

ESTRATIGRAFIA, FACIES Y DIRECCIONES DE APORTES DE LA FORMACION LUISA EN LA REGION DE ROVIRA, TOLIMA

JAIRO MOJICA¹, ALFONSO HERRERA²

CONTENIDO

Página

RESUMEN	66
SUMMARY	66
1. INTRODUCCION	66
2. SUCCESION LITOLÓGICA	68
2.1. CONJUNTO A	71
2.2. CONJUNTO B	71
2.3. CONJUNTO C	71
3. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	73
3.1. ESTRUCTURAS INORGANICAS	73
3.2. ESTRUCTURAS DE ORIGEN ORGANICO	76
4. AMBIENTE SEDIMENTARIO	76
5. DIRECCIONES DE APORTES	77
6. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS	78
6.1. GEOLOGIA DEL AREA DE APORTES	78
6.2. MARCO TECTONICO Y PALEOGEOGRAFIA	78
7. AGRADECIMIENTOS	79
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79

1) Departamento de Geociencias, Universidad Nacional, Bogotá

2) Enusa Colombiana

RESUMEN

La Formación Luisa (Pre-Payandé Formation de NELSON, 1959) ubicada estratigráficamente entre el Paleozoico Terminal - Triásico inferior, se compone íntegramente de capas rojas (red beds) que incluyen lutitas, limolitas, areniscas feldespáticas y conglomerados polimícticos (cantos de rocas ígneas y neises, principalmente). En la sección tipo - Río Luisa, 5 km al este de Rovira - la parte interior de la secuencia de capas rojas aparece intruida por rocas porfíricas rojizas y oscuras. Por este motivo no puede establecerse, allí, la base original de la Formación Luisa. El espesor mínimo calculado en los alrededores de la sección tipo es de 800 m.

Las características litológicas, las estructuras sedimentarias (estratificación cruzada de varios tipos, estratificación graduada, relleno de paleocanales, ondulitas y megaondulitas, grietas de desecación y "cascos" de lodo, marcas de lluvia y otras) y la ausencia total de fósiles (a excepción de escasos ichnofósiles y bioturbación en algunos estratos) permiten postular un ambiente sedimentario típicamente continental, de llanuras aluviales sometidas a sucesivos períodos de inundación y desecación. Medidas de estratificación cruzada, en las areniscas, y orientación de los ejes mayores de los cantos, en los conglomerados, sugieren una zona de aportes situada al nor-noroeste de los afloramientos estudiados en el Río Luisa.

SUMMARY

The Luisa Formation (referred to by W. NELSON, in 1959) as Pre - Payandé Formation is said to lie stratigraphically between a doubtful terminal Paleozoic below, and a lower Triassic above. It consists entirely of red beds, the which include lutites, siltstones, feldspathic sandstones and polymict conglomerates (of which the clasts are mainly of igneous and gneissoid rocks). In the type section Río Luisa, 5 km East of Rovira - the lower portion of the red bed sequence appears intruded by dark, ruddy, porphyritic rocks. It is due to this last that it has not been possible to establish the original base of the Luisa Formation in this locality. The minimum calculated thickness in the roundabouts of the type section is of 800 m.

The lithological characteristics together with the sedimentary structures (such as cross - bedding of various types, graded bedding, palaeochannel fill, ripple and megaripple marks, desiccation cracks and mud cakes, rain prints) and complete absence of fossils (aport from rare ichnofossils and bioturbation in some strata) allows one to postulata a typically continental sedimentary environment of alluvial plains subjected to successive periods of flooding and draught. Measurements on the sandstone cross-bedding and the orientation of the longest axes of boulders in the conglomerates suggest a sedimentary source to the North-Northeast of the studied outcrops on the Luisa River.

1. INTRODUCCION

La Formación Luisa (= F. Pre-Payandé de NELSON 1957:29) constituye el elemento inferior del Grupo Payandé (HUBACH, 1957:148) y se conoce solamente en localidades situadas sobre el borde occidental del Valle Superior del Magdalena. Se trata de un conjunto sedimentario con las características típicas de las capas rojas, razón por la cual fue denominado originalmente "Pre - Payandé Red Beds" (RENZ, en TRUMPY 1943: Fig. 5).

A cerca de la nomenclatura del Grupo Payandé han surgido diferencias de opinión, según se muestra en la Tabla 1.

RENZ en TRUMPHY (1943)	CRETACICO	MEDIOS	S U E S C U N Y T A B O R D A (1949)	Zona E Zona D	Zona C Zona B Zona A	S e r i e s d e P a y a n d e	T R I A S S I C O	P a y a n d e	P r e - P a y a n d e R e d - B e d s	T R I A S S I C O N o r i a n o	P o s t - P a y a n d e R e d - B e d s	N E L S O N (1957)	P E R M - T R I A S S I C	P a y a n d e F o r m a t i o n	P r e - P a y a n d e F o r m a t i o n	T R I A S S I C O M e d i o	B A R R E R O (1969)	F o r m a t i o n P a y a n d e	F o r m a t i o n P r e - P a y a n d e	J U R A S I C O	P o s t - P a y a n d e F o r m a t i o n	G E Y E R (1973: Fig. 36)	J U R A S I C O	E l S a l i t r e	F o r m a t i o n L u i s a	F o r m a t i o n L u i s a	F o r m a t i o n L u i s a	T R I A S S I C O	I n t e r i o r - M e d i o	C E D I E L , M O J I C A Y M A C I A (en prep.)	J U R A S I C O	S a l d a ñ a	F o r m a t i o n L u i s a	F o r m a t i o n L u i s a	I n t e r i o r - M e d i o	C O R N I A N O	S e g m e n t o P a y a n d e 1	S e g m e n t o P a y a n d e 2	S e g m e n t o P a y a n d e 3	F o r m a t i o n P a y a n d e	F o r m a t i o n L u i s a	P E R M I C O

TABLA 1: Nomenclatura del Grupo Payandé, según varios autores.

Las localidades mejor conocidas son: a) Rfo Luisa al este de Rovira, donde la Formación Luisa está compuesta de areniscas rojas, limolitas violáceas y conglomerados rojizos y grisáceos, con un espesor total cercano a 800 m; b) Rfo Cucuana al sureste de Rovira, donde predominan las areniscas rojas y el espesor es de alrededor de 2.000 m; c) Quebrada La Tigra al noreste de Chaparral, donde se observan conglomerados y areniscas rojas, siendo ésta una región en la que la formación se adelgaza considerablemente. (Fig. 1).

La posición y las relaciones estratigráficas de la Formación Luisa permiten establecer que ella representa, en términos generales, un lapso comprendido entre el Paleozoico terminal y el Triásico medio, ya que suprayace (discordantemente?), al este de Rovira, a sedimentos marinos fosilíferos del Devoniano medio - superior? (FORERO, 1973), e infrayace a rocas calcáreas localmente fosilíferas (Formación Payandé) del Carniano? - Noriano (RENZ en TRUMPY 1943: 1297; GEYER 1973: 14-37; MOJICA en prep).

Se presentan aquí los resultados iniciales de una investigación comenzada a mediados de 1978, patrocinada por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional y Colciencias. Se dan a conocer y se analizan, casi exclusivamente, las observaciones llevadas a cabo, entre el 2 y el 14 de agosto, en la sección del Rfo Luisa y sus alrededores. Otros afloramientos serán visitados en una excursión posterior.

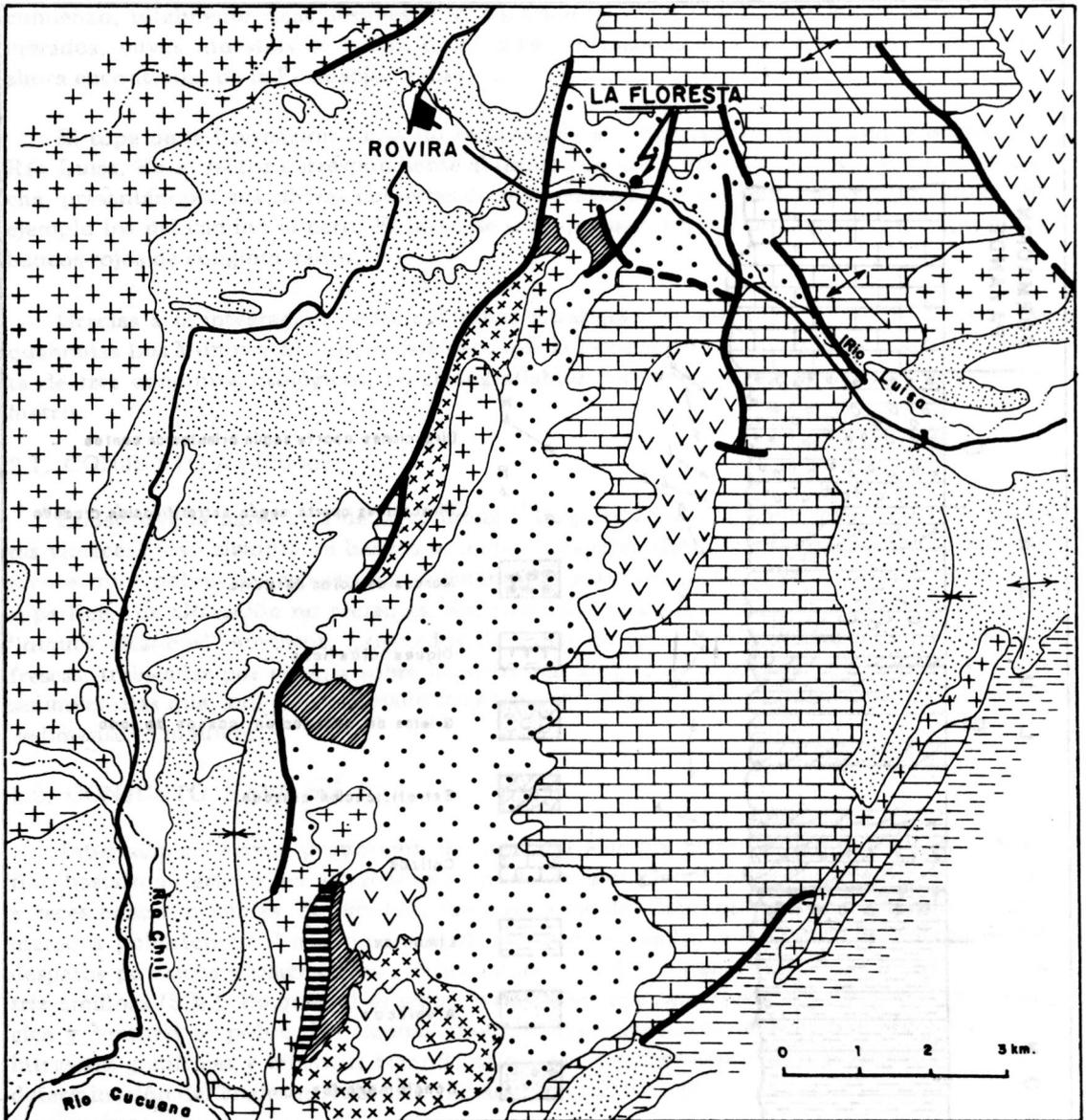
2. SUCESION LITOLÓGICA

Seguramente las mejores oportunidades para obtener la columna estratigráfica más representativa de la Formación Luisa son las que brindan los afloramientos a lo largo del Rfo Luisa. Desde el sitio La Floresta, unos 5 km al este de Rovira, hasta la estación hidrológica del Himat (unos 2 km al oeste del caserío Santa Rosa), el río corre sobre la formación, cortándola en ángulo bajo respecto al rumbo de los estratos, lo cual en cierto modo constituye una desventaja para el levantamiento estratigráfico, que puede subsanarse no obstante, involucrando en las observaciones las secciones de quebradas aledañas (Quebrada Los Monos, Quebrada El Oso). (Fig. 2).

El espesor total, obtenido por integración de las diferentes columnas estratigráficas y de los cortes geológicos, llega, en el cañón del Rfo Luisa, a más o menos 800 m. La parte más inferior de la secuencia de la Formación Luisa aparece en las inmediaciones del puente sobre el río, en La Floresta. Ocurren allí areniscas con intercalaciones conglomeráticas, cortadas por numerosos diques oscuros y rojizos. Aguas arriba las areniscas ceden en importancia ante las rocas magmáticas, hasta desaparecer. Se tiene, por lo tanto, el caso de un límite netamente intrusivo, el cual se manifiesta además por cambios en el aspecto de los sedimentos afectados, los que, por tramos, se tornan córneos y blancuzcos, adoptando replegamientos menores y complicados.

Se comprueba entonces que las rocas ígneas relacionadas a la base de la Formación Luisa son posteriores a ella, en contraposición a Nelson (1957: 28), Bürgl (1964: 15) y Geyer (1972:15) quienes consideraban las capas rojas separadas de las magmatitas por una supuesta "superficie de arrasamiento", originada a finales del Pérmico.

La base original de la Formación Luisa, por lo tanto, hay que buscarla en afloramientos diferentes a los del Rfo Luisa. Una buena oportunidad para ello se ofrece por la Quebrada Los Monos, ya que yendo aguas arriba se desciende estratigráficamente. Hacia las cabeceras aparecen, en situación estructural no aclarada, unos 30 m de conglomerados oscuros —compuestos por fragmentos angulosos (bloques, principalmente) de rocas grises y verdosas con aspecto metamórfico, semejantes a filitas—, que hacia arriba pasan a rocas limo-rojizas al



Qt.		Aluvial	Tr.-Jr.		Vulcanitas intermedias a maficas
Tc.		Areniscas y Conglomerados	Tr.		Calizas
Kr.		Shales, areniscas y conglomerados	Pm.-Tr.		Areniscas y Conglomerados
Jr. Kr.		Plutonitas	Dev.		Areniscas y limolitas
Tr.-Jr.		Vulcanitas y tobas felsicas	Pr.Cm.		Neises

Tomado de CEDIEL, MOJICA Y MACIA (en prep.)

FIG.1: Mapa geológico del área de estudio.

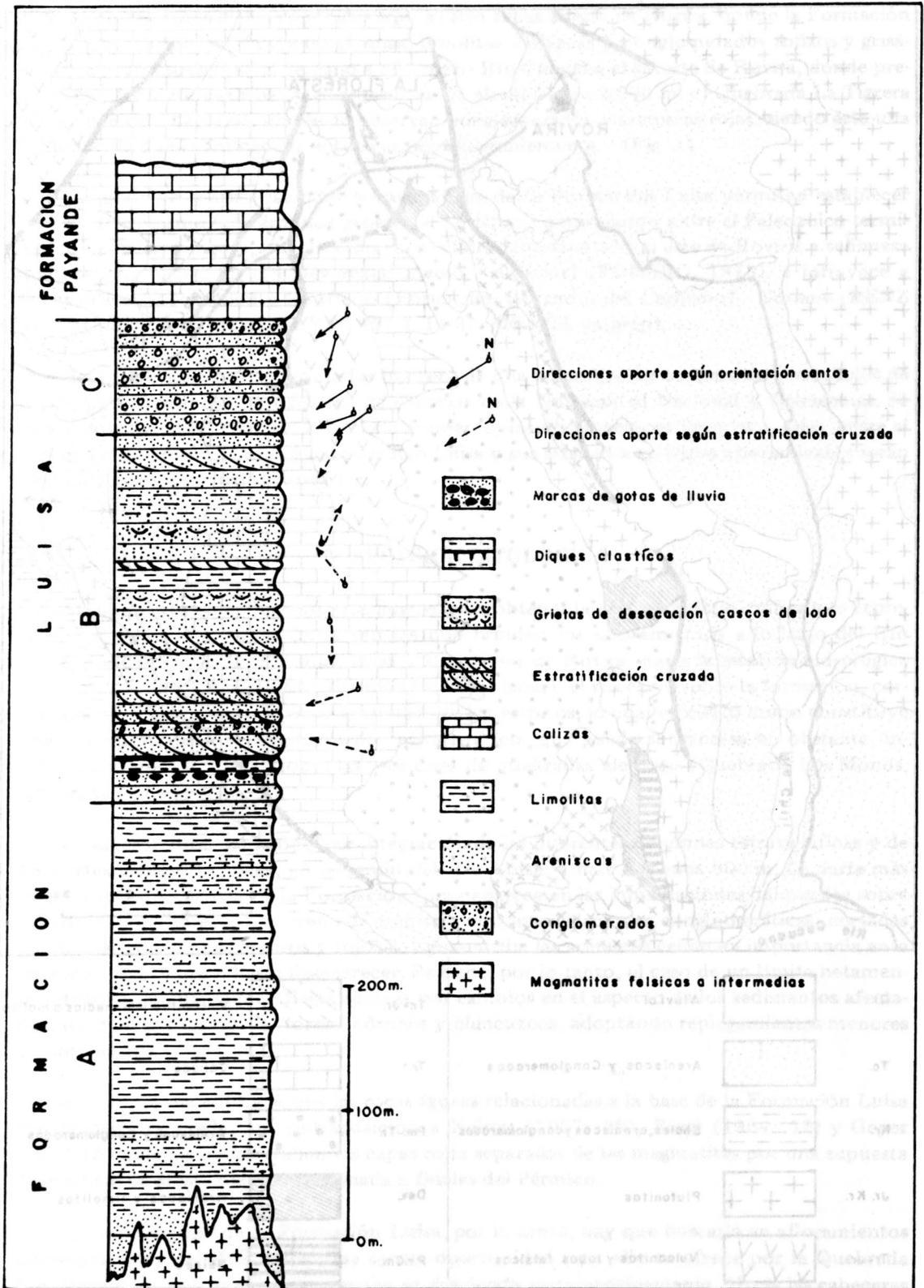


FIG. 2: Columna estratigráfica de la Formación Luisa en la Sección tipo (Río Luisa, 3 km al SEE de Rovira).

comienzo, totalmente rojas después (Fig. 3). Cabe tal vez la posibilidad de que estos conglomerados, cuyas muestras se hallan extraviadas, correspondan a las capas más bajas hasta ahora encontradas de la Formación Luisa.

El tope de la Formación Luisa no es accesible a la observación directa en la sección del Río Luisa. En el sector correspondiente al límite con la Formación Payandé, el río se ensancha, presentándose sus riberas cubiertas de sedimentos aluviales. De otros afloramientos, por ejemplo los del camino al cerro El Imán, se sabe que bajo las calizas Payandé yacen potentes bancos rojos de conglomerados.

Gracias a la integración de las columnas estratigráficas obtenidas en el Río Luisa y las quebradas Los Monos y El Oso, se establece que la Formación Luisa, en la sección tipo, consta de tres conjuntos litológicos, no cartografiados, diferenciados ante todo por la granulometría.

2.1. CONJUNTO A (400 m)

Constituye la parte baja de la columna. Compuesto esencialmente de limolitas compactas violáceas, casi siempre en bancos potentes cuya estratificación es poco notable; aparentemente muy pobres en estructuras sedimentarias macroscópicas, sobre todo si se examinan superficies de alteración no recientes. Sin embargo, en algunos puntos, es posible identificar "diques clásticos" arenosos, originados de capas de areniscas intercaladas. En superficies frescas, trabajadas por el agua sobre las limolitas, surgen en ocasiones, delicadas estructuras sedimentarias que, aunque de tamaño muy pequeño (Figs. 2,3,4), son indicativas de un medio sedimentario inquieto.

2.2. CONJUNTO B (300 m)

Integrado en mayor proporción de areniscas siempre rojas, de tamaño variable, desde fino hasta muy grueso, en estratos que van de dm a m. Como intercalaciones ocurren capas, a veces bancos potentes, de limolitas similares a las del Conjunto A, y lentejones de conglomerados polimícticos. En lámina delgada se observa que las areniscas se componen de feldspatos potásicos y plagioclasas (70%), cuarzo (15%), micas (10%), óxidos férricos y matriz arcillosa (5%). En general es grano subangular, mal seleccionado; la madurez mineralógica y textural es pobre. En algunas muestras aparecen fragmentos líticos, de rocas ígneas intrusivas graníticas y efusivas? traquíticas/andesíticas. Las areniscas corresponden según la determinación del Profesor Rubén D. Llinás, a arcosas típicas.

En las areniscas, sobretodo en planos sedimentarios lavados por las aguas corrientes, es común observar estructuras sedimentarias, algunas muy bien conservadas. La estratificación cruzada es una característica importante en ciertos niveles, y ha permitido realizar mediciones para determinar las direcciones de aporte. Otras estructuras direccionales son más bien escasas.

2.3. CONJUNTO C (150 m)

Formado por potentes bancos de conglomerados rojizos hasta negro-rojizos, cuyos planos de estratificación son en general poco notorios. En la mayoría de los casos los conglomerados se presentan muy compactos y duros. La matriz, muy bien cementada por material ferruginoso y calcáreo, se compone de materiales frescos, provenientes de la sedimentación de rocas ígneas, félsicas principalmente. El diámetro de los elementos conglomeráticos varía entre centímetros y metros, pero el promedio se acerca al diámetro. Una gran proporción de los cantos son semiangulosos y semirredondeados, presentando los conglomerados a menudo aspecto brechoide, semejante al de los fanglomerados.

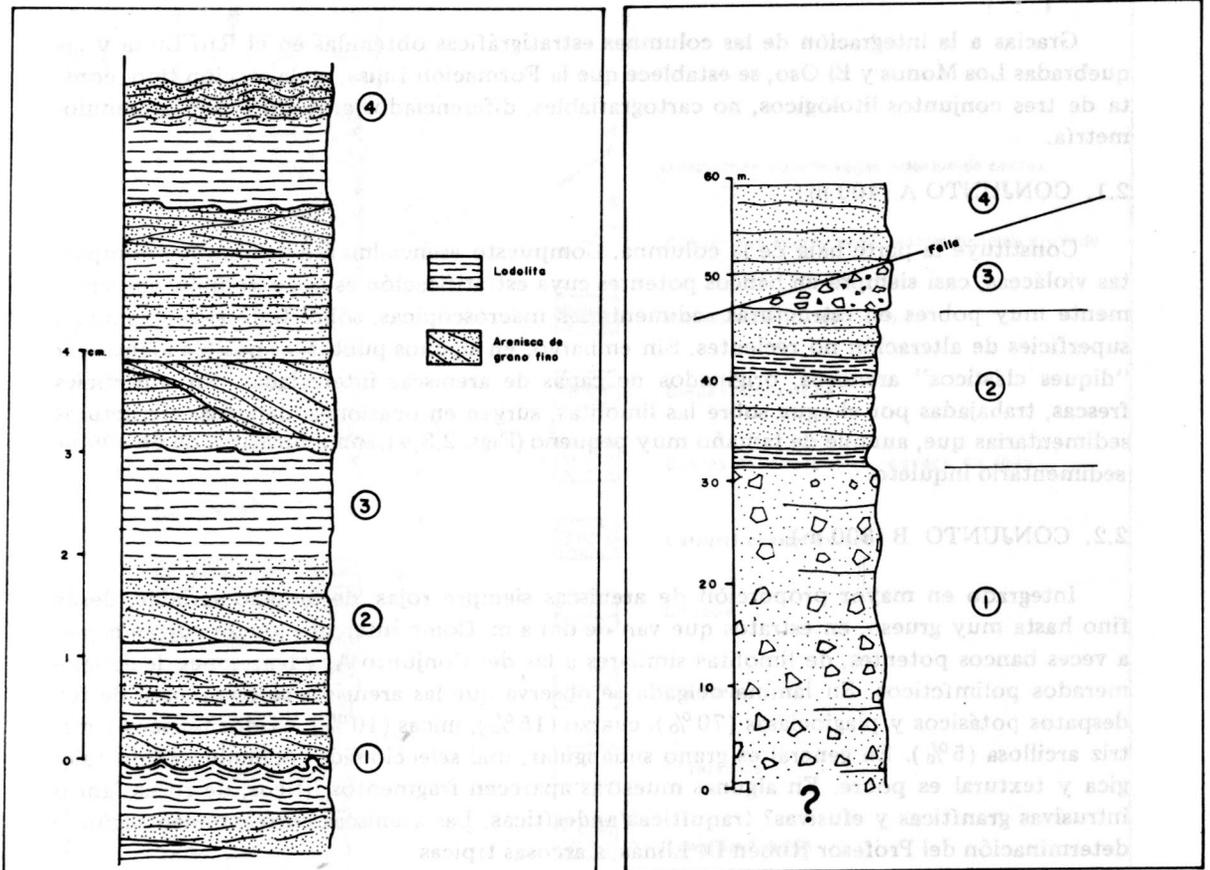


FIG. 3: Columna estratigráfica (base de la F. Luisa?) observada hacia las cabeceras de la quebrada Los Monos, aproximadamente 1 km al NNE del sitio La Floresta. 1): Conglomerados brechosos grises, muy oscuros, con bloques y cantos de rocas con "aspecto de filitas"; 2): Areniscas y limolitas verdes, grises y rojizas abajo, rojas arriba; 3): Conglomerado brechoide grisáceo; 4): Areniscas rojas.

FIG. 4: Estructuras finas en las limolitas del Conjunto A. Río Luisa, aproximadamente 350 metros abajo del puente en La Floresta. 1): Calcos de carga?; 2): Laminación entrecruzada; 3): Laminación paralela; 4): "Climbing ripple-marks"?

En los cantos encontramos, en orden decreciente y proporciones variables, restos de rocas ígneas macrogranudas (principalmente félsicas a intermedias) y microgranudas (máficas oscuras y verdosas, correspondientes en composición aproximadamente a andesitas), de rocas metamórficas néisicas, siempre cuarzo-feldespáticas, y de rocas sedimentarias (limolitas y areniscas rojas, areniscas cuarcíticas compactas, fragmentos de chert café, rojizo y negruzco).

Cabe anotar que el paso del conjunto intermedio (B) al superior (C) es lento, transicional: en un tramo apreciable se ven conglomerados y areniscas alternando, entrelazándose, hasta llegar a un punto donde las areniscas dejan de aparecer. Los conglomerados de esa región transicional contienen los fragmentos de mayor tamaño, que son bloques de rocas ígneas granudas, que en ocasiones pueden alcanzar más de 1 m de diámetro.

3. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

A escala macroscópica, son muy notables en las areniscas del Conjunto B, poco frecuentes en los conglomerados y raras en las limolitas. La posición de algunas estructuras determinativas de techo y base, como por ejemplo estratificación cruzada, marcas de gotas de lluvia, cascos de lodo, grietas de desecación y otras, permiten comprobar que la secuencia litológica de las capas rojas en el Rfo Luisa se halla normal; queda sin pie, por lo tanto, la suposición de Geyer (1973: 15), en el sentido de que los conglomerados (Conjunto C) sean la base, las limolitas (Conjunto A) el techo de la Formación Luisa.

3.1. ESTRUCTURAS INORGANICAS

Estratificación cruzada de varias dimensiones, que incluye los tipos: Xi (ξ), Pi (π), Omicrón (o), Mu (μ) y Theta (θ) (muy rara), de la clasificación propuesta por Allen (1963). En ciertos casos, especialmente en areniscas relacionadas a bancos espesos de limolitas, es común la laminación cruzada producida por migración de ondulitas pequeñas ("current - ripple bedding" de KUENEN 1953, Figs. 2 y 3; "wave - ripple bedding" de REINECK & SINGH 1973: 89); en otros, como en las areniscas cercas al tope del Conjunto B, es notable la estratificación cruzada tangencial a escala grande, con estratos o láminas cruzadas de varios metros de longitud, que recuerda la estratificación cruzada de origen eólico, ocasionada por avance de dunas, como la ilustrada por Almeida (1953, Figs. 5 y 6) y Land (1964, Fig. 2).

En ocasiones aparecen expuestos grandes parches de planos sedimentarios, en los cuales se aprecia estratificación cruzada del tipo "megaripple bedding" (REINECK & SINGH, 1973: 88), que se manifiestan como cuerpos ovalados, unos al lado del otro, conformados cada uno por múltiples cascarones elipsoidales, dispuestos de forma excéntrica con respecto al núcleo. Esta estratificación cruzada corresponden también al tipo Pi (π). Se tomó la orientación de los ejes mayores de los "troughs" visibles en los diferentes planos, con el ánimo de deducir la dirección de las corrientes que los generaron (Fig. 5).

Ondulitas. Son comunes los tipos de interferencia, oscilación y corriente. En algunos afloramientos se pudo identificar megaóndulas. Las ondulitas asimétricas son en la Formación Luisa poco frecuentes y mal conservadas; por lo tanto de escasa utilidad para la determinación de direcciones de aportes.

En una ocasión se pudieron ver sobre un mismo plano sedimentario rill-marks (marcas de lavado), ondulitas de interferencia, pistas ovaladas del tamaño de un fríjol y arrugas finas (runzelmarks).

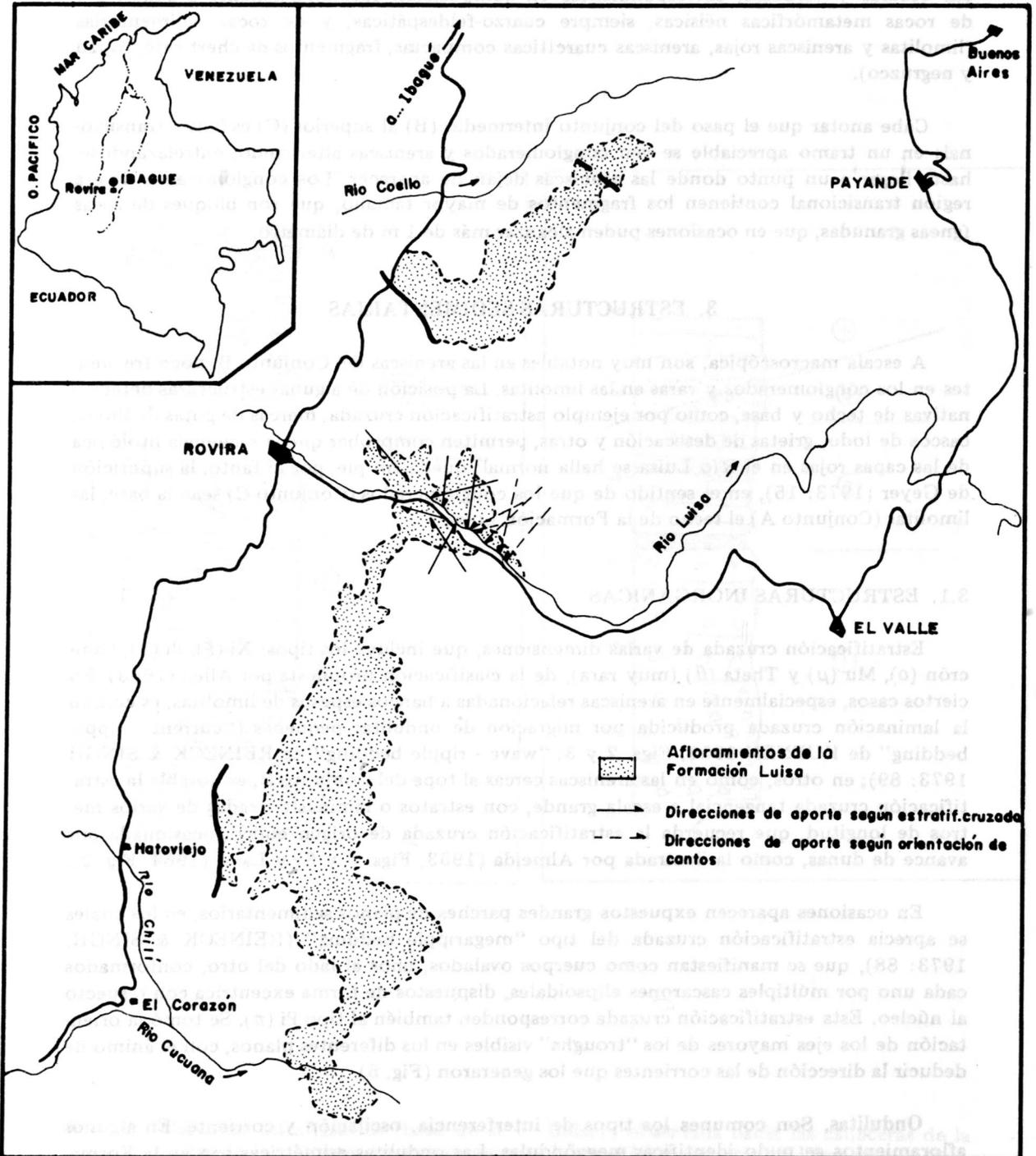


FIG. 5: Dirección de aportes en la Formación Luisa. deducidas de datos tomados en la sección tipo.

Estratificación gradada. Frecuente en las areniscas de grano grueso y en los conglomerados relacionados a ellas. Se trata de estratificación gradada normal, con el grano grueso concentrado en la base disminuyendo gradualmente hacia arriba. Esta estructura es difícil de identificar, en el caso común de capas con límites sedimentarios poco marcados.

Orientación de los cantos e imbricación. La orientación de los ejes mayores aparentes de los cantos en los planos sedimentarios de los conglomerados fue medida, usando pliegues de plástico transparente, con el fin de determinar estadísticamente direcciones preferenciales que puedan ser indicativas de la situación de las regiones de aportes.

En total fue tomada la orientación, y corregida luego con relación al buzamiento, de aproximadamente 2.500 cantos.

La imbricación, aunque identificable en algunos afloramientos, se presenta siempre difusa, debido a la escasez de cantos discoidales o tabulares condicionada seguramente por las características de los tipos de roca de las áreas de aportes.

Estructuras de erosión y relleno (scour & fill). Muy comunes en el tramo de la columna estratigráfica que corresponde, aproximadamente, al tope del Conjunto B y a la base del Conjunto C, en donde hay una marcada alternancia de capas de areniscas y conglomerados. Se puede ver con facilidad, allí, que los límites entre las capas presentan signos de erosión, y que los surcos e irregularidades debidos al paleorrelieve son rellenados por material, generalmente grueso, con estratificación cruzada (scour and fill cross-bedding).

Clastos de lodo y arcilla. En las areniscas ocurren con frecuencia fragmentos angulosos, de centímetro a diámetro, que se identifican fácilmente como restos de limolitas y arcillolitas (a veces bien laminados, otras con pistas pequeñas) que fueron integradas a los estratos luego de un transporte mínimo. Del color rojo violáceo y de la litología, se deduce que se trata de clastos provenientes de la erosión de las capas inferiores de la Formación Luisa, las cuales debieron quedar expuestas local y temporalmente, muy cerca del sitio de sedimentación.

Grietas de desecación y "cascos de lodo". En los planos de estratificación de las rocas arcillosas y limosas aparecen a menudo estructuras poligonales de tamaños variables, interpretadas como grietas de desecación por exposición subaérea, ya que por las características que presentan (sección transversal en V, polígonos regulares más bien perfectos y curvamiento hacia arriba de sus bordes) se puede excluir la posibilidad de que se trate de grietas de contracción sub-acuáticas (sineréticas).

En capas de arenisca ocurren a menudo fragmentos de arcillolitas, algo más oscuros, que adoptan formas de esquirlas cóncavo-convexas, con la convexidad hacia arriba. Se trata de estructuras producidas, seguramente, por desecamiento de fangolitas, hasta la aparición de cascarones de lodo reseco ("curled mud flakes"), que luego fueron arrastrados a sitios más bajos.

Diques clásticos. En las limolitas, tal como puede verse unos 150 m aguas abajo del puente en La Floresta, se presentan ocasionalmente estructuras tabulares, que, proyectadas, cortan los planos sedimentarios en ángulo cercano a los 90°. Examinando varios cortes transversales se comprobó que se trata de material arenoso, más claro, "inyectado" desde las capas superiores, a través de grietas que se adelgazan y desaparecen en profundidad. Estas estructuras se conocen en la literatura (REINECK & SINGH, 1973: 40) como diques clásticos. Se producen en momentos tempranos de la diagénesis, por diferentes mecanismos, y parece

ser que, en general, tienen que ver con movimientos sísmicos y fallamientos contemporáneos a la sedimentación (REIMNITZ & MARSHALL, 1965; OOMKENS, 1966).

Los diques clásticos aquí descritos alcanzan longitudes de metros y espesores de centímetros, rara vez de diámetros. En corte los "diques" se aprecian sinuosos, lo cual se interpreta como efecto de acortamiento vertical por lo compactación de las capas, en etapas posteriores. Por su forma de presentación y el mecanismo de inyección, estos diques clásticos se contraponen totalmente a los descritos por Oomkens (1966) en sedimentos recientes de la Cuenca de Ubari en Libia y en rocas del Pérmico inferior del sector oeste de Alemania Federal. Por la forma de origen los "diques clásticos" de la Formación Luisa deben ser considerados más propiamente como producto de rellenos de grietas transversales (Q-Spalten), semejantes a las descritas por Schöll & Wendt (1971), en sedimentos calcáreos del Triásico - Jurásico de los Alpes.

Marcas de lluvia. Los planos superiores de algunas areniscas de grano fino dejan ver marcas más o menos circulares y hasta ovales, cuyo diámetro no pasa de 0,5 cm, cóncavas hacia arriba, aisladas unas veces, superpuestas parcialmente otras. Por el tamaño, la forma y el modo de ocurrencia se interpretan como marcas dejadas por gotas de lluvia al caer sobre sedimentos, en medio subaéreo.

3.2. ESTRUCTURAS DE ORIGEN ORGANICO

Ichnofósiles y bioturbación. En los planos superiores de algunas areniscas se manifiestan formas alargadas y pequeñas, de sección casi circular, inclinadas y hasta verticales con respecto a la estratificación, a las que corresponde un material de grano, color y resistencia algo diferentes a los de la roca total. Estas estructuras fueron producidas, sin duda, por organismos, no identificados, que trabajaron el sedimento desde arriba, construyendo conductos y galerías que fueron rellenados con detritos posteriormente.

En otras capas de arenisca se comprueba que las estructuras sedimentarias originales (estratificación fina, laminación) han sido destruidas, por sectores, indicando una concentración mayor de organismos y una actividad excavadora más intensa.

A pesar de la búsqueda insistente, no fue posible encontrar otras estructuras de origen orgánico, comunes en sedimentos rojos, como por ejemplo huellas de vertebrados.

4. AMBIENTE SEDIMENTARIO

Las observaciones de campo y de los estudios al microscopio han demostrado que en la Formación Luisa están representadas exclusivamente facies detríticas limo-arenosas conglomeráticas, con las características propias de las capas rojas (red-beds), lo cual, de por sí, es indicativo de condiciones particulares del medio sedimentario. Las estructuras sinsedimentarias descritas en este trabajo proporcionan nuevos puntos de apoyo para la tarea de la reconstrucción de las condiciones originales de la sedimentación, dado que algunas de dichas estructuras están ligadas a condiciones físicas muy particulares, y son por lo tanto buenos indicadores del medio sedimentario.

Para una buena parte de las capas de la Formación Luisa, en especial para el Conjunto B, se comprueban condiciones subaéreas de sedimentación, según lo indican las abundantes figuras de emersión: grietas de desecación, cascos de lodo, marcas de gotas de lluvia, marcas de lavado ("rill-marks"), y clastos de arcillolitas.

Los tipos reconocidos de estratificación cruzada sugieren un ambiente acuoso de energía variable, desde ligeramente agitado por el viento —rico en producción de ondulitas pequeñas (“current-ripple bedding”, estratificación cruzada Mu, arrugas o “runzel-marks”)—, hasta torrencial y turbulento, capaz de generar, en sedimentos conglomeráticos, estratificación cruzada a grande escala, asociada claramente a procesos de erosión y relleno.

La estratificación cruzada tangencial de tipo “eólico”, observada hacia el tope del Conjunto B, de ser correcta la interpretación, puede relacionarse a condiciones subaéreas con accionar importante de vientos dirigidos.

Tanto la estratificación gradada (frecuente en el Conjunto B), como la constante variación vertical de la granulometría (alternancia de limolita/areniscas, arenisca/conglomerado) hablan también en favor de un ambiente sometido a cambios notables en la energía de los agentes de transporte. La presencia de clastos de arcillolitas y cascos de lodo, y de canales o surcos erosivos, señala además interrupciones (locales) de la sedimentación.

Los niveles con ichnofósiles y bioturbación marcada, aunque escasos, son indicativos de sedimentación en medio acuoso, o por lo menos en condiciones de humedad, favorables a la vida de ciertos organismos, tal vez muy local y temporalmente.

De la integración de las observaciones y los análisis precedentes, se postula para la Formación Luisa una génesis en ambiente continental. El espectro de las estructuras sedimentarias observadas aunque relativamente amplio, se concentra hasta un 95 % no obstante en el Conjunto B, indicando condiciones e inundaciones periódicas; algunos niveles de areniscas alternantes conglomerados muestran carácter cíclico y parecen corresponder a perfiles de cauces de corrientes.

La escasez de estructuras sedimentarias apropiadas dentro de los Conjuntos A (limolitas) y C (conglomerados) dificultan la interpretación del ambiente sedimentario correspondiente. Sin pretender extrapolar los resultados obtenidos para el Conjunto B, se considera probable que las limolitas inferiores puedan corresponder a sedimentos de planos aluviales de inundación continuada; un problema que queda por resolver es la explicación del por qué de su gran espesor. Los conglomerados del Conjunto C, atendiendo especialmente al tamaño y variedad litológica de los cantos, pueden corresponder a sedimentos de pie de monte, conos aluviales, originados hacia los bordes de bloques fallados emergentes.

El color rojo de los sedimentos (abundancia de óxidos férricos), las estructuras indicativas de emersión, la inmadurez acentuada de las areniscas (arcosas típicas), la ausencia de restos orgánicos y la ocurrencia de estratificación “eólica”, son características propias de capas rojas originadas en ambientes desérticos o semidesérticos, cálidos. La existencia de condiciones tales durante la sedimentación de la Formación Luisa no debe tomarse como algo excepcional. Según Almeida (1933), durante el Triásico, una franja del sector central del escudo brasileño estuvo dominada por el extenso Desierto de Botucatú, representado hoy por potentes sedimentos detríticos rojos.

5. DIRECCIONES DE APORTES

La medición sistemática, a diferentes alturas de la columna estratigráfica, de la estratificación cruzada en las areniscas, y de la orientación de los ejes mayores aparentes de los cantos en los conglomerados, así como de los “troughs”, en el caso especial descrito de “megaripple bedding”, ha permitido identificar una componente principal de aportes desde un área situada al noroeste del cañón actual del Río Luisa.

El hecho de que aparezcan algunas direcciones que se apartan, y hasta oponen a la promedio, viene a confirmar la idea de un ambiente sedimentario continental, sometido a oscilaciones en el nivel de acumulación y en el régimen mismo de aportes. Además las corrientes responsables del transporte de los sedimentos en un medio continental sufren continuos cambios en los cursos; éstos últimos rara vez son rectilíneos. Una variación como la observada en los vectores de los aportes, es por lo tanto de esperar, y está de acuerdo con la información obtenida respecto al ambiente sedimentario.

6. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

6.1. GEOLOGIA DEL AREA DE APORTES

Teniendo en cuenta las propiedades litológicas de las areniscas, y en especial las de los conglomerados, podemos deducir que la región que suministró el material para la Formación Luisa estuvo constituida ante todo de rocas cristalinas, ígneas y metamórficas de alto grado, félsicas en general. La existente de una débil cubierta sedimentaria, en el área de aportes, es insinuada por la presencia, en los cantos de los conglomerados, de fragmentos de areniscas cuarcíticas y chert. Tanto la mineralogía de las areniscas, como la petrografía de los cantos de los conglomerados, indican un transporte corto, mínimo en los últimos, en un ambiente de erosión rápida y meteorización química poco efectiva.

Si se acepta que la Formación Luisa representa un lapso comprendido entre el Paleozoico terminal y el Triásico inferior y medio?, entonces, el suministro de materiales hay que buscarlo en las unidades metamórficas y sedimentarias, pre-Cámbricas y Paleozoicas, descritas por otros autores, en el borde este de la Cordillera Central (BARRERO, 1969; FORERO, 1973; CEDIEL, et al, en preparación).

Las direcciones de aportes aquí deducidas, la petrografía de las capas de la Formación Luisa y las características inferidas del área fuente de los sedimentos, se opone a la idea de Stibane (1970: 80) en el sentido de relacionar directamente la Cordillera Central con la región principal de aporte para los sedimentos Triásicos del Grupo Payandé.

6.2. MARCO TECTONICO Y PALEOGEOGRAFIA

El hecho mismo de que la Formación Luisa se halle restringida a una franja angosta y corta del borde oriental de la Cordillera Central, es indicativo de condiciones tectónicas especiales, que forzosamente han de ser deducidas de las características de los propios sedimentos y del cuadro geológico regional.

Los cambios rápidos en el espesor (800 m en el Rfo Luisa, 1.600 - 2.000 m en el Rfo Cucuana y menos de 100 m al norte de Chaparral) sugieren, por ejemplo, que la Formación Luisa pueda haberse originado por el relleno de una depresión topográfica particular, controlada por elementos tectónicos longitudinales, aproximadamente paralelos al eje de la actual Cordillera Central, cortados (y desplazados ?) por otros orientados transversalmente a dicho eje.

Muy importante para la comprensión de la evolución tectónica sería el conocer el tipo de roca sobre el cual comenzó la sedimentación. Desafortunadamente, nada seguro se sabe a cerca de la base original de la Formación Luisa, a no ser la idea expuesta al comienzo, de que el conglomerado hallado en la Quebrada Los Monos represente la parte más inferior, y esté integrado de cantos bloques de rocas con débil metamorfismo regional.

De la columna estratigráfica tipo de la Formación Luisa y de otras conocidas más al sur y sureste (CEDIEL, et al. en preparación), se desprende que durante la sedimentación de los conjuntos inferiores (limolitas y areniscas) las condiciones tectónicas permanecieron más o menos constantes; la aparición de potentes conglomerados brechosos en el tope de la formación, debe relacionarse con el desarrollo de bruscos levantamientos en las regiones de aportes, o hundimientos marcados en el área de sedimentación. Esta última posibilidad es quizás más aceptable, por el hecho de que los conglomerados se encuentren recubiertos por sedimentos marinos (Formación Payandé).

La falta de una relación directa entre los sedimentos triásicos del Grupo Payandé y los conjuntos metamórficos de la Cordillera Central —entre ambos aflora una franja del Batolito Tolimense, datado radiométricamente por Vesga y Barrero (1978) como Jurásico superior— dificulta la reconstrucción de la paleogeografía. No obstante, de la comparación regional de las unidades del Mesozoico pre-Cretácico del Valle del Magdalena y la Cordillera Oriental se deduce que entre el Paleozoico terminal y el Triásico inicial comenzó —al este de la Cordillera Oriental, la cual se hallaba emergida, según Julivert (1968, Fig. 6), desde el Pérmico al Cretácico inferior— la formación de una depresión, alargada en la dirección nor-suroeste, que se fue ampliando paulatinamente, acumulando inicialmente sedimentos continentales (Formación Luisa), después netamente marinos (Formación Payandé) y luego marino-continentales ? (Formación Saldaña) alcanzando su máximo desarrollo a finales del Triásico y/o comienzos del Jurásico (GEYER, 1973; MOJICA, et al 1978; MOJICA, en preparación; CEDIEL, et al. en preparación).

El desarrollo de una estructura, como la postulada anteriormente, de graben supracontinental entre las cordilleras Oriental y Central, indica la aparición de una zona de distensión en la corteza siálica durante el Mesozoico temprano. El ascenso de abundante material volcánico a fines del Triásico (Formación Saldaña) se logró seguramente a través de los planos de debilidad creados por la aparición del graben.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Sr. Antonio Reyes por el dibujo de los gráficos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, J. R. L., 1963.- *The classification of cross-stratified units. With notes on their origin.* Sedimentology (Oxford) 2:93-114.
- ALMEIDA, F. F., DE, 1953.- *Botucatu a triassic desert of South America.* C. R. 19 Congr. Geol. intern., 7, Déserts actuels et anciens, 19-24, Algeria.
- BARRERO, D., 1969.- *Petrografía del Stock de Payandé y metamorfitas asociadas.* Bol. Geol. (Bogotá), 17 (1-3): 113-144.
- CEDIEL, F., MOJICA, J. y MACIA, C. (en prep.).- *Contribución al conocimiento estratigráfico del Triásico y Jurásico en la parte Sur de la Cordillera Central de Colombia.*
- FORERO, A., 1973.- *El Paleozoico Superior del flanco oriental de la Cordillera Central.* Geol. Col. (Bogotá), 7:139-144.
- GEYER, O. F., 1973.- *Das präkretazische Mesozoikum von Kolumbien.* Geol. Jb. (Hannover), 85: 1-156.

- HUBACH, E., 1957.- *Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. Informe 1212.* Serv. Geol. Nat. (Bogotá), 1-166.
- JULIVERT, M., 1968.- *Lexique Stratigraphique International. Colombie (première partie).* Centre Nat. Rech. Sci., (París). 5 (4a): 1-650.
- KUENEN, PH. H., 1953.- *Significant features of graded Bedding.* Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. (Tulsa, Oklahoma), 37: 1044-1066.
- LAND, L. S. , 1964.- *Eolian cross-bedding in the beach dune environment, Sapelo Island, Georgia.* Jour. Sed. Petrol. (Tulsa, Oklahoma) 34, 389-394.
- MOJICA, J. (en prep.).- *Observaciones a cerca del estado actual del conocimiento de la Formación Payandé (Triásico Superior, Valle Superior del Río Magdalena, Colombia.*
- MOJICA, J., et al., 1978.- *A cerca de la edad y facies de la Formación Saldaña, Valle Superior del Río Magdalena, Colombia.* Congr. Col. Geol., Resum. 38.
- NELSON, W., 1957.- *Contribution to the geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the sector between Ibagué and Cali.* Leidsche Geol. Meded. (Leiden). 22:1-75.
- OOMKENS, E., 1967.- *Environmetal significance of sand dikes.* Sedimentology, (Oxford) 7: 145-148.
- REIMNITZ, E., MARSHALL, N. F., 1965.- *Effects of the Alaska earthquake and tsunami on Recent deltaic sediments.* Jour Geophys. Res. (Washington) 70: 2363-2376.
- REINECK, H. E., SINGH, I. B., 1973.- *Depositional Sedimentary Environments.* Springer-Verlag, Berlin, New York, 1-439.
- SCHOLL, W., WENDT, J., 1971.- *Obertriadische und jurassische Spaltenfüllungen im Steirernen Meer (nördliche Kalkalpen).* N.Jb. Geol. Paläont. Abh. (Stuttgart).139:82-98.
- STIBANE, F., 1970.- *Beitrag zum Alter der Metamorphose der Zentral Kordillere Kolumbiens.* Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient. (Santa Marta), 4:77-82.
- TRUMPY, D., 1943.- *Pre-Cretaceous of Colombia.*- Soc. Am. Bull. ,(Boulder, Colorado), 54: 1281 - 1304.
- VESGA, C. J., BARRERO, D., 1978.- *Edades K/Ar en las rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera Central de Colombia y su implicación geológica.* Congr. Col. Geol, 2 Resúmenes (pág. 19), Bogotá.
