

Estudio de algunas areniscas de las formaciones San Cayetano y Polier, Sierra del Rosario, Cuba occidental

Jorge Cobiella Reguera
Arturo Hernández Escobar
Niurka Díaz Díaz
Pavel Obregón Pérez

Universidad de Pinar del Río

RESUMEN: Las formaciones San Cayetano (jurásico inferior? y medio a oxfordiano) y Polier (berriasiano-barremiano-aptiano?) son secuencias de margen continental que contienen abundantes areniscas derivadas de terrenos silíceos.

La Fm. San Cayetano fue estudiada en un perfil en Cinco Pesos (Sierra del Rosario central) que comprende sólo su parte superior. En esta localidad la formación se acumuló en un abanico submarino y los sedimentos se derivaron de la erosión de terrenos de metamorfitas silíceas y escasos intrusivos ácidos con una cobertura rica en areniscas cuarzosas. La composición de estos sedimentos es más silícea que la de sus coetáneos más al oeste (Sierra de los Órganos) y sugiere que la fuente de aporte era un bloque continental, según la clasificación de Dickinson y Suczek (1979).

Las areniscas de la Fm. Polier son también turbiditas, pero están intercaladas entre carbonatos de aguas profundas. Las areniscas se derivan de un bloque continental con un basamento donde afloraban granitoides, metamorfitas silíceas y una cobertura sedimentaria, con aportes de bancos carbonatados coetáneos y, más escasamente, de terrenos volcánicos antiguos. Es notable el marcado incremento en la madurez de los sedimentos en las areniscas del techo de la formación (Mb. Roble) lo cual sugiere un repentino cambio en las condiciones de sedimentación y transporte.

ABSTRACT: San Cayetano (Lower & Middle Jurassic - Oxfordian) and Polier (Berriasian-Barremian-Aptian?) formations are continental margin sequences rich in sandstones of silicic provenance.

San Cayetano Fm. was studied in a profile at Cinco Pesos (central Sierra del Rosario) that contains only its upper part. In this locality the formation was deposited as part of a submarine fan. The source area was rich in silicic metamorphics and some granitoids, with quartz sandstone coverage. The mineral composition of these sediments suggests that the source was a continental block, according to Dickinson and Suczek (1979) classification. Compared with coeval sediments in western Guaniguanico they are richer in silica.

Sandstones of Polier Fm. are also turbidites, but they are interbedded with deep water carbonates. They were derived from a continental block with granitoids, silicic metamorphics and a sedimentary cover, with contributions from coeval carbonate banks and, rarely from older volcanics. A marked increase in sandstone maturity is reported in the uppermost beds (Roble Mb.), suggesting a sudden change in sedimentary conditions.

INTRODUCCIÓN

El estudio de las secuencias ricas en arenitas arroja una rica información sobre las cuencas en que se acumularon y las fuentes de aporte del material clástico. Constituyen así, un valioso elemento en las reconstrucciones paleogeográficas y paleotectónicas.

En Cuba occidental se registran muy pocas formaciones con abundantes areniscas en los cortes mesozoicos del margen continental pasivo expuesto en la cordillera de Guaniguanico (Figura 1). Las más importantes son las formaciones San Cayetano (jurásico inferior-oxfordiano) y Polier (berriasiano-aptiano?). La primera es una secuencia casi exclusivamente terrígena, con un ligero metamorfismo en muchas localidades. En la literatura geológica, dentro y fuera de Cuba, se han dedicado muchas páginas a esta unidad, especialmente a su interpretación paleotectónica (Pszczolkowski, 1987; Iturralde-Vinent, 1988; Pindell, 1985; Anderson y Schmidt, 1983).

La Fm. Polier es sólo bien conocida en la Sierra del Rosario, aunque sus capas quizás estén presentes en el NW de la provincia de Pinar del Río, como parte de la llamada «Fm. Esperanza», unidad litoestratigráfica compleja, pobremente definida (V. Burov y otros, 1986) y que posiblemente contenga cortes jurásico-cretácicos parecidos a los de Sierra del Rosario. La Fm. Polier puede yacer en profundidad en el campo de gas Martín Mesa, al sur del Mariel (José Fernández Carmona, comunicación oral). La unidad contiene sedimentos terrígenos y calcáreos.

Este trabajo tiene como objetivo realizar un estudio de la composición de las areniscas de las citadas formaciones, a fin de obtener información sobre el régimen tectónico existente durante la acumulación de las capas y la composición de sus fuentes de aporte, adicionalmente se discuten algunos aspectos sedimentológicos de interés paleogeográfico.

En el caso de la Fm. San Cayetano, las muestras estudiadas provienen de un perfil que abarca unos 500 m de espesor en la parte superior de la formación, cerca de Cinco Pesos, en la porción central de la Sierra del Rosario. Respecto a la Fm. Polier, las muestras estudiadas se ubican en la parte oriental de la Sierra, casi en su totalidad al este de la carretera de San Diego de Núñez - Soroa. En este último caso las muestras se distribuyen por diferentes niveles estratigráficos y en distintos nappes.

En total se estudiaron 23 secciones delgadas de areniscas de la Fm. San Cayetano (P. Obregón Pérez, 1992) y 33 de la Fm. Polier (Díaz Díaz, 1992). Además del estudio petrográfico correspondiente, en cada sección delgada se realizaron 5 perfiles de unos 10 mm de longitud cada uno, contando los granos de diferente composición. La esfericidad y redondeamiento de cada grano se midieron utilizando las tablas visuales de Krumbein y Sloss (1951). Igualmente, la selección granulométrica se determinó según las tablas de apreciación visual recogidas en la literatura (Anastasiu, 1977; Radulescu y Anastasiu, 1979).

Para estas formaciones, los resultados obtenidos fueron comparados con la información sobre el tema reunido por otros investigadores.

En la literatura geológica cubana hay contados estudios acerca de la composición mineralógica de las areniscas (Pszczolkowski, 1986, 1989b; Cobiella *et al.*, 1977) y su interpretación geológica. Los autores están esperanzados en que el presente estudio impulse futuros trabajos de esta naturaleza.

Geología regional

La cordillera de Guaniguanico, de Cuba occidental, constituye un extenso afloramiento de rocas mesozoicas y paleogénicas inferiores, originadas en el margen continental de América del Norte. Por el sur, las elevaciones están separadas por la falla Pinar (FP en Figura 1) de la depresión Los Palacios. Esta falla parece poseer un componente importante de movimiento transcurrente (deslizamiento por el rumbo) (Iturralde-Vinent, 1988; Piotrowska, 1987; Cobiella, 1984), aunque la naturaleza de su movimiento actual no ha sido precisada. Por el noreste, los cortes de la Sierra del Rosario son cubiertas tectónicamente por ofiolitas y rocas del arco volcánico cretácico cubano y de su cobertura sedimentaria campaniano-maestrichtiana. Posiblemente, en forma discordante sobre los cortes mesocenozoicos orientales de Guaniguanico, así como sobre los terrenos de tipo eugeosinclinal alóctono situados al norte, descansa un corte que comienza con la Fm. Capdevila (eoceno inferior).

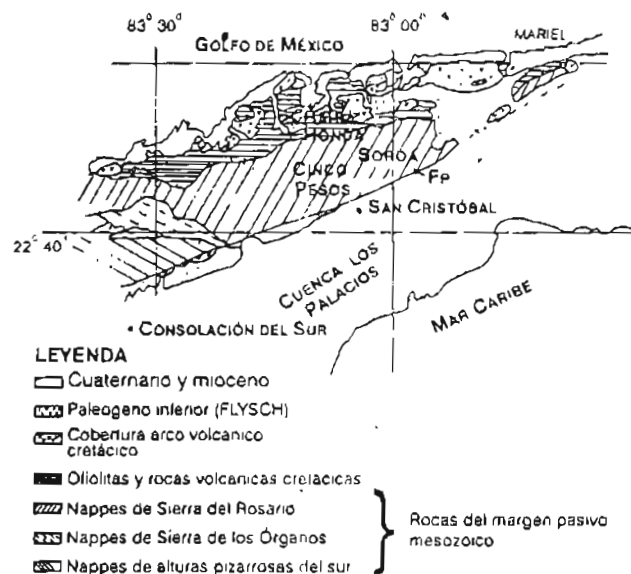


FIGURA 1.

La Sierra del Rosario es el macizo más oriental de la cordillera. Su estratigrafía comienza en el jurásico y concluye en el eoceno, con dos hiatus importantes: entre el cenomaniano y el campaniano, uno, y abarcando aproximadamente el daniano, el otro. En opinión de A. Pszczolkowski, 1989b (inédito), el primero de estos hiatus se registra sólo localmente. El corte cretácico de la sierra

guarda estrechas similitudes con la zona Placetas de Cuba central.

Desde el punto de vista tectónico, los rasgos más distintivos de la Sierra del Rosario son los numerosos nappes que cortan sus rocas. En general, los nappes buzcan hacia el norte bajo ángulos que localmente pueden superar los 40-50 grados. Hacia el sur de la Sierra, la yacencia de los nappes es menos abrupta y localmente el buzamiento se invierte hacia el sur. Los nappes parecen haberse formado a partir de superficies de despegue (decollement), que originaron por lo menos cuatro, quizás cinco, paquetes de mantos tectónicos. Durante el traslado de los nappes ocurrió la erosión tectónica preferencial de determinados horizontes estratigráficos, lo que ha contribuido a complicar la interpretación estratigráfica de estos terrenos, pues a veces, las ausencias de ciertas formaciones en algunos nappes han sido interpretados como evidencias de discordancias locales (Pszczolkowski, 1989b, inédito).

Rasgos generales de la Formación San Cayetano

La Fm. San Cayetano (de Golyer, 1919; según P. Bermúdez, 1961) es una de las unidades estratigráficas alrededor de la cual se ha especulado más en la literatura geológica (Pszczolkowski 1989a, 1987a; Somín y Millán, 1979; Khudoley Meyerhoff, 1971, etc.). La formación es la secuencia más antigua aflorada en la cordillera de Guaniguanico, y contiene casi exclusivamente sedimentos terrígenos con muy esporádicas intercalaciones calcáreas. En áreas extensas, la formación está ligeramente metamorfizada, pero en el borde meridional de las Alturas Pizarrosas del Sur, el metamorfismo es relativamente elevado, tomando las rocas de esta secuencia la denominación de Fm. Arroyo Cangre, la cual contiene algunos cuerpos de metabasitas (Piotrowski, 1987).

G. Haczewski (1976, 1987) distinguió 9 tipos de litofacies en la formación. Según este autor, cada una de las facies distinguidas es el depósito de un paleoambiente, los cuales abarcaron desde condiciones aluviales a abanicos submarinos, pasando por sedimentos deltaicos. En el caso particular de la Sierra del Rosario, los depósitos parecen ser marinos profundos, flyschoidales.

El modelo sedimentológico de G. Haczewski ofrece una buena base para la reconstrucción paleogeográfica, a la vez que puede ser de gran utilidad para el desciframiento de la compleja tectónica en los aparentemente monótonos cortes de la Fm. San Cayetano. Sin embargo, las posibilidades de este modelo no han sido explotadas hasta el presente, incluyendo aquí su uso en la búsqueda de los yacimientos polimetálicos sinsedimentarios del jurásico superior bajo del norte de Pinar del Río (Zhidkov y Jalturin, 1976).

La parte alta de la Fm. San Cayetano es indudablemente oxfordiana (Pszczolkowski, 1987b). Por debajo de los horizontes con fósiles oxfordianos hay espesores notables de sedimentos que algunos autores atribuyen al

jurásico inferior y medio (Furrazola y otros, 1964; Khudoley y Meyerhoff, 1971 y otros). Los hallazgos de fósiles preoxfordianos son en mayor o menor grado discutibles, aunque Areces-Mallea (1991), reporta la presencia de restos del helecho *Piazopteris branneri* (*Phlebopteris cubensis*), en capas de la formación. Según este autor, en México y Centroamérica, *P. branneri* se encuentra sólo en sedimentos del jurásico inferior y medio.

La Fm. San Cayetano en el corte de Cinco Pesos y su comparación con otros cortes en las cordilleras de Guaniguanico

La Fm. San Cayetano fue estudiada detalladamente por los autores a lo largo de un perfil en la carretera de montaña, al este de Cinco Pesos (Figuras 2 y 3). El perfil presenta afloramientos extensos de la parte más elevada de la unidad hasta su contacto con la Fm. Artemisa, y se ubica en el nappe Cinco Pesos (Pszczolkowski, 1978, 1987). En total se revisaron 23 secciones delgadas y se contaron y clasificaron más de 4 700 granos.

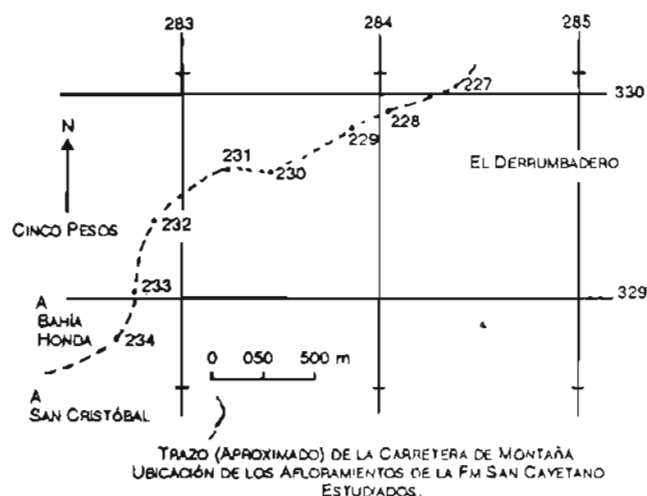


FIGURA 2.

Las rocas estudiadas pertenecen a las facies G, H e I de Haczowski (1976, 1987), y se trata de depósitos de paleoabanicos submarinos, entre los cuales se distinguen dos variedades: (1) depósitos de canales y (2) depósitos intercanales. Los primeros tienen forma lenticular en algunos afloramientos y están formados mayormente por turbiditas T-abcd (Bouma, 1962), de hasta varios metros de espesor (Figura 5), en tanto, los segundos son sedimentos finamente estratificados, con predominio de los ritmos T-cd. En varios afloramientos se detectaron algunas deformaciones sinsedimentarias, particularmente fallas normales. La Figura 4 es una columna estratigráfica del perfil de la Fm. San Cayetano, en Cinco Pesos.

De acuerdo con la clasificación de Pettijohn y otros (tomado de Anastasiu, 1977), la mayoría de las muestras estudiadas son areniscas cuarzosas, seguidas de cerca por las subcuarzosas, aunque se registró también una subarcosa. Granulométricamente, la mayor parte de las

secciones delgadas corresponden a areniscas medias a finas.

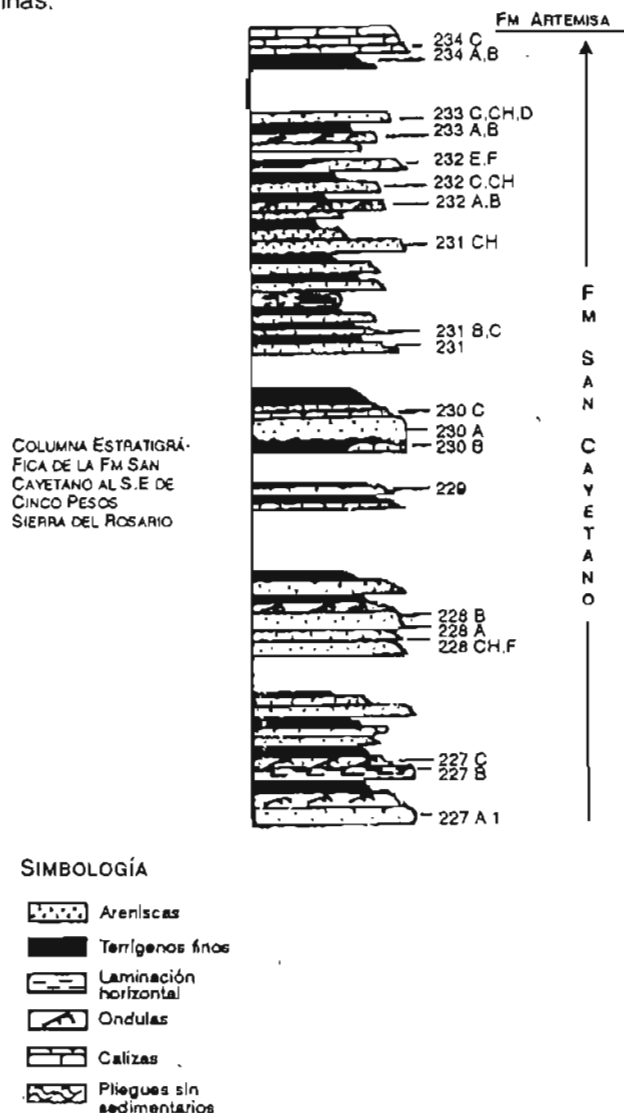


FIGURA 3.

Además de los granos silíceos (91,57 %), están presentes en cantidades menores los feldespatos (1,59 %) y la moscovita (1,17 %). En menor grado se encuentran otros componentes (Tabla 1). La turmalina y el circón aparecen en el 73,8 y 52,1 % de las secciones estudiadas (P. Obregón-Pérez, 1992) y entre los litoclastos predominan los de metamorfitas (esquistos cuarzomicaáceos y sericiticos) y silicitas. Con menor frecuencia se presentan granos de areniscas cuarzosas y rocas arcillosas de la propia formación.

Se registraron algunos cambios en la composición mineralógica de las areniscas a lo largo del corte estratigráfico. Es muy evidente el registro de plagioclasas en cantidades significativas (>1 %) sólo hacia la parte alta del perfil (a partir del punto CB-231), en tanto que el feldespato potásico sólo aparece en dos muestras (Tabla 1) en el techo de la formación. Por otra parte, la turmalina no se registra en las capas más bajas.

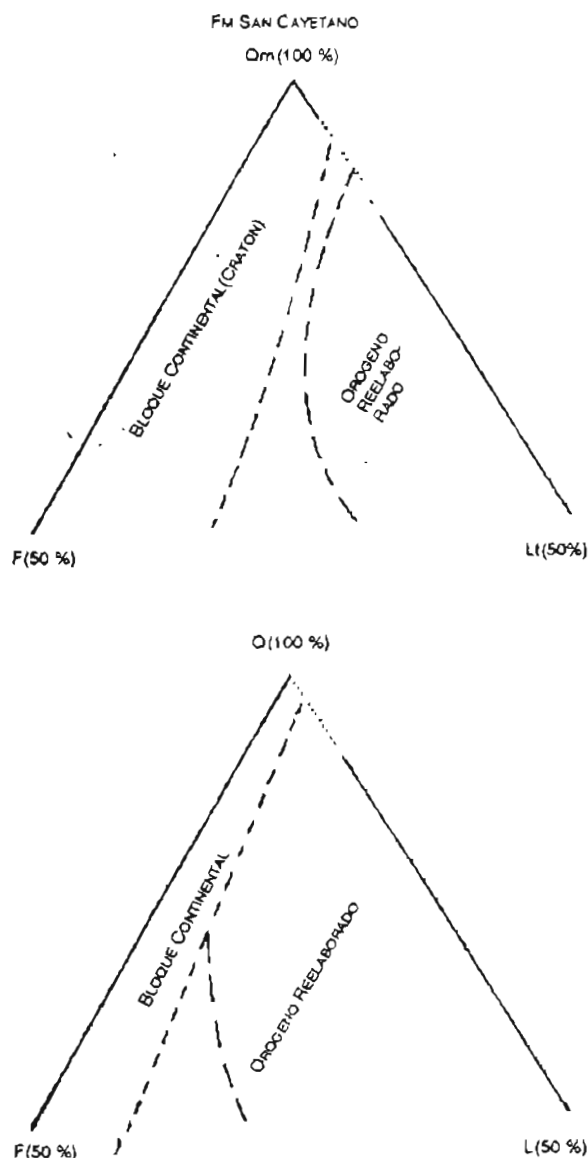


FIGURA 4. Distribución de las muestras de las areniscas de la Fm. San Cayetano en los triángulos de Dickinson y Suczek (1979).

Con respecto a los tipos genéticos de depósitos, se nota un ligero incremento en el contenido medio de granos silíceos en los depósitos de canal (93,30 %) respecto a los intercanales (89,78 %), así como la ausencia de feldespato potásico en los primeros.

En general, las areniscas poseen elevada madurez mineralógica con una selección mediana. Sólo las areniscas gruesas presentaron un pobre sorteo de los granos y la mayor parte de estos poseen redondeamiento con valores medios a altos, según la escala gráfica de Krumbein y Sloss (1951).

La composición mineralógica de los clastos de las areniscas de la Fm. San Cayetano en el corte estudiado, sugiere que la misma debió derivarse mayormente de la erosión de rocas metasedimentarias (esquistos, cuarcitas) y areniscas cuarzosas. Esta proveniencia se torna más evidente por el apreciable redondeamiento observado en numerosos granos de turmalina, circón y especialmente, cuarzo monocristalino. En los sedimentos de la parte más

elevada del corte se distingue la influencia de una fuente de aporte con granitoides (granos de feldespatos), y una porción de los granos (clastos arcillosos) proviene de la erosión de los sedimentos del abanico por las propias corrientes turbias. Otras litologías parecen haber contribuido poco al conjunto de sedimentos en el perfil estudiado, aunque es notable la abundancia de restos carbonizados de plantas, bien visibles megascópicamente, aunque no bajo el microscopio.

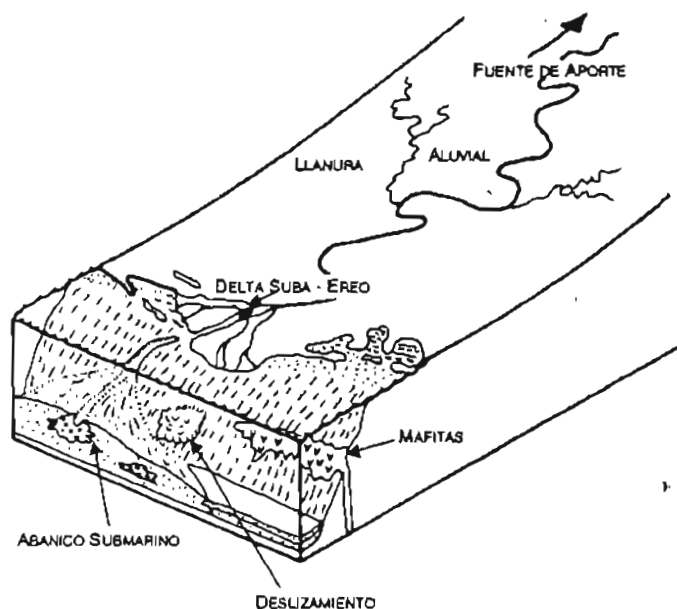


FIGURA 5. Bloque diagrama representativo de las condiciones de acumulación de las formaciones San Cayetano y El Sábalo.

La investigación detallada de la composición mineralógica de las areniscas permitió construir gráficos triangulares (Figura 4) para determinar el régimen tectónico en los terrenos de proveniencia del material clástico (Dickinson y Suczek, 1979) de acuerdo al triángulo QmFLt, las muestras se distribuyen con un ligero predominio de puntos en el campo del bloque continental (cratón), con respecto al orógeno reelaborado. Por el contrario, la ubicación de los puntos en el triángulo QFL muestra un predominio del orógeno reelaborado (Figura 4).

En 1986, A. Pszczolkowski publicó sus datos sobre la composición de las arenitas de la Fm. San Cayetano. Este autor utilizó 26 muestras colectadas en diferentes nappes y niveles estratigráficos de la formación en Guaniguanico occidental (18 muestras) y en los nappes de Sierra del Rosario (8). Comparando los resultados de las tablas para los diagramas triangulares del perfil en Cinco Pesos, respecto a los de Guaniguanico occidental, es notable un incremento de los granos silíceos en el primero (94,34 vs 81,2 %) y decrecimiento en los feldespatos (1,45 vs 10,7 %) y litoclastos (4,77 vs 8,1 %) respecto al segundo (Tabla 2). Tan marcados contrastes indican una notable diferencia en la composición de la fuente y/o régimen tectónico. De acuerdo con la opinión de Pszczolkowski, los resultados de los diagramas triangulares para la Fm. San Cayetano en Sierra de los Órganos sugieren una fuente de aporte del tipo orógeno reelaborado, separada de la cuenca por un «amplio terreno cratónico».

BLA 1. Composición mineralógica de la Fm. San Cayetano. Componentes Clásticos

No. muestra	Q	Cu	S	EC	EM	ES	Ac	AR	RC	Z	F	Pg	Tm	Cr	Rt	Mv	A	M
CB-233D	87,10	1,56	1,17	X	3,1	1,17		X			1,17	1,95	1,17			1,5		
CB-233CH	87,20								1,16		1,16	3,48	1,16			4,9		*
CB-233C	87,7	6,1	1,5						1,52			1,62		1,52				*
CB-233B	87,01	1,73	3,03	X	2,5						X	3,46	X			X		
CB-233A	89,4	4,30	X	X	2,87							1,43	X					
CB-232F	87,6	1,37			5,04				1,85			1,83	1,37		1,37	X		
CB-232E	91,22		1,68		X		X					2,19	X	X		X		
CB-232CH	90,07				1,09				2,18			1,09	X			3,27		
CB-232C	84,58	1,25	3,33	X	X	1,25		X	X			2,50	X	1,25		3,3		
CB-232B	92,3	X	X	X	X	X	X		X			1,00	1,0	X		1,00		
CB-231CH	80,34	3,84	1,7	1,28	3,84	X		X	1,7			3,41	X			X		*
CB-231	84,9	1,77		X	X	X			1,77	*		4,7	X	X		3,5		
CB-230C	86,13	1,68	2,94	X	1,28		X		X	*			X	1,68	2,1	1,68		*
CB-230A	90,6	3,1		X	X	X	X			*			1,5			1,5		
CB-230B	90,3	1,48	1,48	X	1,48	X		X	X				X	X	1,49		X	*
CB-229	87,8	3,03			6,06	1,5								X		X	X	
CB-228B	88,9	3,81		X		1,27		2,54					X	X		X		
CB-228	88,6	5,9	X	1,08	1,08	1,08							X	X	X	1,16		
CB-228A	94,5	3,24			1,62			X										*
CB-227C	86,0	5,52		X	X									1,45	X	4,06		
CB-227B	93,8	2,0						3,06								1,00		
CB-227A1	85,9	3,90	4,68	X	2,56			2,34		*						X		
MEDIA	88,05	2,47	0,94	0,15	1,28	0,49		0,24	0,61		0,11	1,25	0,31	0,31	0,21	1,17		
D. MEDIA	3,30	1,87																

Q: Cuarzo (monocristalino), Cu: cuarcitas, S: silicitas, EC: esquistos cuarzosos, EM: esquistos micáceos, ES: esquistos sericíticos, AC: roca arcillosa, AR: arenisca, RC: roca cloritizada, Z: zeolita, F: feldespato potásico, Pg: plagioclasa, Tm: turmalina, Cr: circón, Rt: rutilo, Mv: moscovita, A: anfíbol, M: metálico, X: granos presentes en cantidades menores que 1 %.

Los datos sobre la composición de la formación, extraídos de distintas fuentes para la región de Sierra de los Órganos, evidencian la presencia de minerales no determinados en el perfil de Cinco Pesos, tales como: esfena, apatito, ilmenita y biotita (Burov y otros, 1986; Martínez y otros, 1988). Por otra parte, los datos de los pozos Los Arroyos 1 y 2, ubicados en estructuras que son la prolongación hacia el occidente de la Sierra del Rosario, arrojan una composición mineralógica (cualitativa), bastante parecida a la registrada en Cinco Pesos.

En resumen, los datos del perfil de Cinco Pesos, así como las observaciones de Pszczolkowski (1986) en los sedimentos del riappe La Paloma, evidencian que hay un marcado enriquecimiento de sílice en estas rocas con respecto a los cortes de Guaniguanico occidental, aspecto a tomar en consideración en los futuros modelos sobre la cuenca donde sedimentó la Fm. San Cayetano (Tabla 2).

G. Haczewski (1976) realizó una cierta cantidad de determinaciones de paleocorrientes en los sedimentos de la Fm. San Cayetano. El cuadro obtenido por dicho autor fue bastante complejo, aunque según su crite-

rio la fuente de suministro tiene una posición meridional respecto a la cuenca. En las determinaciones de paleocorrientes hechas en Cinco Pesos, se pudo observar un notable predominio del transporte sedimentario en una dirección próxima a la E-W.

La Figura 5 recoge una interpretación de las condiciones de acumulación de la Fm. San Cayetano en una porción de su cuenca, inspirada en el modelo de G. Haczewski, pero con nuevas ideas introducidas por los autores y basadas en la elaboración de los resultados por ellos obtenidos. A diferencia del modelo de Haczewski, los investigadores suponen una fuente de suministro más llana, posiblemente ubicada hacia el norte. Esto último parte del hecho de la gran similitud del corte del jurásico superior - cretácico de Sierra del Rosario, con el de la zona Placetas del norte de Cuba central. El paleotalud de esta última debió estar inclinado hacia el sur.

La respuesta final a la posición de la fuente de aporte de la Fm. San Cayetano, requiere de una mayor cantidad de mediciones de estructuras sinsedimentarias, combinadas con datos de su posición tectónica.

TABLA 2. Contenido de los grupos de granos clásicos empleados para construir los gráficos triangulares de Dickinson y Suczek (1979) en la Fm. San Cayetano (perfil de cinco pesos)

Muestras	QFL			QmFLt		Lt
	Q	F	L	Qm	F	
CB-233D	92,29	3,21	4,50	89,50	3,21	7,29
CB-233CH	92,82	4,94	2,24	92,82	4,94	2,24
CB-233C	96,77	1,64	1,59	89,05	1,64	9,31
CB-233B	91,77	3,46	4,77	87,69	3,46	8,65
CB-233A	93,70	1,45	4,85	89,25	1,45	8,70
CB-232F	91,48	1,88	7,04	89,67	1,88	8,45
CB-232E	95,77	2,77	1,96	94,04	2,27	3,69
CB-232CH	93,11	1,13	5,76	93,11	1,13	5,76
CB-232C	93,36	2,62	3,97	88,61	2,62	8,77
CB-232B	94,18	1,06	4,76	94,18	1,06	4,76
CB-231CH	88,74	3,46	7,79	81,15	3,46	15,39
CB-231	89,81	4,87	5,32	87,97	4,87	7,16
CB-230C	95,99		4,01	91,10		8,90
CB-230B	94,67		5,33	91,66		8,34
CB-230A	95,69		3,41	93,40		6,60
CB-229	92,30		7,70	89,23		10,77
CB-228B	96,06		3,94	91,70		8,30
CB-228A	97,74		2,26	94,50		5,50
CB-228C	97,80		2,19	89,63		10,37
CB-227C	99,68		0,32	91,01		8,99
CB-227B	96,76		3,24	94,75		5,25
CB-227A-1	95,05		1,95	85,90		14,10
MEDIA	94,34	1,45	4,77	90,49	1,45	8,06
D.STANDARD	2,71		2,14	3,31		3,04

Q: Cuarzo detrítico (Qm+Qp); Qm: cuarzo monocristalino; Qp: Cuarzo policristalino; F: Feldespatos detríticos; L: Litoclastos inestables; Lt: Litoclastos (total).

Rasgos generales de la Fm. Polier

Las capas de la Fm. Polier (berriasiano - barremiano (aptiano?)) constituyen una secuencia terrígeno-carbonatada. En todos sus afloramientos en Sierra del Rosario, la formación se presenta bien estratificada, generalmente en capas decimétricas a centimétricas (Pszczolkowski, 1982), aunque, ocasionalmente hay lechos de más de 1m de espesor. Dentro de la formación los cortes presentan una relación terrígenos/calcáreos variable. Particularmente, en los nappes de posición más meridional que contiene la formación, predominan las capas calcáreas, en tanto que en diferentes unidades tectónicas septentrionales los terrígenos componen el 50 % o más del corte, tomando en los últimos el aspecto de un flysch terrígeno - carbonatado (Cobiella Reguera y Hernández Escobar, 1990).

Los sedimentos clásticos son turbiditas con rasgos más bien distales (predominio de ritmos TCD), aunque en algunos nappes abundan los ritmos TBOD, eventualmente puede aparecer el miembro A de estos depósitos.

Entre las calizas predominan las mudstones con cantidades apreciables de radiolarios, calpionélidos y otros pequeños fósiles pelágicos. Aunque no abundantes, se encuentran intercalaciones calcáreas con oritocenosis de aguas someras (millólidos y otros foraminíferos bentónicos, algas, fragmentos de conchas de moluscos, etcétera), que pueden o no estar mezclados con formas pelágicas. Los fósiles bentónicos provienen del redépósito de sedimentos de bancos carbonatados ubicados en el borde de una plataforma somera.

La parte superior de la formación ha sido distinguida como el Mb. Roble y se caracteriza por contener casi exclusivamente sedimentos terrígenos, con muy esporádicas intercalaciones calcáreas. La Fm. Polier es cubierta concordantemente por la Fm. Santa Teresa, en tanto yace, también concordantemente, sobre la Fm. Artemisa (oxfordiano-berriasiano). La formación guarda bastante similitud en litología y edad con la Fm. Veloz de Cuba central, aunque es más terrígena que esta última.

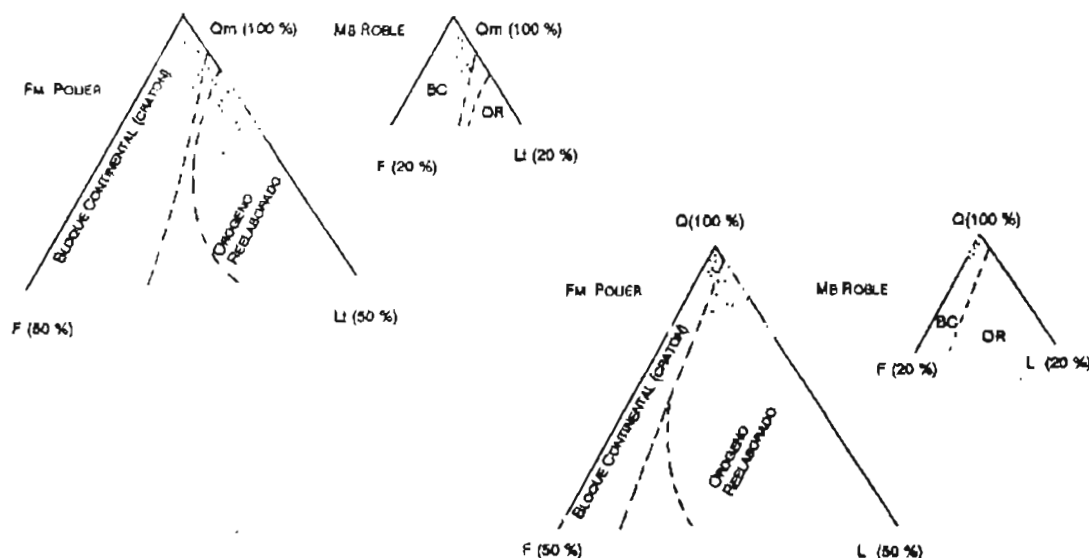


FIGURA 6. Distribución de las muestras de las areniscas de la Fm. Polier y su Mb. Roble en los triángulos de Dickinson y Suczek (1979).

Los nappes que cortan la formación parecen responder a planos de decollement internos, ubicados en distintos niveles estratigráficos.

Composición mineralógica de la Fm. Polier y algunos aspectos de la paleogeografía de Cuba occidental durante el cretácico temprano

Se estudiaron unas 33 secciones delgadas de areniscas de la Fm. Polier (incluyendo su Mb. Roble) ubicadas en 10 nappes diferentes. La inmensa mayoría resultaron ser areniscas cuarzosas (19) y subcuarzosas (11).

Dos resultaron areniscas líticas y una fue subarcosa (N. Díaz Díaz, 1992). Además de cuarzo, hay granos de cuarcitas, silicitas, esquistos, granitoides, felsitas y rocas calcáreas. También se presentan clastos de feldespato potásico, circón y moscovita (Tabla 3). Otros componentes aparecen en cantidades muy limitadas. En total se contaron y clasificaron más de 10 500 granos (N. Díaz Díaz, 1992).

TABLA 3. Contenido de los grupos de granos clásicos empleados para construir los gráficos triangulares de Dickinson y Suczek (1979) en la Fm. San Cayetano, con muestras provenientes de las alturas pizarrosas y Sierra de los Órganos (según Pszczolkowski, 1986)

Muestras	QFL			QmFLt		
	Q	F	L	Qm	F	Lt
AP-14	79,1	14,2	8,7	74,9	14,2	10,9
AP-37	73,0	15,9	11,1	65,0	15,9	19,1
1P-277	70,6	13,5	15,9	61,3	13,5	25,2
1P-831	85,2	7,9	8,9	72,5	7,9	19,8
CP-196	73,3	14,9	11,8	67,7	14,9	17,4
CP-198	78,2	15,6	6,2	70,0	15,9	14,4
CP-201A	97,7	0,7	1,6	64,3	0,7	35,0
CP-201B	90,2	3,8	6,0	67,0	3,8	29,2
CP-207A	97,4	0,2	2,4	89,8	0,2	10,2
CP-209B	95,0	2,0	3,0	71,0	2,0	27,0
CP-243	73,5	14,16	11,9	66,1	14,6	19,3
CP-247	83,5	12,7	3,8	64,2	12,7	23,1
CP-260	85,8	8,1	6,1	72,2	8,1	19,7
CP-262	87,1	6,7	6,2	74,7	6,7	18,6
CP-277-B	68,0	20,6	11,4	57,3	20,6	22,1
CP-288	85,0	8,6	6,4	73,3	8,6	18,1
CP-291	61,4	21,0	17,6	45,5	21,0	33,5
CP-292A	78,0	11,7	10,3	66,5	11,7	21,8
Valor Promedio	81,2	10,7	8,1	68,0	10,7	21,3

El rasgo más notable en la composición de las areniscas de la formación son las diferencias registradas entre su parte superior (Mb. Roble) y el resto de la unidad. Por ejemplo, según el muestreo realizado el Mb. Roble tiene

un contenido del 95,03 % de granos silíceos (desviación media del 2,92 %), en tanto que el resto de la formación tiene como promedio de 88,89 % de sílice, con desviación media del 9,51 %. También es notable el enriquecimiento en circón (0,89 %) del Mb. Roble respecto al resto de la formación (0,61 %). Simultáneamente aumenta en el Mb. Roble el número de granos redondeados de cuarzo y circón, no se registraron en él plagioclasas, y el contenido medio de feldespato potásico desciende al 2,04 % respecto al 2,69 % del resto de la formación. Por otra parte el grado de selección granulométrica y redondeamiento es sensiblemente superior en dicho miembro. A pesar del pequeño número de muestras de esa unidad estudiada (9), las diferencias observadas no deben ser obra de la casualidad, sino que indican cambios sustanciales. La mayor madurez composicional y textural de los sedimentos del Mb. Roble tienen su reflejo en los triángulos Qm F Lt y Q F L de Dickinson y Suczek (1979). En ambos triángulos (Figura 6) las rocas del Mb. Roble se localizan casi exclusivamente en el campo de proveniencia del bloque continental, en tanto que buena parte de las rocas de la Fm. Polier caen en el campo del orógeno reelaborado. Las Tablas 4 y 5 recogen los datos a partir de los cuales se construyeron los triángulos.

La composición clásica total de la Fm. Polier indica aportes de una región de geología variada, con granitoides, metamorfitas y una cobertura sedimentaria. El aporte de la cobertura sedimentaria debió ser mayor durante la acumulación del Mb. Roble y por otra parte, los abundantes bioclastos calcáreos, con fósiles bentónicos cuya edad es muy similar a la de los fósiles contenidos en las calizas pelágicas de la formación, indican la presencia de bancos carbonatados ubicados hacia el borde de la cuenca. La Figura 7 recoge un modelo de sedimentación para la Fm. Polier, realizado a partir de nuestros datos y las investigaciones de A. Pszczolkowski (1982, 1987).

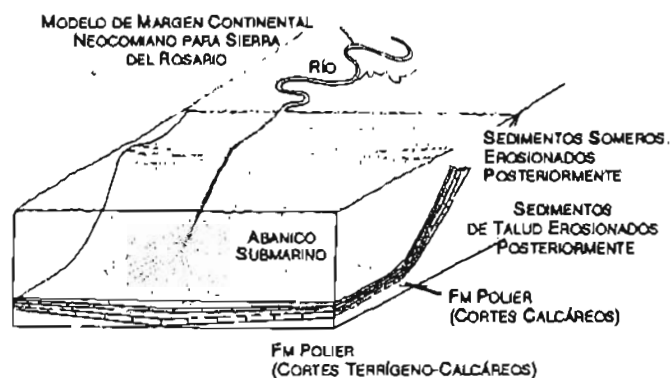


FIGURA 7.

A. Pszczolkowski (1987 b), basado en 136 mediciones, concluyó que las paleocorrientes que depositaron las areniscas de la Fm. Polier provenían aproximadamente del norte, aunque algunas mediciones resultaron próximas a una línea este-oeste. Los datos reunidos por los autores de este trabajo (mucho más limitado que los del citado geólogo) coinciden bastante bien en esto, aun-

que presentan una mayor dispersión en las direcciones. En particular en los nappes Cangre y La Serafina, se obtuvieron numerosas mediciones de paleotransporte cercanas a una línea E-W conjuntamente con otras cercanas a una línea N-S. Tales hechos, así como los resultados del DSDP en aguas del golfo de México meridional

(Schlager y otros, 1984), según los cuales no se manifiesta una fuente de aporte de sedimentos clásticos en la primera mitad del cretácico temprano al norte de Pinar del Río, sugieren que la situación paleogeográfica debió ser más compleja que la esbozada por A. Pszczolkowski (1987 b).

TABLA 4. Composición mineralógica de las areniscas de la Fm. Poller

No. muestra	Q	Cu	EC	S	LV	LS	F	Pg	Cr	Mv	A	G
CB-173	85,95	1,96		8,98		0,84	0,84	0,28		1,12		
CB-38B	82,35	4,91	0,49	3,43		2,94	5,39	0,49		0,98		
CB-158A	83,72	7,75	1,55	3,87		3,87			0,77	X		
CB-175A	68,99	6,97	2,32	1,55	0,77	12,40	4,66	0,77		0,77	X	
CB-123A	89,39	2,00		4,29	0,28	1,43	1,71	0,57		0,57		
CB-138B	77,94	3,67	0,73	4,41		14,70			0,73	0,73		
CB-156B	79,78	3,97	1,08	4,69	1,80	4,69	3,24			0,72		
CB-93B	84,65	1,08		7,93		2,64	1,82	0,54	1,05	1,05		
CB-74A	86,71	0,94		6,45		3,79			0,75	1,32		
CB-40	85,0	1,66				5,41	5,44		0,83	1,66		
CB-116B	75,27	1,66		12,22	1,66	1,38	4,44	3,05		0,27		X
CB-133B	86,72	2,36	0,47	2,84		4,26	1,42	0,47	1,42			
CB-58-3	93,92	0,30		1,77		0,50	2,02	0,25	0,75	0,25		
CB-58-12A	94,33	0,90		1,13		1,36	1,58		0,45	0,22		
CB-209A	92,30	1,21	0,40	1,61		1,61	1,61			0,80	X	
CB-83Z	78,37	1,54	0,38	8,88	1,55	6,17	1,93	0,77	0,38	0,38		
CB-4-8-1	52,25		2,50	4,51		28,38	9,03		0,64	2,58		
CB-4-8-2	53,12	2,50		7,50		27,50	5,62		0,62	3,12		
CB-214A	80,42	2,49	0,71	6,76		2,49	3,20		1,42	2,49		
P-10-4	78,10	1,21	0,40	8,67		8,87	0,20		0,59	1,97		
P-10-2	79,36	3,28	0,81	5,15	1,98	3,17	3,27	0,40	2,38	0,79		
P-10-1	80,37	3,44	1,14	9,05	0,37	1,88	2,67	0,76	0,37	0,75		
PF-12	87,61	0,56		2,83		1,06	2,60	0,56	0,53	1,41		
CB-4-2	87,80	0,16		2,72		2,40	2,08	0,32	1,12	3,37		
MEDIA	81,01	2,37	0,54	5,05	0,33	5,98	2,69	0,38	0,61	1,13		1,25
D. MEDIA	10,57	1,99		3,13		7,62	2,18		0,58	1,00		

LV: Litoclastos Volcánicos, LS: Litoclastos Sedimentarios, G: Glauconita, el resto como en la Tabla 1.

TABLA 4a. Composición mineralógica de las areniscas del Mb. Roble

Mb. Roble										
No. muestra	Qm	Cu	Eq	S	LV	LS	K	Cl	MI	Tu
CB-36A	95,05	0,78	0,26	1,30		0,26	1,30		1,04	
CB-60B	88,98	3,44		2,54	0,84		2,58	0,84	0,84	
CB-70A	91,36	0,56		4,12			0,75	1,87	0,93	X
CB-65	87,41	1,74		4,89	0,34		3,14	1,74	0,69	
CB-38C	90,20	1,22		3,26			2,85	1,22	1,22	
CB-74	92,15	1,96		2,69	0,24		1,71	0,49	0,73	
P-14	94,15	0,39		2,72		0,19	1,18	0,38	0,97	
CB-83-1	90,12			6,10			2,72	0,71	0,35	
CB-4-14	88,22	1,41		4,24		5,85	2,22	0,80	3,23	
Media	90,85	1,28	0,03	3,54	0,16	0,70	2,05	0,89	1,11	
Desv. Media	2,59	1,03	0,08	1,44	0,29	1,93	0,84	0,62	0,83	

LA 5. Contenido de los grupos de granos clásicos empleados para construir los gráficos triangulares de Dickinson y Suczek (1979) para la Fm. Polier

Fm. Polier Muestras	Q F L			Qm F Lt		
	Q	F	L	Qm	F	Lt
CB-173	98,01	1,25	0,85	86,92	1,25	11,83
CB-38B	91,07	6,15	2,97	83,16	6,15	10,69
CB-158A	92,18		7,82	84,37		15,63
CB-175A	81,08	5,6	13,37	70,0	5,6	24,4
CB-123A	95,97	2,4	1,43	89,90	2,4	7,70
CB-138B	85,49		14,49	79,09		20,91
CB-156B	90,17	3,43	6,53	80,36	3,43	16,21
CB-93B	95,66	2,20	2,70	86,55	2,20	11,25
CB-74A	96,1		3,87	88,54		11,46
CB-40	88,87	5,55	5,55	87,17	5,55	7,26
CB-116B	89,41	7,52	3,06	75,30	7,52	16,92
CB-133B	93,74	1,98	4,32	87,96	1,98	10,06
CB-58-3C	97,18	2,34	0,51	94,87	2,34	2,79
CB-58-12A	97,02	1,61	1,36	94,97	1,61	3,42
CB-209A	96,7	1,66	1,63	93,04	1,66	5,30
CB-83Z	89,78	2,99	7,38	78,97	2,99	18,04
CB-4-8-1	61,32	9,33	29,3	53,99	9,33	36,68
CB-4-8-2	65,57	5,83	28,5	55,18	5,83	38,95
CB-214-A	94,06	3,35	2,59	83,69	3,33	42,98
P-10-4	90,67	0,22	9,10	80,15	0,22	19,63
P-10-2	91,37	3,79	5,32	81,97	3,79	14,24
P-10-1	95,03	3,55	2,28	83,22	3,55	13,23
RF-12	96,15	3,22	1,12	89,25	3,22	7,23
CB-4-2	94,95	2,51	2,52	91,92	2,59	5,57
Media	90,11	3,19	6,61	82,52	3,19	14,28
Desv. Media	9,38	2,43	7,79	10,31	2,43	9,12

TABLA 5a. Contenido de los grupos de granos clásicos empleados para construir los gráficos triangulares de Dickinson y Suczek (1979) en el Mb. Roble de la Fm. Polier

Mb. Roble Muestras	Q F L			Qm F Lt		
	Q	F	L	Qm	F	Lt
CB-38A	98,41	1,31	0,26	96,04	1,33	2,63
CB-80B	96,53	2,65	0,86	90,46	2,65	8,10
CB-70A	99,21	0,80		94,41	0,80	6,89
CB-65	96,4	3,39	0,35	89,59	3,39	7,02
CB-36C	97,05	3,03		92,45	3,03	4,52
CB-74	98,0	1,78	0,24	93,29	1,78	4,93
P-14	98,6	1,21	0,19	95,44	1,21	3,35
CB-63-1	97,10	2,90		91,08	2,90	6,02
CB-4-14	91,57	2,42	6,10	90,98	2,42	6,60
Media	97,0	2,08	0,89	95,51	2,16	2,30
Desv. Media	2,25	0,86	1,97	2,85	0,91	2,47

CONCLUSIONES

1. Las fuentes de suministro de las formaciones San Cayetano y Polier fueron terrenos con corteza continental.
2. En el perfil de Cinco Pesos, las areniscas de la Formación San Cayetano están compuestas por clastos de cuarzo, cuarcitas, silicitas, esquistos cuarzosos, moscovita, feldespatos, circón, esquistos cuarzo-micáceos y cantidades menores de otros granos. El conjunto indica una fuente de aporte de terrenos constituidos mayormente por metamorfitas siálicas con una cobertura sedimentaria rica en areniscas cuarzosas. Los granos de feldespato sugieren algún aporte de afloramientos de intrusivos ácidos hacia el final de la sedimentación.
3. La Fm. San Cayetano, en Cinco Pesos, parece ser un sedimento de abanico submarino, construido por turbiditas. Se distinguen dos tipos de depósitos: (a), de canales, (b) de intercanales. Existen algunas diferencias en la composición de los clastos entre uno y otro tipo de sedimento.
4. Los depósitos de la Fm. San Cayetano en Cinco Pesos (y quizás en toda la Sierra del Rosario), son considerablemente más ricos en granos silíceos que los sedimentos de Guaniguanico occidental reportados por Pszczolkowski (1986).
5. En los triángulos Qm F Lt y Q F L de Dickinson y Suczek (1979) los puntos de la Fm. San Cayetano se ubican tanto en el campo del bloque continental como en el orógeno reelaborado (Qm F Lt), en tanto se colocan mayormente en el orógeno reelaborado en el triángulo QFL en el perfil de Cinco Pesos. A. Pszczolkowski (1986), reporta un predominio de puntos en el campo del orógeno reelaborado para Guaniguanico occidental. Aunque por su escala no son directamente comparables con otros trabajos regionales, los resultados de nuestra investigación sugieren la presencia de fuentes de aportes con diferente régimen tectónico para distintas partes de la Fm. San Cayetano (Sierra del Rosario y «Zona Esperanza» por un lado y Sierra de los Órganos y las Alturas Pizarrosas, por otro).
6. Las areniscas de la Fm. Polier son turbiditas. La relación sedimentos terrígenos/sedimentos calcáreos es distinta en diferentes nappes. También son diversas las direcciones de paleocorrientes determinadas en distintos nappes.
7. Las areniscas de la Fm. Polier están compuestas por granos de cuarzo, cuarcitas, esquistos, silicitas, volcanitas, rocas calcáreas, feldespatos, circón, moscovita y turmalina, además de otros detectables sólo en pequeñas cantidades. En su conjunto indican una fuente con granitoides, metamorfitas siálicas y una cobertura sedimentaria. Más limitadamente hubo aportes de terrenos volcánicos antiguos y de clastos de bancos carbonatados, ubicados en la propia cuenca.

8. En los triángulos QFL y Qm F Lt de Dickinson y Suczek (1979), la fuente de aporte de la Fm. Polier se ubica en los campos cratónicos y del orógeno reelaborado aunque para su Mb. Roble, se coloca en el campo del bloque continental (cratón).
9. El Mb. Roble posee una madurez mineralógica y textural más marcada que el resto de la Fm. Polier, y se derivó principalmente de la erosión de sedimentos terrígenos ricos en cuarzo. Esto, unido a lo expresado en el punto 8, sugiere que debió ocurrir un importante cambio en el régimen de sedimentación de la cuenca al comenzar la acumulación del Mb. Roble.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su reconocimiento a Evelio Linares Cala, del Centro de Investigación y Desarrollo del Petróleo, por las descripciones petrográficas de los núcleos de varias perforaciones profundas realizadas en Pinar del Río, que puso a disposición de ellos.

BIBLIOGRAFÍA

- ANASTASIU, N.: *Minerales y rocas sedimentarias*, Ed. Técnica, Bucarest, Rumania, 1977 (en rumano).
- ANDERSON, T. and V. SCHMIDT: *The evolution of Middle America and the Gulf of Mexico-Caribbean Sea region during Mesozoic time*, Geological Society of America, 94, pp. 941-966, 1983.
- ARECES-MALLEA, A.: «La presencia de *Piazopteris branneri* (Pterophyta) en Consideraciones paleobiogeográficas sobre el jurásico de Cuba», *Revista Española de Paleontología*, 6, pp. 126-134, 1991.
- BERMUDEZ, P.: *Las formaciones geológicas de Cuba*, Ministerio de Industrias, La Habana, 1961.
- BOUMA, A.: *Sedimentology of some flysch deposits*, Ed. Elsevier, 1962.
- BUROV, V.; D. MARTÍNEZ y otros: *Informe de los trabajos de levantamiento geológico realizados en la parte occidental de la provincia de Pinar del Río en 1981-85*, Informe inédito, Fondo Geológico de Pinar del Río, 1986.
- COBIELLA-REGUERA, J.: *Curso de Geología de Cuba*, Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1984.
- COBIELLA, J.; A. BOITEAU, M. CAMPOS y F. QUINTAS: «Geología del flanco sur de la Sierra del Purial», *La Minería en Cuba*, vol. 3, no. 2, pp. 43-53, 1977.
- COBIELLA-REGUERA, J. y A. HERNÁNDEZ-ESCOBAR: *Estudio geológico de la Sierra del Rosario entre Soroa y Cayajabos, provincias de Pinar del Río y La Habana*, Informe, Centro Universitario Hermanos Saiz, 1990.
- DÍAZ-DÍAZ, N.: *Estudio de la composición mineralógica de algunas areniscas de la Fm. Polier*, Trabajo de diploma, Centro Universitario Hermanos Saiz, 1992.
- DICKINSON, W. y CH. SUCEK: *Plate tectonics and sandstone compositions*, The American Association of Petroleum Geologists, 83, pp. 2164-2182, 1979.
- FURZAZOLA-BERMÚDEZ, G. y et. al.: *Geología de Cuba*, Ed. Nacional de Cuba, La Habana, 1964.
- HACZEWSKI, G.: «Sedimentological reconnaissance of San Cayetano: an accumulative continental margin in the Jurassic of western Cuba», *Acta Geológica Polónica*, 26, pp. 331-353, 1976.
- : «Reconocimiento sedimentológico de la Fm. San Cayetano. Un margen continental acumulativo en el jurásico de Cuba occidental», en: *Contribución a la geología de Pinar del Río*, pp. 228-247, Ed. Científico Técnica, 1987.
- ITURRALDE-VINENT, M.: «Características generales del magmatismo de margen continental de Cuba», *Revista Tecnológica*, XVIII/4, pp. 17-24, 1988.
- : *Naturaleza geológica de Cuba*, Ed. Científico Técnica, Ciudad de La Habana, 1988.
- KHUDOLEY, K. and A. MEYERHOFF: *Paleogeography and geological history of Greater Antilles*, Memoir, Geological Society of America, New York, 1971.
- KRUMBEIN, W. and L. SLOSS: *Stratigraphy and Sedimentation*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1951.
- MARTÍNEZ, D.; R. FERNÁNDEZ DE LARA y otros: *Informe sobre los resultados del levantamiento geológico y búsqueda a escala 1:50 000 en la parte central de la provincia de Pinar del Río*, Informe Fondo Geológico de Pinar del Río, 1988.
- OBREGÓN-PÉREZ, P.: *Estudio de las areniscas de la parte alta de la Fm. San Cayetano en Cinco Pesos, Sierra del Rosario. Comparación con similares de otras localidades de las cordilleras de Guaniguanico*, Trabajo de Diploma, Centro Universitario Hermanos Saiz, 1992.
- PINDELL, L.: *Alleghanian reconstruction and subsequent evolution of the gulf of Mexico, Bahamas, and proto caribbean*, Tectonics 4, pp. 1-39, 1985.
- PIOTROWSKA, K.: «Las estructuras de nappes en la Sierra de los Órganos», en: *Contribución a la Geología de Pinar del Río*, pp. 85-156, Ed. Científico Técnica, 1987.
- PIOTROWSKI, J.: «Primeras manifestaciones de vulcanismo en el geosinclinal cubano», en: *Contribución a la Geología de Pinar del Río*, pp. 163-169, Ed. Científico Técnica, 1987.
- PSZCZOLKOWSKI, A.: «Geosynclinal sequences of the cordillera de Guaniguanico in western Cuba; their lithostratigraphy, facies development, and paleogeography», *Acta Geológica Polónica*, vol. 28, no. 1, pp. 1-96, 1978.
- : «Cretaceous sediments and paleogeography in the western part of the Cuban miogeocline», *Acta Geológica Polónica*, 32, pp. 135-161, 1982.
- : «Composición del material clástico de las arenitas de la Fm. San Cayetano en la Sierra de los Órganos (provincia de Pinar del Río)», *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, 11, pp. 67-79, 1986.
- : «Paleogeography and paleotectonic evolution of Cuba and adjoining areas during the jurassic-early cretaceous», *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 57, pp. 127-142, 1987a.
- : «Secuencias miogeosinclinales de la cordillera de Guaniguanico; su litoestratigrafía, desarrollo de facies y paleogeografía», en: *Contribución a la Geología de Pinar del Río*, pp. 5-84, Ed. Científico Técnica, 1987b.
- : «Late Paleozoic fossils from pebbles in the San Cayetano Formation Sierra del Rosario, Cuba», *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 59, pp. 27-40, 1989a.
- : *Nuevos datos sobre la estratigrafía del cretácico y el paleógeno en la Sierra del Rosario, provincia de Pinar del Río*, 1989b (inédito).
- RADULESCU, D. y ANASTASIU: *Petrología de las rocas sedimentarias*, Ed. Didáctica, Bucarest, Rumania 1979 (en rumano).
- SOMIN, M. y G. MILLÁN: *Geología de los complejos metamórficos de Cuba*, Ed. Nauka, Moscú, 1981 (en ruso).
- ZHIDKOV, A. y N. JALTURIN: «Zona La Oriental-Baritina, Mineralización estratiforme pirítico-polimetálica», *La Minería en Cuba*, 2/3, pp. 27-39, 1976.