

<https://doi.org/10.32685/0120-1425/bol.geol.52.1.2025.699>



This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.

Manuscrito recibido: Junio 20, 2023

Revisión recibida: Julio 31, 2024

Aceptado: Septiembre 13, 2024

Registro estratigráfico de la Formación Lisama en la Ruta del Cacao, área de La Fortuna, Barrancabermeja, Colombia.

Stratigraphic record of the Lisama Formation on the Ruta del Cacao, La Fortuna area, Barrancabermeja, Colombia

Pablo Emilio Pedraza-Castro✉, Jairo Hernán Roncancio-Guzmán✉, Laura Constanza Bocanegra-Rodríguez✉
Servicio Geológico Colombiano, Bogotá, Colombia

Citación: Pedraza-Castro, P.E., Roncancio-Guzmán, J.H., Bocanegra-Rodríguez, L.C. (2025). Registro estratigráfico de la Formación Lisama en la Ruta del Cacao, área de La Fortuna, Barranca-bermeja, Colombia. Boletín Geológico, 52(1) <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bol.geol.52.1.2025.699>

Anexo 3. Petrografía de la Formación Lisama

Se realizó petrografía (en sección delgada) de 10 muestras litológicas de la Formación Lisama (tablas A3-1 y A3-2). El resultado de su clasificación textural se observa en la figura A3-1 y la tabla A3-4. A partir de esta clasificación textural y con base en la tabla A3-3, se realizó la clasificación composicional de las muestras de areniscas. Los resultados de esta clasificación composicional se observan en la figura A3-2 y la tabla A3-4.

Tabla A3-1. Muestras de la Formación Lisama para petrografía

Segmento	Identificación de la muestra	metro	Coordenadas planas gauss Magna Bogotá	
			N	E
I	PPC 327sd	62	1.281.105	1.059.447
	PPC 339sd	128,5	1.281.105	1.059.523
	PPC 340sd	154,3	1.281.101	1.059.554
III	PPC 331sd	591	1.280.925	1.060.149
	PPC 336sd	695,3	1.280.892	1.060.282
	PPC 342sd	772,8	1.280.867	1.060.380
V	JRG0603sd	858	1.280.797	1.060.477
	JRG0604sd	865,8	1.280.800	1.060.488
	JRG0606sd	954,1	1.280.728	1.060.621
	JRG0607sd	1004,2	1.280.696	1.060.684

La muestra PPC 327sd es una arenisca de grano fino y composicionalmente es una sublitoarenita con matriz arcillosa, ocasionalmente caolinítica (2%), cemento siderítico y cuarzos con

sobrecrecimiento. Los granos son subesféricos (en menor proporción esféricos), subangulares y angulares, están bien seleccionados y tienen contactos longitudinales. La roca muestra moderada bioturbación y láminas irregulares de 1 mm a 2 mm de espesor, de colores alternantes pardo amarillento pálido (10YR 6/6) y pardo amarillento moderado (10YR 5/4), siendo la concentración de cemento mayor en las láminas oscuras que en las láminas claras. La muestra PPC 339sd es una arenisca de grano muy fino (sublitoarenita), con matriz arcillosa (3,08%), y cemento siderítico con principios de oxidación. Las partículas son subesféricas, angulares y subangulares, están bien seleccionadas y tienen contactos longitudinales. Presenta grado de bioturbación bajo, caracterizado por láminas regulares de menos de 1 mm de espesor, de colores alternantes pardo amarillento pálido (10YR 6/6) y pardo amarillento moderado (10YR 5/4), siendo la concentración de cemento mayor en las láminas oscuras que en las láminas claras.

La muestra PPC 340sd es una arenisca de grano fino y muy fino (sublitoarenita), con matriz arcillosa y caolinítica (4,33%), y cemento siderítico oxidado. Los granos son subesféricos (en menor proporción subelongados), angulares (en menor proporción subangulares), están bien seleccionados y tienen contactos longitudinales. La bioturbación es de grado moderado, en la que se reconocen láminas irregulares (de máximo 2 mm de espesor), de colores alternantes pardo amarillento pálido (10YR 6/6) y pardo amarillento moderado (10YR 5/4), siendo la concentración de cemento mayor en las láminas oscuras que en las láminas claras. Localmente muestra bioturbación alta, caracterizada por moteado.

Tabla A3-2. Características texturales, grados de selección y bioturbación, matriz y cemento de las muestras de la formación Lisama

Seg- mento	Identifica- ción de la muestra	Tamaños de grano (%)							Esfericidad (%)				Redondez (%)					
		li	mf	f	m	g	mg	gr	el	sel	se	e	ma	a	sa	sr	r	br
I	PPC 327sd		2,50	94,17	3,33				5,41	14,17	57,50	22,92	10,83	35,42	47,50	6,25		
	PPC 339sd	4,68	70,64	23,40	1,28				9,36	24,68	62,98	2,98	11,07	50,21	37,02	1,70		
	PPC 340sd	3,43	44,28	50,00	2,29				9,93	28,24	59,16	2,67	2,29	61,45	36,26			
III	PPC 331sd	6,85	27,06	59,93	6,16				3,08	25,00	65,75	6,17		42,81	56,16	1,03		
	PPC 336sd	3,92	20,00	58,26	16,52	1,30			10,87	36,96	51,74	0,43	0,87	65,65	33,04	0,44		
	PPC 342sd	37,68	51,09	9,42	1,81				24,64	37,32	37,68	0,36	22,46	61,96	14,49	0,36	0,73	
V	JRG0603sd	49,72	45,30	4,98					10,44	46,70	34,07	8,79	8,24	46,15	34,62	10,44	0,55	
	JRG0604sd	2,51	16,32	64,43	16,74				1,67	36,40	47,70	14,23	2,93	26,78	31,38	33,05	5,86	
	JRG0606sd	15,93	28,02	30,22	23,08	2,75			6,01	40,98	40,98	12,03	1,64	26,78	32,24	33,88	5,46	
	JRG0607sd	8,19	26,72	53,88	11,21				8,26	36,95	39,57	15,22	3,48	27,83	33,48	32,17	3,04	

Seg- mento	Identifica- ción de la muestra	Contacto entre granos (%)					Grado de selección					Matriz (% y tipo)	Ce- mento	Grado de bioturbación				
		f	l	pu	cc	s	mp	p	md	b	mb			ba	md	al	mal	com
I	PPC 327sd	0,21	86,46	8,33	5,00				X			2 C, Kao	Sd		X			
	PPC 339sd	2,55	89,36	7,02	1,07				X			3,08 C	Sd	X				
	PPC 340sd		94,65	3,63	1,72				X			4,33 C, Kao	Sd		X	x		
III	PPC 331sd		95,03		4,97			x	X			2,35 C	Sd				X	
	PPC 336sd	2,17	97,39	0,44				X				2,53 C	Sd		X			
	PPC 342sd		99,64		0,36			X				5,49 C	Sd		X			
V	JRG0603sd	48,40	11,97	32,98	6,65		X	x				35 C	Fe	X				
	JRG0604sd	46,20	15,01	30,99	7,80		X	x				10 C	Ca		X			
	JRG0606sd	58,47	6,39	30,67	4,47		X	x				35 C, Kao	Ca, Sd		X	x		
	JRG0607sd	42,78	12,01	32,46	12,38	0,37	X					15 C	Fe, Sd				X	

Tamaños de grano: li (limo); mf (arena muy fina); f (arena fina); m (arena media); g (arena gruesa); mg (arena muy gruesa); gr (gránulo). Esfericidad: el (elongado); sel (subelongado); se (subesférico); e (esférico). Redondez: ma (muy angular); a (angular); sa (subangular); sr (subredondeado); r (redondeado); br (bien redondeado). Contacto entre granos: f (flotante); l (longitudinal); pu (puntual); cc (cóncavo - convexo); s (saturado). Grado de selección: mp (muy pobre); p (pobre); md (moderado); bu (bueno); mb (muy bueno); X (principal); x (secundario o local). Matriz: C (arcillosa / lodosa); Kao (caolinitica). Cemento: Sd (siderítico); Fe (ferruginoso); Ca (calcáreo). Grado de bioturbación: ba (bajo); md (moderado); al (alto); mal (muy alto); completo (com); X (principal); x (secundario o local).

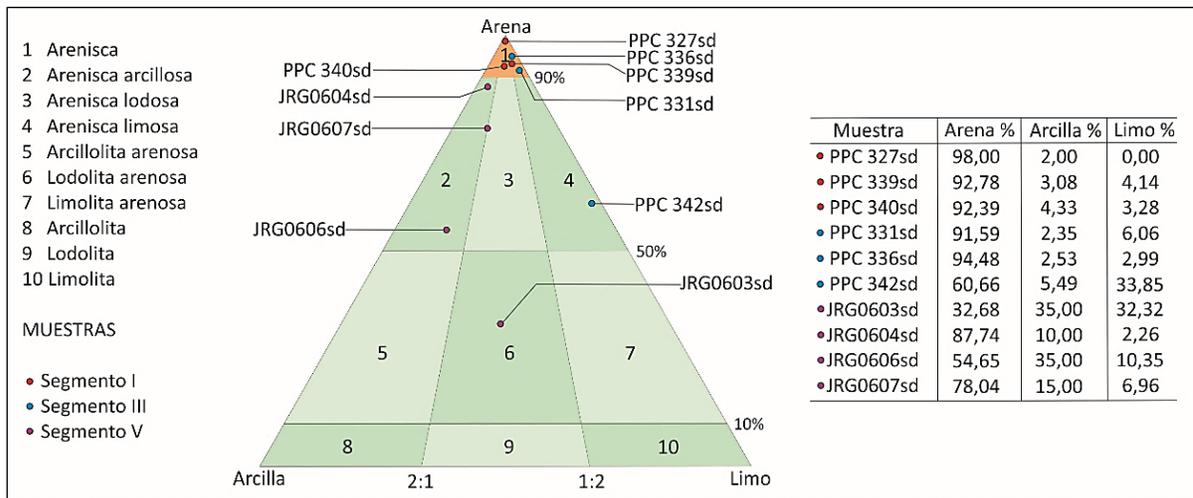


Figura A3-1. Clasificación textural de las muestras de la Formación Lisama. Los porcentajes de las fracciones de arena y limo están normalizadas a 100%, incluyendo la fracción de arcilla. Fuente: diagrama ternario tomado de Folk (1980).

La muestra PPC 331sd es una arenisca de grano fino (en menor proporción muy fino), y composicionalmente es una sublitoarenita con matriz arcillosa (2,35%), cemento siderítico con principios de oxidación y cuarzos con sobrecrecimiento. Los granos son subsféricos (en menor proporción subelongados), subangulares y angulares, están bien seleccionados (localmente moderadamente seleccionados), y tienen contactos longitudinales. La roca muestra grado de bioturbación muy alto, evidenciado por moteado indistinto de manchas de colores gris pardusco claro (5YR 6/1) y gris medio (N5), siendo el más oscuro debido a mayor concentración de cemento y líticos metamórficos y volcánicos.

La muestra PPC 336sd es una arenisca de grano fino y en menor proporción de grano muy fino (21%) y medio (17%). Composicionalmente es una litoarenita con matriz arcillosa (2,53%), cemento siderítico oxidado y cuarzo con sobrecrecimientos. Los granos son subsféricos y subelongados, angulares (en menor

proporción subangulares), están moderadamente seleccionados y tienen contactos longitudinales. El grado de bioturbación es moderado, se observan láminas irregulares de 1 mm a 2 mm de espesor, de colores alternantes pardo amarillento moderado (10YR 5/4) y naranja amarillento oscuro (10YR 6/6), siendo la concentración de cemento y líticos metamórficos mayor en las láminas oscuras que en las láminas claras.

La muestra PPC 342sd es una arenisca limosa de grano muy fino y composicionalmente es una litoarenita con matriz arcillosa (5,49%) y cemento siderítico. Las partículas que componen el armazón son subsféricas y subelongadas, angulares (en menor proporción muy angulares), están moderadamente seleccionadas y tienen contactos longitudinales. El grado de bioturbación es moderado, por lo que se reconocen láminas irregulares de menos de 1 mm a máximo 2 mm de espesor, de colores grises olivas claros (5Y 5/2, 5Y 6/1), siendo los tonos más oscuros debidos a mayor concentración de cemento y de líticos metamórficos.

Tabla A3-3. Composición total de granos de las muestras de la Formación Lisama

Identificación de la muestra	Composición total de granos (%)																				Composición normalizada de minerales principales (%)				
	Qmp	Qpe	Qmu	K	P	Lv	Lm	Lp	Ls	Mu	Cl	Bi	Ep	Zr	Gl	Ac	Ru	Tu	Py	Mfo	Total	Q	F	L	Total
PPC 327sd	69,58	4,17	3,33	1,67	0,83	12,92	3,75	0,83	1,66	0,42								0,42	0,42		100	79,39	2,58	18,03	100
PPC 339sd	66,38	5,11	2,98	2,13	0,43	10,21	3,40	2,13	6,81	0,42											100	80,27	2,76	16,97	100
PPC 340sd	66,03	7,63	3,82	0,38	0,38	10,69	5,35	0,76	4,58											0,38	100	81,52	0,80	17,68	100
PPC 331sd	62,67	13,01	3,43	0,34		4,80	10,27	4,45	1,03												100	79,93	0,34	19,73	100
PPC 336sd	53,04	13,04	0,44	1,30	2,61		25,65	1,30	1,30	0,44	0,44									0,44	100	68,30	4,02	27,68	100
PPC 342sd	64,13	0,73	1,09	0,36	0,73		22,10	0,73	6,88	1,09	0,73		1,44								100	73,38	1,21	25,41	100
JRG0603sd	43,60	4,66	20,93	5,81	3,49	1,74	0,58	2,33	0,58	9,30	4,66		1,16	0,58		0,58					100	82,65	11,11	6,24	100
JRG0604sd	25,41	13,81	22,10	13,26	7,73	1,66	2,21	2,21	1,66	4,42	1,66	0,56	1,66			1,66					100	68,10	23,32	8,58	100
JRG0606sd	13,07	14,38	17,65	9,15	3,27	3,27	0,65	6,54	12,42	3,92	0,65	1,36	1,96	2,61	1,36	1,96			2,61		100	63,30	17,43	19,27	100
JRG0607sd	22,22	16,99	22,88	14,38	7,84		4,58	0,65	0,65	6,54	1,36	0,65				1,36					100	68,85	24,63	6,52	100

Qmp (cuarzo monocristalino con extinción paralela o recta); Qpe (cuarzo policristalino con cristales equidimensionales); Qmu (cuarzo monocristalino con extinción ondulante); K (feldespato potásico); P (Plagioclasa); Lv (líticos volcánicos); Lm (líticos metamórficos); Lp (líticos plutónicos); Ls (líticos sedimentarios); Mu (moscovita); Cl (Clorita); Bi (Biotita); Ep (epidota); Zr (citrón); Gl (glauconita); Ac (actinolita); Ru (rutilo); Tu (turmalina); Py (pirita); Mfo (microfósiles); Q (cuarzos); F (feldespatos); L (líticos).

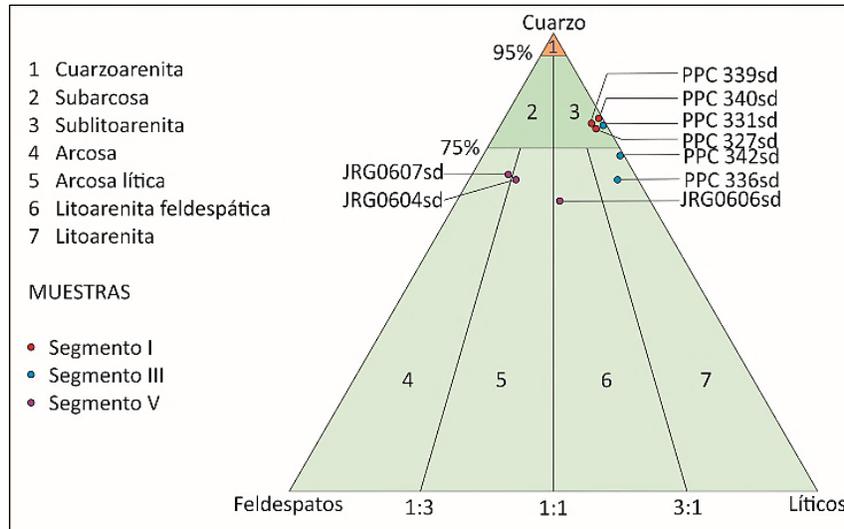


Figura A3-2. Clasificación composicional de las muestras de areniscas de la Formación Lisama. Fuente: diagrama ternario tomado de Folk (1980).

La muestra JRG0603sd corresponde a una lodolita arenosa, con laminación paralela y discontinua que se evidencia por la alternancia de láminas regulares oscuras y claras con bajo grado de bioturbación. Las láminas oscuras predominan en la roca, son lodolitas de colores pardo amarillento pálido (10YR 6/2) y pardo amarillento moderado (10YR 5/4), tienen minerales arcillosos con manchas de óxidos de hierro y en ocasiones caolinita; además contienen granos tamaño limo (30%), arena muy fina (27%), y arena fina (3%). Las láminas claras son de colores gris medio (N5) y gris medio claro (N6), y tienen estos tonos claros debido a la mayor proporción de granos de cuarzo de tamaño limo y arena muy fina (entre 30 y 80 micras); granos que son subelongados y subangulares, con contactos entre ellos, flotantes y puntuales.

La muestra JRG0604sd es una arenisca arcillosa (arcosa lítica), de colores gris verdoso (5GY 6/1) y gris pardo claro (5YR 6/1), de grano fino (en menor proporción desde tamaño limo grueso hasta tamaño arena media), con matriz arcillosa y menor caolinítica (10%), y cemento calcáreo. Los granos son subesféricos a subelargados, subredondeados, están moderadamente seleccionados y tienen contactos puntuales y flotantes. Presenta grado de bioturbación moderado, en el que se reconoce laminación incipiente, fina y difusa (láminas irregulares), caracterizada por alineamiento de granos subelargados y elongados.

La muestra JRG0606sd es una arenisca arcillosa (litoarenita feldespática), ocasionalmente con cemento siderítico y calcáreo, tiene grado de bioturbación moderado, localmente alto y exhibe dos sectores, uno claro y otro oscuro homogéneo. El sector claro, dominante en la muestra, se compone de láminas irregulares paralelas de colores gris claro (N6) y gris verdoso claro (5G 8/1), tiene mayor contenido de granos, con tamaños que van desde limo a arena gruesa, subelargados a subesféricos,

subredondeados, pobremente calibrados.

Tabla A3-4. Clasificación textural y composicional de las muestras de la Formación Lisama

Segmento	Identificación de la muestra	Clasificación textural	Clasificación composicional
I	PPC 327sd PPC 339sd PPC 340sd	arenisca	sublitoarenita
III	PPC 331sd PPC 336sd PPC 342sd		arenisca limosa
V	JRG0603sd	lodolita arenosa	
	JRG0604sd	arenisca	arcosa lítica
	JRG0606sd	arcillosa	litoarenita feldespática
	JRG0607sd	arenisca lodosa	arcosa

El sector oscuro, de colores pardo pálido (5YR 5/2) y pardo moderado (5YR 4/4), se caracteriza por mayor contenido de matriz arcillosa (35%), óxidos de hierro, y materia orgánica, tiene granos tamaño arena muy fina y fina, subesféricos, subangulares.

La muestra JRG0607sd es una arenisca lodosa (arcosa), de colores gris verdoso (5G 6/1) y gris oliva claro (5Y 6/1), de grano fino, con matriz arcillosa (15%), y cemento ferruginoso. Los granos son subredondeados, subelargados y subesféricos, están moderadamente seleccionados y tienen contactos puntuales y flotantes. En sección delgada se observa muy alto grado de bioturbación y, por la orientación de granos elongados, laminación inclinada poco definida.

De acuerdo con Boggs (2006, pp. 147-148), los cementos

siderítico y ferruginoso precipitan durante la eogénesis (diagénesis temprana), y el cemento de calcita precipita durante la mesogénesis (en enterramiento más profundo con condiciones mayores de temperatura y la presión). Durante la telogénesis (diagénesis tardía o de levantamiento de sedimentos previamente enterrados), ocurre oxidación de algunos cementos. Estos autores también mencionan que durante la eogénesis ocurren los sobrecrecimientos de cuarzo.

Los granos totales identificados en las muestras petrográficas de la Formación Lisama (tabla A3-3), corresponden a minerales principales (cuarzos y feldespatos), fragmentos de rocas (líticos volcánicos, metamórficos, plutónicos y sedimentarios), minerales secundarios (micas), y minerales accesorios (circón, turmalina, rutilo, clorita, epidota, anfíbol, glauconita y piritita).

Cuarzos

Los cuarzos son monocristalinos con extinción paralela o recta (Qmp), monocristalinos con extinción ondulante (Qmu), y policristalinos con cristales equidimensionales (Qpe, figuras A3-3a, A3-3b, A3-4a y A3-4b). Los cuarzos policristalinos identificados, en secciones delgadas, corresponden únicamente a granos formados por más de tres unidades cristalinas (no se encontraron cuarzos de 2 o 3 unidades cristalinas), según los tipos de cuarzo detrítico definidos por Tortosa et al. (1988), para diferenciar áreas fuente de sedimentos.

Los cuarzos monocristalinos con extinción paralela (Qmp), se presentan principalmente con tamaños de arena fina y muy fina, con formas subesféricas y subelongadas, bordes subangulares y angulares, y contactos longitudinales. En la muestra PPC 342sd hay, además, cuarzos con bordes muy angulares.

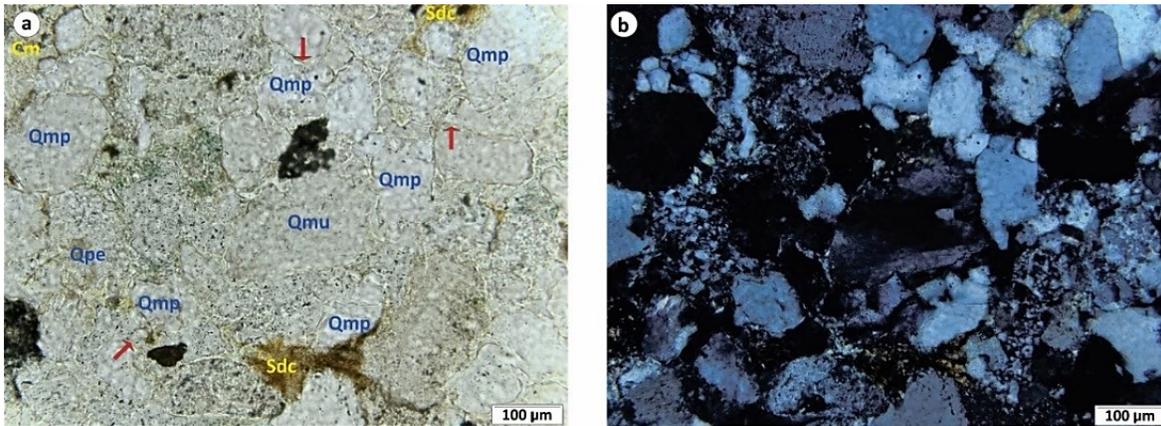


Figura A3-3. Fotografías de sublitoarenita de grano fino, tomadas con nicoles paralelos (a), y cruzados (b). Nótese los tipos de cuarzo monocristalino con extinción paralela (Qmp), monocristalino con extinción ondulante (Qmu), y policristalino con cristales equidimensionales (Qpe), en su mayoría con formas subesféricas y bordes subangulares y angulares. Se observa matriz arcillosa (Cm), cemento siderítico (Sdc), con principios de oxidación, y sobrecrecimientos de cuarzo (flechas rojas). Muestra PPC 331sd.

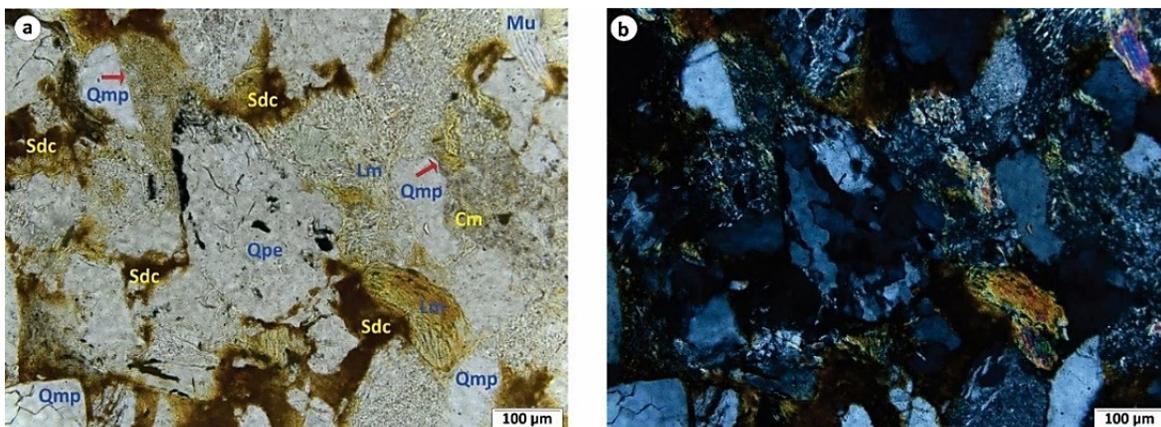


Figura A3-4. Fotografías de litoarenita de grano fino, tomadas con nicoles paralelos (a), y cruzados (b). Obsérvese el cuarzo policristalino con cristales equidimensionales (Qpe), deformado tectónicamente (orientación preferente de los cristales), y los cuarzos monocristalinos con extinción paralela (Qmp); además de los líticos metamórficos (Lm), y la moscovita (Mu). Se observa cemento siderítico (Sdc), oxidado, matriz arcillosa (Cm), y sobrecrecimientos de cuarzo (flechas rojas). Muestra PPC 336sd.

Los cuarzos monocristalinos con extinción ondulosa (Qmu), se presentan principalmente con tamaños de arena fina y muy fina, formas subesféricas, esféricas y subelongadas, bordes subangulares y angulares, y contactos longitudinales. En la muestra PPC 342sd, también hay cuarzos de este tipo, con tamaños de limo grueso y bordes muy angulares. Los cuarzos policristalinos con cristales equidimensionales (Qpe), tienen tamaños de arena fina y muy fina, con formas subesféricas, bordes subangulares y angulares, y contactos longitudinales.

Feldespatos

Los feldespatos incluyen feldespatos potásicos y plagioclasas. Los feldespatos potásicos se presentan principalmente con tamaños de arena fina y muy fina, con formas subelongadas y subesféricas, bordes angulares y subangulares, y contactos longitudinales. Se identifican microclinas con exfoliación perfecta y maclado en enrejado (figuras A3-5a y A3-5b).

Las plagioclasas se presentan principalmente con tamaños de arena fina, muy fina y media, y limo medio y grueso, formas elongadas, subelongadas y subesféricas, bordes angulares y subangular y contactos longitudinales (figura A3-6a). Las plagioclasas muestran, en su mayoría, exfoliación perfecta y maclas polisintéticas (figura A3-6b).

Fragmentos de rocas

Corresponden a fragmentos líticos volcánicos (Lv), fragmentos líticos metamórficos (Lm), fragmentos líticos sedimentarios (Ls), y fragmentos líticos plutónicos (Lp). Los líticos volcánicos son de tamaños de arena fina y muy fina, con formas subesféricas y subelongadas, bordes angulares y muy angulares y contactos longitudinales. Con nicoles cruzados exhiben una matriz afanítica de color negro o gris oscuro con microcristales blancos y grises claros (posiblemente de plagioclasas).

Los líticos metamórficos se presentan principalmente con tamaños de arena fina y muy fina, con formas elongadas y subelongadas, bordes muy angulares a angulares y contactos longitudinales entre granos (figura A3-7a). Con nicoles cruzados, muestran buena exfoliación (figura A3-7b). Los líticos sedimentarios, corresponden a fragmentos de chert con tamaños desde arena muy fina hasta media, de formas subesféricas, bordes subangulares, angulares y muy angulares, y contactos longitudinales (figuras A3-8a y A3-8b).

Micas

Las micas incluyen moscovitas y biotitas. Las moscovitas se presentan con tamaños de arena fina y muy fina, formas elongadas y subelongadas, bordes angulares y muy angulares, y contactos longitudinales. Las biotitas se presentan principalmente con tamaños de arena muy fina, fina y media, formas elongadas, bordes angulares, y contactos longitudinales (figuras A3-9a y A3-9b).

Minerales accesorios

Los minerales accesorios corresponden a granos de circón, turmalina, rutilo, clorita, epidota, anfíbol, glauconita y pirita. Los circones se presentan con tamaños de limo grueso y arena muy fina, con formas subesférica, esférica y subelongada, bordes redondeados, subredondeados y angulares, y contactos longitudinales (figuras A3-10a y A3-10b). Las turmalinas se presentan con tamaños de arena fina y limo grueso, con formas esféricas, bordes angulares, y contactos longitudinales (figuras A3-10c y A3-10d). Los rutilos son escasos, solo se reconocieron en la placa JRG0606sd, se presentan con tamaños arena muy fina y arena fina, formas subelongadas, bordes subangulares y contactos flotantes y tangenciales.

Las cloritas se presentan con tamaños de arena fina y limo grueso, con formas subelongadas, elongadas y subesféricas, bordes angulares y muy angulares, y contactos longitudinales (figuras A3-10e y A3-10f). Los anfíboles corresponden a actinolita y tremolita, que ocurren normalmente con tamaños de limo grueso y arena muy fina, con formas subesféricas, subelongadas y elongadas, bordes subangulares y angulares, y contactos longitudinales (figuras A3-11a y A3-11b).

Las epidotas se presentan con tamaños de arena fina y arena media, formas esféricas y subesféricas, bordes subangulares, y contactos tangenciales y longitudinales (figuras A3-11c, A3-11d, A3-11e y A3-11f). Las glauconitas se presentan con tamaños de arena fina y muy fina, formas subelongadas y subesféricas, bordes subredondeados y redondeados, y contactos flotantes y tangenciales. Las piritas se encuentran en la placa JRG0606sd, se presentan con tamaños limo grueso y arena muy fina, formas subesféricas, bordes angulares y subangulares, y contactos flotantes y tangenciales.

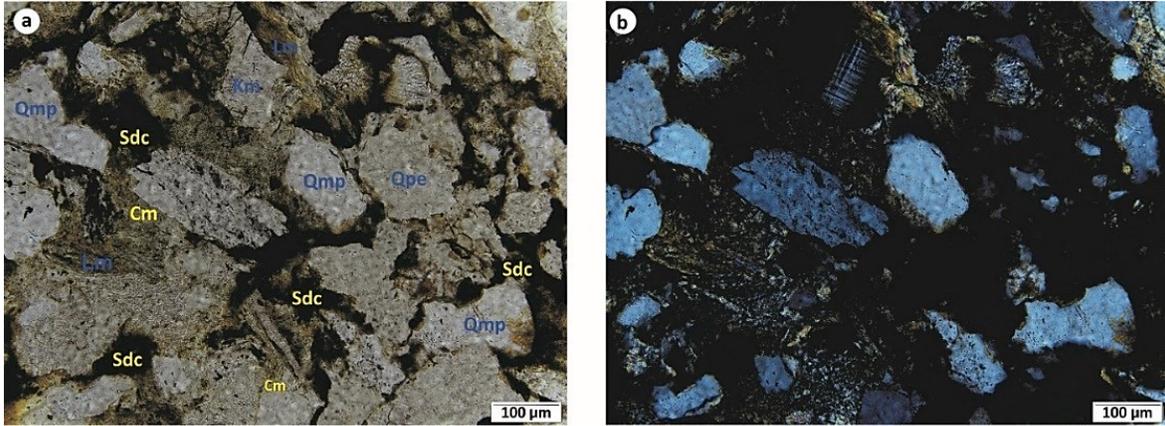


Figura A3-5. Fotografías de litoarenita de grano fino, tomadas con nicoles paralelos (a), y cruzados (b). Nótese la microclina (Km), los cuarzos monocristalinos con extinción paralela (Qmp), el cuarzo policristalino con cristales equidimensionales (Qpe), y los líticos metamórficos (Lm). Se observa cemento siderítico (Sdc), oxidado, y matriz arcillosa (Cm). Muestra PPC 336sd.

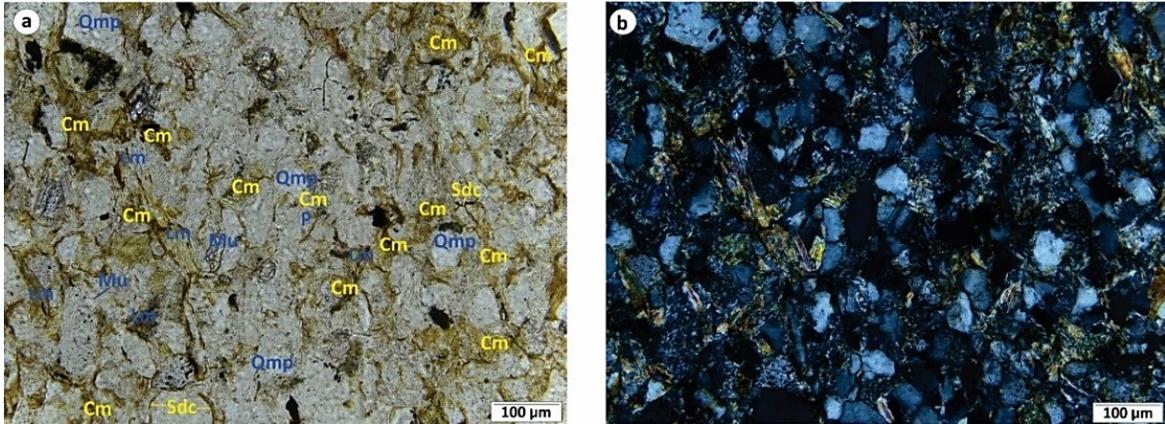


Figura A3-6. Fotografías de sublitoarenita de grano muy fino, tomadas con nicoles paralelos (a), y cruzados (b). Nótese la plagioclasa (P), los cuarzos monocristalinos con extinción paralela (Qmp), los líticos metamórficos (Lm), y las moscovitas. Se observa matriz arcillosa (Cm), y cemento siderítico (Sdc). Muestra PPC 342sd.

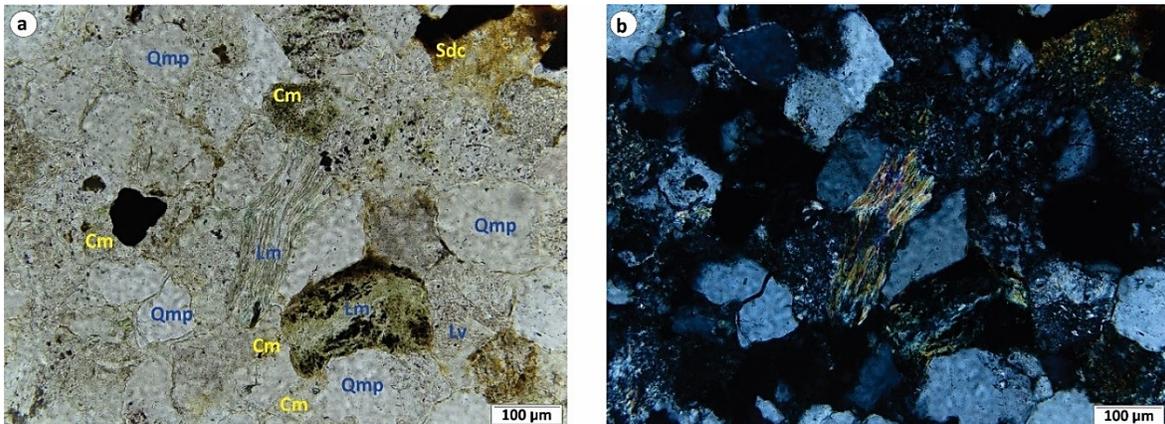


Figura A3-7 Fotografías de sublitoarenita de grano fino, tomadas con nicoles paralelos (a), y cruzados (b). Nótese los líticos metamórficos (Lm), los cuarzos monocristalinos con extinción paralela (Qmp), y el lítico volcánico (Lv). Se observa matriz arcillosa (Cm), y cemento siderítico (Sdc). Muestra PPC 331sd

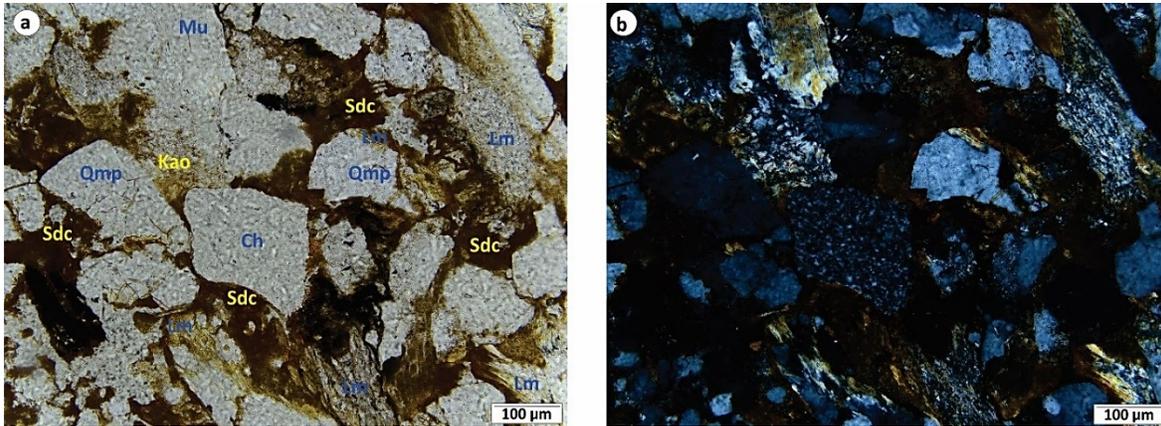


Figura A3-8. Fotografías de litoarenita de grano fino, tomadas con nicolites paralelos (a), y cruzados (b), para resaltar la presencia de chert (Ch), y cuarzoes monocristalinos con extinción paralela (Qmp), líticos metamórficos (Lm), moscovita (Mu), y caolín (Kao). Se observa cemento siderítico (Sdc), oxidado. Muestra PPC 336sd.

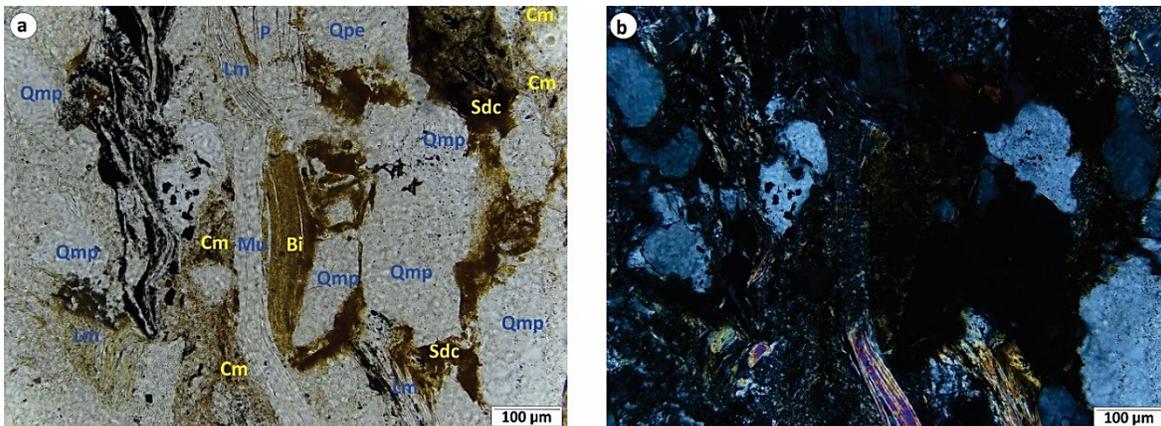


Figura A3-9. Fotografías de litoarenita de grano fino, tomadas con nicolites paralelos (a), y cruzados (b). Nótese la moscovita (Mu), la biotita (Bi), los cuarzoes monocristalinos con extinción paralela (Qmp), y policristalinos con cristales equidimensionales (Qpe), los líticos metamórficos (Lm), y la plagioclasa (P). Se observa matriz arcillosa (Cm), y cemento siderítico (Sdc), oxidado. Muestra PPC 336sd.

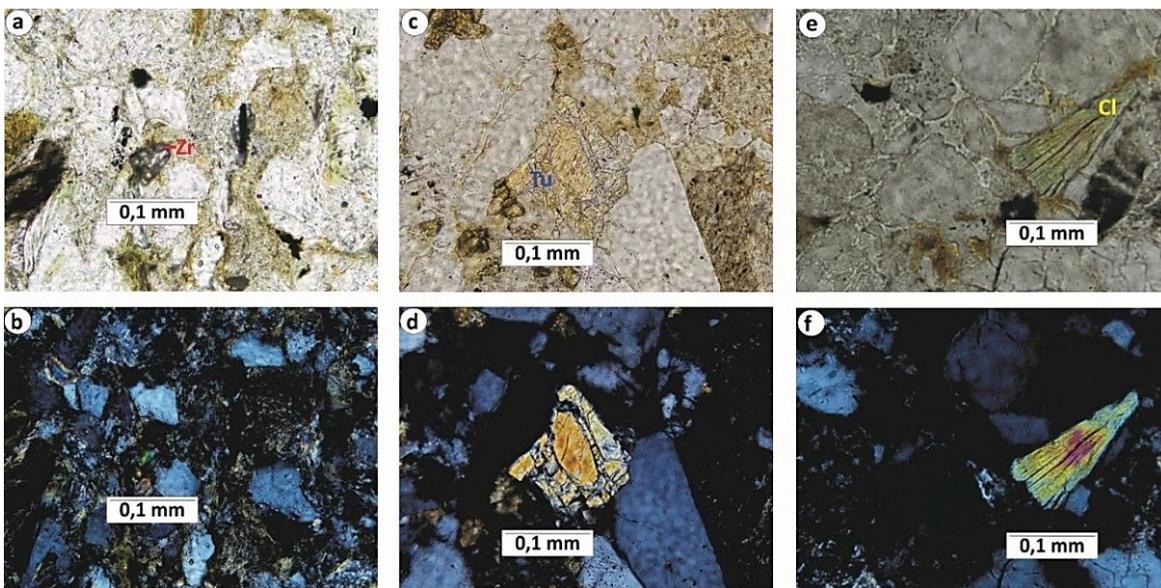


Figura A3-10. Fotografías tomadas con nicolites paralelos (a, c, e), y cruzados (b, d, f). En (a y b), obsérvese el grano de Circón (Zr), en litoarenita de grano muy fino (muestra PPC 342sd). En (c y d), los cristales de turmalina (Tu), en sublitoarenita de grano fino (muestra PPC 327sd), tienen color de interferencia naranja de 2° orden. En (e y f), la partícula de clorita (Cl), en sublitoarenita de grano fino (muestra PPC 331sd), tienen colores de interferencia púrpura, amarillo-marrón y verdoso-azulado de 1° orden, anómalos.

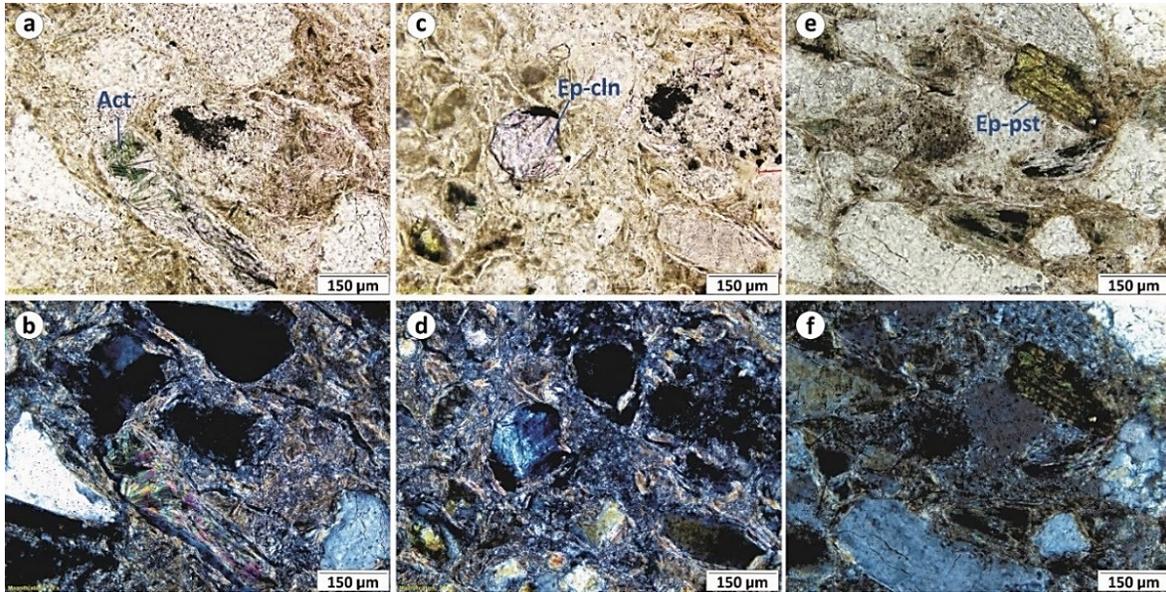


Figura A3-11. Fotografías de litoarenita feldespática con nicoles paralelos (a, c, e), y cruzados (b, d, f). Se observa actinolita (Act), en formas aciculares (a y b); y epidotas con sus variedades clinozoisita (Ep-cln), en (c y d); y pistacita (Ep-pst), con su color verdoso característico (e y f). Muestra JRG0606sd.