	0,0170	0,0284	0,0005	0,4473	177,276704	7	214	14	530	130
GR___6830_56	195	160,2	0,8	0,0499	0,0031	0,1850	0,0110	0,0266	0,0004	0,0886	168,823802	6,4	172,5	9,4	220	110
GR___6830_57	86,1	78,7	0,9	0,0477	0,0055	0,1840	0,0210	0,0276	0,0006	0,0350	175,731263	7,1	170	18	90	190
GR___6830_58	183	162,9	0,9	0,056	0,0041	0,2160	0,0160	0,0280	0,0005	0,0645	176,298741	6,4	200	13	370	140
GR___6830_59	274,6	205,4	0,7	0,0546	0,0031	0,2040	0,0120	0,0270	0,0004	0,2718	170,78197	6,4	188	10	330	110
GR___6830_60	181,9	120,7	0,7	0,0549	0,0046	0,2070	0,0180	0,0275	0,0005	0,1000	173,536243	6,5	189	14	290	150
GR___6830_61	237	251	1,1	0,0526	0,0039	0,2030	0,0160	0,0278	0,0005	0,0883	176,044985	6,4	188	13	280	130
GR___6830_62	348	484	1,4	0,051	0,0031	0,1860	0,0110	0,0267	0,0004	0,0851	169,662926	6,4	173,4	9,6	200	110
GR___6830_63	318	351	1,1	0,0511	0,0033	0,1910	0,0120	0,0271	0,0005	0,1000	171,844528	6,4	177	10	250	110
GR___6830_64	331	271,3	0,8	0,0485	0,0032	0,1810	0,0110	0,0275	0,0005	0,1000	175,115196	6,4	167,7	9,9	140	120
GR___6830_65	176	180	1,0	0,0548	0,0049	0,1950	0,0170	0,0272	0,0005	0,0022	171,616252	6,5	180	15	280	160
GR___6830_66	425,5	482	1,1	0,058	0,0032	0,2130	0,0110	0,0273	0,0004	0,1000	171,490522	6,4	193,9	9,1	400	100
GR___6830_67	322	312	1,0	0,0622	0,0039	0,2690	0,0170	0,0314	0,0006	0,1090	196,498533	7,7	236	13	500	110
GR___6830_68	349	309	0,9	0,0486	0,0029	0,1880	0,0120	0,0287	0,0005	0,1166	182,599869	7,1	177,6	9,5	170	110
GR___6830_69	348	503	1,4	0,0511	0,0028	0,1970	0,0110	0,0277	0,0004	0,1651	175,80824	6,4	182	9,2	250	100

Muestra GR-6753A

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
Zircon-045_GR-6753a	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0494	0,0034	0,1890	0,0130	0,0279	0,0007	0,07	177,3	4,1	177	10	160	150
Zircon-046	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0528	0,0030	0,2030	0,0120	0,0284	0,0006	0,22	180,2	3,8	187	10	310	130
Zircon-047	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0508	0,0040	0,2020	0,0140	0,0291	0,0007	-0,04	185,0	4,1	186	12	190	160
Zircon-048	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0462	0,0045	0,1780	0,0180	0,0275	0,0006	0,17	175,0	3,8	165	15	40	190
Zircon-049	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0507	0,0049	0,2030	0,0170	0,0286	0,0007	0,05	181,5	4,6	187	14	200	190
Zircon-050	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0490	0,0027	0,1879	0,0097	0,0280	0,0006	0,18	178,2	4,0	174,5	8,3	130	120
Zircon-051	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0460	0,0110	0,1810	0,0410	0,0285	0,0017	-0,04	181,0	11,0	161	35	-160	400
Zircon-052	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0481	0,0051	0,2000	0,0200	0,0293	0,0008	0,00	186,0	5,0	183	17	80	210
Zircon-053	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0498	0,0063	0,1960	0,0250	0,0292	0,0008	-0,04	185,5	5,3	187	21	190	230
Zircon-054	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0492	0,0034	0,1870	0,0120	0,0278	0,0006	-0,04	177,0	3,6	174	10	130	150
Zircon-055	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0680	0,0150	0,2760	0,0700	0,0311	0,0012	0,47	197,3	7,7	253	48	810	280
Zircon-056	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0710	0,0210	0,2900	0,1200	0,0297	0,0013	0,38	188,6	7,8	255	68	880	330
Zircon-057	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,1015	0,0054	1,3850	0,0680	0,0986	0,0037	0,30	606,0	21,0	879	29	1630	100
Zircon-058	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0487	0,0040	0,1890	0,0150	0,0277	0,0006	-0,01	176,0	3,7	175	12	120	170
Zircon-059	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0537	0,0051	0,1940	0,0170	0,0269	0,0007	0,10	171,0	4,5	179	14	370	200
Zircon-060	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0857	0,0083	0,2830	0,0310	0,0242	0,0014	0,55	153,9	8,9	251	25	1260	190
Zircon-061	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0630	0,0100	0,2330	0,0340	0,0290	0,0013	-0,16	185,5	8,3	209	28	480	340
Zircon-062	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0520	0,0047	0,2050	0,0160	0,0285	0,0007	0,15	181,4	4,4	189	14	250	180
Zircon-063	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0522	0,0051	0,2000	0,0170	0,0286	0,0009	-0,29	181,7	5,7	184	14	220	200
Zircon-064	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0620	0,0084	0,2320	0,0350	0,0281	0,0013	-0,16	178,9	7,8	214	28	520	290
Zircon-065	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0486	0,0032	0,1840	0,0110	0,0278	0,0005	-0,05	176,7	3,2	171,4	9,5	110	140
Zircon-066	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0474	0,0034	0,1860	0,0130	0,0284	0,0007	0,12	180,6	4,1	173	11	50	150
Zircon-067	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0522	0,0047	0,1990	0,0160	0,0281	0,0008	-0,09	178,4	4,9	183	14	230	190
Zircon-068	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0526	0,0041	0,1990	0,0140	0,0279	0,0006	-0,05	177,3	3,9	184	12	270	170
Zircon-069	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0496	0,0029	0,1900	0,0100	0,0278	0,0006	0,41	176,4	3,9	176,3	8,6	170	120
Zircon-070	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0508	0,0034	0,1810	0,0100	0,0264	0,0007	0,21	168,1	4,1	168,6	8,8	240	150
Zircon-071	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0515	0,0040	0,2010	0,0140	0,0283	0,0006	-0,16	179,8	3,9	185	11	230	160
Zircon-072	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0505	0,0041	0,1980	0,0150	0,0279	0,0005	-0,09	177,6	3,4	183	12	190	170
Zircon-073	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0490	0,0300	0,2020	0,0110	0,0289	0,0031	0,38	184,0	20,0	186,7	9,2	120	410
Zircon-074	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0497	0,0040	0,1910	0,0150	0,0271	0,0007	0,14	172,3	4,5	177	13	190	180
Zircon-075	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0485	0,0034	0,1960	0,0120	0,0291	0,0006	-0,13	185,1	3,9	181	10	130	140
Zircon-076	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0511	0,0035	0,1920	0,0130	0,0273	0,0006	0,06	173,8	4,0	179	11	270	150
Zircon-077	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0501	0,0033	0,1950	0,0130	0,0285	0,0007	0,11	181,2	4,7	181	11	170	130
Zircon-078	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0502	0,0030	0,1940	0,0100	0,0284	0,0006	0,00	180,6	3,7	180,8	8,5	180	130
Zircon-079_GR-6753a	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!	0,0493	0,0041	0,1810	0,0130	0,0271	0,0008	0,49	172,3	4,9	168	12	150	180

Muestra MIA-708

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
MIA___708_01	5350,0	388800,0	72,7	0,0529	0,0023	0,2073	0,0092	0,0279	0,0004	0,2	176,5	4,7	191,0	7,7	305	86
MIA___708_02	8210,0	568000,0	69,2	0,0537	0,0024	0,2180	0,0100	0,0292	0,0004	0,2	184,5	4,9	200,3	8,5	328	88
MIA___708_03	5260,0	393000,0	74,7	0,0516	0,0024	0,2110	0,0100	0,0290	0,0004	0,1	183,7	4,7	192,3	8,3	255	91
MIA___708_04	8690,0	659000,0	75,8	0,0510	0,0017	0,2023	0,0072	0,0282	0,0004	0,3	178,7	4,6	187,2	6,1	230	68
MIA___708_06	3530,0	259900,0	73,6	0,0512	0,0025	0,2025	0,0098	0,0278	0,0004	0,1	176,1	4,6	186,9	8,2	261	95
MIA___708_07	3710,0	261700,0	70,5	0,0509	0,0023	0,2023	0,0092	0,0283	0,0003	0,2	179,6	4,6	186,8	7,9	228	87
MIA___708_09	2650,0	189000,0	71,3	0,0573	0,0028	0,2310	0,0110	0,0292	0,0004	0,1	183,9	4,9	211,4	9,5	450	100
MIA___708_10	3490,0	242900,0	69,6	0,0509	0,0026	0,2090	0,0110	0,0290	0,0004	0,3	184,2	4,9	193,0	9,7	240	99
MIA___708_11	4830,0	359000,0	74,3	0,0543	0,0024	0,2098	0,0086	0,0283	0,0005	0,1	178,7	4,9	192,7	7,1	342	88
MIA___708_12	5940,0	448000,0	75,4	0,0508	0,0020	0,1940	0,0082	0,0276	0,0004	0,2	175,5	4,6	180,0	6,8	222	80
MIA___708_13	45000,0	516000,0	11,5	0,0759	0,0007	1,9490	0,0220	0,1854	0,0019	0,7	1096,6	26,3	1097,2	7,6	1089	18
MIA___708_14	44100,0	564000,0	12,8	0,0766	0,0007	1,7930	0,0230	0,1682	0,0021	0,7	997,6	24,7	1043,2	8,4	1108	17
MIA___708_15	2430,0	119500,0	49,2	0,0853	0,0067	0,3440	0,0280	0,0295	0,0005	0,4	179,0	5,4	292,0	20	1200	150
MIA___708_16	3150,0	235700,0	74,8	0,0517	0,0025	0,1985	0,0092	0,0277	0,0004	0,0	175,5	4,6	183,0	7,9	246	91
MIA___708_17	5360,0	409000,0	76,3	0,0512	0,0023	0,1979	0,0091	0,0279	0,0004	0,2	176,9	4,7	183,8	7,9	248	89
MIA___708_18	4520,0	342000,0	75,7	0,0496	0,0022	0,1931	0,0083	0,0285	0,0004	0,1	180,9	4,8	179,7	6,9	168	84
MIA___708_19	8830,0	668000,0	75,7	0,0495	0,0020	0,1851	0,0075	0,0276	0,0003	0,2	175,3	4,5	173,0	6,3	172	76
MIA___708_20	7780,0	586000,0	75,3	0,0559	0,0023	0,2124	0,0081	0,0278	0,0004	0,1	175,3	4,6	196,2	6,9	412	80
MIA___708_21	6230,0	473000,0	75,9	0,0522	0,0020	0,2010	0,0080	0,0277	0,0003	0,2	175,4	4,5	186,0	6,7	290	78
MIA___708_22	4100,0	268000,0	65,4	0,0524	0,0027	0,2100	0,0110	0,0290	0,0004	0,2	183,4	4,9	193,4	8,9	280	98
MIA___708_23	7390,0	566000,0	76,6	0,0499	0,0018	0,1933	0,0071	0,0279	0,0004	0,3	177,4	4,6	178,6	6	201	73
MIA___708_24	3830,0	283900,0	74,1	0,0551	0,0027	0,2120	0,0100	0,0283	0,0004	0,2	178,6	4,7	194,7	8,6	377	96
MIA___708_25	1970,0	148800,0	75,5	0,0494	0,0040	0,1930	0,0160	0,0284	0,0005	0,1	180,6	5,0	178,0	13	140	130
MIA___708_26	2860,0	210000,0	73,4	0,0552	0,0030	0,2130	0,0110	0,0288	0,0004	0,2	181,6	4,8	195,1	9,5	360	110
MIA___708_27	4240,0	314000,0	74,1	0,0516	0,0024	0,2050	0,0100	0,0286	0,0004	0,2	181,1	4,9	189,6	8,2	276	91
MIA___708_28	3010,0	115900,0	38,5	0,1140	0,0073	0,4920	0,0340	0,0323	0,0007	0,4	188,6	6,1	405,0	23	1820	120
MIA___708_29	4510,0	319000,0	70,7	0,0696	0,0041	0,2720	0,0170	0,0288	0,0004	0,3	178,3	4,8	241,0	13	810	120
MIA___708_30	4200,0	305900,0	72,8	0,0499	0,0021	0,1986	0,0084	0,0290	0,0004	0,1	184,0	4,8	183,8	7,1	175	80
MIA___708_31	2570,0	180800,0	70,4	0,0509	0,0030	0,1950	0,0110	0,0283	0,0004	0,1	179,8	4,8	179,4	9,4	200	110
MIA___708_32	3510,0	250000,0	71,2	0,0495	0,0023	0,1938	0,0090	0,0285	0,0004	0,1	181,1	4,8	179,1	7,7	150	89
MIA___708_33	3560,0	244800,0	68,8	0,0519	0,0024	0,2037	0,0099	0,0287	0,0004	0,3	181,9	4,9	186,5	8,3	278	89
MIA___708_34	2800,0	202000,0	72,1	0,0532	0,0039	0,2150	0,0150	0,0292	0,0005	0,1	184,6	5,3	197,0	12	300	130
MIA___708_35	2580,0	183000,0	70,9	0,0490	0,0035	0,1990	0,0140	0,0288	0,0007	0,1	183,3	5,9	181,0	12	120	130
MIA___708_36	6770,0	503000,0	74,3	0,0503	0,0019	0,1952	0,0076	0,0281	0,0004	0,2	178,7	4,6	180,6	6,4	209	77
MIA___708_37	4850,0	368000,0	75,9	0,0528	0,0022	0,2006	0,0084	0,0278	0,0004	0,2	176,3	4,7	185,6	7,1	291	83
MIA___708_38	29200,0	2210000,0	75,7	0,0650	0,0020	0,2613	0,0093	0,0287	0,0004	0,4	179,1	4,9	235,0	7,4	748	64
MIA___708_39	8400,0	620000,0	73,8	0,0515	0,0020	0,2006	0,0076	0,0279	0,0003	0,2	177,0	4,5	185,1	6,5	257	77
MIA___708_40	3910,0	279000,0	71,4	0,0511	0,0025	0,1988	0,0097	0,0283	0,0004	0,1	179,4	4,7	183,8	8,3	226	96
MIA___708_41	4300,0	324000,0	75,3	0,0495	0,0025	0,1902	0,0095	0,0278	0,0004	0,2	176,7	4,7	175,2	8	154	94
MIA___708_42	8270,0	612000,0	74,0	0,0488	0,0018	0,1926	0,0070	0,0288	0,0004	0,1	183,3	4,8	177,9	5,9	144	72
MIA___708_43	3110,0	220500,0	70,9	0,0524	0,0032	0,2130	0,0130	0,0295	0,0005	0,1	186,9	5,1	196,0	11	290	120
MIA___708_44	5560,0	410000,0	73,7	0,0515	0,0024	0,1994	0,0096	0,0279	0,0004	0,2	177,1	4,6	185,5	8	248	90
MIA___708_45	8010,0	591100,0	73,8	0,0519	0,0021	0,2051	0,0083	0,0284	0,0004	0,2	180,0	4,7	189,3	6,9	297	81
MIA___708_46	9930,0	863000,0	86,9	0,0502	0,0015	0,1866	0,0061	0,0267	0,0003	0,4	169,8	4,4	173,1	5,3	200	63

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
MIA___708_47	4580,0	312300,0	68,2	0,0543	0,0024	0,2280	0,0100	0,0306	0,0005	0,3	193,5	5,4	207,4	8,5	362	88
MIA___708_48	3360,0	250000,0	74,4	0,0514	0,0023	0,2029	0,0096	0,0284	0,0004	0,2	180,0	4,7	186,6	8	249	88
MIA___708_49	5650,0	439000,0	77,7	0,0511	0,0022	0,1975	0,0087	0,0278	0,0004	0,3	176,4	4,7	182,2	7,3	222	84
MIA___708_5	5490,0	391000,0	71,2	0,0499	0,0021	0,1964	0,0082	0,0283	0,0004	0,2	179,6	4,7	181,5	6,9	205	83
MIA___708_50	7310,0	544000,0	74,4	0,0527	0,0020	0,2021	0,0075	0,0275	0,0004	0,1	174,2	4,5	186,0	6,3	309	75
MIA___708_51	1109,0	80300,0	72,4	0,0519	0,0034	0,2090	0,0140	0,0290	0,0004	0,1	183,7	5,0	196,0	11	320	120
MIA___708_52	6120,0	459000,0	75,0	0,0500	0,0019	0,1915	0,0073	0,0273	0,0004	0,2	173,5	4,6	176,9	6,2	178	75
MIA___708_53	4510,0	302000,0	67,0	0,0572	0,0033	0,2250	0,0130	0,0287	0,0004	0,2	180,9	4,8	203,0	10	390	110
MIA___708_54	4750,0	344000,0	72,4	0,0512	0,0023	0,1965	0,0086	0,0276	0,0003	0,1	175,3	4,5	180,8	7,3	224	85
MIA___708_55	3950,0	300000,0	75,9	0,0480	0,0027	0,1900	0,0110	0,0285	0,0005	0,2	181,5	5,0	176,4	8,9	130	100
MIA___708_56	5640,0	425000,0	75,4	0,0498	0,0023	0,1918	0,0090	0,0276	0,0004	0,2	175,5	4,6	178,4	7,8	178	88
MIA___708_57	4560,0	335000,0	73,5	0,0467	0,0022	0,1785	0,0083	0,0274	0,0004	0,1	174,8	4,8	167,3	7,3	63	86
MIA___708_58	3450,0	262000,0	75,9	0,0522	0,0024	0,2031	0,0095	0,0278	0,0004	0,2	176,2	4,6	188,2	7,9	270	87
MIA___708_59	9600,0	714000,0	74,4	0,0501	0,0019	0,1927	0,0074	0,0276	0,0003	0,3	175,1	4,4	178,5	6,3	186	70
MIA___708_60	6960,0	520300,0	74,8	0,0514	0,0019	0,2003	0,0078	0,0278	0,0003	0,3	176,1	4,5	184,3	6,6	254	73
MIA___708_61	7160,0	523000,0	73,0	0,0502	0,0017	0,1963	0,0070	0,0281	0,0003	0,2	178,3	4,5	181,6	5,8	213	67
MIA___708_62	5790,0	389000,0	67,2	0,0599	0,0034	0,2450	0,0150	0,0293	0,0004	0,4	183,9	4,9	220,0	12	490	100
MIA___708_63	5380,0	388000,0	72,1	0,0514	0,0024	0,2055	0,0095	0,0291	0,0004	0,1	184,2	5,0	188,7	8,1	245	91
MIA___708_64	15680,0	1185000,0	75,6	0,0522	0,0016	0,1983	0,0062	0,0278	0,0003	0,0	175,9	4,4	182,9	5,2	262	60
MIA___708_65	7680,0	609000,0	79,3	0,0513	0,0022	0,1945	0,0085	0,0278	0,0004	0,0	176,5	4,6	179,2	7,1	201	76
MIA___708_66	6060,0	328000,0	54,1	0,0666	0,0040	0,2750	0,0170	0,0311	0,0005	0,2	193,1	5,4	246,0	13	730	110
MIA___708_67	3460,0	244000,0	70,5	0,0571	0,0094	0,2230	0,0390	0,0284	0,0005	0,0	179,1	5,4	185,0	13	240	130
MIA___708_68	5130,0	365000,0	71,2	0,0529	0,0023	0,2026	0,0087	0,0281	0,0004	0,1	178,1	4,7	185,3	7,2	291	79
MIA___708_69	3300,0	260900,0	79,1	0,0491	0,0024	0,1891	0,0093	0,0279	0,0003	0,1	177,3	4,6	175,0	7,8	186	92
MIA___708_70	9990,0	681000,0	68,2	0,0508	0,0017	0,2037	0,0070	0,0295	0,0004	0,2	187,1	4,9	188,3	5,8	218	66
MIA___708_71	4900,0	370000,0	75,5	0,0505	0,0022	0,1901	0,0085	0,0277	0,0003	0,2	175,6	4,5	176,0	7,2	206	82
MIA___708_72	4360,0	319800,0	73,3	0,0517	0,0022	0,1982	0,0086	0,0279	0,0004	0,1	177,0	4,6	183,5	7,3	273	85
MIA___708_73	5410,0	398900,0	73,7	0,0483	0,0018	0,1848	0,0071	0,0280	0,0003	0,3	178,4	4,5	172,2	6,1	137	73
MIA___708_74	4020,0	294600,0	73,3	0,0511	0,0025	0,1959	0,0095	0,0277	0,0004	0,2	175,9	4,6	181,3	8	249	95
MIA___708_75	4920,0	370000,0	75,2	0,0537	0,0024	0,2022	0,0093	0,0282	0,0004	0,1	178,1	4,7	187,4	7,9	331	90
MIA___708_76	4590,0	331500,0	72,2	0,0509	0,0021	0,2003	0,0085	0,0285	0,0004	0,1	180,6	4,7	184,7	7,1	227	81
MIA___708_77	3460,0	227900,0	65,9	0,0573	0,0030	0,2230	0,0110	0,0284	0,0004	0,0	179,0	4,7	203,2	9,5	460	100
MIA___708_78	2190,0	156000,0	71,2	0,0500	0,0032	0,1910	0,0120	0,0277	0,0004	0,1	176,3	4,7	177,0	10	240	120
MIA___708_79	2810,0	202000,0	71,9	0,0473	0,0030	0,1890	0,0120	0,0291	0,0004	0,2	185,4	5,0	175,0	10	80	110
MIA___708_8	4860,0	374000,0	77,0	0,0512	0,0019	0,2143	0,0082	0,0298	0,0004	0,3	188,7	5,1	196,0	6,9	250	74
MIA___708_80	3770,0	287000,0	76,1	0,0532	0,0026	0,2010	0,0100	0,0284	0,0004	0,2	179,6	4,7	185,6	8,7	301	96
MIA___708_81	5380,0	381900,0	71,0	0,0512	0,0021	0,2018	0,0082	0,0285	0,0004	0,3	180,9	4,7	186,0	7	251	80
MIA___708_82	4870,0	366600,0	75,3	0,0498	0,0025	0,1874	0,0092	0,0275	0,0003	0,1	175,1	4,5	172,8	7,9	175	89
MIA___708_83	4280,0	313900,0	73,3	0,0492	0,0021	0,1896	0,0082	0,0279	0,0004	0,2	177,2	4,7	176,1	7	164	82
MIA___708_84	4430,0	341600,0	77,1	0,0506	0,0022	0,1917	0,0086	0,0276	0,0003	0,2	175,3	4,5	177,3	7,3	217	84

Muestra MIA-711

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
MIA___711_01	387,8	331,3	0,9	0,0502	0,0009	0,2066	0,0035	0,0297	0,0003	0,1000	188,771102	3,65404739	190,7	3	202	42
MIA___711_02	0,68	0,7	1,0	0,0790	0,0150	0,8540	0,0580	0,0800	0,0170	0,7875	483,059021	100,774945	626	32	1150	390
MIA___711_03	236,7	172,9	0,7	0,0505	0,0013	0,1967	0,0052	0,0286	0,0004	0,2422	181,288846	3,97445237	182,2	4,4	210	57
MIA___711_04	232,7	160,8	0,7	0,0511	0,0015	0,2169	0,0061	0,0308	0,0005	0,5086	195,352203	4,40963392	200,4	5,5	239	64
MIA___711_05	414	350,0	0,8	0,0502	0,0009	0,2012	0,0052	0,0292	0,0004	0,5701	185,138969	4,03235282	186,1	4,4	199	42
MIA___711_06	106,3	105,0	1,0	0,0590	0,0023	0,2340	0,0110	0,0290	0,0004	0,5463	182,174572	3,95626361	213,5	9,1	570	77
MIA___711_07	627	1093,0	1,7	0,0564	0,0017	0,2142	0,0080	0,0276	0,0005	0,5892	173,898078	4,07906746	196,9	6,7	471	65
MIA___711_08	225	251,2	1,1	0,0596	0,0013	0,2564	0,0069	0,0314	0,0004	0,6431	196,955316	3,98750264	231,7	5,6	585	47
MIA___711_09	490	660,0	1,3	0,0534	0,0013	0,2156	0,0062	0,0290	0,0006	0,5838	183,456076	4,77239738	198,2	5,2	337	54
MIA___711_10	283	250,0	0,9	0,0560	0,0027	0,2310	0,0098	0,0300	0,0006	0,3068	189,107041	4,97334094	210,9	8,1	430	110
MIA___711_11	458,7	570,0	1,2	0,0878	0,0087	0,3480	0,0490	0,0281	0,0013	0,9419	170,17561	8,62481426	301	36	1340	190
MIA___711_12	427	520,0	1,2	0,0511	0,0011	0,2060	0,0037	0,0291	0,0004	0,2006	184,799416	3,90461924	190,1	3,1	239	49
MIA___711_13	109,1	151,0	1,4	0,0530	0,0022	0,2098	0,0091	0,0284	0,0006	0,2576	179,659004	4,54322799	193,2	7,6	309	91
MIA___711_14	135,4	146,5	1,1	0,2208	0,0097	1,0840	0,0530	0,0350	0,0007	0,7037	174,774938	5,23553376	751	29	2994	83
MIA___711_15	464	753,0	1,6	0,0523	0,0010	0,2041	0,0050	0,0281	0,0004	0,5950	177,997155	3,77417956	188,6	4,2	302	45
MIA___711_16	21,2	28,7	1,4	0,0930	0,0110	0,4330	0,0630	0,0346	0,0014	0,3533	207,746362	9,40025926	367	42	1450	260
MIA___711_17	223,1	201,6	0,9	0,0529	0,0017	0,2040	0,0056	0,0285	0,0006	0,2790	180,434252	4,84539589	188,5	4,7	327	74
MIA___711_18	297	264,3	0,9	0,0562	0,0036	0,2290	0,0160	0,0294	0,0003	0,6663	185,06377	3,71637247	208	13	450	140
MIA___711_19	38	51,0	1,3	0,0810	0,0150	0,9300	0,2300	0,0830	0,0110	0,5969	499,534757	65,3582836	620	110	970	330
MIA___711_20	446	453,1	1,0	0,0716	0,0059	0,3010	0,0420	0,0290	0,0008	0,9403	179,229274	6,15386566	264	30	930	130
MIA___711_21	6,3	4,6	0,7	0,1050	0,0270	0,8700	0,3000	0,0635	0,0086	0,4330	372,557209	51,8061219	660	160	1310	520
MIA___711_22	288	341,1	1,2	0,0531	0,0014	0,2137	0,0055	0,0290	0,0006	0,5297	183,650127	4,58795168	196,5	4,6	324	60
MIA___711_23	406	446,0	1,1	0,1250	0,0180	0,4950	0,0630	0,0303	0,0010	0,7289	174,550583	7,6154997	428	56	1980	250
MIA___711_24	638	892,0	1,4	0,0521	0,0015	0,2081	0,0073	0,0286	0,0005	0,5658	181,116615	4,28309093	191,9	6,1	282	63
MIA___711_25	322	391,0	1,2	0,0597	0,0036	0,2400	0,0140	0,0288	0,0005	0,0874	180,956974	4,30765676	218	11	570	140
MIA___711_26	195	261,0	1,3	0,0680	0,0035	0,2770	0,0150	0,0295	0,0004	0,2447	182,884617	3,90047482	250	11	900	100
MIA___711_27	254	332,0	1,3	0,1590	0,0170	0,7130	0,0930	0,0313	0,0007	0,8797	171,979894	6,41817051	540	56	2480	180
MIA___711_28	85,5	122,4	1,4	0,0649	0,0042	0,2660	0,0150	0,0298	0,0005	0,1000	185,581694	4,37367071	239	12	730	130
MIA___711_29	200	120,0	0,6	0,0567	0,0020	0,2532	0,0089	0,0322	0,0006	0,1279	202,470485	4,88802406	229	7,2	465	81
MIA___711_30	168,1	132,7	0,8	0,0684	0,0051	0,2750	0,0230	0,0289	0,0005	0,5159	179,346217	4,34805037	245	18	820	160
MIA___711_31	283,2	269,6	1,0	0,0517	0,0014	0,2105	0,0056	0,0296	0,0005	0,5472	187,801116	4,46933442	193,9	4,7	264	60
MIA___711_32	233	296,0	1,3	0,0533	0,0020	0,2310	0,0110	0,0309	0,0008	0,5748	195,569834	5,78025133	210,8	9,4	330	82
MIA___711_33	558,4	914,0	1,6	0,0501	0,0010	0,2016	0,0046	0,0290	0,0002	0,4692	184,022395	3,40586394	186,4	3,9	195	46
MIA___711_34	0,032	0,1	1,8	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
MIA___711_35	0,0087	0,1	5,7	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
MIA___711_36	435	757,0	1,7	0,0632	0,0046	0,2520	0,0160	0,0287	0,0004	0,1000	179,541106	4,10408484	227	13	670	130
MIA___711_37	195	258,0	1,3	0,0523	0,0018	0,2261	0,0098	0,0306	0,0006	0,5062	193,995304	5,16130023	206,8	8	290	79
MIA___711_38	980	1439,0	1,5	0,0550	0,0017	0,2295	0,0072	0,0297	0,0006	0,3659	187,155194	5,01765104	209,7	6	411	71

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2σ
MIA___711_39	366	600,0	1,6	0,0653	0,0049	0,2660	0,0220	0,0294	0,0006	0,3306	183,388406	4,94797017	238	18	750	160
MIA___711_40	0,021	0,0	1,5	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
MIA___711_41	0,0147	0,0	0,6	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
MIA___711_42	119	103,0	0,9	0,0686	0,0038	0,2990	0,0160	0,0314	0,0006	0,6496	194,97669	4,88125877	265	13	900	120
MIA___711_43	630	953,0	1,5	0,0511	0,0007	0,2125	0,0034	0,0298	0,0003	0,3523	188,953519	3,64771099	195,6	2,8	242	32
MIA___711_44	488	609,0	1,2	0,0548	0,0011	0,2237	0,0051	0,0294	0,0003	0,3321	185,450547	3,57617346	204,9	4,2	400	46
MIA___711_45	313	380,6	1,2	0,0980	0,0180	0,4360	0,0900	0,0306	0,0008	0,9122	182,487868	6,86863928	353	61	1290	340
MIA___711_46	230	281,0	1,2	0,0550	0,0017	0,2386	0,0086	0,0309	0,0004	0,4656	195,218326	3,8954632	217,1	7,1	402	70
MIA___711_47	277,3	303,6	1,1	0,0569	0,0016	0,2330	0,0063	0,0295	0,0003	0,3752	185,837565	3,6993492	212,5	5,2	477	61
MIA___711_48	340,3	333,0	1,0	0,0533	0,0013	0,2181	0,0051	0,0290	0,0005	0,2641	183,353597	4,21014491	200,3	4,2	358	54
MIA___711_49	234	248,0	1,1	0,0664	0,0017	0,2724	0,0078	0,0295	0,0005	0,5412	183,564681	4,51772309	244,5	6,2	812	54
MIA___711_50	329	680,0	2,1	0,0790	0,0110	0,3850	0,0920	0,0318	0,0015	0,9410	194,585343	9,49644477	317	57	1020	250
MIA___711_51	122,8	95,3	0,8	0,0680	0,0022	0,3068	0,0095	0,0325	0,0006	0,1117	201,455154	4,76230328	271,5	7,4	875	63
MIA___711_52	209	336,0	1,6	0,0635	0,0041	0,2780	0,0200	0,0313	0,0005	0,5345	195,064209	4,44253888	248	16	680	130
MIA___711_53	241	260,0	1,1	0,0554	0,0026	0,2290	0,0120	0,0301	0,0005	0,2815	189,811277	4,41655263	209,1	9,8	430	110
MIA___711_54	268	152,6	0,6	0,0512	0,0012	0,2209	0,0050	0,0306	0,0004	0,2957	193,758478	4,15366262	202,6	4,1	247	53

Anexo 2. Edades U-Pb de muestras de diques en el Batolito de Patillal

Muestra GR-6816B

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR___6816_B_01	177,8	200	1,1	0,0526	0,0021	0,2132	0,0077	0,0293	0,0005	0,1427	185,772003	4,5	196,1	6,5	186	4
GR___6816_B_02	174,9	184,8	1,1	0,0489	0,0014	0,1931	0,0055	0,0282	0,0005	0,3342	179,632026	4,2	179,2	4,6	180	4
GR___6816_B_03	253,2	280	1,1	0,0512	0,0011	0,1980	0,0045	0,0283	0,0005	0,5281	179,496523	4	183,4	3,8	179	4
GR___6816_B_04	141,3	201	1,4	0,0533	0,0024	0,2080	0,0110	0,0285	0,0006	0,4226	180,281548	4,8	191,8	9	180	5
GR___6816_B_05	90,9	68,3	0,8	0,0597	0,0038	0,2360	0,0160	0,0284	0,0005	0,3143	178,406357	4,1	215	13	178	4
GR___6816_B_06	264	191	0,7	0,0560	0,0014	0,2648	0,0074	0,0342	0,0011	0,6614	215,298202	7,5	239,7	6,3	215	7
GR___6816_B_07	103,7	79,4	0,8	0,0507	0,0017	0,2007	0,0073	0,0282	0,0005	0,4401	178,979093	4,4	185,6	6,2	179	4
GR___6816_B_09	133	92	0,7	0,0523	0,0018	0,2453	0,0084	0,0340	0,0014	0,5191	215,039527	9,4	223,8	6,6	215	9
GR___6816_B_10	145,3	140	1,0	0,0514	0,0016	0,1960	0,0081	0,0275	0,0011	0,5804	174,484894	6,9	182,8	6,6	174	7
GR___6816_B_11	189,4	160,8	0,8	0,0502	0,0012	0,1975	0,0052	0,0285	0,0004	0,4676	181,29352	3,8	182,9	4,4	181	4
GR___6816_B_12	176,3	177,2	1,0	0,0524	0,0010	0,2048	0,0050	0,0286	0,0005	0,6069	181,048926	4,3	189,1	4,2	181	4
GR___6816_B_13	138	118,7	0,9	0,0511	0,0020	0,2076	0,0085	0,0293	0,0006	0,4650	185,930601	4,7	191,4	7,1	186	5
GR___6816_B_14	191,5	182	1,0	0,0526	0,0012	0,2087	0,0074	0,0289	0,0007	0,6969	183,01174	5,4	192,3	6,2	183	5
GR___6816_B_15	203	220	1,1	0,0498	0,0011	0,1997	0,0062	0,0288	0,0009	0,7533	182,831837	6,2	184,7	5,2	183	6
GR___6816_B_16	152,3	199,1	1,3	0,0515	0,0013	0,2054	0,0054	0,0289	0,0003	0,4965	183,074128	3,3	189,6	4,6	183	3
GR___6816_B_17	119,1	127,3	1,1	0,0501	0,0016	0,2008	0,0059	0,0288	0,0006	0,3161	183,015468	4,5	185,7	5	183	5
GR___6816_B_18	92,8	86,6	0,9	0,0525	0,0017	0,2079	0,0065	0,0290	0,0006	0,3305	183,411037	4,5	191,7	5,4	183	5
GR___6816_B_19	186	190	1,0	0,0498	0,0019	0,1997	0,0073	0,0299	0,0009	0,5283	189,692187	6,1	184,7	6,1	190	6
GR___6816_B_20	364	314	0,9	0,0546	0,0012	0,2279	0,0053	0,0304	0,0005	0,4938	191,689515	4,1	208,4	4,4	192	4
GR___6816_B_21	103,7	72,6	0,7	0,0504	0,0020	0,1978	0,0074	0,0283	0,0005	0,0899	179,423502	4,1	184,3	6	179	4
GR___6816_B_22	253	235	0,9	0,0553	0,0010	0,2555	0,0043	0,0334	0,0005	0,5595	210,433188	4,3	231	3,5	210	4
GR___6816_B_23	77,9	32,5	0,4	0,0488	0,0017	0,2020	0,0080	0,0295	0,0005	0,5056	187,344475	4,2	186,6	6,8	187	4
GR___6816_B_24	530	324	0,6	0,1093	0,0073	0,5260	0,0340	0,0344	0,0004	0,2428	202,387298	4,3	427	23	202	4
GR___6816_B_25	121,3	70,5	0,6	0,0509	0,0016	0,2100	0,0080	0,0296	0,0006	0,6137	187,548098	4,8	193,4	6,7	188	5
GR___6816_B_26	169	130	0,8	0,0509	0,0011	0,2336	0,0052	0,0333	0,0005	0,2347	211,150348	4,3	213,1	4,2	211	4
GR___6816_B_27	97,8	89,7	0,9	0,0521	0,0016	0,2037	0,0063	0,0284	0,0005	0,4056	180,237481	4,3	188,1	5,3	180	4
GR___6816_B_28	122,8	76,5	0,6	0,0662	0,0042	0,2790	0,0190	0,0306	0,0005	0,4035	190,640606	4,3	252	16	191	4
GR___6816_B_29	79,6	48,4	0,6	0,0486	0,0021	0,2033	0,0088	0,0307	0,0007	0,2580	195,454881	5	187,7	7,4	195	5
GR___6816_B_30	115,3	97,3	0,8	0,0524	0,0017	0,2060	0,0062	0,0283	0,0005	0,4514	179,040098	4,1	190	5,2	179	4
GR___6816_B_31	468	990	2,1	0,0560	0,0011	0,2395	0,0059	0,0310	0,0003	0,5647	195,286736	3,6	217,9	4,8	195	4
GR___6816_B_32	119	83,5	0,7	0,0739	0,0055	0,3070	0,0200	0,0315	0,0010	0,0957	193,970088	6,9	275	17	194	7
GR___6816_B_33	420	242	0,6	0,0544	0,0014	0,2564	0,0087	0,0343	0,0007	0,6852	216,226642	5,3	231,6	7	216	5
GR___6816_B_34	175	113	0,6	0,0492	0,0015	0,1990	0,0057	0,0293	0,0007	0,4339	186,4958	5,4	184,2	4,9	186	5
GR___6816_B_35	116,3	68,2	0,6	0,0503	0,0014	0,1969	0,0067	0,0285	0,0005	0,4908	180,893393	4	182,3	5,6	181	4
GR___6816_B_36	139,8	103,8	0,7	0,0513	0,0011	0,2046	0,0068	0,0291	0,0007	0,6720	184,564957	5,2	190	5,9	185	5
GR___6816_B_37	114,2	63,8	0,6	0,0505	0,0017	0,2056	0,0070	0,0291	0,0005	0,3212	184,497039	4,3	189,8	5,9	184	4
GR___6816_B_38	166	223	1,3	0,0516	0,0014	0,2112	0,0048	0,0300	0,0005	0,4633	189,896314	4,3	194,5	4	190	4

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR___6816_B_39	141,1	121,9	0,9	0,0496	0,0019	0,1963	0,0063	0,0290	0,0006	0,0855	184,010748	4,4	181,9	5,4	184	4
GR___6816_B_40	102,4	102	1,0	0,0545	0,0014	0,2208	0,0076	0,0295	0,0006	0,6264	186,208386	4,6	202,4	6,4	186	5
GR___6816_B_41	80,7	93,2	1,2	0,0495	0,0023	0,1963	0,0079	0,0289	0,0007	0,2023	183,970614	5,4	181,8	6,7	184	5
GR___6816_B_42	85,2	105,2	1,2	0,0619	0,0038	0,2530	0,0180	0,0294	0,0008	0,1822	183,743637	5,5	228	15	184	5
GR___6816_B_43	184	192	1,0	0,0531	0,0013	0,2164	0,0054	0,0295	0,0007	0,4520	186,784638	5,1	198,8	4,5	187	5
GR___6816_B_44	80,9	44,6	0,6	0,0652	0,0029	0,2880	0,0190	0,0317	0,0012	0,7035	197,421908	8,1	256	15	197	8
GR___6816_B_45	116	83,1	0,7	0,0502	0,0015	0,2107	0,0065	0,0308	0,0006	0,5222	195,25628	4,7	194	5,5	195	5
GR___6816_B_46	178	142	0,8	0,0486	0,0013	0,2041	0,0053	0,0308	0,0005	0,3823	195,832719	4,2	188,5	4,4	196	4
GR___6816_B_47	822	1187	1,4	0,0545	0,0012	0,2295	0,0070	0,0306	0,0004	0,5654	193,276827	4	209,6	5,8	193	4
GR___6816_B_48	106,6	60,3	0,6	0,0499	0,0020	0,1992	0,0077	0,0285	0,0006	0,3627	181,361109	4,6	184,3	6,5	181	5
GR___6816_B_49	74,4	56,2	0,8	0,0527	0,0015	0,2156	0,0064	0,0295	0,0007	0,3664	186,814996	5,2	198,1	5,4	187	5
GR___6816_B_50	82,3	51,3	0,6	0,0592	0,0020	0,2431	0,0085	0,0297	0,0005	0,1907	186,173225	4,2	220,8	6,9	186	4
GR___6816_B_51	139,4	90,1	0,6	0,0521	0,0015	0,2159	0,0079	0,0302	0,0008	0,6453	191,095669	5,7	198,3	6,6	191	6
GR___6816_B_52	290	254	0,9	0,0493	0,0011	0,1897	0,0081	0,0277	0,0010	0,6944	176,202226	6,9	176,2	6,9	176	7
GR___6816_B_53	195,3	193,6	1,0	0,0516	0,0011	0,1982	0,0063	0,0283	0,0007	0,7204	179,532847	5,1	183,5	5,3	180	5
GR___6816_B_54	142,2	105,8	0,7	0,0653	0,0024	0,2800	0,0160	0,0309	0,0009	0,0701	192,153647	6	250	12	192	6
GR___6816_B_55	150,1	148,4	1,0	0,0531	0,0018	0,2240	0,0120	0,0301	0,0009	0,6591	190,419348	6,3	204,7	9,6	190	6
GR___6816_B_56	303	384	1,3	0,0835	0,0029	0,3690	0,0170	0,0316	0,0006	0,6788	192,072412	4,6	318	13	192	5
GR___6816_B_57	160	188	1,2	0,0508	0,0019	0,1983	0,0092	0,0284	0,0008	0,7014	180,403589	6	183,4	7,8	180	6
GR___6816_B_58	96,8	85,7	0,9	0,0511	0,0025	0,2130	0,0120	0,0306	0,0009	0,7965	194,159288	6,3	196	10	194	6
GR___6816_B_59	430	219,5	0,5	0,0802	0,0017	1,5020	0,0430	0,1358	0,0019	0,7841	807,677077	16	930	17	808	16
GR___6816_B_60	297,9	318	1,1	0,0510	0,0017	0,1960	0,0057	0,0280	0,0004	0,1392	177,528587	3,7	181,7	4,9	178	4
GR___6816_B_61	197	162	0,8	0,0563	0,0016	0,2332	0,0076	0,0299	0,0006	0,5868	188,349487	4,9	212,7	6,2	188	5
GR___6816_B_62	224	165	0,7	0,0541	0,0018	0,2610	0,0110	0,0347	0,0009	0,4007	218,86622	6,3	235,1	8,9	219	6
GR___6816_B_63	117	65,8	0,6	0,0706	0,0036	0,2890	0,0170	0,0301	0,0004	0,2637	186,14478	4,1	257	13	186	4
GR___6816_B_64	181	121,7	0,7	0,0509	0,0018	0,2062	0,0068	0,0296	0,0004	0,2311	187,799476	3,9	190,3	5,8	188	4
GR___6816_B_65	166,1	117,3	0,7	0,0492	0,0015	0,1948	0,0056	0,0282	0,0003	0,1359	179,628175	3,5	180,6	4,8	180	3
GR___6816_B_66	172,8	146,1	0,8	0,0510	0,0015	0,2102	0,0086	0,0296	0,0004	0,6948	187,587626	4	193,5	7,1	188	4
GR___6816_B_67	257	214,6	0,8	0,0526	0,0012	0,2036	0,0045	0,0282	0,0004	0,6162	178,367777	3,7	188,1	3,8	178	4
GR___6816_B_68	142,1	100,5	0,7	0,3340	0,0270	2,3700	0,3100	0,0498	0,0030	0,9804	204,744304	17	1196	97	205	17
GR___6816_B_69	134,7	117,2	0,9	0,0574	0,0025	0,2280	0,0110	0,0287	0,0005	0,4468	180,794169	4,3	207,9	8,8	181	4
GR___6816_B_70	285	350,7	1,2	0,0509	0,0015	0,1980	0,0055	0,0285	0,0003	0,2875	180,56982	3,4	183,4	4,6	181	3
GR___6816_B_8	136	97,3	0,7	0,0525	0,0014	0,2492	0,0086	0,0346	0,0013	0,7222	218,738592	8,8	225,7	7	219	9

Muestra GOE-1052

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/ 206Pb	±2σ	207Pb/ 235U	±2σ	206Pb/ 238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GOE___1052_01	42,1	32,9	0,8	0,0950	0,0120	0,4190	0,0520	0,0330	0,0012	0,1414	197,7	10,2	318,0	36,0	990	250
GOE___1052_03	7,4	3,63	0,5	0,2020	0,0560	0,9300	0,2000	0,0425	0,0034	0,2784	218,5	26,6	510,0	130,0	490	680
GOE___1052_04	25,6	31,9	1,2	0,1830	0,0270	1,1600	0,1900	0,0399	0,0020	0,7490	211,2	15,7	616,0	83,0	1990	310
GOE___1052_05	49,0	39,4	0,8	0,0590	0,0093	0,2130	0,0310	0,0278	0,0008	0,1000	175,0	7,8	185,0	27,0	260	250
GOE___1052_06	79,9	65,2	0,8	0,0524	0,0059	0,1930	0,0210	0,0270	0,0006	0,0510	170,8	7,1	174,0	18,0	180	190
GOE___1052_07	77,3	55,9	0,7	0,0541	0,0056	0,2120	0,0220	0,0279	0,0007	0,0027	176,3	7,1	189,0	19,0	280	190
GOE___1052_08	34,2	20,1	0,6	0,0890	0,0110	0,3980	0,0490	0,0335	0,0011	0,0859	202,3	9,6	319,0	37,0	930	250
GOE___1052_09	37,4	54,1	1,4	0,0507	0,0085	0,1890	0,0310	0,0276	0,0010	0,1000	175,0	8,4	162,0	26,0	-30	260
GOE___1052_10	52,5	35,79	0,7	0,0555	0,0074	0,2300	0,0290	0,0299	0,0010	0,0298	188,6	9,0	200,0	25,0	230	230
GOE___1052_100	240,4	331,7	1,4	0,0539	0,0040	0,1920	0,0140	0,0260	0,0004	0,0684	164,5	6,1	178,0	12,0	320	140
GOE___1052_101	168,0	131	0,8	0,0603	0,0058	0,2380	0,0230	0,0295	0,0007	0,2311	184,9	7,7	210,0	19,0	540	170
GOE___1052_102	99,9	151,6	1,5	0,0468	0,0068	0,1780	0,0250	0,0281	0,0008	0,0144	179,5	7,8	158,0	22,0	-30	220
GOE___1052_103	206,3	250	1,2	0,0596	0,0047	0,2190	0,0170	0,0263	0,0005	0,0849	165,1	6,4	199,0	14,0	480	150
GOE___1052_104	134,8	159,4	1,2	0,0671	0,0067	0,2560	0,0270	0,0274	0,0006	0,2396	170,3	7,0	221,0	21,0	570	190
GOE___1052_105	43,1	40,27	0,9	0,0540	0,0110	0,1910	0,0370	0,0277	0,0011	0,2402	175,2	9,1	154,0	30,0	-60	280
GOE___1052_106	94,0	76,8	0,8	0,0484	0,0069	0,1680	0,0240	0,0250	0,0006	0,1000	159,5	6,5	154,0	21,0	0	220
GOE___1052_107	125,0	74,9	0,6	0,0539	0,0059	0,1940	0,0210	0,0266	0,0006	0,2322	168,4	6,5	175,0	19,0	240	190
GOE___1052_108	146,8	177,6	1,2	0,0518	0,0046	0,1880	0,0160	0,0266	0,0005	0,1000	168,9	6,4	175,0	14,0	160	150
GOE___1052_109	73,1	76	1,0	0,0574	0,0069	0,2020	0,0230	0,0264	0,0007	0,1000	166,3	7,1	182,0	20,0	240	210
GOE___1052_11	106,8	130,9	1,2	0,0519	0,0048	0,1980	0,0180	0,0264	0,0006	0,1535	167,6	6,4	180,0	15,0	250	160
GOE___1052_110	108,7	72,9	0,7	0,0754	0,0069	0,2800	0,0250	0,0265	0,0005	0,0417	163,2	6,3	244,0	19,0	870	170
GOE___1052_111	103,8	86,5	0,8	0,0846	0,0090	0,3210	0,0350	0,0275	0,0007	0,3055	167,3	7,1	278,0	28,0	1150	200
GOE___1052_112	92,9	218	2,3	0,1030	0,0160	0,4390	0,0750	0,0282	0,0008	0,4105	167,2	8,1	333,0	48,0	1120	300
GOE___1052_113	136,8	605	4,4	0,1567	0,0089	0,6540	0,0370	0,0291	0,0006	0,0242	160,6	6,9	494,0	21,0	2310	91
GOE___1052_114	107,9	87,1	0,8	0,0479	0,0053	0,1750	0,0190	0,0254	0,0006	0,1000	162,0	6,5	158,0	16,0	120	180
GOE___1052_115	66,8	102,4	1,5	0,1280	0,0130	0,5350	0,0520	0,0286	0,0009	0,1685	164,3	8,2	422,0	35,0	1930	200
GOE___1052_116	145,3	129,5	0,9	0,0539	0,0048	0,1890	0,0170	0,0258	0,0005	0,1000	163,5	6,2	180,0	14,0	310	150
GOE___1052_117	114,7	144	1,3	0,0721	0,0070	0,2640	0,0240	0,0265	0,0006	0,1000	163,7	6,4	232,0	19,0	730	170
GOE___1052_118	206,0	291	1,4	0,0476	0,0031	0,1970	0,0130	0,0294	0,0006	0,1718	187,1	7,0	180,0	11,0	90	120
GOE___1052_119	77,4	90,8	1,2	0,0468	0,0072	0,1660	0,0250	0,0270	0,0007	0,0484	172,1	7,2	158,0	23,0	-70	230
GOE___1052_12	116,0	86	0,7	0,0608	0,0055	0,2390	0,0220	0,0284	0,0006	0,1398	177,9	7,0	220,0	17,0	540	160
GOE___1052_120	266,1	259,7	1,0	0,0509	0,0028	0,1820	0,0100	0,0252	0,0004	0,1822	160,3	5,8	167,6	8,5	190	100
GOE___1052_121	178,9	114,2	0,6	0,0514	0,0038	0,1870	0,0140	0,0264	0,0004	0,1707	167,8	6,0	174,0	12,0	190	130
GOE___1052_122	124,6	70,3	0,6	0,0501	0,0057	0,1840	0,0200	0,0275	0,0006	0,0420	174,8	7,1	165,0	18,0	120	190
GOE___1052_123	244,8	166,3	0,7	0,0818	0,0045	0,3270	0,0200	0,0286	0,0005	0,3290	174,6	6,9	282,0	14,0	1130	110
GOE___1052_124	81,4	60,7	0,7	0,0497	0,0068	0,1850	0,0250	0,0280	0,0008	0,0753	177,7	7,8	170,0	22,0	150	220
GOE___1052_125	126,9	107,9	0,9	0,0427	0,0046	0,1650	0,0180	0,0273	0,0006	0,0516	175,4	6,5	155,0	16,0	10	180
GOE___1052_126	188,0	280	1,5	0,0533	0,0055	0,2020	0,0210	0,0283	0,0007	0,1405	178,8	7,1	190,0	18,0	340	180

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/ 206Pb	±2σ	207Pb/ 235U	±2σ	206Pb/ 238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GOE___1052_127	192,4	250,9	1,3	0,0579	0,0050	0,2210	0,0190	0,0272	0,0006	0,1528	171,3	6,4	201,0	16,0	440	160
GOE___1052_128	126,5	161	1,3	0,0522	0,0055	0,2010	0,0210	0,0278	0,0007	0,1933	176,3	7,1	185,0	18,0	280	180
GOE___1052_129	229,8	341,1	1,5	0,0441	0,0039	0,1690	0,0150	0,0277	0,0005	0,1921	177,3	6,4	156,0	13,0	-40	140
GOE___1052_13	37,1	54,1	1,5	0,0530	0,0110	0,1840	0,0370	0,0268	0,0009	0,0583	169,8	8,5	157,0	32,0	-80	290
GOE___1052_130	129,1	239,4	1,9	0,0735	0,0097	0,2870	0,0420	0,0274	0,0007	0,4713	168,9	7,1	227,0	28,0	560	220
GOE___1052_131	180,4	171	0,9	0,0586	0,0051	0,2150	0,0190	0,0270	0,0005	0,3283	170,0	6,4	192,0	16,0	360	160
GOE___1052_132	117,0	198,3	1,7	0,0470	0,0060	0,1700	0,0200	0,0280	0,0008	0,1000	178,7	7,7	153,0	18,0	20	200
GOE___1052_133	46,4	56	1,2	0,0393	0,0087	0,1680	0,0360	0,0286	0,0009	0,1515	183,9	8,5	141,0	31,0	-350	280
GOE___1052_134	123,9	197,8	1,6	0,0535	0,0053	0,2010	0,0200	0,0273	0,0007	0,2066	172,9	7,1	181,0	17,0	250	180
GOE___1052_135	97,0	154,2	1,6	0,0567	0,0065	0,2110	0,0240	0,0281	0,0006	0,0691	176,9	7,1	186,0	20,0	280	200
GOE___1052_14	42,5	55,3	1,3	0,0491	0,0089	0,1840	0,0320	0,0271	0,0009	0,1000	172,4	7,8	155,0	27,0	-60	260
GOE___1052_15	27,6	33,6	1,2	0,0650	0,0140	0,2340	0,0480	0,0271	0,0011	0,0632	169,1	9,2	181,0	39,0	80	340
GOE___1052_16	29,3	37,6	1,3	0,0550	0,0130	0,1880	0,0430	0,0283	0,0011	0,1000	178,7	9,3	147,0	37,0	-250	330
GOE___1052_17	48,1	24,58	0,5	0,0533	0,0078	0,2100	0,0300	0,0274	0,0008	0,1269	173,3	7,8	186,0	25,0	150	240
GOE___1052_18	93,7	57,4	0,6	0,0536	0,0069	0,1890	0,0240	0,0272	0,0007	0,1000	172,1	7,1	172,0	21,0	160	210
GOE___1052_19	62,9	43,4	0,7	0,2110	0,0180	1,0800	0,1000	0,0372	0,0014	0,3784	188,8	11,9	713,0	50,0	2770	160
GOE___1052_02	104,8	92,6	0,9	0,0459	0,0050	0,1700	0,0180	0,0266	0,0005	0,1000	170,2	6,5	156,0	15,0	-60	170
GOE___1052_20	73,4	76,7	1,0	0,0792	0,0099	0,3560	0,0470	0,0303	0,0010	0,5385	185,4	9,0	278,0	31,0	1030	230
GOE___1052_21	76,6	146,6	1,9	0,0554	0,0076	0,2080	0,0280	0,0270	0,0007	0,1574	170,2	7,1	183,0	24,0	180	230
GOE___1052_22	77,1	119,6	1,6	0,0540	0,0071	0,2000	0,0260	0,0264	0,0008	0,0585	167,3	7,7	177,0	22,0	210	220
GOE___1052_23	77,3	109,5	1,4	0,3200	0,0190	2,6500	0,2200	0,0571	0,0026	0,8310	241,1	19,2	1253,0	67,0	3538	96
GOE___1052_24	99,1	106,8	1,1	0,0644	0,0064	0,2330	0,0230	0,0263	0,0007	0,2898	164,4	7,0	203,0	19,0	580	180
GOE___1052_25	105,1	102,6	1,0	0,0525	0,0062	0,1900	0,0220	0,0282	0,0006	0,1000	178,6	7,1	172,0	19,0	90	190
GOE___1052_26	66,0	35	0,5	0,0810	0,0100	0,3110	0,0380	0,0295	0,0008	0,1000	179,9	7,8	246,0	25,0	600	220
GOE___1052_27	118,6	103,5	0,9	0,0498	0,0046	0,1850	0,0160	0,0269	0,0006	0,1000	171,2	6,4	171,0	14,0	190	150
GOE___1052_28	112,5	68,8	0,6	0,0534	0,0047	0,1970	0,0170	0,0276	0,0006	0,0484	174,9	7,0	179,0	14,0	250	150
GOE___1052_29	83,7	56,69	0,7	0,0476	0,0052	0,1800	0,0200	0,0267	0,0006	0,1358	170,1	7,1	161,0	17,0	60	180
GOE___1052_30	65,8	39,8	0,6	0,0515	0,0056	0,1870	0,0200	0,0268	0,0006	0,1424	169,9	7,1	169,0	18,0	200	180
GOE___1052_31	29,5	38,36	1,3	0,0560	0,0130	0,1870	0,0410	0,0260	0,0010	0,1000	164,4	8,6	152,0	35,0	-110	340
GOE___1052_32	227,0	185	0,8	0,0830	0,0058	0,2020	0,0150	0,0175	0,0007	0,4776	106,8	5,5	187,0	13,0	1190	140
GOE___1052_33	471,0	330	0,7	0,0695	0,0044	0,2400	0,0160	0,0250	0,0007	0,3618	155,4	6,9	216,0	13,0	770	130
GOE___1052_34	214,9	272,9	1,3	0,0609	0,0044	0,2400	0,0170	0,0287	0,0006	0,1277	179,9	7,0	214,0	14,0	550	140
GOE___1052_35	117,8	98,6	0,8	0,0561	0,0060	0,2330	0,0240	0,0296	0,0008	0,0295	186,8	8,3	206,0	20,0	380	190
GOE___1052_36	264,0	342	1,3	0,0488	0,0043	0,1810	0,0150	0,0278	0,0005	0,0091	177,2	6,4	177,0	13,0	180	140
GOE___1052_37	115,1	134,2	1,2	0,0607	0,0081	0,2270	0,0290	0,0273	0,0008	0,0285	171,2	7,7	193,0	23,0	190	220
GOE___1052_38	367,0	330	0,9	0,0654	0,0056	0,2510	0,0220	0,0281	0,0006	0,2676	174,9	7,0	225,0	18,0	680	160
GOE___1052_39	406,0	540	1,3	0,0589	0,0054	0,2350	0,0210	0,0276	0,0006	0,0894	173,7	6,4	208,0	17,0	470	170
GOE___1052_40	541,0	800	1,5	0,0496	0,0040	0,1810	0,0140	0,0275	0,0005	0,1000	174,7	6,4	171,0	12,0	160	140
GOE___1052_41	230,8	276,2	1,2	0,0571	0,0074	0,2240	0,0280	0,0272	0,0008	0,2202	171,6	7,7	197,0	24,0	260	230

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/ 206Pb	±2σ	207Pb/ 235U	±2σ	206Pb/ 238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GOE___1052_42	427,0	325	0,8	0,0665	0,0060	0,2580	0,0230	0,0277	0,0006	0,2123	172,6	7,0	229,0	19,0	700	170
GOE___1052_43	267,4	141,4	0,5	0,1510	0,0130	0,8210	0,0880	0,0376	0,0013	0,6257	208,5	11,2	569,0	47,0	2200	170
GOE___1052_44	269,0	247,5	0,9	0,0526	0,0057	0,1930	0,0210	0,0271	0,0006	0,0675	171,8	7,1	173,0	18,0	210	190
GOE___1052_45	103,5	106,2	1,0	0,0581	0,0090	0,2140	0,0320	0,0275	0,0009	0,1000	173,2	7,8	184,0	27,0	230	260
GOE___1052_46	89,2	99,9	1,1	0,0680	0,0100	0,2400	0,0350	0,0272	0,0009	0,1243	169,0	8,4	206,0	29,0	370	270
GOE___1052_47	139,4	151,4	1,1	0,0480	0,0062	0,1760	0,0220	0,0268	0,0007	0,1374	170,7	7,1	161,0	19,0	60	210
GOE___1052_48	185,0	173,9	0,9	0,0552	0,0049	0,2090	0,0190	0,0273	0,0006	0,1509	172,3	7,0	189,0	16,0	300	160
GOE___1052_49	213,2	234	1,1	0,0687	0,0058	0,2530	0,0210	0,0274	0,0005	0,0078	170,4	6,4	225,0	17,0	660	160
GOE___1052_50	174,0	139,4	0,8	0,0549	0,0050	0,2000	0,0180	0,0270	0,0006	0,0789	170,5	7,0	180,0	15,0	270	160
GOE___1052_51	86,3	144,1	1,7	0,0577	0,0069	0,2090	0,0250	0,0262	0,0007	0,1037	165,1	7,1	186,0	21,0	330	210
GOE___1052_52	91,2	114,8	1,3	0,0602	0,0073	0,2170	0,0260	0,0267	0,0006	0,0819	167,3	7,1	188,0	21,0	260	210
GOE___1052_53	60,4	41,2	0,7	0,0486	0,0069	0,1880	0,0250	0,0269	0,0007	0,0855	171,5	7,1	163,0	21,0	0	220
GOE___1052_54	45,2	33,9	0,8	0,0644	0,0092	0,2330	0,0320	0,0269	0,0009	0,0945	168,0	7,8	197,0	26,0	480	250
GOE___1052_55	64,1	34,5	0,5	0,1390	0,0130	0,7320	0,0760	0,0380	0,0013	0,4188	214,3	11,2	538,0	44,0	2060	190
GOE___1052_56	31,9	22,65	0,7	0,0572	0,0095	0,2250	0,0370	0,0284	0,0009	0,1360	178,8	8,5	187,0	30,0	190	270
GOE___1052_57	36,6	40,5	1,1	0,0630	0,0110	0,2440	0,0400	0,0280	0,0010	0,1094	175,1	8,5	204,0	32,0	320	280
GOE___1052_58	39,8	44,4	1,1	0,0573	0,0098	0,2120	0,0350	0,0265	0,0009	0,0032	166,8	7,8	182,0	29,0	200	280
GOE___1052_59	56,8	25,85	0,5	0,0563	0,0082	0,1930	0,0270	0,0260	0,0007	0,1000	164,2	7,1	166,0	23,0	130	240
GOE___1052_60	81,9	69,3	0,8	0,0510	0,0061	0,1880	0,0230	0,0278	0,0007	0,0854	176,3	7,1	167,0	20,0	200	190
GOE___1052_61	133,1	111,7	0,8	0,0631	0,0052	0,2340	0,0190	0,0274	0,0006	0,2224	171,5	7,0	208,0	16,0	560	160
GOE___1052_62	69,3	99,9	1,4	0,0556	0,0064	0,2090	0,0240	0,0272	0,0007	0,2696	171,8	7,1	183,0	20,0	290	200
GOE___1052_63	81,8	101,1	1,2	0,0524	0,0062	0,1900	0,0210	0,0271	0,0007	0,0272	171,8	7,1	170,0	18,0	130	190
GOE___1052_64	102,8	54,2	0,5	0,0761	0,0080	0,2850	0,0300	0,0282	0,0007	0,1059	173,5	7,1	241,0	23,0	740	200
GOE___1052_65	63,5	37,45	0,6	0,0711	0,0075	0,2790	0,0280	0,0296	0,0009	0,0095	183,1	8,3	241,0	23,0	790	190
GOE___1052_66	53,9	62,1	1,2	0,0566	0,0093	0,2090	0,0330	0,0268	0,0008	0,0150	169,0	7,8	176,0	27,0	110	260
GOE___1052_67	132,6	94,4	0,7	0,0568	0,0051	0,2170	0,0190	0,0278	0,0005	0,1305	175,4	6,4	196,0	16,0	420	160
GOE___1052_68	114,5	88,7	0,8	0,0493	0,0053	0,1780	0,0190	0,0263	0,0006	0,1000	167,2	6,5	162,0	16,0	70	180
GOE___1052_69	142,1	175,8	1,2	0,0581	0,0043	0,2150	0,0160	0,0272	0,0005	0,0765	171,1	6,4	198,0	13,0	480	140
GOE___1052_70	111,9	115,5	1,0	0,0685	0,0067	0,2610	0,0250	0,0282	0,0006	0,0028	174,8	7,0	227,0	20,0	660	180
GOE___1052_71	231,0	344	1,5	0,0498	0,0039	0,1830	0,0140	0,0274	0,0005	0,1009	174,0	6,4	171,0	11,0	150	130
GOE___1052_72	91,7	89,5	1,0	0,0524	0,0062	0,1830	0,0210	0,0263	0,0006	0,0523	166,5	6,5	162,0	18,0	70	200
GOE___1052_73	191,1	234,4	1,2	0,1088	0,0057	0,4410	0,0240	0,0298	0,0006	0,2197	175,2	6,8	367,0	17,0	1740	100
GOE___1052_74	199,6	228,9	1,1	0,0509	0,0044	0,1890	0,0160	0,0269	0,0005	0,1000	171,1	6,4	173,0	13,0	190	150
GOE___1052_75	306,6	319,7	1,0	0,0480	0,0031	0,1780	0,0120	0,0269	0,0004	0,1377	171,6	6,3	164,0	10,0	90	120
GOE___1052_76	79,1	80,9	1,0	0,0529	0,0068	0,1950	0,0240	0,0277	0,0007	0,0920	175,7	7,1	174,0	21,0	140	210
GOE___1052_77	217,0	319	1,5	0,0560	0,0041	0,2200	0,0160	0,0278	0,0005	0,1049	175,3	6,4	200,0	13,0	370	140
GOE___1052_78	111,5	139	1,2	0,0531	0,0058	0,1960	0,0210	0,0276	0,0006	0,0514	174,7	7,1	175,0	18,0	210	180
GOE___1052_79	134,2	100	0,7	0,0497	0,0049	0,1830	0,0180	0,0270	0,0005	0,1182	171,8	6,4	167,0	16,0	90	170
GOE___1052_80	98,1	81,7	0,8	0,0703	0,0074	0,2750	0,0300	0,0288	0,0007	0,5029	178,2	7,7	230,0	22,0	580	180

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/ 206Pb	±2σ	207Pb/ 235U	±2σ	206Pb/ 238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GOE___1052_81	55,3	77	1,4	0,0770	0,0110	0,3080	0,0420	0,0291	0,0007	0,2174	178,7	7,8	249,0	31,0	720	250
GOE___1052_82	60,2	56	0,9	0,0411	0,0068	0,1530	0,0250	0,0271	0,0007	0,1000	174,0	7,2	138,0	22,0	-190	230
GOE___1052_83	107,4	65,2	0,6	0,0554	0,0060	0,2090	0,0220	0,0272	0,0006	0,1000	171,6	7,1	187,0	18,0	310	190
GOE___1052_84	136,0	127,5	0,9	0,0477	0,0046	0,1710	0,0160	0,0263	0,0006	0,0601	167,6	6,4	158,0	14,0	60	160
GOE___1052_85	161,9	161	1,0	0,0509	0,0042	0,1920	0,0150	0,0275	0,0005	0,1000	174,3	6,4	178,0	13,0	190	140
GOE___1052_86	60,5	60,5	1,0	0,0558	0,0069	0,1980	0,0250	0,0254	0,0006	0,1718	160,1	6,5	174,0	21,0	250	220
GOE___1052_87	66,4	60,4	0,9	0,0566	0,0063	0,2100	0,0230	0,0266	0,0008	0,1559	167,8	7,7	186,0	19,0	300	200
GOE___1052_88	187,4	127,3	0,7	0,0682	0,0048	0,2470	0,0180	0,0273	0,0005	0,3313	169,3	6,4	224,0	15,0	760	140
GOE___1052_89	46,5	64,8	1,4	0,0535	0,0098	0,1920	0,0350	0,0272	0,0010	0,1000	171,8	8,5	162,0	29,0	0	290
GOE___1052_90	111,1	95,5	0,9	0,0792	0,0074	0,3020	0,0290	0,0280	0,0007	0,1007	171,6	7,0	264,0	22,0	980	200
GOE___1052_91	234,0	201,1	0,9	0,0548	0,0041	0,2070	0,0160	0,0272	0,0005	0,1593	171,9	6,4	193,0	13,0	350	140
GOE___1052_92	210,5	332,2	1,6	0,0478	0,0036	0,1690	0,0130	0,0263	0,0005	0,1000	167,7	6,2	160,0	11,0	100	130
GOE___1052_93	223,4	259,5	1,2	0,0569	0,0037	0,2090	0,0140	0,0266	0,0004	0,2207	167,4	6,1	191,0	12,0	480	130
GOE___1052_94	65,2	45,95	0,7	0,0485	0,0076	0,1810	0,0290	0,0262	0,0007	0,2110	167,0	7,2	159,0	24,0	-30	240
GOE___1052_95	111,0	87,5	0,8	0,0735	0,0071	0,2730	0,0250	0,0277	0,0007	0,0258	171,0	7,0	241,0	21,0	840	180
GOE___1052_96	113,2	67,4	0,6	0,0852	0,0072	0,3760	0,0320	0,0329	0,0008	0,3085	199,5	8,2	332,0	22,0	1270	150
GOE___1052_97	156,7	177,5	1,1	0,0514	0,0045	0,1840	0,0160	0,0265	0,0005	0,1284	168,3	6,4	172,0	14,0	200	150
GOE___1052_98	205,3	125,6	0,6	0,0515	0,0043	0,1940	0,0160	0,0267	0,0005	0,1588	169,2	6,4	177,0	14,0	280	150
GOE___1052_99	159,3	115,1	0,7	0,0591	0,0054	0,2040	0,0180	0,0255	0,0005	0,1190	160,2	6,2	184,0	16,0	450	170

Muestra GOE-1052

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR___6827_01	137,8	59,4	0,4	0,0506	0,0030	0,1970	0,0120	0,0278	0,0006	0,3	176,4	6,3	181,6	9,8	250	110
GR___6827_02	57,2	21,54	0,4	0,0536	0,0057	0,2030	0,0210	0,0277	0,0008	0,1	175,5	7,6	187,0	18,0	270	180
GR___6827_03	63,5	22,3	0,4	0,0611	0,0058	0,2510	0,0240	0,0298	0,0007	0,1	186,6	7,6	220,0	19,0	550	180
GR___6827_04	140,2	75	0,5	0,0498	0,0032	0,1970	0,0130	0,0285	0,0006	0,3	181,1	7,0	187,0	11,0	250	120
GR___6827_05	101,8	41,7	0,4	0,0714	0,0049	0,2880	0,0210	0,0287	0,0006	0,2	177,7	6,9	253,0	16,0	870	140
GR___6827_06	83,3	47	0,6	0,0508	0,0045	0,2000	0,0180	0,0288	0,0006	0,2	183,0	7,0	184,0	15,0	200	150
GR___6827_07	81,4	29,98	0,4	0,0517	0,0042	0,2050	0,0170	0,0277	0,0006	0,1	175,6	7,0	185,0	14,0	270	150
GR___6827_08	166,4	73,3	0,4	0,0523	0,0028	0,2130	0,0120	0,0290	0,0007	0,5	183,7	7,6	195,4	9,9	256	99
GR___6827_09	106,2	54,9	0,5	0,0543	0,0034	0,2280	0,0140	0,0297	0,0007	0,1	187,5	7,6	205,0	12,0	340	120
GR___6827_10	163	90,8	0,6	0,0553	0,0031	0,2310	0,0140	0,0298	0,0006	0,2	188,1	6,9	210,0	11,0	390	110
GR___6827_11	199,9	147,3	0,7	0,0509	0,0025	0,2050	0,0110	0,0280	0,0007	0,4	177,6	7,0	187,5	9,4	231	96
GR___6827_12	73,6	36,3	0,5	0,0599	0,0068	0,2580	0,0260	0,0313	0,0011	0,2	196,3	9,5	230,0	20,0	480	190
GR___6827_13	90,1	45,5	0,5	0,0543	0,0044	0,2280	0,0190	0,0311	0,0007	0,2	196,1	7,6	208,0	15,0	310	140
GR___6827_14	75,1	41,9	0,6	0,0521	0,0048	0,2240	0,0210	0,0299	0,0007	0,2	189,2	7,6	206,0	17,0	280	160
GR___6827_15	232,6	220,3	0,9	0,0504	0,0024	0,2020	0,0100	0,0288	0,0006	0,3	182,8	7,0	187,0	8,6	227	89
GR___6827_16	116,8	79,5	0,7	0,0515	0,0036	0,2230	0,0160	0,0302	0,0007	0,2	191,4	7,6	202,0	13,0	230	130
GR___6827_17	276	286	1,0	0,0497	0,0022	0,2080	0,0100	0,0298	0,0006	0,4	189,6	7,0	192,1	8,6	188	86
GR___6827_18	97,3	57,4	0,6	0,0536	0,0045	0,2180	0,0180	0,0299	0,0007	0,1	189,2	7,6	197,0	15,0	280	150
GR___6827_19	75,2	59,4	0,8	0,0555	0,0045	0,2240	0,0190	0,0292	0,0007	0,2	184,5	7,0	200,0	16,0	350	150
GR___6827_20	66,1	65,3	1,0	0,0614	0,0060	0,2720	0,0270	0,0316	0,0008	0,2	197,7	8,2	235,0	22,0	570	180
GR___6827_21	108	72,9	0,7	0,0547	0,0046	0,2250	0,0190	0,0297	0,0006	0,2	187,3	7,0	205,0	15,0	300	150
GR___6827_22	130,9	74,6	0,6	0,0609	0,0062	0,2490	0,0250	0,0298	0,0006	0,0	186,7	7,0	220,0	19,0	420	180
GR___6827_23	90,3	48,5	0,5	0,0992	0,0066	0,4080	0,0280	0,0306	0,0007	0,4	182,3	7,3	344,0	19,0	1430	130
GR___6827_24	44,8	15,64	0,3	0,0713	0,0089	0,3060	0,0370	0,0315	0,0009	0,1	194,7	8,3	269,0	28,0	710	230
GR___6827_25	117,1	64,3	0,5	0,0483	0,0042	0,1960	0,0170	0,0290	0,0006	0,3	184,4	7,0	181,0	15,0	150	140
GR___6827_26	137,2	95,1	0,7	0,0532	0,0035	0,2080	0,0140	0,0284	0,0006	0,3	179,7	7,0	191,0	11,0	300	120
GR___6827_27	80,6	38,9	0,5	0,0514	0,0048	0,2090	0,0190	0,0301	0,0007	0,1	190,6	7,6	189,0	16,0	180	160
GR___6827_28	120,7	51,6	0,4	0,0603	0,0045	0,2490	0,0200	0,0305	0,0006	0,2	190,9	6,9	225,0	15,0	480	140
GR___6827_29	47,72	14,25	0,3	0,0541	0,0068	0,2240	0,0280	0,0304	0,0009	0,0	192,0	8,3	199,0	23,0	260	210
GR___6827_30	275	230	0,8	0,0494	0,0025	0,2140	0,0110	0,0311	0,0007	0,2	197,3	7,6	197,5	9,1	155	96
GR___6827_31	68	27,6	0,4	0,0889	0,0094	0,3850	0,0350	0,0322	0,0010	0,2	194,5	8,7	335,0	25,0	1190	190
GR___6827_32	131,5	103,3	0,8	0,0561	0,0039	0,2230	0,0150	0,0281	0,0006	0,2	177,5	6,9	201,0	13,0	400	130
GR___6827_33	138,8	90,7	0,7	0,0637	0,0042	0,2620	0,0180	0,0293	0,0006	0,3	183,1	6,9	232,0	14,0	630	130
GR___6827_34	177,9	123,4	0,7	0,0508	0,0030	0,2150	0,0130	0,0303	0,0006	0,3	192,5	7,0	196,0	11,0	230	110
GR___6827_35	117,4	84,9	0,7	0,0556	0,0041	0,2310	0,0170	0,0292	0,0007	0,3	183,9	7,0	209,0	14,0	350	140
GR___6827_36	103,3	52,9	0,5	0,0485	0,0049	0,1990	0,0190	0,0303	0,0008	0,1	192,9	7,7	186,0	16,0	130	160
GR___6827_37	103,6	73,6	0,7	0,0481	0,0040	0,2030	0,0170	0,0298	0,0008	0,3	189,4	7,6	183,0	15,0	170	140
GR___6827_38	83,9	44,5	0,5	0,0588	0,0054	0,2530	0,0230	0,0320	0,0007	0,1	200,9	7,6	228,0	19,0	490	160
GR___6827_39	146,9	109,1	0,7	0,0534	0,0030	0,2290	0,0130	0,0309	0,0007	0,2	195,0	7,6	208,0	11,0	310	110
GR___6827_40	217	192	0,9	0,0648	0,0043	0,2630	0,0150	0,0304	0,0006	0,1	189,3	6,9	234,0	12,0	600	110
GR___6827_41	93,2	52,1	0,6	0,0588	0,0041	0,2520	0,0190	0,0313	0,0008	0,3	196,6	8,2	227,0	15,0	460	140
GR___6827_42	40	22,4	0,6	0,1620	0,0140	0,8320	0,0630	0,0383	0,0013	0,1	209,1	10,7	607,0	35,0	2380	160

AnalysisName	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	207Pb/206Pb	±2σ	207Pb/235U	±2σ	206Pb/238U	±2σ	Correlación errores	206Pb/238U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/235U Edad (Ma)	±2σ	207Pb/206Pb Edad (Ma)	±2s
GR___6827_43	29,6	8,17	0,3	0,0700	0,0095	0,3900	0,0480	0,0379	0,0012	0,1	234,2	10,8	328,0	34,0	660	250
GR___6827_44	0,0167	0,0117	0,7	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	#¡VALOR!	#¡VALOR!	no value	NAN	no value	NAN
GR___6827_45	51,5	28,6	0,6	0,0720	0,0110	0,3290	0,0440	0,0336	0,0009	0,1	207,3	9,0	287,0	34,0	630	260
GR___6827_46	126	90,9	0,7	0,0479	0,0039	0,2020	0,0160	0,0309	0,0006	0,2	196,8	7,6	185,0	14,0	70	140
GR___6827_47	94	119	1,3	0,0549	0,0067	0,2410	0,0290	0,0319	0,0007	0,2	201,1	7,7	216,0	24,0	230	200
GR___6827_48	53,6	31,8	0,6	0,0740	0,0100	0,2970	0,0340	0,0318	0,0010	0,1	195,8	8,9	268,0	32,0	580	240
GR___6827_49	86,5	62,9	0,7	0,0483	0,0078	0,1990	0,0260	0,0300	0,0010	0,2	190,9	8,4	185,0	24,0	50	240
GR___6827_50	82	42,5	0,5	0,0526	0,0052	0,2300	0,0220	0,0301	0,0007	0,1	190,7	7,6	206,0	18,0	280	170
GR___6827_51	127	114	0,9	0,0567	0,0061	0,2610	0,0230	0,0324	0,0008	0,1	203,7	8,3	233,0	18,0	450	160
GR___6827_52	66,4	31,9	0,5	0,0519	0,0067	0,2230	0,0280	0,0314	0,0009	0,1	199,0	9,0	204,0	23,0	200	210
GR___6827_53	55,6	18,1	0,3	0,0727	0,0088	0,3380	0,0370	0,0329	0,0008	0,1	203,1	8,3	289,0	28,0	840	220
GR___6827_54	48,8	20,4	0,4	0,0591	0,0076	0,2670	0,0320	0,0313	0,0008	0,1	196,6	8,3	233,0	26,0	560	210
GR___6827_55	63,7	32,1	0,5	0,0565	0,0074	0,2480	0,0300	0,0314	0,0008	0,0	197,8	8,3	228,0	23,0	330	210
GR___6827_56	57,8	34,7	0,6	0,0702	0,0083	0,3410	0,0430	0,0356	0,0009	0,4	220,1	8,9	291,0	34,0	660	220
GR___6827_57	57,5	29,4	0,5	0,0609	0,0091	0,2870	0,0300	0,0330	0,0010	0,0	206,2	9,0	251,0	24,0	550	220
GR___6827_58	12,48	4	0,3	0,1360	0,0210	0,8900	0,1400	0,0498	0,0020	0,1	281,3	16,3	625,0	76,0	1440	330
GR___6827_59	45,5	16,2	0,4	0,0550	0,0110	0,2620	0,0350	0,0311	0,0010	0,2	196,0	9,1	231,0	30,0	180	300
GR___6827_60	41,1	23,7	0,6	0,1090	0,0110	0,5360	0,0530	0,0358	0,0009	0,1	210,6	9,4	427,0	33,0	1460	200
GR___6827_61	70,6	37,9	0,5	0,0558	0,0060	0,2620	0,0270	0,0334	0,0008	0,1	210,4	8,3	230,0	22,0	340	170
GR___6827_62	120	86	0,7	0,1430	0,0094	0,6630	0,0350	0,0337	0,0010	0,1	189,1	8,8	512,0	21,0	2220	100
GR___6827_63	61,4	32,1	0,5	0,0515	0,0064	0,2370	0,0280	0,0325	0,0009	0,1	205,7	8,3	220,0	22,0	280	190
GR___6827_64	58,2	37,4	0,6	0,0682	0,0069	0,3410	0,0330	0,0362	0,0009	0,1	224,2	8,8	289,0	26,0	650	200
GR___6827_65	34,7	12,36	0,4	0,0640	0,0120	0,2640	0,0400	0,0299	0,0012	0,1	186,6	9,7	221,0	32,0	260	270
GR___6827_66	47,2	18,1	0,4	0,0590	0,0160	0,2320	0,0490	0,0293	0,0011	0,1	184,0	9,5	215,0	40,0	170	360
GR___6827_67	25,4	11,75	0,5	0,1280	0,0160	0,6390	0,0750	0,0388	0,0012	0,0	222,1	10,9	509,0	52,0	1760	240
GR___6827_68	64,5	58,1	0,9	0,0556	0,0082	0,2250	0,0280	0,0292	0,0012	0,1	184,2	9,6	211,0	24,0	350	230
GR___6827_69	99,5	54,1	0,5	0,0517	0,0056	0,2150	0,0220	0,0307	0,0009	0,2	194,2	8,3	199,0	18,0	190	180
GR___6827_70	60,8	22,3	0,4	0,0555	0,0080	0,2530	0,0320	0,0327	0,0010	0,3	205,9	9,0	226,0	25,0	350	230
GR___6827_71	36,6	16,4	0,4	0,0634	0,0095	0,2830	0,0420	0,0343	0,0012	0,1	213,9	10,2	256,0	33,0	440	250
GR___6827_72	50,8	22,5	0,4	0,0578	0,0068	0,2660	0,0280	0,0326	0,0010	0,0	204,9	8,9	240,0	22,0	450	200
GR___6827_73	43,1	22,7	0,5	0,0580	0,0120	0,2840	0,0400	0,0350	0,0013	0,1	219,7	11,1	264,0	34,0	480	280
GR___6827_74	54,5	21,9	0,4	0,0566	0,0067	0,2510	0,0270	0,0321	0,0009	0,2	202,3	8,3	227,0	20,0	370	170
GR___6827_75	28,2	15,6	0,6	0,0480	0,0230	0,2440	0,0630	0,0330	0,0017	0,2	209,9	13,9	213,0	55,0	-510	530
GR___6827_76	29	10,2	0,4	0,0800	0,0130	0,4140	0,0540	0,0359	0,0013	0,1	219,1	11,0	338,0	44,0	670	330
GR___6827_77	33,4	18,5	0,6	0,0610	0,0110	0,3000	0,0470	0,0350	0,0011	0,1	218,9	10,3	258,0	38,0	260	290
GR___6827_78	86	42,1	0,5	0,0472	0,0059	0,1940	0,0230	0,0289	0,0009	0,3	184,2	8,3	179,0	19,0	170	190
GR___6827_79	3,09	1,022	0,3	0,5800	0,1300	3,7500	0,5000	0,0594	0,0048	0,2	131,0	65,9	1600,0	100,0	3220	980
GR___6827_80	37,8	28,6	0,8	0,0610	0,0140	0,2950	0,0520	0,0340	0,0013	0,1	212,7	11,2	259,0	39,0	410	330
GR___6827_81	51,1	36,3	0,7	0,0760	0,0130	0,3090	0,0440	0,0299	0,0012	0,1	183,8	9,6	271,0	35,0	610	290
GR___6827_82	18,5	8,26	0,4	0,1050	0,0380	0,3700	0,1100	0,0333	0,0015	0,0	196,9	14,9	366,0	76,0	-700	820
GR___6827_83	85,8	44,8	0,5	0,0566	0,0089	0,2420	0,0290	0,0317	0,0010	0,0	199,6	9,0	221,0	24,0	250	210

Sierra Nevada de Santa Marta

Servicio Geológico Colombiano

2023

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 de la Sierra Nevada de Santa Marta.

ISBN: 978-628-95485-2-5

www.sgc.gov.co