



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

Anexo 2

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 2. Descripción estratigráfica de la Formación Lisama

La unidad se dividió en cinco segmentos estratigráficos numerados I, II, III, IV y V, siendo los segmentos II y IV tramos cubiertos. Los segmentos I, III y V, se subdividieron en 24 intervalos estratigráficos nombrados con las letras desde la A hasta la X. El estudio de la geometría de las capas, las estructuras internas y las características litológicas de las rocas de la Formación Lisama llevó a la identificación de facies sedimentarias (tabla A2-1). La figura A2-2 corresponde a las convenciones contenidas en las figuras que representan las columnas estratigráficas de los segmentos de la Formación Lisama mostradas abajo (figuras A2-1, A2-3 y A2-4).

Intervalo A (0-20,5m). Es principalmente arenoso y se caracteriza porque alternan areniscas en capas muy gruesas con conjuntos representados por intercalaciones de areniscas y arcillolitas en capas delgadas a medianas. Este intervalo inicia en areniscas y a partir del metro 8,3 se presentan interposiciones con arcillolitas, presentándose lodolitas hacia la parte superior. Las areniscas tienen colores grises y naranjas, se disponen en capas muy gruesas, canaliformes con estructuras internas como estratificación cruzada plana (facies Acp) y cruzada en artesa (facies Aca). También se observan capas gruesas y medianas, tabulares con laminación cruzada en artesa (facies Aca), y laminación ondulosa (facies Ao).

Tabla A2-1. Facies sedimentarias de la Formación Lisama

Litología y estructuras sedimentarias primarias	Facies
Areniscas (A), con estratificación cruzada en artesa (ca), cruzada plana (cp), inclinada plana (ip), inclinada tangencial (it), sigmoidal (s), de inclinada de bajo ángulo (b), plana paralela (h), o con laminación cruzada en artesa (r), ondulosa (o), inclinada tangencial (it), suavemente ondulosa (ho), o macizas (m).	Aca, Acp, Aip, Ait, As, Ab, Ah, Ar, Ao, Am
Arcillolitas y lodolitas (F), arcillolitas y lodolitas arenosas (FA), arcillolitas y lodolitas carbonosas (FC), y limolitas (L), macizas (m), o con laminación ondulada u ondulosa (o), lenticular (l), suavemente ondulosa (ho), paralela (la), o con raíces (rz), o con estratificación lenticular (l), o paleosuelos (P).	Fm, FCm, FAm, Fo, FCo, FAo, Lo, Fl, FAI, Fho, Fla, Frz, P
Limolitas (L), y limolitas arenosas (LA), con laminación ondulosa (o), laminación inclinada tangencial (it), laminación suavemente ondulosa (ho), o macizas (m).	Lo, LAo, LAit, Lho, Lm

Segmento I

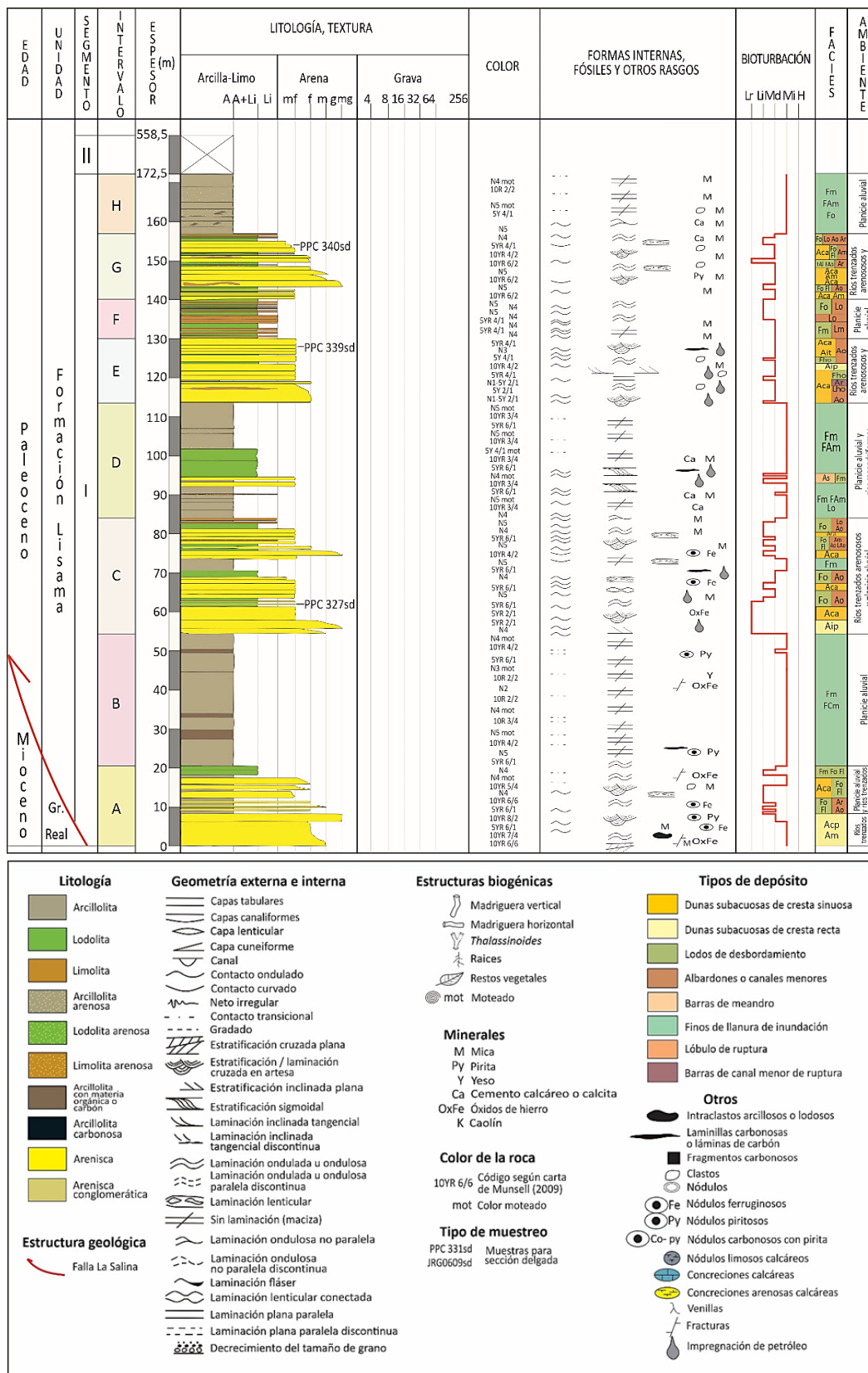


Figura A2-1. Columna estratigráfica del segmento I de la Formación Lisama. Intervalos A, C, E y G, predominantemente arenosos, e intervalos B, D, F y H, principalmente arcillosos, lodosos y limosos. Figura A2-2. Convenciones para la sección estratigráfica de la Formación Lisama.

Las areniscas son de grano muy fino a grueso, moderadamente seleccionado, tienen matriz lodosa en proporciones variables desde 5% hasta 20%. Algunas capas son granodecrecientes desde grano medio en la base a fino en la parte superior o desde grano fino en la base a muy fino en la parte superior. Estas muestras intraclastos arcillosos y, ocasionalmente, nódulos ferruginosos, costras ferruginosas en los contactos y óxidos de hierro. Las observaciones con lupa de mano las clasifica como subarcosas (cuarzo 75-90%, feldespatos 7-15% y líticos 3-10%) y cuarzoarenitas (cuarzo 96%, feldespatos 3% y líticos 1%).

Las arcillolitas son grises, se presentan en capas tabulares y subtabulares, tienen espesores desde delgado hasta grueso, y muestran laminación ondulada u ondulosa (facies Fo) y lenticular (facies Fl). Algunas capas contienen lentes alargados y muy delgados de arenisca (facies Fl). La lodolita es de color gris moteada de color pardo y forma una capa muy gruesa, tabular, con laminación ondulosa (facies Fo); contiene algunos lentes limosos de espesor delgado y muy delgado (facies Fl).

Intervalo B (20,5-54,7m). Se compone de arcillolitas con interposiciones de arcillolitas con materia orgánica, y se disponen en capas muy gruesas y gruesas con contactos transicionales entre ellas. Las arcillolitas son de colores grises generalmente moteadas de color pardo rojizo o rojizo, se presentan en capas tabulares, macizas (facies Fm), localmente con láminas finas de carbón, y nódulos de piritita u óxidos de hierro. Las arcillolitas con materia orgánica son de colores gris oscuro y negro, algunas moteadas de color rojizo, y contienen las de color negro mayor cantidad de materia orgánica. Estas ocurren en capas tabulares, muy gruesas y gruesas, macizas (facies FCm), localmente tiene nódulos piritosos y yeso acicular.

Intervalo C (54,7-84,2m). Es principalmente arenoso y está representado por areniscas dispuestas en capas de espesor desde delgado hasta muy grueso, que alternan con limolitas, limolitas arenosas, lodolitas y arcillolitas en capas de espesor muy delgado a muy grueso con las cuales forman sucesiones granodecrecientes.

Las areniscas son de colores grises, pardos y naranjas, se presentan en capas tabulares, canaliformes, subtabulares y lenticulares, tienen estratificación inclinada plana (facies Aip), estratificación cruzada en artesa (facies Aca), laminación ondulosa (facies Ao), y laminación cruzada en artesa (facies Ar). Estas rocas varían texturalmente, desde areniscas de grano muy fino hasta areniscas de grano grueso, bien y moderadamente seleccionado, con matriz lodosa que varía de 5% a 25%, tienen micas, nódulos ferruginosos y laminillas carbonosas hacia la base. Las observaciones con lupa de mano las clasifica como subarcosas (cuarzo 85-90%, feldespatos 8-10% y líticos 0-6%) y cuarzoarenitas (cuarzo

95-98%, feldespatos 1-5% y líticos 1-2%). En sección delgada una muestra se clasificó como sublitoarenita (muestra PPC 327sd en anexo 3).

Las limolitas son de color gris pardusco, se presentan en capas tabulares, muy delgadas y delgadas, exhiben laminación ondulosa (facies Lo) y con frecuencia óxidos de hierro. Las limolitas arenosas son de color pardo amarillento pálido, se presentan en capas tabulares, de espesor mediano y grueso, con laminación ondulosa (facies LAo). Existen limolitas con cemento calcáreo, de color gris medio y forman capas tabulares, medianas, con laminación ondulosa (facies Lo).

Las lodolitas son grises, forman capas tabulares, de espesor que varía desde muy delgado hasta muy grueso, presentan laminación ondulada (facies Fo), definida por láminas muy delgadas y delgadas limoso-arenosas. También muestran laminación ondulosa paralela y no paralela (facies Fo), a veces con lentes limoso-arenosos (facies Fl).

Las arcillolitas son grises, algunas moteadas de color morado, se disponen en capas de espesor delgado, grueso y muy grueso, tabulares, muestran laminación lenticular (facies Fl), definida por lentes de limolitas, y laminación ondulosa no paralela (facies Fo).

Intervalo D (84,2-112,9m). Se trata de una sucesión de arcillolitas, arcillolitas arenosas y lodolitas, dispuestas en capas gruesas y muy gruesas, tabulares con contactos transicionales entre ellas. También se presentan, con menor frecuencia, areniscas en capas muy gruesas y gruesas, tabulares con contactos ondulados neto.

Las arcillolitas, algunas arenosas, son de colores grises, generalmente moteadas de color pardo rojizo oscuro, forman capas muy gruesas y gruesas, sin estructura interna visible tanto en las arcillolitas (facies Fm), como en las arcillolitas arenosas (facies FAm). Hacia la parte inferior del intervalo se interponen, de manera esporádica, limolitas con cemento calcáreo, dispuestas en capas onduladas de espesor muy delgado y delgado (facies Lo).

Las areniscas son de color gris y se presentan en capas de espesor muy grueso y grueso, tabulares, con estratificación sigmoidal (facies As). Las rocas son texturalmente areniscas de grano muy fino, bien seleccionado, tienen matriz lodosa menor a 10%, cemento calcáreo, micas y láminas lodosas carbonosas. Las observaciones con lupa de mano las clasifica como subarcosas (cuarzo 90%, feldespatos 6% y líticos 4%).

Las lodolitas son grises moteadas de color pardo rojizo, se presentan en capas muy gruesas, tabulares y sin estructura interna visible (facies Fm). La arcillolita arenosa es de color gris moteada de color pardo rojizo oscuro, forma una capa muy gruesa tabular y macizas (facies FAm).

Intervalo E (112,9-130m). La parte inferior (112,9-119,7m) presenta una arenisca de color negro a negro oliva (por impregnación de hidrocarburo), dispuesta en una capa muy gruesa, tabular a canaliforme, con estratificación cruzada en artesa difusa (facies Aca). Esta capa está limitada en la base por areniscas y lodolitas en capas medianas, subtabulares, con laminación ondulosa (facies Ao) y suavemente ondulosa (facies Fho), respectivamente, y en la parte superior por capas medianas, tabulares, de limolitas con laminación suavemente ondulosa (facies Lho), lodolitas con laminación suavemente ondulosa (facies Fho) y areniscas con laminación cruzada en artesa difusa (facies Ar).

La parte media (119,7-124,4m) está compuesta por areniscas de colores negro grisáceo y negro pardusco (por impregnación de hidrocarburo) y gris oliva, que forman capas gruesas y muy gruesas, tabulares, con estratificación cruzada en artesa (facies Aca) y estratificación inclinada plana difusa (facies Aip). A estas se le superponen lodolitas de color gris pardusco, que forman una capa gruesa, tabular, con laminación suavemente ondulosa (facies Fho).

En la parte superior (124,4-130m) se presentan principalmente areniscas de colores gris oliva y gris pardusco, dispuestas en capas medianas a muy gruesas, tabulares, con estratificación inclinada tangencial (facies Ait), y esporádicamente una capa mediana, tabular, de lodolita con laminación suavemente ondulosa (facies Fho).

Las observaciones con lupa de mano sólo permiten determinar en las areniscas cerca de 90% de cuarzo (único mineral visible por la impregnación de hidrocarburo). En sección delgada una muestra se clasificó como sublitoarenita (muestra PPC 339sd en anexo 3).

Intervalo F (130-140,3m). Está constituido por lodolitas y limolitas dispuestas en estratos tabulares con contactos ondulados. Las lodolitas son de color gris, se presentan en capas muy gruesas a muy delgadas, macizas (facies Fm) o con laminación ondulosa (facies Fo). Las limolitas son de color gris, forman capas muy delgadas y delgadas con laminación ondulosa (facies Lo) o son macizas (facies Lm).

Intervalo G (140,3-156,4m). Está constituido por areniscas dispuestas en capas que forman conjuntos muy gruesos (tramos 140,3-142,1 m; 143,8-148 m; 150-151,7 m; y 152,5-154,6 m), y en los 6,3 m metros restantes se alternan lodolitas, a veces arenosas, y limolitas, con esporádicas areniscas. Los contactos de las capas son ondulados o curvados. Las areniscas son de colores pardos y grises, forman capas canaliformes y tabulares, medianas a muy gruesas, internamente muestran estratificación cruzada en artesa (facies Aca), laminación cruzada en artesa (facies Ar) y

laminación ondulosa (facies Ao). Texturalmente son areniscas de grano muy fino y fino, bien seleccionado y areniscas de grano grueso y medio, moderadamente seleccionado, tiene matriz lodosa (a veces ferruginosa), cercana a 10%. Algunas capas contienen clastos de 1 a 6 cm de diámetro o lentes de menos de 1 cm de espesor, de lodolitas de color pardo moderado. Las observaciones con lupa de mano las clasifica como subarcosas (cuarzo 90%, feldespatos 6% y líticos 4%) y sublitoarenitas (cuarzo 95% y líticos 5%). En sección delgada una muestra se clasificó como sublitoarenita (muestra PPC 340sd en anexo 3).

Las lodolitas, a veces arenosas, son de colores gris y gris pardusco, ocurren en capas muy delgadas a muy gruesas, tabulares, con laminación ondulosa (facies Fo y facies FAo) y laminación lenticular (facies FAI). Algunas de las lodolitas contienen lentes de areniscas grises, de grano muy fino o lentes de limolitas grises (facies FI), los cuales a veces forman ondulitas. Las limolitas son de color gris medio, forman capas delgadas, tabulares con laminación ondulosa (facies Lo).

Intervalo H (156,4-172,5m). Está formado por arcillolitas y arcillolitas arenosas intercaladas. Las arcillolitas son grises moteadas de color rojizo, se presentan en capas muy gruesas, macizas (facies Fm) y localmente muestran laminación ondulosa (facies Fo). Las arcillolitas arenosas son grises moteadas de color rojizo, ocurren en capas muy gruesas, macizas (facies FAm), y muestran fragmentos de lodolitas carbonosas de color gris oscuro.

Intervalo I (558,5-576,5m). Está compuesto por arcillolitas de colores negros grisáceos y grises, algunas moteadas de colores pardo rojizo, morado o rojo y, debido a meteorización, toman colores blancos y naranjas. Las rocas se disponen en capas muy gruesas y gruesas, con contactos transicionales, y son macizas (facies Fm). Intervalo J (576,5-609,7m). Constituido por arcillolitas, lodolitas, areniscas y menos frecuente limolita arenosa, las cuales muestran superficialmente, por meteorización, color naranja (las rocas de textura más fina) y color blanco (las areniscas). Estas rocas forman secuencias granodecrecientes, gradando hacia arriba de arenisca a lodolita y a arcillolita, o de arenisca a lodolita o arcillolita.

Las arcillolitas son grises moteadas de color rojizo, pardo rojizo o morado, se presentan en capas gruesas y muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm). Algunas son arcillolitas arenosas (facies FAm), y otras tienen lentes delgados arenosos (facies FI), calcáreos, de color pardo rojizo oscuro. Se presentan ocasionalmente óxidos de hierro y madrigueras verticales limoso-arenosas.

Segmento III

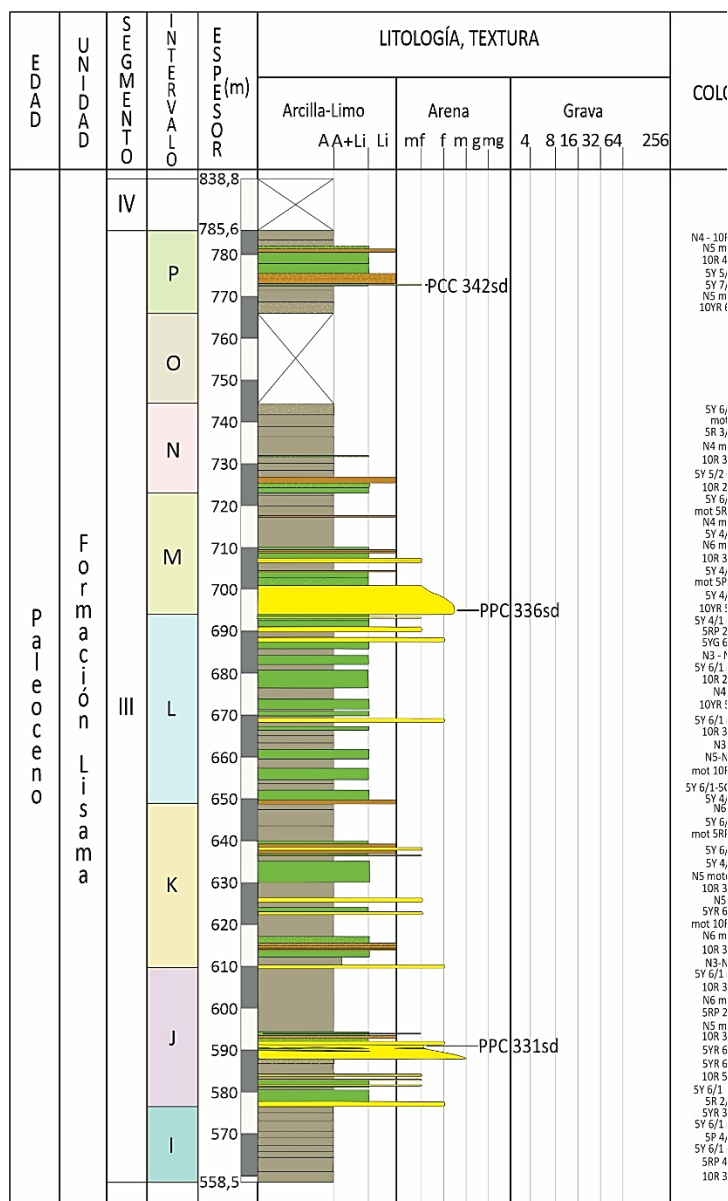


Figura A2-3. Columna estratigráfica del segmento III de la Formación Lisama . Intervalos J y M con capas de arenisca de gran espesor.

Las areniscas son de colores grises y pardos rojizos, forman capas delgadas a muy gruesas, tabulares o canaliformes, con estratificación cruzada en artesa (facies Aca), laminación ondulosa (facies Ao) y laminación inclinada tangencial (facies Ait). Estas rocas son de textura variable, desde grano muy fino hasta grano medio, bien seleccionado, con matriz lodosa entre 5% y 20%, y cemento calcáreo y siderítico (este último visto en la sección delgada de una muestra).

Algunas capas tienen hacia la base y paralelas a la estratificación, nódulos y costras ferruginosas, otras presentan láminas carbonosas delgadas e intraclastos lodosos con tamaños desde pocos

centímetros hasta algo más de 10cm, a veces carbonosos con pirita diseminada o en nódulos. Las observaciones con lupa de mano las clasifica como sublitoarenitas (cuarzo 90-95% y líticos 5-10%). En sección delgada una muestra se clasificó como sublitoarenita (muestra PPC 331sd en anexo 3).

Las lodolitas, algunas arenosas, son grises moteadas de color pardo rojizo, ocurren en capas medianas a muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm y facies FAM) o con lentes arenosas (facies Fl), a veces calcáreos. Ocasionalmente muestran concreciones calcáreas elipsoidales o nódulos limosos calcáreos de tamaños centimétricos. La limolita arenosa es de color gris oliva claro, forma una capa gruesa, tabular, con laminación inclinada tangencial (facies LAit).

Intervalo K (609,7-649m). Está constituido por arcillolitas y lodolitas, algunas con cemento calcáreo, y menos frecuente por limolitas con cemento calcáreo y areniscas. Las arcillolitas son de colores gris, pardo, negro grisáceo y negro, a veces moteadas de color pardo rojizo o morado, y se presentan en capas medianas a muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm). Algunas de estas rocas muestran lentes limosos calcáreos, delgados a medianos (facies Fl), y otras son carbonosas y ocasionalmente piritosas. En la parte media y superior del intervalo, se observan algunas arcillolitas con venas de yeso de color pardo claro, con espesores de 2mm a 10mm, alcanzando excepcionalmente los 15cm de espesor.

Las lodolitas, algunas arenosas, son grises moteadas de color pardo rojizo o morado, ocurren en capas medianas a muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm y facies FAM) y, ocasionalmente, muestran madrigueras verticales y venas de yeso hasta de 1 cm de espesor. Las lodolitas con cemento calcáreo son de color gris azulado, ocurren en capas delgadas y medianas, tabulares, con laminación ondulosa (facies Fo).

Las limolitas calcáreas y limolitas arenosas calcáreas son de colores gris y gris verdoso, respectivamente, se presentan en capas delgadas y medianas, tabulares, con laminación ondulosa (facies Lo, facies FAo). Las lodolitas arenosas calcáreas son de color gris medio azulado, ocurren en capas delgadas y medianas, tabulares, con laminación ondulosa (facies FAo).

Las areniscas son de colores grises y pardos, se presentan en capas delgadas y medianas, tabulares, con laminación ondulosa (facies Ao), o macizas (facies Am). Texturalmente son areniscas de grano fino o muy fino, bien seleccionado, con matriz lodosa menor a 10%. Las observaciones con lupa de mano las clasifica como sublitoarenitas (cuarzo 90-94%, feldespatos 2-3% y líticos 4-7%).

Intervalo L (649-694,1m). El intervalo comienza con una capa de limolita y le siguen arcillolitas y lodolitas, en ocasiones carbonosas, con intercalaciones de areniscas. Los contactos entre

arcillolitas y lodolitas son transicionales, y entre estas con areniscas y limolitas son ondulados netos.

La limolita basal tiene cemento calcáreo, es de color pardo oliva, forma una capa mediana, tabular, con laminación ondulosa (facies Lo). Las arcillolitas son de colores grises y pardos, algunas moteadas de color pardo rojizo o rojizo, se disponen en capas medianas a muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm), o presentan laminación ondulosa (facies Fo). Las lodolitas carbonosas son fisiles, de color negro grisáceo o negro, están dispuestas en capas medianas, tabulares, con laminación ondulosa (facies FCo), contienen algunos restos vegetales y, a veces, lentes de pirita.

Las lodolitas son grises, a veces moteadas de color pardo rojizo o morado, se presentan en capas delgadas a muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm) o con laminación ondulada (facies Fo). Tienen ocasionalmente concreciones calcáreas, irregulares o elipsoidales, de tamaño decimétrico, algunas con pirita. También se presentan lodolitas calcáreas de color gris medio oscuro moteadas de color rojo muy negruzco, macizas (facies Fm), y lodolitas arenosas de color gris oliva moteadas de color morado rojo muy negruzco, macizas (facies FAm). Las lodolitas carbonosas son de colores negro grisáceo y negro, se presentan en capas medianas con laminación ondulosa (facies FCo), y tienen restos vegetales y lentes de pirita.

Las areniscas son de color gris, de grano fino y muy fino, bien seleccionado, con matriz lodosa entre 5% y 15%, están dispuestas en capas medianas y delgadas, tabulares, macizas (facies Am) o presentan laminación ondulosa (facies Ao). Ocasionalmente se observan láminas carbonosas delgadas discontinuas. Las observaciones con lupa de mano las clasifica como sublitoarenitas (cuarzo 87-94%, feldespatos 2-3% y líticos 4-10%).

Intervalo M (694,1-723,1 m). Está compuesto por areniscas, lodolitas, arcillolitas, limolitas y, menos frecuente, lodolita carbonosa. Los contactos entre las areniscas o limolitas y las arcillolitas y lodolitas son ondulados netos y curvados netos, mientras que entre las arcillolitas y lodolitas son transicionales.

Las areniscas son sublitoarenitas y litoarenitas, se presentan en capas delgadas a muy gruesas, de forma canaliforme y tabular, con estratificación cruzada en artesa (facies Aca) y laminación ondulosa (facies Ao). Estas rocas son de grano muy fino a medio, bien seleccionado, con matriz lodosa de 5% a 15% y tienen cemento calcáreo. Hacia la base de la capa canaliforme se observa una red de *Thalassinoides* y costras ferruginosas, además de frecuentes intraclastos de carbón o lodosos, estos últimos a veces carbonosos con pirita. Las observaciones con lupa de mano las clasifica como sublitoarenitas (cuarzo 85-93%, feldespatos 5-7% y líticos 10%). En sección delgada una muestra se clasificó como litoarenita (muestra PPC 336sd en anexo 3).

Las lodolitas son grises, algunas moteadas de color morado,

ocurren en capas medianas a muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm). Algunas de estas son localmente arenosas y macizas (facies FAm).

Las arcillolitas son grises y pardas, algunas moteadas de color pardo rojizo o rojizo, se presentan en capas muy gruesas y gruesas, tabulares, macizas (facies Fm). Localmente se observan concreciones arenosas calcáreas, irregulares y de 60cm de largo y 30cm de ancho. Las limolitas son de colores gris y negro grisáceo, frecuentemente calcáreas, forman capas delgadas a gruesas, tabulares, con laminación ondulosa (facies Lo) o macizas (facies Lm). La lodolita carbonosa es de color negro grisáceo a gris oscuro y exhibe laminación ondulosa no paralela (facies FCo).

Intervalo N (723,1-744,5 m). Está compuesto por arcillolitas y lodolitas, algunas arenosas, y una capa de limolita. Los contactos entre arcillolitas y lodolitas son transicionales, y los contactos de la limolita son ondulados netos. Las arcillolitas y arcillolitas arenosas son de colores gris, rojo, pardo y gris oliva claro, a veces moteadas de color pardo rojizo, rojizo o morado, se presentan en capas muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm) y facies FAm). Ocasionalmente se observan madrigueras verticales y yeso de menos de 1 cm de espesor rellenando fracturas.

Las lodolitas son de color gris oliva claro moteadas de color rojo muy negruzco y las lodolitas arenosas son de color gris, y tienen localmente cemento calcáreo. Estas se presentan en capas medianas a muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm y facies FAm). La limolita es de color gris oliva claro moteada de color pardo rojizo oscuro y se dispone en una capa muy gruesa, tabular, maciza (facies Lm).

Intervalo O (744,5-766,1 m). Tramo cubierto.

Intervalo P (766,1-785,6 m). Está compuesto por arcillolitas, lodolitas y limolitas, algunas arenosas, con interposiciones de arcillolita carbonosa y arenisca. Los contactos entre arcillosas y lodolitas son transicionales y entre estas con limolita o arenisca son ondulados netos. Las arcillolitas y arcillolitas arenosas son de colores oliva, gris a pardo y negro pardusco, a veces moteadas de color rojizo, forman capas medianas a muy gruesas, tabulares, macizas (facies Fm y facies FAm).

Las lodolitas y lodolitas arenosas son de colores gris y gris medio oscuro moteadas de color rojo muy negruzco, se presentan en capas gruesas y muy gruesas, tabulares, con laminación ondulosa (facies Fo) o macizas (facies Fm y facies FAm), y ocasionalmente muestran nódulos ferruginosos hasta de 5 cm de diámetro.

Las limolitas y limolitas arenosas son de colores pardo grisáceo a gris medio oscuro y gris, se presentan en capas medianas y gruesas, tabulares, macizas (facies Lm) o con laminación ondulosa (facies LAo). Ocasionalmente se observan nódulos limosos calcáreos hasta de 6 cm de diámetro.

La arcillolita carbonosa es de color negro, se presenta en capa

mediana, tabular, maciza (facies F_{Cm}) y contiene yeso acicular.

La arenisca es de color gris, de grano muy fino (algunos granos de tamaño limo), bien seleccionado, con matriz lodosa cercana a 5%. Esta roca forma una capa delgada, tabular, con laminación ondulosa (facies A_o). En sección delgada la roca se clasificó como litoarenita (muestra PPC 342sd en anexo 3).

Segmento V

Intervalo Q (838,8-851,9m). Se trata de lodolitas y arcillolitas. Las lodolitas son de color gris verdoso pálido, contienen granos flotantes de arena de tamaño muy fino a fino, fragmentos líticos y carbonosos de tamaño arena fina y escasos nódulos de sulfuros oxidados, y forman capas muy gruesas macizas (facies F_m). Las arcillolitas son de color gris a gris claro, moteadas de colores morado y morado grisáceo, y se disponen en capas muy gruesas a medianas, macizas (facies F_m).

Intervalo R (851,9-867,1m). Conformado por lodolitas y arcillolitas moteadas de colores grises y grises claros, y areniscas hacia la parte inferior y superior del intervalo. En la base aflora una sublitoarenita de color gris verdoso, de grano muy fino, subangular, moderadamente seleccionado, con matriz lodosa 5-10%, dispuesta en una capa gruesa, cuneiforme, con contactos netos, maciza (facies A_m).

A esta arenisca se le superponen arcillolitas macizas (facies F_m), de color gris oscuro a gris medio moteadas de color gris rojizo, que muestran madrigueras horizontales y verticales, algunas de ellas con paredes calcáreas. Por encima ocurre una capa gruesa de lodolita arenosa maciza, de color gris verdoso, con micas detríticas diseminadas (principalmente moscovita) de tamaño limo y arena muy fina, vistas bajo el microscopio petrográfico en la muestra JRG0603sd.

A la sucesión anterior, le siguen lodolitas moteadas de colores grises y grises claros, macizas (facies F_m), que exhiben madrigueras verticales y, superpuestos, lentes medianos de areniscas líticas de colores gris y gris verdoso, de grano muy fino, moderadamente seleccionado, con matriz lodosa y aspecto macizo (facies A_m).

En la parte alta del intervalo se presentan areniscas de color gris verdoso, de grano medio a muy fino hacia arriba, con matriz arcillosa y caolinita (>10%), localmente calcáreas. Estas forman

capas medianas y gruesas, tabulares y cuneiformes, con contactos irregulares en la base y bioturbados en la parte alta. Internamente muestran estratificación cruzada en artesa (facies A_{ca}) y estratificación inclinada tangencial de bajo ángulo (facies A_b) en conjuntos delgados y medianos. La muestra JRG0604sd se clasificó, bajo el microscopio petrográfico, como arcosa lítica.

Intervalo S (867,1-873,8m). Compuesto por lodolitas moteadas de colores grises oscuros y grises claros, que forman capas muy gruesas macizas (facies F_m). En la parte media del intervalo se presentan raíces (facies Fr_z) y madrigueras verticales rellenas de arenisca con cemento calcáreo. Hacia la parte alta del intervalo gradan a arcillolitas grises con superficies de fricción.

Intervalo T (873,8-903,5m). Tramo cubierto.

Intervalo U (903,5-952,8m). Compuesto por arcillolitas de colores gris pardusco claro, gris medio y gris azulado, moteadas de color marrón, las cuales ocurren en capas muy gruesas, tabulares, con contactos netos o transicionales, macizas (facies F_m). Estas rocas muestran raíces (facies Fr_z), localmente laminación paralela difusa (facies Fl_a), y ocasionalmente horizontes de paleosuelos oxidados (facies P). Se presentan interposiciones de lodolitas de colores gris pardusco claro y gris verdoso, moteadas de color gris rojizo, tienen óxidos de hierro en las superficies de fracturas, y se disponen en capas gruesas y muy gruesas, tabulares macizas (facies F_m).

Intervalo V (952,8-1004,7m). Formado por arcillolitas, lodolitas y algunas areniscas intercaladas en la parte media y superior del intervalo. Las arcillolitas son de colores gris verdoso, gris claro y gris azulado, moteadas de color marrón, ocurren en capas muy gruesas, tabulares, macizas (facies F_m), que muestran madrigueras verticales en la parte superior de algunas capas, ocasionalmente raíces (facies Fr_z), y superficies de fricción. Se observan también paleosuelos de espesor mediano, de color gris y gris rojizo (facies P), completamente bioturbados.

Las lodolitas ocurren interpuestas, son de colores gris verdoso, gris medio y gris oscuro, forman capas gruesas, tabulares y lenticulares, con contactos gradados con las arcillolitas, internamente macizas (facies F_m) y, localmente, con laminación paralela difusa (facies Fl_a).

de ellas laminación inclinada de muy bajo ángulo (facies Ab). La capa más inferior es cuneiforme y exhibe laminación ondulada discontinua (facies Ao) y laminación inclinada tangencial de bajo ángulo (facies Ab). Bajo lupa de mano parecen ser arcosas líticas. Las lodolitas son de color gris verdoso, se disponen en capas delgadas y medianas, bioturbadas, de aspecto macizo (Facies Fm).

La parte media la forman dos capas muy gruesas, cuneiformes, con contactos basales irregulares y superiores suavemente ondulados, de areniscas de colores gris claro, y gris verdoso a verde claro. El contacto superior de la capa superior corresponde a una superficie de exposición subaérea, muy compacta, con oxidación intensa de color rojizo. Con lupa de mano parecen corresponder a arcosas líticas. La capa inferior es conglomerática y la fracción arena es de grano medio a grueso en la base y fino en el la parte superior, pobre a moderadamente seleccionado, tiene matriz > 5%, cemento silíceo y calcáreo, y contiene clastos (0,4 - 1 cm de longitud del eje mayor), redondeados, de cuarzo y chert negro, e intraclastos lodosos hacia la base de la capa. Exhibe laminación inclinada plana (facies Aip), e inclinada tangencial de bajo ángulo (facies Ab). La capa superior es de grano grueso en

la base y de grano fino en la parte alta, tiene matriz lodosa (que aumenta hacia la parte superior), cemento silíceo y calcáreo, intraclastos lodosos en la base, pirita, fragmentos carbonosos, venas de calcita y óxidos de hierro.

La parte superior presenta arcillolitas de colores gris oliva claro y gris medio oscuro, moteadas de color rojo grisáceo, se disponen en capas delgadas, medianas y gruesas, tabulares, con contactos netos, macizas (facies Fm) o con laminación plana paralela discontinua (facies Fla). Por encima, ocurre una capa muy gruesa y tabular de lodolita levemente calcárea de color gris oscuro, moteada por raíces (facies Frz), y una capa mediana a gruesa de arenisca cuarzosa de color gris medio, de grano medio, mal seleccionado, con matriz lodosa abundante, cemento silíceo y ferruginoso, y estratificación en artesa (facies Aca), laminación inclinada plana (facies Aip) y laminación inclinada de bajo ángulo y tangencial a la base (facies Ab). Esta capa de arenisca es el límite superior de la Formación Lisama, su techo es una cicatriz de erosión y sobre ella reposa discordantemente una capa canaliforme de areniscas conglomeráticas de la Formación La Paz.