

50 Aniversario

MEDIO SIGLO DEL NIQUEL CUBANO

La empresa niquelera cubana cumple este año el 50 aniversario de su creación. En diciembre de 1943 el gobierno norteamericano con la compañía Frederick Snare Corporation pone en marcha al norte de la entonces provincia de Oriente, en un lugar conocido como Lengua de Pájaro, una planta de níquel, la cual utilizaba el proceso de lixiviación carbonato amoniacal. La primera producción de níquel de esta planta fue de 3 500 lb.

Hoy, esta industria lleva el nombre de "Comandante René Ramos Latour" y aplicando el mismo proceso elabora productos exportables, entre los que se destacan, el óxido de níquel sintetizado (con un 90 % de Ni), óxido de níquel granular (77 % de Ni), óxido de níquel nodular (77 % de Ni) y el óxido de níquel en polvo (76 % de Ni). La capacidad anual de esta industria, decana de las plantas de níquel, es de 22 500 t.

Esta planta, ubicada en Nicaro, actual provincia Holguín, ha desarrollado una tecnología cubana para la separación del cobalto en el proceso amoniacal y aplica una tecnología para incrementar en un 10 % la extracción de cobalto de los minerales lateríticos utilizando sulfato de amonio.

La "Comandante René Ramos Latour", junto a las dos restantes plantas de níquel, la "Pedro Soto Alba", antigua Moe Bay Company y la "Ernesto Guevara", construida por el estado cubano, ubicadas ambas en la región minera de Moe, el Centro de Investigaciones de la Laterita, la Empresa de Construcción y Reparación Integral del Níquel, el Centro de Proyectos y la Empresa Mecánica del Níquel conforman la Unión de Empresas del Níquel de Cuba.

Entre estas instituciones, el Centro de Investigaciones de la Laterita ocupa un lugar importante. Su objetivo, aumentar la eficiencia metalúrgica de las plantas productoras existentes y disminuir los consumos energéticos. Este centro cuenta con un equipamiento analítico de alta calidad, basado en las técnicas de Absorción Atómica, Fluorescencia y Difracción de Rayos X, Cromatografía, Polarografía y Microscopía Electrónica, lo que permite garantizar una respuesta analítica de calidad acorde con las exigencias del proceso productivo.

Es evidente que junto a la experiencia de 50 años del níquel cubano, hoy se cuenta con un personal joven y altamente calificado en la actividad minera y científico técnica que permite a Cuba situar níquel con calidad en los mercados del mundo.

Por: Rafael Diéguez Batista



PALEOGEOGRAFIA DE LA CUENCA SAN LUIS Y SU IMPORTANCIA PARA LA INTERPRETACION DE LA EVOLUCION GEOLOGICA DE CUBA ORIENTAL

Dr. Félix Quintas Caballero
Ing. Jesús Blanco Moreno

Instituto Superior Minero Metalúrgico

RESUMEN: La reconstrucción paleogeográfica de la cuenca San Luis se basa en el análisis estratigráfico y tectónico del corte del Eoceno Medio y Superior que comprende las formaciones Charco Redondo y San Luis en los bloques Cuba Oriental y Maniabón y en la zona de Las Tunas. Como resultado se han obtenido los mapas paleogeográficos del Eoceno Medio Superior y se expone la hipótesis de la evolución geológica de esta región.

Se demuestra que la paleogeografía de la cuenca San Luis marca un hito importante en la evolución geológica de esa zona, que permite comprender más a fondo las características actuales de Cuba oriental.

Este estudio paleogeográfico también servirá de referencia para la correlación de Cuba oriental con otras zonas caribeñas adyacentes.

ABSTRACT: The paleogeographic reconstruction of San Luis basin is based on the stratigraphic and tectonic analysis of the Medium and Upper Eocene cross section that include Charco Redondo and San Luis geological formations in the block of Eastern Cuba and Maniabón in Las Tunas zone. As a result, the paleogeographic maps were obtained from the Upper Medium Eocene and the hypothesis of the geological evolution from this region is presented.

So, the paleogeography from San Luis basin is demonstrated as an important landmark in the geological evolution from this zone, that permits to understand deeply the actual geological characteristics of Eastern Cuba.

This study will serve for referency to the correlation of Eastern Cuba with other adjoining caribbean zones.

INTRODUCCION

La geología del Caribe es bastante compleja, dentro de ella, Cuba es clave para su comprensión. El estudio geológico de la isla y en particular de su parte oriental, con rasgos distintivos que la hacen "sui generis" dentro de la evolución geológica de la misma, es muy importante desde muchos puntos de vista. El estudio integral (análisis de cuenca), de las cuencas sedimentarias Cauto-Nipe, San Luis y Guantánamo, flanqueadas por las mayores elevaciones de nuestro archipiélago (Sierra Maestra, Sierra Cristal, etc), son potenciales en la acumulación de petróleo y gas, en la ocurrencia de yacimientos metálicos, sin restar un ápice en importancia a la explicación científica de su evolución geológica que permitiría una mayor comprensión de los diferentes eventos y acumulaciones sedimentarias, y

representaría un salto cualitativo en la búsqueda y exploración de yacimientos.

Para comenzar este ciclo de trabajo se escogió la paleocuenca San Luis, clave en la reconstrucción paleogeográfica del bloque oriental, que marca el fin de los grandes eventos de traslación y compresión que conformaron la Cuba actual en gran medida.

Esta es una cuenca superpuesta al neocarico en la etapa subplatafórmica. La misma debió extenderse a otros terrenos en el Caribe (La Española, Jamaica, Cresta de Nicaragua), aunque sólo nos referiremos a las características y desarrollo de esta cuenca en Cuba oriental.

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS REGIONALES DE LA REGION CENTRO-ORIENTAL DE CUBA

La región centro-oriental de Cuba, objeto de esta caracterización geológica regional, se extiende desde Camagüey, siendo su límite geológico la falla de igual nombre, hasta Maisí. Sobre esta extensa región, que representa más de la tercera parte del territorio de la isla de Cuba, se realizó la investigación conducente a establecer la paleogeografía de la cuenca San Luis y zonas cercanas.

Es notable que el territorio de Cuba oriental se encuentra dividido en numerosos bloques geológicos (Fig.1), cuyos límites son fallas transcurrentes.

Hemos considerado la existencia de siete bloques geológicos que conceptualmente pudieron ser tratados como Terrenos Tectónicos. Estimamos la existencia de dos grandes sistemas de fallas transcurrentes:

- las de rumbo noreste-suroeste, tipo Cauto, relacionadas genéticamente con la apertura y desarrollo de la cuenca Yucatán.
- las fallas de orientación tendiente hacia el noroeste-sureste, cuya representación típica serían las fallas Las Tunas y Miraflores-San Antonio del Sur. Estos sistemas de fallas se intersectan en la cuenca del Cauto donde

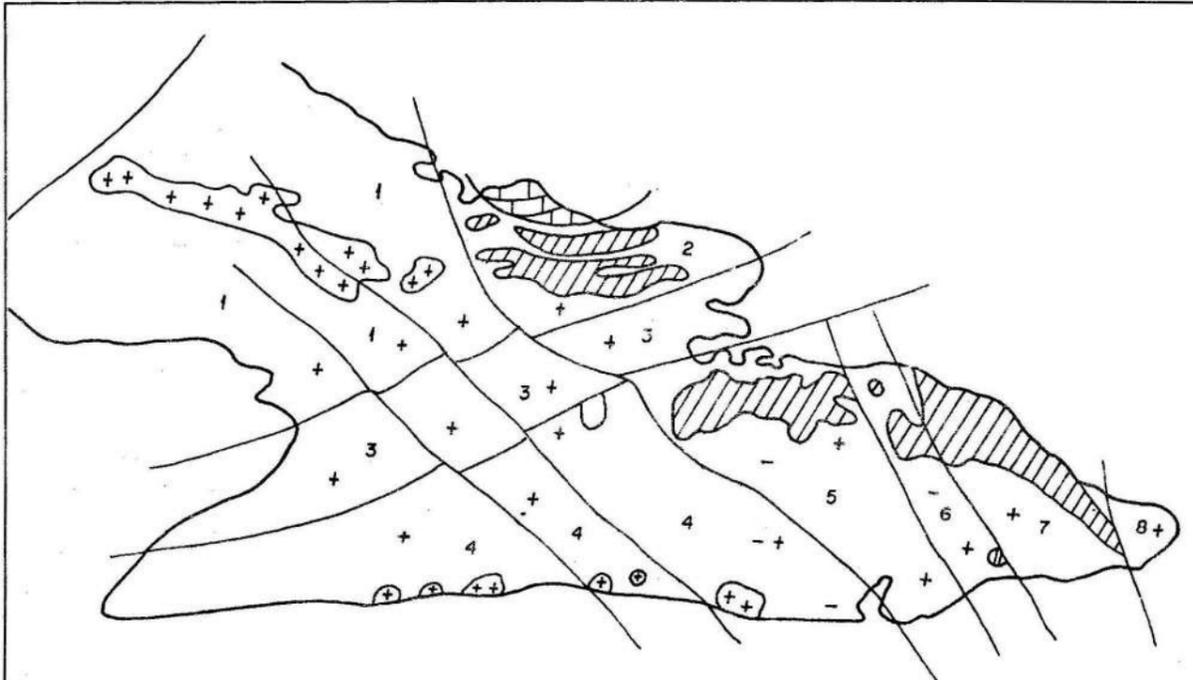


FIGURA 1. Terrenos tectónicos en Cuba centro-oriental. 1. Camagüey-Las Tunas; 2. Maniabón; 3. Cauto-Nipe; 4. Sierra Maestra; 5. Nipe-Cristal-Guantánamo; 6. Sagua de Tánamo; 7. Sierra del Purial; 8. La Asunción; Ofiolitas; + Terrenos con tendencia a la elevación; - Terrenos con tendencia a la subsidencia.

dieron lugar a diversas cuencas pull apart en cadena. Los movimientos según estas fallas fueron contemporáneos y contradictorios según las direcciones de las fallas a la vez que, simultáneamente, producto de las

extensiones o transpresiones (Fig.2), algunos bloques se elevaron o se hundieron, todo lo que trajo por resultado un complejo panorama paleogeográfico muy cambiante en cortos intervalos de tiempo.

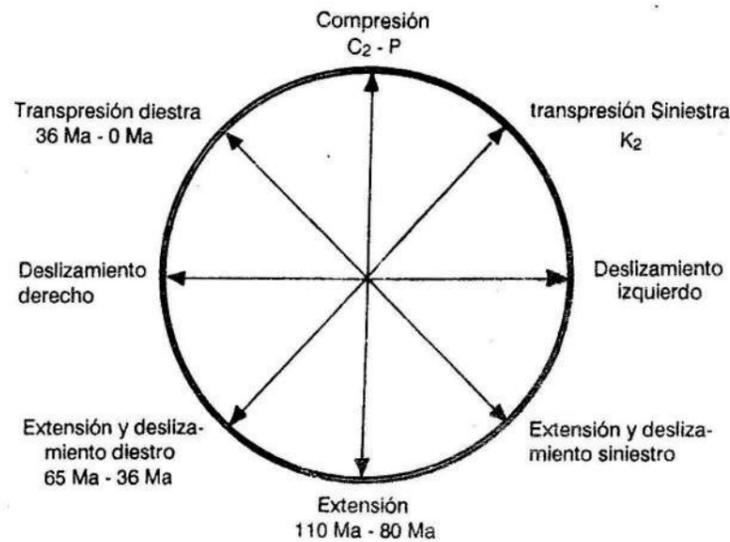


FIGURA 2. Probables movimientos tectónicos y sus efectos en el Caribe, según Burke y otros, 1984.

Durante el Eoceno Medio y Superior culminó el proceso de obducción del paleoarco del mesozoico y del complejo ofiolítico de la cuenca marginal sobre el paleo-

margen de América del Norte, lo que puede comprobarse en la zona de Gibara, donde los afloramientos del grupo Remedios están bordeados hacia su periferia sur por las

Formaciones Embarcadero, del Paleoceno-Eoceno Inferior; Vigía, Eoceno Inferior y Medio, y Rancho Bravo, del Eoceno Superior. Estas formaciones forman parte del parautoctono o autóctono sobre el que yace tectónicamente el complejo de subducción. Con anterioridad desde el Paleoceno al Eoceno Medio inicial se generó un arco volcánico que es conocido como arco Turquino o Sierra Maestra, el cual se edificó sobre las vulcanitas, molasas y flysch del Cretácico y posiblemente hacia el oriente sobre el basamento ofiolítico o de melange en el que participaban las ofiolitas, lo que explica la presencia de serpentinitas en la base de un pequeño manto de vulcanitas terciarias en la localidad de Cajobabo, las que yacen sobre la Formación San Luis.

Es posible que durante este tiempo se generara una zona de expansión en el bloque Cauto-Nipe, limitado por las fallas transcurrentes del Cauto y desde donde a partir del Paleoceno se produjera la obducción de la nueva corteza oceánica por debajo del paleobloque oriental. Este proceso de subducción cesó en el Eoceno Medio, marcando

una etapa de cierre por transpresión de esta cuenca interarco Cauto-Nipe, lo que implicó un aborto del rift y cese de la subducción.

Según Burke (Fig.2), el bloque Cauto-Nipe es testimonio de un episodio de formación de un rift, luego abortado, y de la extensión de la cuenca de Yucatán, lo que coincidiría con la tendencia de la extensión y movimiento diestro que debió predominar desde 65 Ma a 36 Ma en el Caribe según Pindell y Deway, mientras que los bloques limitados por fallas transcurrentes transversas NW-SE, estarían relacionados con procesos ligados a la transpresión diestra causante de las deformaciones plicativas y disyuntivas formadas a partir del Eoceno Medio hasta el Oligoceno, que condujeron a formar diversos grandes pliegues y fallas en el contacto de los que algunos han denominado como Orogenia Cubana.

En la Tabla 1 se expone una sucinta caracterización de los distintos terrenos tectónicos; los que son necesarios correlacionar en el futuro con los de La Española, Jamaica y otras estructuras del Caribe noroccidental.

TABLA 1. Características Generales de los Terrenos de Cuba Centro-Oriental

● ausente; x escasamente presente; X abundante; c estructura compleja; s estructura simple.

Terrenos	Granitoides	Ofiolitas	Vulcanitas cretácicas	Vulcanitas terciarias	Formaciones del K2 Cp-M	Formaciones de la cuenca De San Luis	Estructuras
1. Camagüey Las Tunas	X	X	X	●	x	●	s
2. Maniabón	x	X	X	x	X	x	c
3. Cauto-Nipe	●	x	x	X	x	X	s
4. Sierra Maestra	X	●	x	X	x	X	s
5. Nipe-Cristal Guantánamo	●	X	X	X	X	X	c
6. Sagua de Tánamo	●	x	x	x	X	X	c
7. Sierra del Purial	x	X	X	x	x	X	c
8. La Asunción	x	x	x	●	X	●	c

BREVE CARACTERIZACION DE LOS TERRENOS TECTONICOS DEL TERRITORIO INVESTIGADO

En la porción centro-oriental de Cuba se localizan siete terrenos tectónicos que de oeste a este son los siguientes:

1. Camagüey-Las Tunas.

Caracterizado por presentar formaciones del Eoceno Medio y Superior solamente en su borde suroeste, representadas por la Formación Gualcanamar y hacia el centro norte por las Formaciones Maraguán y Saramaguacán. En la mayor parte de este territorio afloran las rocas volcánicas e intrusivos del mesozoico correspondientes al paleoarco, así como formaciones más jóvenes representativas del período de desarrollo neoplatafórmico.

En este terreno, al parecer, han predominado los movimientos de ascenso desde el Eoceno Inferior.

2. Maniabón.

Este pequeño terreno presenta varios complejos, entre ellos el representativo del paleomargen, el complejo de obducción con su "cobertura" terciaria acumulada en "cuencas a cuestras" (piggy back basin). El conjunto de formaciones de cuencas superpuestas de segunda generación yace sobre un basamento del paleomargen y el complejo neoplatafórmico del Oligo-Mioceno.

3. Cauto-Nipe.

Formado por el efecto de la extensión en un sistema de fallas transcurrentes relacionadas con una antigua zona de riftogenia abortada. En este terreno las formaciones del

Eoceno Medio y Eoceno Medio Superior ocupan un área pequeña, ocurriendo al parecer una amplia emersión a partir del Oligoceno Inferior y Medio.

4. Sierra Maestra.

Se caracteriza por la presencia del Grupo El Cobre, representativo del arco volcánico, que yace sobre un basamento de rocas cretácicas. En este bloque se localiza una gran parte de las áreas afloradas de las Formaciones Charco Redondo y San Luis. Las estructuras plicativas son simples, mientras que entre las disyuntivas más importantes predominan las transcurrentes que fueron desactivadas al ir extendiéndose hacia el oriente la falla transformante Bartlett. En el extremo oriental de este bloque (Gran Piedra), las vulcanitas terciarias pudieron descansar sobre un basamento ofiolítico y ofiolítico metamórfico.

5. Nipe-Cristal-Guantánamo.

Este terreno presenta características estratigráficas y estructurales complejas. Hacia el noreste se encuentra el complejo ofiolítico Nipe-Cristal intensamente tectonizado, que incluye micromelanges de rocas del basamento silíco: cuarcitas, pegmatitas graníticas y gneisses, que pudieran corresponderse con el basamento de paleomargen de Norteamérica en el talud (Zona Camajuani-Placetas) y anfíbolitas relacionadas con el basamento del paleoarco. Hacia el centro afloran, con complejas relaciones tectónicas, las vulcanitas cretácicas, las que también se localizan

en la zona de Río Grande al centro-norte y las formaciones molásico-flyschoides olistostrómicas Mícaro y La Picota. Del centro al sudeste predominan secuencias volcánicas sedimentarias terciarias y específicamente alcanzan grandes espesores las Formaciones Charco Redondo y San Luis. La primera representada por facies neríticas y batiales y la segunda por facies terrígenas batiales con predominio de las turbiditas. En el área de propagación de las ofiolitas Nipe-Cristal no se observan afloramientos del Eoceno Medio-Superior, lo que pudiera explicarse por la existencia de una antigua cresta o meseta submarina somera con escasa sedimentación, sometida posteriormente a una intensa erosión.

6. Sagua de Tánamo-San Antonio del Sur

Se presenta como una banda relativamente estrecha orientada del NW al SE donde se localizan las cuencas de Sagua de Tánamo, Puriales de Caujerí y San Antonio del Sur. En este terreno predominan las formaciones sedimentarias desde el Cretácico al Oligo-Mioceno, aunque están presentes también las vulcanitas y metavulcanitas mesozoicas y terciarias y las ofiolitas. Este terreno parece ser una réplica en menor escala del terreno Cauto-Nipe, estando presente en el mismo el complejo de subducción de Sierra del Convento y el complejo Cerrajón.

De acuerdo con los estudios de Burke y otros sobre la geodinámica del Caribe, este terreno se pudiera relacionar con transpresiones diestras intensas a partir del Mioceno, lo que explicaría el carácter terrígeno de algunas formaciones oligocénicas que llegan a ser hasta de carácter olistostrómico, así como los bruscos contrastes estratigráficos entre las formaciones del Eoceno Medio y Superior en las zonas de Sagua de Tánamo, Yateras y San Antonio del Sur.

7. Sierra del Purial.

En este terreno predominan dos grandes conjuntos litológicos: las ofiolitas del complejo Moa-Baracoa y las metavulcanitas del Grupo Sierra del Purial; en menor grado se localizan vulcanitas del Cretácico y formaciones sedimentarias y vulcanógeno-sedimentarias, las cuales ocupan pequeñas porciones de este territorio. La estructura de los complejos metavolcánicos y ofiolíticos es muy complicada y diversa, formando parte de un gigantesco melange.

8. La Asunción.

Ocupa un área pequeña en el extremo oriental de Cuba donde aflora un complejo metaterriígeno-carbonatado, del posible paleomargen de América del Sur, cubierto parcialmente por formaciones miocénicas. En este terreno también se incluyen anfibolitas del posible basamento del neozoico y las ofiolitas de una posible cuenca marginal sur.

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES SOBRE LA GEODINAMICA DEL BLOQUE ORIENTAL DURANTE EL EOCENO MEDIO Y SUPERIOR

Los movimientos de traslación de los terrenos se dieron predominantemente desde el sureste con rumbo al noroeste, como resultado de la sumatoria de los movimientos de traslación de todos los terrenos. No obstante, al parecer cada terreno o conjunto de terrenos se trasladó con diferentes velocidades, lo que trajo por consecuencia que algunos, específicamente el de Sierra del Purial y la Asunción quedasen rezagados respecto a los demás.

Parece evidente que los movimientos de los terrenos hacia el noreste cesaron a medida que se fue extendiendo hacia el este la falla transformante de Bartlett, lo que debió acontecer a partir del Eoceno Superior tardío, de ahí que a partir del Oligoceno la suma de los terrenos en el oriente de Cuba actúan como una unidad estructural o entrapada

como una gran cuña entre fallas transcurrentes y transformantes como Cauto, Sabana y Bartlett, lo que se relaciona con la gran intensidad de los movimientos tectónicos que han afectado al llamado Bloque Oriental. Una característica interesante es el carácter rotacional del movimiento de los terrenos, lo que se relaciona con la trayectoria curva de las fallas transcurrentes que tienden a converger (excepto Cauto) en dirección a la cresta de Beata (posible antigua zona de rift).

Los resultados anteriores, de acuerdo al carácter de la orientación de las trazas de la mayor parte de las fallas transcurrentes, parecen indicar que el centro de rotación de los sectores que incluyen a estos terrenos debe localizarse hacia la dorsal atlántica en su porción norte en dirección a las Islas Canarias.

RECONSTRUCCION PALINSPASTICA Y PALEOGEOGRAFICA DE LA PALEOCUENCA SAN LUIS EN EL EOCENO MEDIO

El análisis paleogeográfico de esta cuenca está relacionado con la presencia y la distribución de la Formación Charco Redondo del Eoceno Medio; está ampliamente distribuida en el bloque oriental con dos facies distinguibles: facies Charco Redondo, de calizas marinas de banco, carbonatadas arrecifales, con fauna bentónica y facies

Puerto Boniato, de calizas lodosas, fangoso-arcillosas, con fauna planctónica; esto indica una etapa de regresión y relativa tranquilidad tectónica. Esta formación se acumuló sobre una estructura heredada del desarrollo y consolidación del arco paleógeno.

CARACTERIZACION DE LOS TERRENOS DURANTE EL EOCENO MEDIO

Durante este período los terrenos se deslizaban lentamente a través de un conjunto de fallas rumbo deslizantes de dirección sureste-noroeste, el deslizamiento es evidente que no se producía homogéneamente sino que existió una estructura escalonada en dirección este.

La cuenca San Luis se desplazaba a cuestras (piggy back basin) en estos terrenos y es señalable la alternancia de cuencas neríticas poco profundas con cuencas de mares batiabaisales que tienen una dirección paralela a la Sierra Maestra en dirección este.

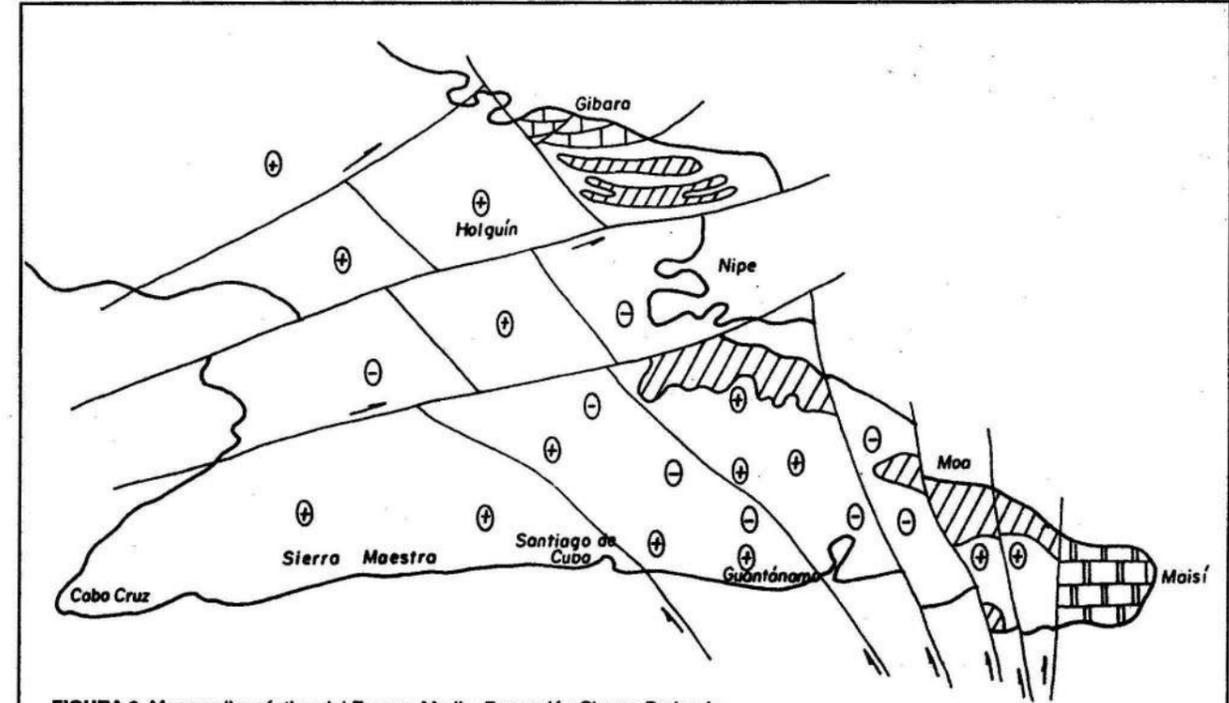


FIGURA 3. Mapa palinspástico del Eoceno Medio. Formación Charco Redondo.

+ Terrenos que tienden a la elevación; - Terrenos que tienden a la subsidencia; — Desplazamiento tectónico; Paleomargen de Caribe; Ofiolitas; Paleomargen de América del Norte.

Terreno Camagüey-Las Tunas:

Este terreno se encuentra limitado en su porción occidental por la falla Camagüey y en la parte oriental por la falla Cauto Occidental, ambas de carácter transcurrente, mecanismo que le permita un movimiento en dirección noreste.

Las formaciones del Eoceno Medio sólo se depositaron restringidamente en el mismo, pues debió ser una zona en general emergida y bastante llana.

Las formaciones que se depositaron durante el Eoceno Medio fueron, la Formación Guaicanamar, al sur, y en la parte centro, la Formación Saramaguacán. Estas formaciones tienen carácter terrígeno carbonatado, depositadas en aguas de profundidades neríticas medias a bajas.

El terreno durante este período se movía hacia el noreste por la apertura de la cuenca Yucatán.

Terreno Maniabón:

La sedimentación ocurrió durante el Eoceno Medio en cuencas a cuestras sobre la melange en movimiento hacia el norte. Los sedimentos, representados por la parte alta de la Formación Vigía (tobas y margas), indican el cese de toda sedimentación vulcanógena por la extensión del arco paleógeno.

Hacia el norte, en la sutura con el paleomargen, se depositó la Formación El Recreo discordantemente sobre la Formación Embarcadero. Este conjunto arcilloso gravélico con intercalaciones de silicitas y calizas debió tener su fuente de suministro en las secuencias carbonatadas del paleomargen (Zona Remedios-Camajuaní-Placetas).

Otros pequeños afloramientos de calizas masivas en la zona de Flores son considerados como la Formación Charco Redondo descansando discordantemente sobre la

Formación Vigía (en esta área solamente, pues no presentan otra propagación). Es presumible que los sedimentos del Eoceno Medio deben haber sido erosionados, en gran medida, durante los movimientos obductivos.

Terreno Cauto-Nipe:

En el mismo están distribuidos ampliamente los sedimentos del Eoceno Medio con dos facies típicas. En la parte central, zona elevada en este período, aparece la facies Charco Redondo y en las porciones noreste y sureste la facies Puerto Boniato en una estructura tipo graben.

Es de destacar que este terreno limitaba en su parte occidental con el terreno Camagüey-Las Tunas y el aporte terrígeno al parecer era muy escaso por la poca elevación del mismo y a su vez por la existencia de una barrera coralina. Es interesante que hacia la parte occidental las secuencias son de mares batiabaisales.

En el terreno Cauto-Nipe ocurre la zona de intersección de las fallas rumbo deslizantes de dirección noroeste con la falla transcurrente del Cauto de dirección noreste en la parte central del terreno donde forman una cuenca de pull apart. Este terreno durante el Eoceno Medio puede considerarse como casi aforado si lo comparamos con las zonas de deposición profundas adyacentes al mismo.

Terreno Sagua de Tánamo:

En este terreno es predominante la distribución de la facies Puerto Boniato, en el mismo en su parte este al pie de las actuales Sierra del Purial y La Cuchilla del Toa, existía un profundo surco casi abisal, indicado por la fauna encontrada (foraminíferos planctónicos, ostrácodos de aguas profundas y radiolarios). Estos sedimentos debían proceder, fundamentalmente, de una barrera de arrecifes ubicada en el bloque contiguo. En la parte central está distribuida la Formación Sagua de Tánamo (Nagy, 1976); que generaliza

las formaciones del Eoceno Medio y Oligoceno. La parte inferior, está representada por la facies Puerto Boniato de la Formación Charco Redondo con fauna fósil de aguas profundas batiabaisales. Este terreno es la zona de deposición más profunda que aparece durante el Eoceno Medio en la región oriental de Cuba.

Terreno Sierra del Purial:

No aparecen depósitos del Eoceno Medio, existen pequeños relictos en la localidad de El Naranjal en las alturas de Baracoa de la facies Charco Redondo, lo que posiblemente fuera un arrecife. Es casi seguro que en este

período el terreno era una zona de no sedimentación con una escasa erosión, crestas y mares poco profundos. En la parte norte del terreno aparecen sedimentos de edad Eoceno Medio pertenecientes a la Formación Sabaneta, testigos de los últimos estadios de deposición vulcanógeno-sedimentaria.

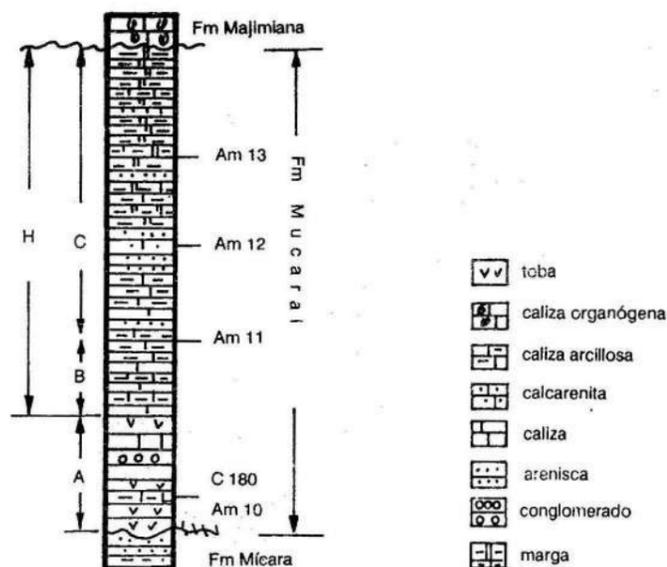
Terreno Asunción:

Es una zona de no deposición terciaria. Debió ocupar una posición más meridional, la que no le permitía recibir aportes de sedimentos ni siquiera de las elevaciones de Baracoa.

RECONSTRUCCION PALINSPASTICA DEL EOCENO MEDIO

La reconstrucción palinospástica del Eoceno Medio se realiza sobre la base de las características de distribución de la Formación Charco Redondo, que marca el fin del

desarrollo del Arco Turquino y su incorporación a la dinámica del movimiento general hacia el norte.



Sección de la Fm Mucara, I. COBIELLA 1983

FIGURA 4. Interpretaciones de la Fm. Mucara. (Según E. Nagy y K. Breznyansky, 1985): A - Castillo de los Indios; B - Fm. Puerto Boniato; C - Fm. Sagua de Tánamo. (Según F. Quintas): A - Fm. Sabaneta; H - Fm. Sagua de Tánamo

La tectónica durante este período estuvo dominada por un movimiento general hacia el noroeste, de forma escalonada, de los terrenos situados en la parte oriental de la falla Cauto, a la vez que se producía la obducción sobre el margen de América del Norte. En el Eoceno Medio se

produce la colisión de los terrenos de la Sierra Maestra, Nipe-Cristal-Guantánamo, con el terreno Cauto-Nipe iniciando un proceso de compresión y desplazamiento de todo el conjunto en dirección noreste a través de la falla Cauto como una componente de las fuerzas actuantes.

CARACTERISTICAS PALEOGEOGRAFICAS DE CUBA ORIENTAL EN EL BLOQUE HORSTICO (ELEVADO DE BABINEY)

Terreno Sierra Maestra:

En este terreno está ampliamente distribuida la Formación Charco Redondo con sus dos facies en sus locali-

dades tipo, las cuales se distribuyen a lo largo del pie de monte de la Sierra Maestra y el Valle Central.

En la facies Charco Redondo predominan las calizas organo-detriticas compactas, en la parte inferior hay una

transición de la Formación El Cobre. Los fósiles son foraminíferos bentónicos y algas. En esta facies hay un amplio desarrollo de bancos carbonatados y arrecifales.

La facies tipo Puerto Boniato está representada por calizas lodosas, arcillas y fósiles de aguas profundas con foraminíferos planctónicos, radiolarios y ostrácodos.

Todo el proceso de deposición manifiesta una regresión lenta durante el Eoceno, pero enmarcada la diferencia entre las profundidades de deposición.

Terreno Nipe-Cristal-Guantánamo:

Hay un amplio desarrollo de la Formación Charco Redondo, fundamentalmente su facies Charco Odondo distribuida en la Sierra Canasta, Meseta de Guasque Segundo Frente, donde formaron bancos carbonatados arrecifales. Esto indica que los mares en este terreno (ante el Eoceno Medio tenían una profundidad nerítica-batifa). En los territorios ocupados por la Meseta de Mayarí de Maí existía una zona muy elevada donde no ocurrió sedimentación o fue muy escasa.

EOCENO MEDIO

La cuenca San Luis (Fig. 5) durante el Eoceno Medio se extendió en toda la zona Cauto-Nipe, limitada al occidente por las zonas elevadas del terreno Camagüey-Las Tunas, donde existió una cadena de arrecifes que aportaba sedi-

mentos a una zona de mares batiabaisales y escasa material terrígeno; en la parte noreste de esta área continuaba la cadena de arrecifes que la separaba de una zona de deposición escasa en un mar nerítico batifa, terreno Meniabón.

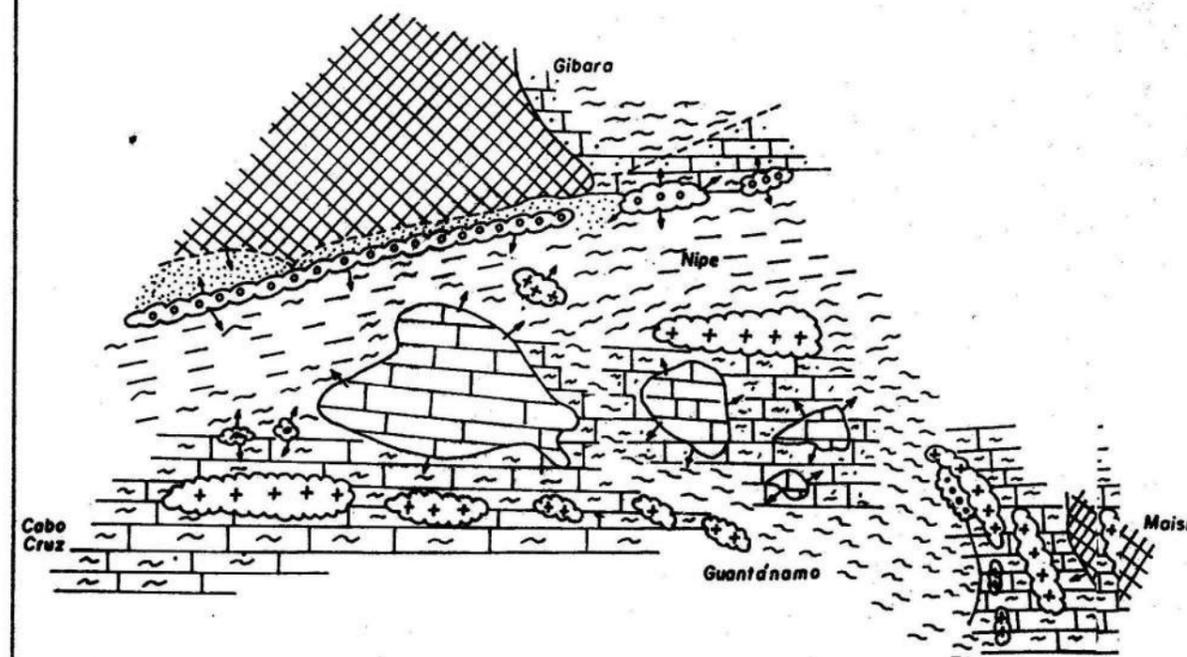


FIGURA 5. Mapa paleogeográfico de Eoceno Medio. (Arrecife; Zona emergida llana; Complejos arrecifales y bancos carbonatados neríticos; Mar nerítico o marero con escasa sedimentación; Mar con fondo batifa; Mar con fondo abisal; Depósitos de mares neríticos de profundidades medias y grandes; Zona elevada del medio marino y crestas con escasa sedimentación; Mar nerítico con sedimentación terrígena.

En su porción sur con dirección este-oeste (Sierra Maestra, Sierra Gran Piedra), existía un mar nerítico con grandes crestas donde la deposición era muy pobre, en la zona norte de la misma aparecen grandes bancos carbonatados arrecifales en mares neríticos que aportaban sedimentos hacia profundidades mayores situadas más al norte con dirección sureste-noroeste (Valle Central). Paralelo a ésta existió una zona de mares neríticos de grandes bancos carbonatados arrecifales sobre una extensa meseta submarina (Segundo Frente, Sierra Canasta, Meseta del Guaso).

Hacia el oriente la cuenca se profundizaba hasta mares abisales que recibían aportes terrígenos carbonatados desde el este de zonas de crestas submarinas muy

elevadas en las que su parte superior se coronaba de cadenas arrecifales (Alturas de Baracoa-Sierra del Purial).

En general, en el Eoceno Medio, el bloque oriental se encontraba sumergido, en algunas zonas las crestas y mesetas submarinas representaban, en su parte superior, grandes bancos carbonatados que aportaban cierto esencial material calcáreo fangoso, transportados por adrientes turbias hacia las zonas más profundas.

La distribución facial estaba entonces condicionada por estas elevaciones y depresiones que se disponían en dirección sureste-noroeste. En las zonas de la Sierra Maestra y Sierra la Gran Piedra existían crestas submarinas adyacentes a ellas, mares batiabaisales que disminuían hacia el norte hasta profundidades neríticas en su actual pie de monte, zona Charco Redondo-Guisa-Los Negros, donde existió un

gran banco carbonatado que aportaba sedimentos hacia zonas ubicadas más al norte en las que se depositaban facies fango-calcareas en profundidades batiales (actual Valle Central), que a su vez recibía sedimentos del mismo tipo de los bancos carbonatados de las actuales zonas de Segundo Frente, Sierra Canasta y Meseta del Guaso, las que por su parte oriental aportaban sedimentos lodosos calcáreos hacia una zona batiabasal de la cuenca Sagua-

Puriales, donde existió un surco profundo abisal con aporte de sedimentos de las crestas Sierra de Puriales-Baracoa.

Las facies batiabasales acumuladas en la depresión de Cauto-Nipe provenían de las mesetas carbonatadas arrecifales de la parte centro oriental de la Sierra Maestra y de la barrera coralina que se extendía, en dirección suroeste-noroeste, en los bordes de las tierras elevadas llanas de Camagüey-Las Tunas y la cuenca batial del terreno Maniabón.

RECONSTRUCCION PALINSPASTICA Y PALEOGEOGRAFICA DE LA PALEOCUENCA SAN LUIS EN EL EOCENO MEDIO Y SUPERIOR

La Formación San Luis del Eoceno Medio y Superior está ampliamente distribuida en el bloque oriental; su carácter eminentemente terrígeno señala una etapa de intensa movilidad tectónica relacionada con el desarrollo de la

obducción sobre el paleomargen de Norteamérica y desplazamientos hacia el noroeste de diversos terrenos, con excepción del terreno Cauto-Nipe de desplazamiento noroeste.

CARACTERIZACION DE LOS TERRENOS DURANTE EL EOCENO MEDIO Y SUPERIOR

Durante el Eoceno Medio y Superior culminaron con su desplazamiento, según las fallas limitantes, la mayor parte de los terrenos. Esto fue motivado por el efecto producido por la falla norte de Bartlett al prolongarse hacia el este-noreste e irse formando por expansión la Fosa de Bartlett. Los terrenos Sagua de Tánamo, Sierra del Purial y Asunción debieron cesar su movimiento de desplazamiento

en el Oligoceno o en el Mioceno Inferior. Es interesante el hecho de que los terrenos desde la Sierra Maestra hacia el noreste siguieron una dirección más o menos paralela, alternan zonas de cuencas nerítico-abisales con mares profundos, lo que en parte pudo ser una situación heredada del Eoceno Medio como testimonio de una serie de cuencas Wrench Fault.

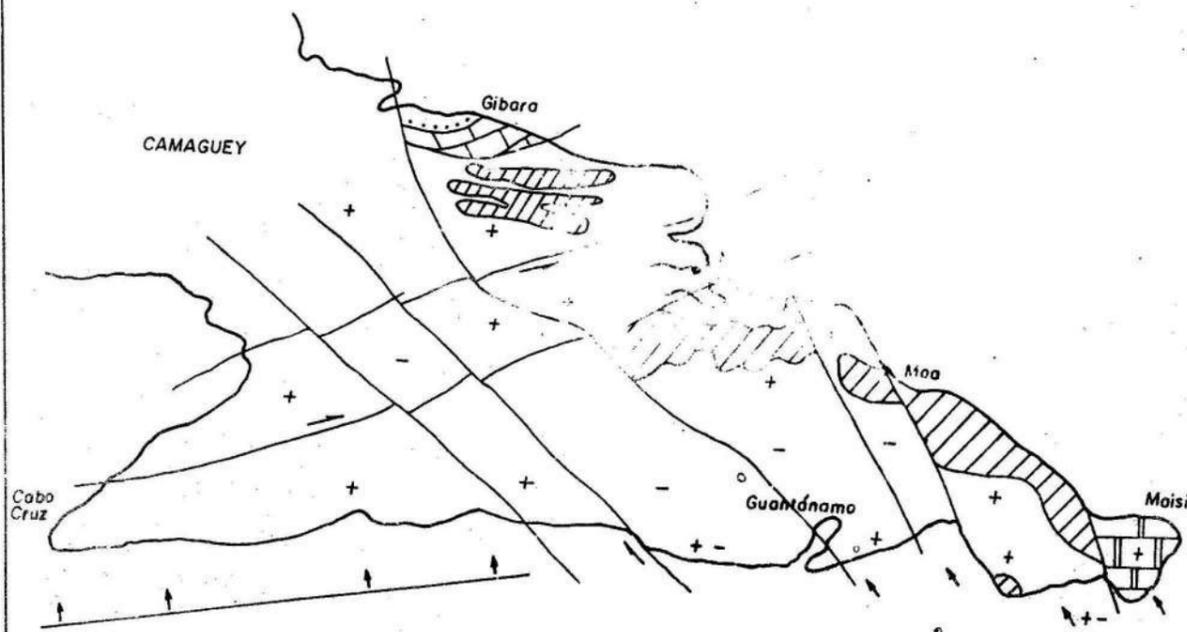


FIGURA 6. Mapa palinspástico del Eoceno Medio - Superior. Paleocuenca San Luis. Fm. San Luis.

Ofiolitas; Paleomargen de América del Norte; Paleomargen de Caribe.

Terreno Camagüey-Las Tunas:

La mayor parte de este terreno permaneció como una tierra emergida a excepción de su sector norte donde se desarrolló la cuenca de Saramaguacán, acumulándose las Formaciones Saramaguacán y Nuevitas las cuales, incluso en su parte alta, pudieron extenderse

hasta el Oligoceno Inferior. Estas formaciones tienen carácter terrígeno carbonatado y en su sección de Eoceno Medio y Superior están compuestas por un flysch carbonatado y carbonatado-arcilloso con intercalaciones de sedimentos arcillosos y abundantes microfósiles planctónicos.

Esta cuenca hacia el sur pudo estar limitada por una falla vertical cuyo bloque sur se levantaba lentamente, siendo de relieve bajo, mientras que en el bloque norte se formaba una cuenca pequeña de carácter sinclinal con profundidades batiales o abisales.

Terreno Maniabón:

En este bloque sólo se localiza la Formación Rancho Bravo en el intervalo del Eoceno Superior, estando la misma restringida a una pequeña área en los alrededores de Gibara. Por sus características parece haberse acumulado en una pequeña cuenca en la zona de sutura y haber sido cubierta parcialmente por el complejo de obducción durante el Eoceno Medio tardío.

Terreno Cauto-Nipe:

En él está escasamente distribuida la Formación San Luis, la cual se localiza sólo en su parte central entre Bayamo y el pozo Granma, siendo de carácter eminentemente terrígeno-carbonatado, típica de mares neríticos de profundidades pequeñas y medias.

Terreno Sierra Maestra:

Están ampliamente distribuidas la Formación San Luis y la Formación Camarones, esencialmente en el piedemonte centro oriental de la Sierra Maestra y en los valles centrales desde Palma Soriano hasta el Valle de Guantánamo, predominando las facies areno-arcillosas y conglomerático-arenosas. Las facies areno-arcillosas poseen mucho material carbonatado, foraminíferos bentónicos y bivalvos, mientras que las facies tipo Camarones tienen características de depósito litoral y en algunas ocasiones de depósito deltaico-fluvial. Esta última alcanza un espesor considerable, presentando cantos ubicados de vulcanitas muy bien redondeados y poco alterados.

Las facies conglomeráticas se localizan en la porción centro-suroriental del terreno y parecen indicar un proceso de levantamiento intenso en el intervalo hacia el Eoceno Superior y un ligero hundimiento al noroeste lo que indica un basculamiento de este bloque. La fuente de suministro principal se localizaba en terrenos de rocas volcánicas emergidos en la tierra de Bartlett.

Terreno Nipe-Cristal-Guantánamo:

Se observa un amplio desarrollo de la Formación San Luis en sus facies margosas-arenosas batiales en la zona centro-suroeste, siendo abundantes los foraminíferos planctónicos y ostrácodos. Estas facies son un típico flysch distal y llegan a alcanzar grandes espesores, lo que evidencia la gran inestabilidad tectónica que predominó en esta época. Al norte, en los actuales territorios de Mayarí Abajo

y la Sierra Nipe-Cristal-Baracoa debió existir una cresta elevada donde no ocurrió la sedimentación o fue escasa. En estas condiciones esta porción batial de la cuenca de San Luis pudo comportarse como una cuenca eufónica en la que pudo acumularse suficiente materia prima orgánica para generar hidrocarburos.

Terreno Sagua de Tánamo:

En él se encuentran distribuidas las facies arcillosas-calcareas, neríticas y abisales de la Formación Sagua de Tánamo y las arcillosas y margosas-arcillosas de la Formación San Luis con abundante fauna de foraminíferos planctónicos y ostrácodos, y en menor cantidad, espigas de erizos y algas, lo que se puede atribuir a la existencia cercana a la fuente de arrecifes coralinos. Este terreno debió moverse según las fallas transcurrentes hasta el Oligoceno Inferior o Medio.

Terreno Sierra del Purial:

Aquí afloran las Formaciones San Luis y Capiro en Imías y Baracoa; la mayor parte de este terreno está desprovista de rocas del Eoceno Superior, y en general del Terciario, lo que revela una intensa erosión combinada con una escasa sedimentación.

En Imías y Cajobabo aflora la Formación San Luis, compuesta por facies arenosas conglomeráticas con fauna de foraminíferos bentónicos y planctónicos típica de mares neríticos de profundidad media. Estas características son similares a las del corte de San Luis en Cajobabo. De acuerdo con sus características, esta formación se acumuló en condiciones deltaicas (parte submarina del delta) y la fuente de suministro principal la constituyó la tierra de Bartlett. En la base de la formación se encontraron clastos de metamorfitas, mientras que la Formación Capiro, en Baracoa y áreas cercanas, presenta un conjunto olistostromico basal y hacia su parte media facies arcillosa-carbonatadas con abundante fauna planctónica, lo que revela mares profundos batiales o abisales. Es probable que las facies batiabasales de Capiro se acumularan también sobre otras partes del terreno, pero fueron posteriormente erosionadas. Este terreno debió desplazarse desde el sureste hasta el Oligoceno, cuando la falla de Bartlett se extendió hacia el Paso de los Vientos.

Terreno de Asunción:

Este terreno no presenta formaciones terciarias a pesar de ser colindante a la cuenca de Baracoa. Es posible que este bloque tuviera una posición muy meridional e incluso más allá de la tierra de Bartlett; debió ser el último en detener su movimiento hacia el noroeste por efecto de la falla Bartlett.

RECONSTRUCCION PALINSPASTICA DEL EOCENO MEDIO Y SUPERIOR

Para hacer la reconstrucción palinspástica del período Eoceno Medio y Superior nos basamos en las características y distribución de las Formaciones San Luis y Capiro, además, se tuvo en cuenta la dinámica de los terrenos y de los sistemas de fallas transcurrentes y transformantes, especialmente de la falla de Bartlett. Esta, al parecer, alcanzó el terreno Sierra Maestra durante el Eoceno Superior, provocando una fuerte transpresión lo que se relaciona con el levantamiento brusco e intenso de la zona Sierra Maestra donde se localizó la principal fuente de suministro para la Formación San Luis. Es evi-

dente, de acuerdo a los datos estructurales y estratigráficos, que los terrenos Sierra Maestra y Nipe-Cristal-Guantánamo detuvieron su movimiento hacia el noroeste durante el Eoceno Superior, mientras que hasta el Oligoceno continuaron moviéndose hacia el noroeste los terrenos Sagua de Tánamo y otros surorientales cesando su movimiento en el Oligoceno-Mioceno al alcanzar la falla de Bartlett su extensión más oriental, acompañada primero por una traslación siniestra y posteriormente por la formación de la fosa de Bartlett a lo largo de la zona de fallas transformantes y satélites.

Las características dinámicas anteriores explican la deformación de las formaciones del Eoceno Superior Oligoceno en Sagua de Tánamo-Puriales de Caujerí y en

Baracoa-Imías, así como el carácter olistostrómico de algunas formaciones como Sabanalamar y Cabacú y su carácter eminentemente terrígeno.

CARACTERÍSTICAS PALEOGEOGRÁFICAS DE CUBA ORIENTAL EN EL EOCENO MEDIO Y SUPERIOR

La cuenca San Luis se extendió durante el Eoceno Medio y Superior desde la porción centro oriental

del Cauto hasta Guantánamo continuando hacia el sureste.

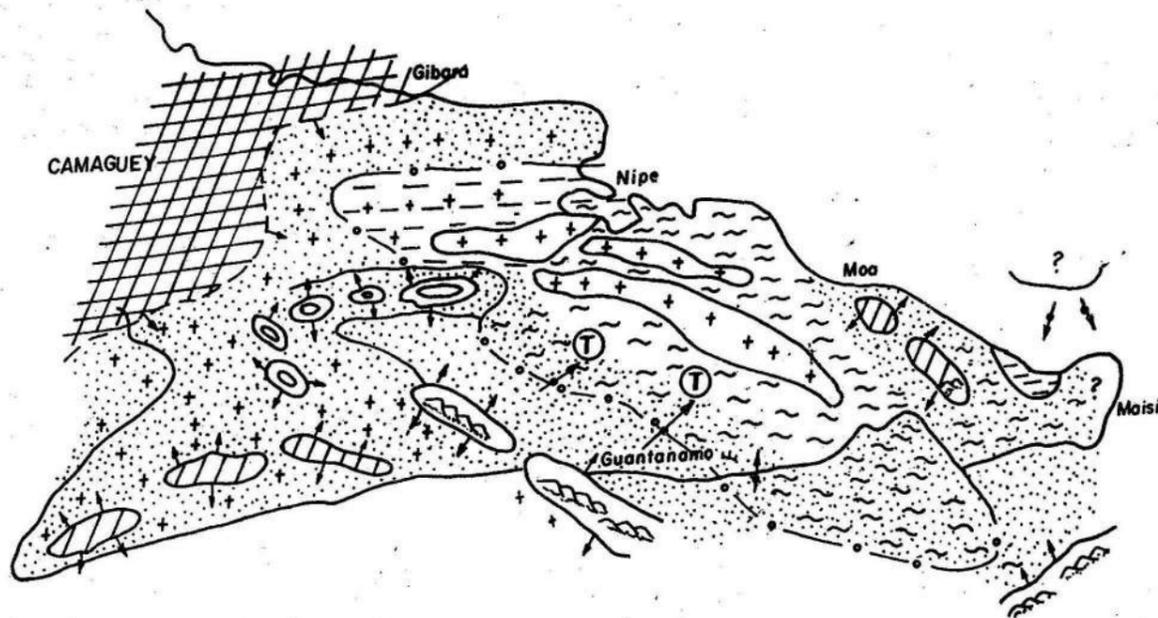


FIGURA 7. Paleogeografía del Eoceno Medio-Superior. Paleocuenca San Luis.

○ Arrecifes; Zona emergida llana; Zona emergida montañosa; Mares con fondos abisales; Mares con fondos batiales; Mares neríticos con gran aporte de sedimentos terrígenos; Límite del medio nerítico; Dirección de transporte de los sedimentos; Turbiditas; Movimiento de corrientes turbias; Zona elevada del medio marino con escasa sedimentación.

Hacia su porción noroccidental esta cuenca estaba limitada por una cadena de arrecifes y bancos calcáreos que sirvieron de barrera para la comunicación con otras cuencas marinas y como fuente de suministro de material bioclástico, mientras que al sureste existieron terrenos montañosos donde afloran las vulcanitas terciarias que sirvieron de fuente de suministro terrígena a la cuenca.

La presencia de material terrígeno muy grueso e incluso de algunos olistolitos y pequeños olistostromas en la base de San Luis en varios cortes de la Sierra Maestra Norte evidencia el carácter montañoso de la fuente de suministro y la sismicidad alta de la región.

Hacia el norte y noreste la cuenca estuvo limitada por una zona de crestas y mesetas submarinas que se corresponden, en esencia, con el área de propagación del complejo ofiolítico Nipe-Cristal donde, si ocurrió la sedimentación, debió ser escasa.

Hacia el sureste la cuenca San Luis tuvo una comunicación restringida con la cuenca Sagua de Tánamo, que a modo de corredor o surco profundo estaba flanqueada por los terrenos elevados de Sierra del Purial y Nipe-Cristal.

En la cuenca San Luis hay una distribución normal de las facies desde el suroeste al noreste que va desde facies

arenosas conglomeráticas en el sureste hasta margosa-arcillosas en el centro noreste. Los mares neríticos ocuparon una gran parte de la cuenca, circundando la Sierra Maestra (al norte) hasta el Cauto, Guantánamo en su porción sur, Imías y Cajobabo, mientras que los fondos batiales o batibales estuvieron presentes hacia el noreste, en dirección Nipe-Cristal-Guantánamo y Sagua de Tánamo, presentando características en general de una cuenca eufónica. En esta porción de la cuenca San Luis se movieron de modo periódico corrientes turbias, dando lugar a una secuencia con carácter flyscholde bien marcado. La presencia del manto de cabalgamiento de las vulcanitas El Cobre sobre la Formación San Luis en Cajobabo es testimonio de la existencia de terrenos elevados con vulcanitas terciarias situados hacia el sur a poca distancia, relativamente, de esta localidad.

En las regiones cercanas a la cuenca San Luis existía un panorama muy desigual. En los terrenos Maniabón y Tunas-Camagüey predominaron las zonas emergidas bajas que pudieron ser en parte la fuente de suministro de la Formación Rancho Bravo, que ha quedado como testimonio de esta zona paleogeográfica de mares someros que se extendió hasta la cuenca del Cauto y por la Sierra Maestra centro occidental. Es posible que el pequeño es-

pesor de los sedimentos y la tendencia al ascenso intenso de estos terrenos eliminaran durante el Oligoceno a las formaciones terrígenas del Eoceno Superior, en tanto que hacia Nipe-Cristal, predominaron mares profundos flanqueados por crestas submarinas. En estos surcos pudieron acomodarse facies terrígeno-calcáreas silíceas de poco espesor que en gran medida fueron erosionadas y depositadas durante el Oligoceno Superior y componen la parte inferior de las Formaciones Bitirí y Maquey.

En el terreno Sierra del Purial existieron zonas emergidas que sirvieron de fuente de suministro a la cuenca Capiro que evidentemente fue independiente de la cuenca San Luis y donde prevalecieron los fondos batiales profundos y abisales. Es probable que el resto de este terreno estuviera cubierto por mares neríticos muy someros donde se acumularon preferentemente sedimentos terrígenos, los cuales fueron totalmente erosionados durante el Oligo-Mioceno.

CONCLUSIONES

1. Durante el Eoceno Medio y Superior predominó el proceso de regresión marina en la región oriental, relacionado con el proceso obductivo y la transpresión creciente desde la falla y la fosa de Bartlett.
2. La cuenca San Luis se comportó como una cuenca "a cuestas" por lo menos hasta la parte media del Eoceno Medio Superior.
3. El proceso de obducción estuvo relacionado con los movimientos de los terrenos según fallas transcurrentes de orientación noroeste-sureste.
4. Desde Camagüey hacia el Oriente existen ocho terrenos tectónicos.
5. El terreno Cauto tuvo un desplazamiento noreste según las fallas transcurrentes que posiblemente se comportaron como tipo Wrench en el Eoceno.
6. La cuenca San Luis fue de tipo eufónica hacia el Eoceno Medio tardío - Superior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMOVICH, A. et al.: Estructura geológica y minerales útiles de los macizos montañosos de Sierra de Nipe y Cristal, provincia de Oriente. Informe Geológico. Fondo Geológico Nacional, Ciudad de La Habana, 1947.
- AYERS, F.: Geology of the Guantanamo Bay region. Informe Geológico. Fondo Geológico Nacional, Ciudad de La Habana, 1947.
- BRESZNYANSKY, K. y M. ITURRALDE-VINENT: "Paleogeografía del Paleógeno de Cuba Oriental". Geologie en Minj bow, 57 (2), 1978.
- BURKE, K. et al.: "Caribbean tectonic and relative plate motion". GSA. The Geological Society of American. Memories 162, 1984.
- CAMPO, M.: "Rasgos principales de la tectónica de la porción oriental de las provincias Holguín y Guantánamo". Minería y Geología. No.2, p. 51-76, 1983.
- COBIELLA, J.L.: Sierra Cristal. Informe Geológico. Fondo Geológico. ISMM, Moa, 1975.
- COBIELLA, J.L. et al.: "Geología del flanco sur de la Sierra del Purial". La Minería en Cuba. 3 (1-2), p. 54-62, 1977.
- COBIELLA, J.L. y F. QUINTAS: Análisis estratigráfico y tectónico de las provincias orientales y Camagüey. Informe Geológico. Fondo Geológico. ISMM, Moa, 1983.
- COBIELLA, J.L.: "Propuesta de una nueva unidad litostratigráfica en el Eoceno Medio de Cuba Oriental". Minería y Geología. No.2, p. 7-16, 1983.
- : "Sobre el Origen del Extremo Oriental de la Fosa de Bartlett. Santiago de Cuba, Ed. Oriente, 1984.
- : Geología de la Región Central y Sureste de la Provincia Guantánamo. Santiago de Cuba. Ed. Oriente.
- : Paleogeografía del Paleógeno de Cuba oriental. Tesis de doctorado. Fondo Geológico, ISMM, Moa.
- CUSHMAN, J.: Foraminifera. Harvard, Harvard University, 1950.
- DELAND, W.L.: Guantánamo: geological report of concession. Informe Geológico. Fondo Geológico Nacional. Ciudad Habana, 1957.
- FURRAZOLA, G. et al.: Geología de Cuba. Ed. Consejo de Universidades, La Habana, 1964.
- GORDILLO, T. y J. MARTÍNEZ: Geología del Cauto. Trabajo de Diploma. Fondo Geológico, ISMM, Moa, 1980.
- KEYZER, F.G.: "Outline of the geology of the eastern part of the province of the Oriente, Cuba". Medidaal Geog. 3 (6), 1945.
- KINGSTON, L. et al.: "Global system of basic classification". AAPG Bulletin.
- KOZARY, M.: Geological reconnaissance of the Guantánamo basin area. Informe Geológico. Fondo Geológico Nacional. La Habana, 1975.
- LEWIS, E. and J. STRACZEK: "Geology. South central Oriente, Cuba". Geological Survey Bulletin 975 D, 1955.
- MIAL, A.D.: Principles of Sedimentary Basin Analysis. New York: Springer-Verlag, 1981.
- MILLIAN, E. e I. DELGADO: "Estratigrafía de la cuenca del Cauto, Cuba oriental, basado en datos del subsuelo". Revista Serie Geológica, 1989.
- NAGY, E. et al.: Texto explicativo del mapa geológico de la provincia de Oriente a escala 1:250 000. Fondo Geológico Nacional, La Habana, 1976.

- NAGY, E. y K. BRESZNYANSKY: La depresión paleogénica Baracoa-Mata. En Contribución a la Geología de Cuba Oriental. ACC, Ed. Científico-Técnica, p. 134-137.
- NIKOLAEV, A. et al.: Informe geológico sobre los resultados de los trabajos de búsqueda y levantamiento geológico a escala 1:100 000 en la Sierra del Purial. Fondo Geológico Nacional. La Habana, 1981.
- QUINTAS, F.: Análisis estratigráfico y paleogeografía del Cretácico Superior y del Paleógeno y áreas cercanas. Tesis de doctorado. CICT, ISMM, Moa, 1989.
- : "Geología de la zona Bernardo-Puriales de Caujerí, parte norcentral de la provincia Guantánamo". Revista Ciencia y Técnica, 1978.
- : Geología de Las Yaguas. Informe Geológico. Fondo Geológico, ISMM, 1975.
- VIDAL, M.: Correlación estratigráfica entre los depósitos terciarios entre Cananova y Cajimaya. Trabajo de Diploma. Fondo Geológico. ISMM, Moa, 1981.

<< NOVEDADES CIENTIFICAS >>

TRATAMIENTO DE METALES CON EL USO DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS

La Facultad de Electromecánica del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa ha desarrollado una tecnología de tratamiento de metales con explosivos la cual permite:

- Obtención de compuestos metálicos de dos y más capas, preferentemente para recipientes que trabajan en medios altamente agresivos, recipientes a presión, transmisión de corriente, fabricación de elementos cortantes de maquinarias agrícolas, tanto en superficies planas como cilíndricas.
- Dentro de las tecnologías desarrolladas para la elaboración de bimetales, se encuentran:
- Aluminio - Cobre
 - Acero al Carbono - Titanio
 - Acero al Carbono - Acero inoxidable
 - Acero al Carbono - Cobre
 - Acero al Carbono - Aluminio
- Fabricación de tapas y fondos de sección elíptica simple o compuesta, en matrices que van desde 180 hasta 1 200 mm de diámetro.
 - Recuperación y compactación de metales para obtener nuevas propiedades; además, se hacen estudios para la compactación de polvos.

PRODUCTOS QUE SE OFERTAN

1. BAJANTES BIMETALICOS Cu - Al: Unión metalúrgica y resistente de conductores eléctricos de cobre y aluminio para la unión desde el transformador hasta la red. Soporta elevadas temperaturas y cargas eléctricas. Evita el par galvánico.
2. PRESILLAS BIMETALICAS Cu - Al: Presillas para acometidas eléctricas desde 2 hasta 6 consumidores. Basadas en la unión metalúrgica del cobre y el aluminio por medio de explosión, que garantiza una unión resistente al paso de la corriente y de la temperatura. Evita el par galvánico.
3. CATODOS PARA ELECTROLISIS Cu - Ti: Unión metalúrgica de titanio y cobre que garantiza la buena transmisión de corriente en la celda electrolítica. Evita los falsos contactos, la formación del par galvánico y asegura una buena conductividad eléctrica.

Los interesados para mayor información pueden comunicarse con:

Dr. Secundino Marrero Ramírez
Instituto Superior Minero Metalúrgico
Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrado
Las Coloradas, Moa, Holguín
Cuba
Teléfonos: 6-6678 6-6502 6-4214
Télex: 021-397
Fax: 33 5302

EL ANALISIS MODAL EN LA MICROSCOPIA DE LAS ROCAS

A. Járαι *
M. Kozák*
P. Rózsa*
Y. Ríos R.**
M. Rasúa **

* Universidad de Ciencias de Kossuth L., Debrecen, Hungría
** Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Cuba.

RESUMEN: El artículo trata el análisis modal como uno de los más frecuentes dentro de la microscopía petrográfica. Se exponen los diferentes métodos que se han utilizado en el decurso del tiempo y se hace una valoración sobre la efectividad de los mismos. A partir de un modelo estadístico se llegan a estimaciones de la desviación de los resultados de medición, se introduce el concepto de eficacia como indicador que relaciona la desviación típica con el número de mediciones y se determina la misma para los métodos más comunes que se emplean en la actualidad. Se llega a conclusiones sobre el equipamiento, accesorios y cantidad de tiempo necesarios para obtener resultados adecuados, proponiéndose por último, a juicio de los autores, el método óptimo del análisis modal.

ABSTRACT: The modal analysis is treated as one of them more important within the petrographical microscopy. The different methods which has been used during the course of time are exposed and the value is done about the effectiveness themselves. The conclusions about the equipment, accessories and the necessary quantity of time to obtain adequate results, at last, proposing itself, at judgement of the authors, the optimum method of the modal analysis.

INTRODUCCION

El análisis modal es uno de los análisis más frecuentes dentro de la microscopía petrográfica. Está principalmente difundido en la petrología magmática y metamórfica así como en la sedimentología, la cual la utiliza, por ejemplo, en el caso de los sedimentos consolidados.

En casi todos los análisis microscópicos son necesarias estimaciones o mediciones de la forma, estructura o cantidad de los componentes; es por ello que el análisis modal es casi indispensable.

Por medio de él se pueden obtener dos series de datos básicos: por una parte la cantidad relativa de los minerales que integran la roca y, por otro lado, el tamaño absoluto de los granos minerales que la forman, así como el valor relativo de las diferentes clases granulométricas.

Con la utilización de datos de una precisión adecuada respecto a la composición mineralógica, la distribución

granular de algunos minerales y la distribución granular general se pueden llegar a conclusiones más detalladas. En particular, tomando como base el análisis de secciones delgadas, es posible obtener con mayor certeza el tipo estructural de la composición granular; diferenciar las variedades de rocas que pueden encontrarse en una localidad; distinguir las facies del flujo de lavas o cuerpos magmáticos; obtener la curva de composición y de distribución granular y determinar la composición mineralógica de sedimentos fuertemente cementados. Con la utilización del método modal adecuado se puede lograr una precisión conveniente en el trabajo, el cual será más rápido, simple y menos costoso. La revisión de la bibliografía existente sobre el tema, que no es amplia en relación con la importancia del mismo, indica que las dudas respecto a estos métodos se agrupan alrededor de las exigencias anteriormente mencionadas.

LOS METODOS DEL ANALISIS MODAL

Los métodos del análisis modal pueden ser agrupados, con el objetivo de tener una visión general de los mismos, tomando en cuenta el orden cronológico o a partir de la metodología que emplean. En el presente trabajo se escoge una solución intermedia porque a pesar de que los métodos básicos pueden ser encontrados en la práctica hasta el día de hoy, sus apariciones y difusión pueden ser limitadas en el tiempo.

La creación del primer método modal se relaciona con el nombre de Delesse (1848). La utilización de su método en la práctica estaba acompañada por un grupo de

dificultades. El trabajaba con superficies pulidas de las cuales podía tomar los contornos del mineral, llevarlos a una delgada hoja de estaño y luego determinar la cantidad relativa midiendo el peso de la muestra.

Probablemente Sorby (1856) fue el primero en llevar a cabo análisis modales en el microscopio. El hacía dibujos "cámara lúcida" de las superficies y determinaba sus volúmenes relativos por el método de Delesse. Yolly (1903) sustituyó el corte y la toma del peso por cálculos gráficos. Por otro lado Johansen (1919) utilizaba un planímetro en el dibujo "cámara lúcida".