

# ESTRATIGRAFÍA Y EVENTOS JURÁSICOS EN LA CORDILLERA DE GUANIGUANICO, CUBA OCCIDENTAL

Dr. Jorge L. Cobiella Reguera

Universidad de Pinar del Río

**RESUMEN:**

En el trabajo se interpretan algunos aspectos básicos de la estratigrafía jurásica de Cuba occidental y su paleogeografía. También se estudian los eventos geológicos registrados en el corte jurásico y se intenta establecer su correlación con otros eventos detectados en el golfo de México y su periferia.

Las montañas de Guaniguanico se localizan en el borde suroriental del golfo de México (Figura 1). En los últimos 15 años han visto la luz interesantes artículos sobre la geología del golfo, realizándose especial énfasis en su estratigrafía y evolución mesozoicas. La mayoría de estos artículos obvian a Cuba occidental o apenas la discuten (Salvador, 1987; Winker y Buffler, 1988; Schlager et al., 1984; Pindell, 1985). Sin embargo, es imposible argumentar sólidamente cualquier

**ABSTRACT:**

In this paper some features of the jurassic estratigraphy in western Cuba and its paleogeography are interpreted. Also studied are the geological events printed in the jurassic rocks and its correlation with other events of similar nature in the Gulf of Mexico and its periphery.

modelo sobre la génesis y evolución mesozoicas del golfo, sin incluir la estratigrafía de la cordillera de Guaniguanico cuyo conocimiento se ha enriquecido considerablemente en los últimos 20 años.

El sistema jurásico cubano contiene muchas claves para comprender la génesis del golfo de México y el Caribe noroccidental. Sus rocas son también de interés para la prospección de diversos yacimientos minerales.



Este nuevo producto limpiador de alta demanda ha sido obtenido en los talleres de la Facultad de Geología del ISMM. La materia prima fundamental utilizada en su preparación, vidrio volcánico, fue localizada en la región de Moa durante los trabajos de prospección geológica de yacimientos minerales no metálicos que desarrolla la facultad.

Usos: limpieza y pulido de muebles sanitarios, azulejos, implementos de cocina y vajillas de metal, cristal y loza.

Ventajas: no raya y no tupe las tuberías de desagüe.

Facultad de Geología,  
ISMM Las Coloradas 83329,  
Moa, Holguín

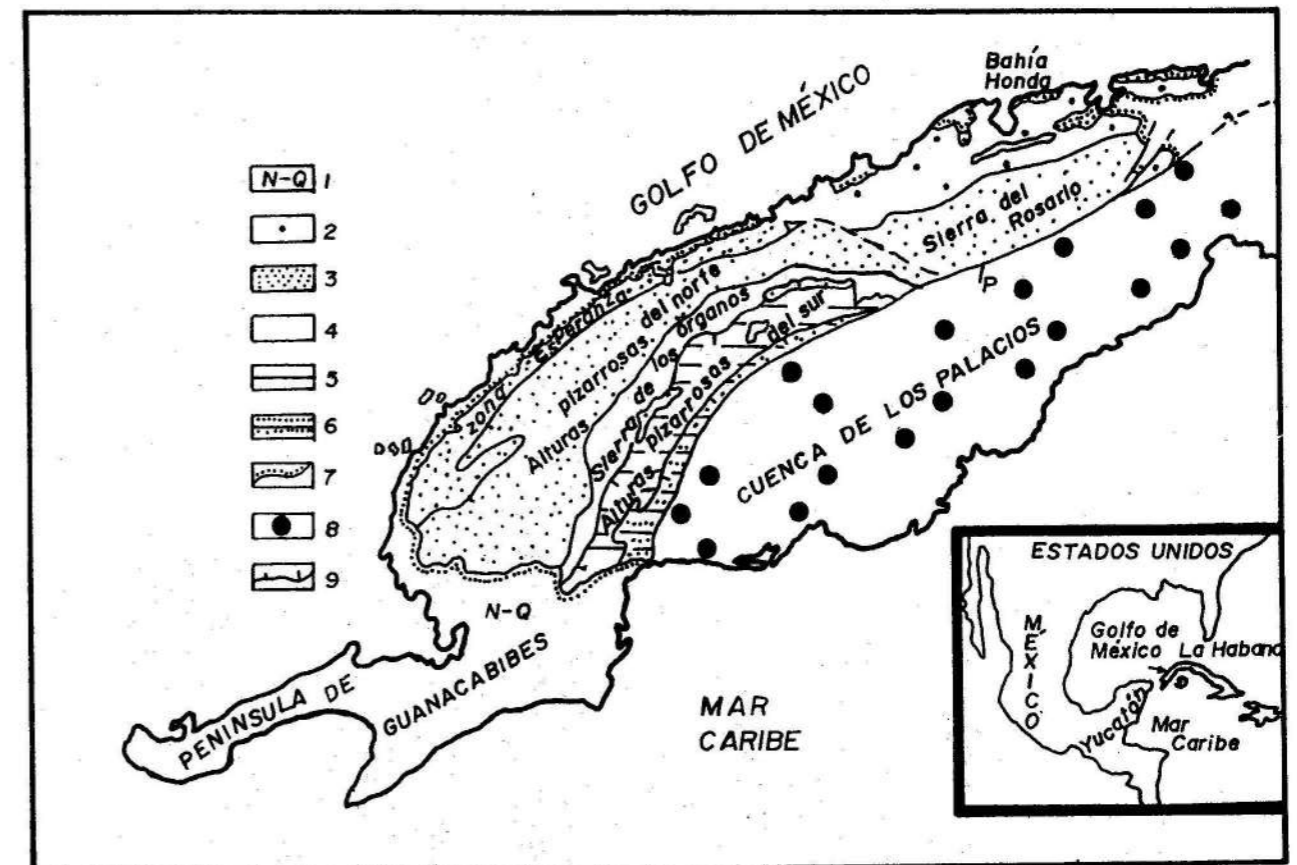


FIGURA 1. Esquema tectónico de Cuba occidental.

1. Depósitos cenozoicos; 2. Ofiolitas y rocas del arco volcánico cretácico (incluyendo su cobertura del Campaniano-Maestrichtiano); 3. Nappes de sierra del Rosario, Alturas Pizarrosas del Norte y "zona Esperanza"; 4. Nappes calcáreas de sierra de los Órganos; 5. Nappes de las Alturas Pizarrosas del Sur; 6. Nappes del cinturón metamórfico Cangre; 7. Discordancias; 8. Fallas abruptas; 9. Sobrecorrimientos.

Estas páginas están dedicadas a la interpretación de algunos aspectos básicos de la estratigrafía jurásica de Cuba occidental y su paleogeografía, a la vez que se estudian ciertos eventos geológicos registrados en el corte jurásico y se intenta su correlación con otros detectados en el golfo de México y su periferia.

Este artículo representa una contribución al proyecto 322 "Correlation of Jurassic Events in South America", del Programa Internacional de Correlación Geológica, patrocinado por la UNESCO y la IUGG.

### El sistema jurásico en Cuba

Las rocas jurásicas tienen una amplia distribución en el territorio cubano, tanto en la superficie como en el subsuelo. Ellas constituyen las capas más antiguas paleontológicamente datadas (existen edades radiométricas en mármoles proterozoicos en contadas pequeñas áreas al norte de Cuba central) (ver Somín y Millán, 1981; Renné et al., 1989). El jurásico está representado en Cuba por una gran variedad de secuencias y litologías (Figura 2).

De acuerdo con los rasgos de su estratigrafía y condiciones de origen pueden distinguirse los siguientes tipos de cortes jurásicos:

A. Secuencias de un margen continental distensivo (pasivo) septentrional. Ellas están representadas en las siguientes localidades por cortes terrígeno-carbonatados: cordillera de Guaniguanico y Maisí (Somín y Millán, 1981; Millán y Somín, 1984). En esta última localidad, así como en parte de Guaniguanico, las rocas jurásicas están metamorizadas. En el borde septentrional de Cuba central, los cortes jurásicos están también presentes como evaporitas en el diapiro de San Adrián (Meyerhoff y Hatten, 1968). También en Cuba central, pero algo más al sur, los cortes jurásicos parecen comenzar con arcosas y areniscas cuarzosas tectónicamente despegadas de su basamento granítico-metamórfico, seguidas por calizas (Pszczolkowski, 1968).

B. Secuencias de un margen continental distensivo (pasivo) meridional, las cuales afloran en Isla de la Juventud (Pinos) y las montañas del Escambray (Somín y Millán, 1981). En ambos casos los lechos jurásicos fueron metamorizados.

Además de las secuencias de márgenes distensivos de edad Jurásico bastaste bien comprobadas en casi todas las localidades señaladas arriba, existen otros cortes que pueden contener rocas jurásicas, aunque su datación es mucho menos segura que en las secuencias A y B. Ellos son:

C. (S) Cinturón ofiolítico del norte de Cuba, que posiblemente incluye también rocas del Cretácico Inferior (Iturralde-Vinent, 1988; Millán y Somín, 1985).

D. Ofiolitas anfobilitizadas representadas en el complejo Mabujina (Cuba central) (Haydoutov et al., 1989) y la Fm. Güira de Jauco, en Cuba oriental y otros afloramientos menores.

Las ofiolitas de C y D pudieron originarse durante la desintegración de Pangea, como una cicatriz dejada al separarse las márgenes continentales, meridional y septentrional, entre fines del Jurásico y el Cretácico temprano. El metamorfismo regional registrado en D parece deberse a que dichas ofiolitas sirvieron de basamento a las secuencias volcánicas cretácicas y fueron metamorizadas por el calor desprendido de las soluciones calientes y magmas que las atravesaron durante muchos millones de años (Haydoutov et al., 1989).

Son también jurásicos algunos granitos con edades radiométricas de 172 millones de años (Renné et al., 1989), que aparecen relacionados al margen distensivo septentrional en Cuba central, y que pueden ser intrusivos que cortan su basamento premesozoico.

### Geología de la cordillera de Guaniguanico

A lo largo de la parte norte de Cuba las rocas mesocenoicas presentan extensos afloramientos de secuencias, acumuladas en un margen continental pasivo entre el Jurásico y el Eoceno Temprano, que fueron deformadas durante eventos tectónicos transcurridos entre fines del Cretácico y el Eoceno. Cuba occidental contiene en la cordillera de Guaniguanico los más extensos afloramientos de rocas acumuladas en dicho margen.

Por el sur las secuencias de Guaniguanico son cortadas por la falla Pinar, que las separa de la cuenca Los Palacios, rellena, en buena medida, por los productos de la erosión de las montañas situadas al norte. La falla Pinar es una gran dislocación tectónica de larga duración y posibles cambios en la naturaleza de sus movimientos. Por el NE las secuencias de Guaniguanico son cubiertas tectónicamente por ofiolitas y rocas de un arco volcánico cretácico (Figura 1).

Las elevaciones de Guaniguanico no son uniformes, ni litológicas, ni geomorfológicas. En la sierra de los Órganos y sierra del Rosario las principales litologías son rocas calcáreas jurásicas y cretácicas que en la primera dan lugar a un extraordinario relieve cárstico, en tanto que en las Alturas Pizarrosas afloran casi exclusivamente rocas terrígenas y metaterrígenas jurásicas que forman terrenos de menor elevación y suaves pendientes.

A lo largo de los 180 km de longitud de la cordillera, los depósitos más antiguos corresponden a un complejo deltaico jurásico (Figura 3) (Haczewski 1976, 1987), conocido mayormente como Fm. San Cayetano, cuyas capas más altas alcanzan el Oxfordiano. En sierra del Rosario, en el borde meridional de las Alturas Pizarrosas del Sur (cinturón Cangre) y en la estrecha faja de pequeñas elevaciones costeras del NW de Pinar del Río (zona Esperanza) entre los sedimentos terrígenos se disponen intrusivos y coladas de rocas máficas.

A partir del Oxfordiano Medio la sedimentación se torna carbonatada. En sierra de los Órganos son sedimentos de aguas someras con algunas argilitas (Fm. Jagua) (Pszczolkowski 1978, 1987), en tanto que en la sierra del Rosario la sedimentación es hemipelágica (Fm. Artemisa). El magmatismo máfico alcanza a estas partes basales del corte carbonatado (Figura 3). Entre fines del Oxfordiano y el Tithoniano temprano se desarrolla un banco carbonatado en sierra de los Órganos (Pszczolkowski 1978, 1981, 1987) representado hoy por el miembro San Vicente de la Fm. Guasasa. Los depósitos tithonianos sobre los carbonatos someros y el corte del Berriasiano-Cenomaniano en sierra de los Órganos están, compuestos por los sedimentos calcáreos profundos, con intercalaciones silíceas importantes en determinados niveles estratigráficos. En sierra del Rosario el corte mayormente carbonatado Jurásico Superior-Cenomaniano contiene sedimentos de aguas cada vez más profundas, con un máximo entre el Aptiano y Cenomaniano, donde se acumulan los depósitos silíceos de la Fm. Santa Teresa (Figura 3).

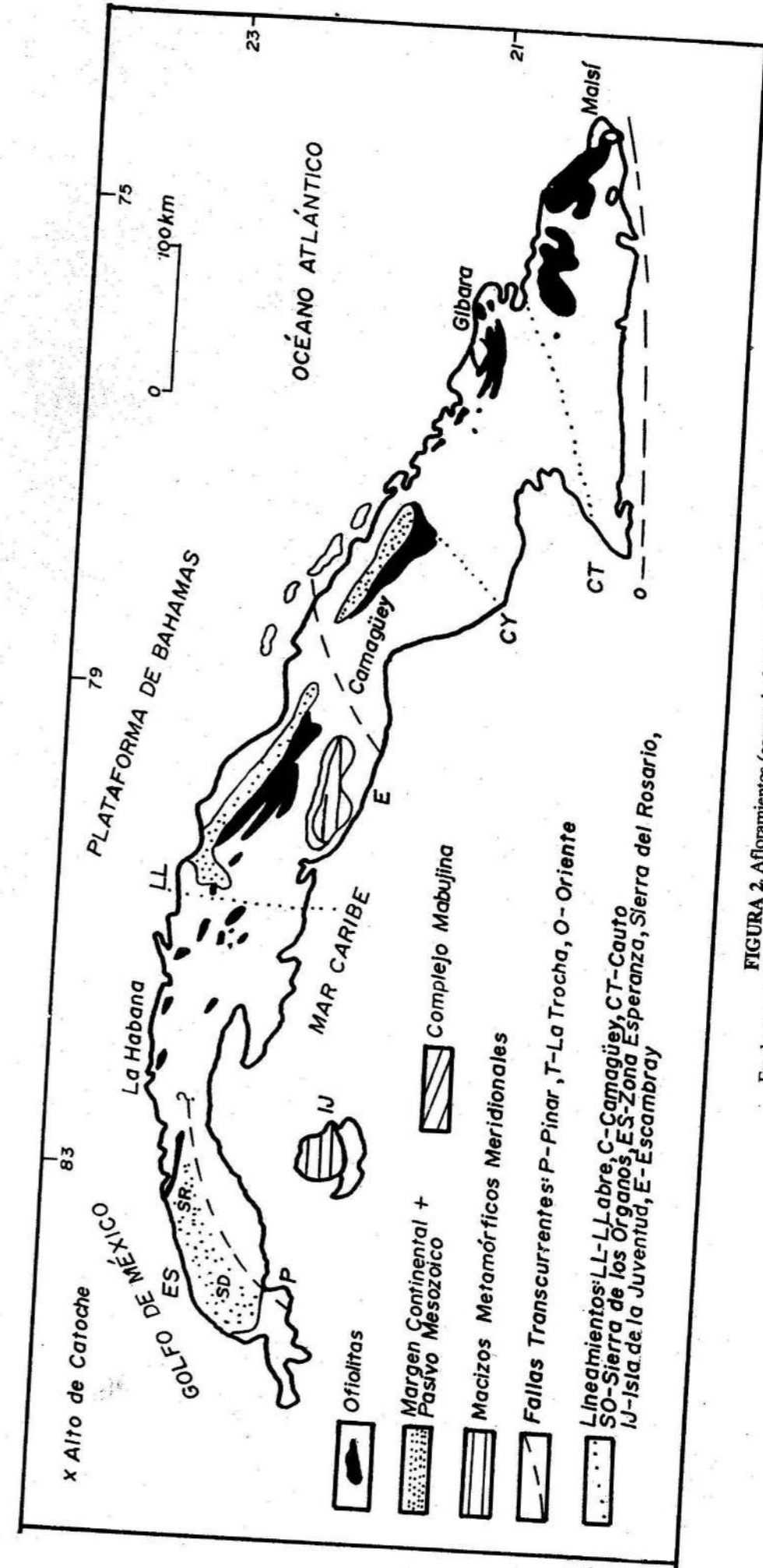


FIGURA 2. Afloramientos (comprobados y posibles) de rocas jurásicas en Cuba. En el mapa se incluyen algunas fallas y lineamientos que influyen en la distribución de afloramientos jurásicos.

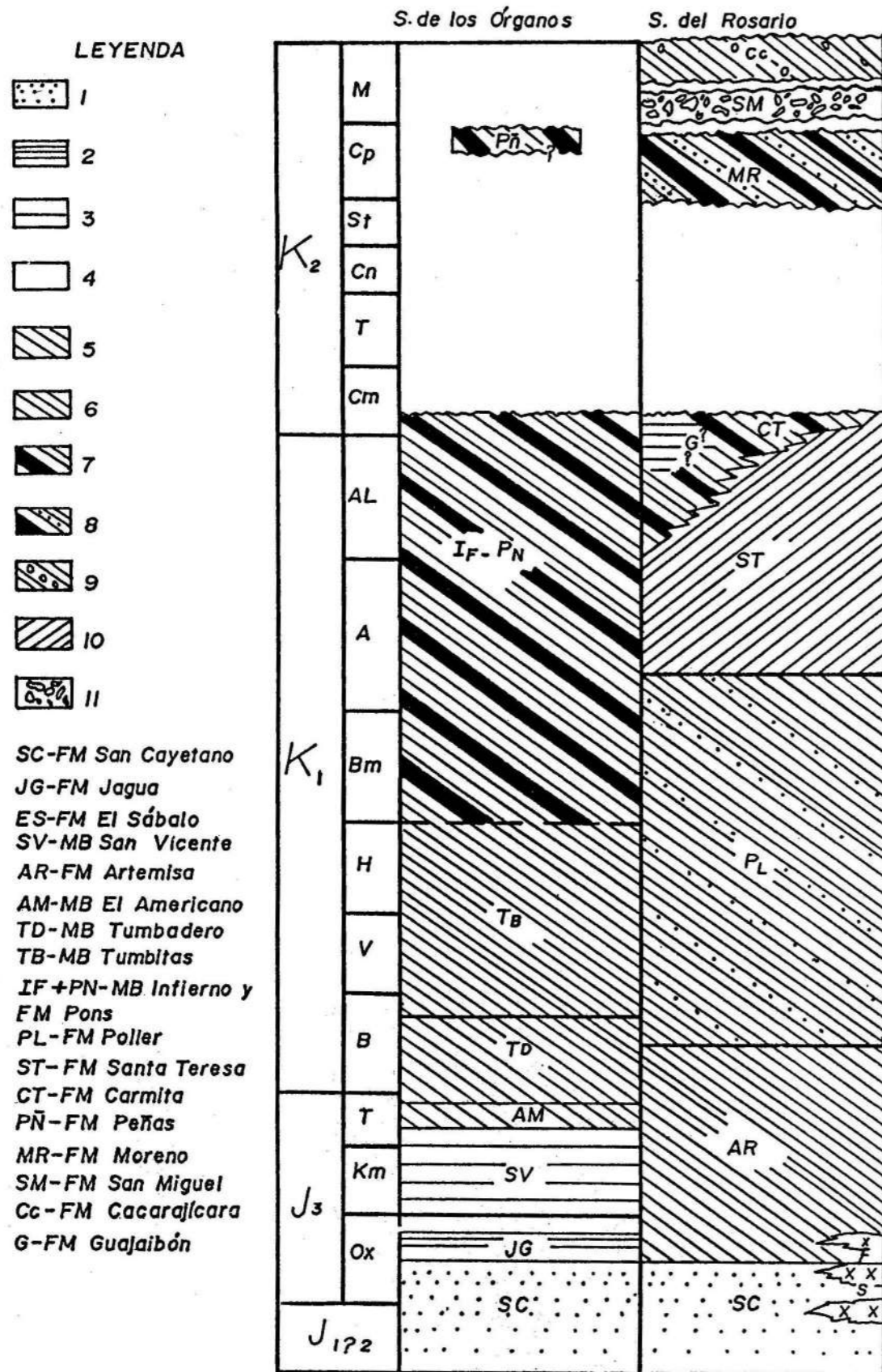


FIGURA 3. Facies de los sedimentos mesozoicos de la cordillera de Guaniguanico.

1. Sedimentos silicoclásticos deltaicos; 2. Sedimentos calcáreos someros (rampa carbonatada); 3. Sedimentos de banco carbonatado; 4. Mafitas (intrusivas y efusivas); 5. Sedimentos casi exclusivamente calcáreos, de aguas profundas; 6. Sedimentos de cuenca, mayormente calcáreos, con intercalaciones terrígenas; 7. Sedimentos calcáreos de aguas profundas con intercalaciones primarias y secundarias de pedernales; 8. Sedimentos calcáreos con intercalaciones silicoclásticas importantes y algunos pedernales; 9. Turbiditas calcáreas; 10. Pedernales con argilitas; 11. Brechas de talud (debris flows?).

Una importante discordancia parece separar los sedimentos cenomanianos del resto de las capas del Cretácico Superior, aunque algunos geólogos no la reportan (Pszczolkowski 1978, 1987). Esta discontinuidad sedimentaria ocupa la misma posición y debe ser correlacionable con la Mid-Cretaceous unconformity (Schlager et al., 1984) reportada en los sedimentos del golfo de México.

El hiatus sedimentario del Cretácico Tardío se extiende hasta el Campaniano alto en la sierra de los Órganos, donde la Fm. Peñas (Hatten, 1957) yace discordantemente sobre la Fm. Pons (Figura 3). La asociación de fósiles reportada por Hatten para dicha formación no indica la presencia de sedimentos maestrichtianos en sierra de los Órganos, pero hay geólogos que interpretan dicho corte de forma muy distinta de la expuesta arriba (Pszczolkowski 1978, 1987).

En la sierra del Rosario el Campaniano está representado por la Fm. Moreno, secuencia carbonatada-terrágena muy mal aflorada. Las capas maestrichtianas más bajas corresponden a las brechas del talud de la Fm. San Miguel, cuyas relaciones con otras unidades son casi universalmente tectónicas (Cobiella-Reguera y Hernández-Escobar, 1990). El Maestrichtiano alto lo constituye la Fm. Cacarajicara: turbiditas calcáreas (Pszczolkowski 1978, 1987, inédito).

Las capas cenozoicas comienzan con las calizas de aguas profundas de la Fm. Ancón (Paleoceno Superior-Eoceno Inferior) (Pszczolkowski 1978, 1987,

inédito) seguidas por los sedimentos terrígenos, olistostromicos de la Fm. Manacas (Hatten, 1957; Cobiella-Reguera y Hernández-Escobar, 1990; Pszczolkowski, 1987). Esta última unidad es un testimonio de los eventos orogénicos del Terciario Temprano.

En el extremo oriental de la sierra del Rosario la Fm. Capdevila (Eoceno Inferior) cubre, posiblemente, con una discordancia estructural, tanto las secuencias del margen continental mesocenoico, como los nappes ofiolíticos y las vulcanitas cretácicas, emplazados sobre las primeras durante la citada orogénesis (Cobiella-Reguera y Hernández-Escobar, 1990), a menudo conocida como orogénesis cubana.

Las secuencias mesocenoicas de Guaniguanico están divididas en numerosos nappes, originados durante la orogénesis cubana (Piotrowska 1978, 1987; Hatten, 1967; Pszczolkowski 1978, 1987; Khudoley y Meyerhoff, 1971). Estructuralmente los nappes de la sierra de los Órganos ocupan la posición más baja (Figura 1) y los de la sierra del Rosario y su prolongación en la zona Esperanza y las Alturas Pizarrosas del Norte, la más elevada. El espesor del edificio de mantos tectónicos es considerable. El pozo Pinar (Figura 4), perforado en la sierra de los Órganos, presenta superposiciones tectónicas a profundidades superiores a los 3 300 m, en tanto que (Segura et al., 1985) reporta evidencias de sobrecoimientos a los 4 000 m en el pozo Dimas 1, en el NW de Pinar del Río (zona Esperanza).

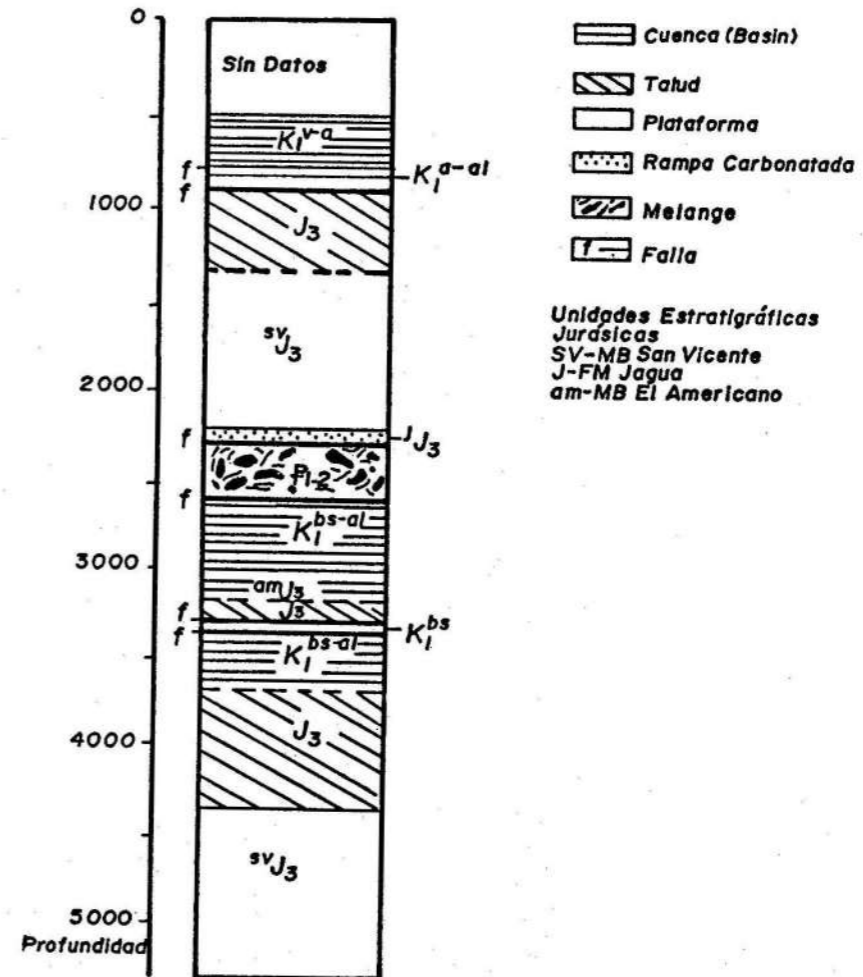


FIGURA 4. Interpretación paleoambiental (según datos de la descripción de núcleos).

## El sistema jurásico en Cuba occidental

A pesar de que en distintas regiones de la provincia de Pinar del Río, las capas jurásicas presentan diferentes rasgos, debido tanto a los cambios faciales originales como por los posteriores eventos tectónicos, en todas las localidades donde el corte es completo se observa una marcada regularidad en la disposición de sus capas (Figura 3). En la parte inferior

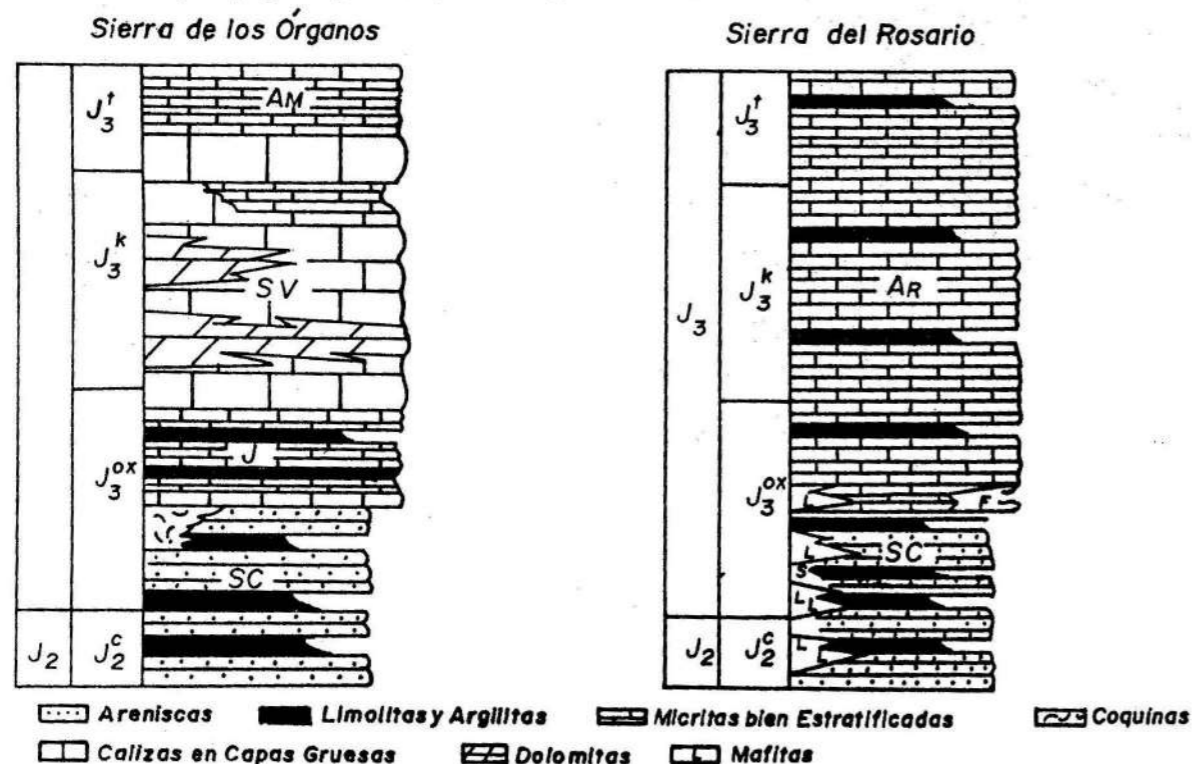


FIGURA 5. Columnas estratigráficas jurásicas.

En los cortes terrigenos inferiores se han distinguido dos unidades: la Fm. San Cayetano (De Golyer, 1918) (Según Bermúdez, 1961), cuyos depósitos no están metamorfizados o sólo presentan un metamorfismo débil, y la Fm. Arroyo Cangre (Piotrowski, 1987) metamorfizada en condiciones de elevadas presiones y bajas temperaturas (Somin y Millán, 1981). La Fm. San Cayetano aflora en las Alturas Pizarrosas del Norte y Sur, la sierra de los Órganos, sierra del Rosario y la zona Esperanza, constituyendo un potente depósito de un margen continental distensivo (Haczewski, 1976, 1987), esencialmente con origen deltaico, con sedimentos continentales y de aguas someras en ciertas áreas de Guaniguano occidental y turbidíticos, de abanicos submarinos, en sierra del Rosario y parte de las Alturas Pizarrosas del Norte (Haczewski, 1976; Cobiella-Reguera et al., en proceso editorial) (Figura 6).

La composición de las areniscas de la formación indica una fuente de aporte compuesta mayormente por areniscas, metamorfitas siálicas y granitoides. En distintas regiones varía la madurez de las areniscas, indicando diferentes historias de transporte y sedimentación.

Un aspecto debatido es la posición de la fuente de aporte respecto a la cuenca donde se acumuló la formación (Haczewski 1976, 1987; Pszczolkowski, 1978).

se encuentran depósitos esencialmente terrigenos (con algunos cuerpos de mafitas) que comprenden desde el Jurásico Inferior y Medio hasta el Oxfordiano Medio, en tanto que más arriba yacen depósitos carbonatados, con algunas intercalaciones argilíticas en ciertas áreas y, muy localmente, mafitas. La Figura 5 recoge, de manera muy simple, los rasgos esenciales de las columnas estratigráficas jurásicas en distintas regiones de Cuba occidental.

Haczewski, quien realizó algunas mediciones (gran parte de ellas en estratificación cruzada) de paleocorrientes, concluye que la fuente de aporte principal radicaba al sur de la cuenca, aunque halló no pocas direcciones de paleotransporte que no encajaban muy bien en dicha conclusión. El autor de este trabajo ha comprobado en Cinco Pesos, sierra del Rosario, un cierto predominio de estructuras de paleotransporte con direcciones E-W, lo cual concuerda con los datos presentados por Haczewski (1976, 1987) para esta localidad.

Puesto que la acumulación de San Cayetano ocurrió durante los estadios iniciales de la génesis del paleomargen mesozoico de Cuba occidental, las investigaciones de paleocorrientes revisten especial interés paleogeográfico.

La edad de la Fm. San Cayetano ha sido muy discutida. Un interesante resumen de la polémica hasta fines de los 60 está contenida en la obra de Judoley y Meyerhoff (Khudoley y Meyerhoff, 1971). A partir de los años 70 ha quedado bien establecida la edad Oxfordiano Medio del techo de la secuencia (Pszczolkowski, 1978; de la Nuez, 1974; Myczynski y Pszczolkowski, 1976, 1987). Hay reportes de hallazgos aislados de pelecípodos y otros restos de macrofauna (Furrázola et al., 1964; Pszczolkowski, 1978). En rocas de la formación han aparecido restos del helecho *Piazopteris braneri* (*Phlebopteris cubensis*) presentes en capas del

Jurásico Medio en América Central (Arecos-Mallea, 1991). En una determinación palinológica en un testigo de perforación del pozo Los Arroyos 1 (4 459-4 462 m), Arecos-Mallea reporta una asociación fósil caracte-

rística del Jurásico Inferior. Iturralde-Vinent (1988) considera que la parte baja de la formación alcanza el Triásico, pero hasta el momento no hay un respaldo paleontológico sólido para esta aseveración.

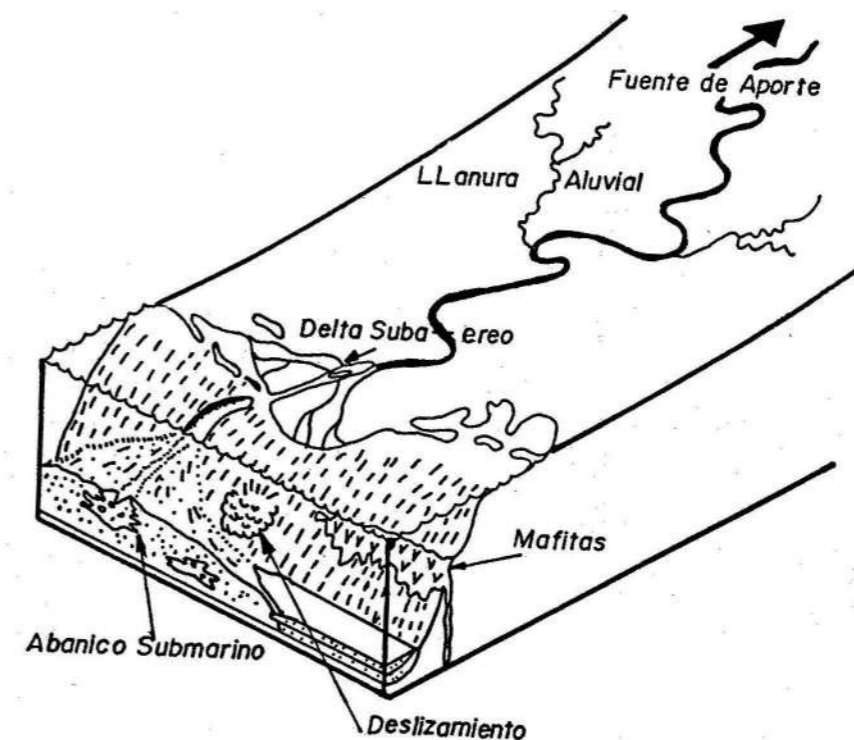


FIGURA 6. Modelo del margen continental pasivo del oxfordiano temprano en Cuba occidental (inspirado en modelo de G. Haczewski 1976, 1987).

La Fm. Arroyo Cangre (Piotrowski, 1977) tiene una composición de su protolito muy similar a la Fm. San Cayetano, distinguiéndose por contener algunos lechos de calizas, así como cuerpos de metabasoides (Somin y Millán, 1981; G. Millán, 1994, comunicación personal). Su composición litológica, así como su población estratigráfica, por debajo de los mármoles con amonites oxfordianos, indica que esta secuencia es esencialmente el equivalente metamorfizado de la Fm. San Cayetano.

Las formaciones San Cayetano y Arroyo Cangre son correlacionables con las formaciones La Chispa, Loma la Gloria y Llamagua, del macizo metamórfico del Escambray en Cuba central y con las formaciones Cañada y Agua Santa de la Isla de la Juventud (Pinos) (Millán Trujillo, 1992; Millán y Somin, 1985 b). Existen algunas evidencias a favor de la correlación de la Fm. San Cayetano con las evaporitas del norte de Cuba central (Meyerhoff y Hatten, 1968; Khudoley y Meyerhoff, 1971). En la sierra Madre Oriental de México, la Fm. La Joya (Michalzik, 1991) puede ser correlacionable, pero se requiere de datos más precisos sobre el particular.

Tanto en sierra del Rosario como en el NW de Pinar del Río (zona Esperanza) aparecen numerosos cuerpos de gabroides intercalados con sedimentos jurásicos (Pszczolkowski y Albear, 1983; Cobiella-Reguera, en proceso editorial). En la sierra son tan abundantes que han sido reconocidos como la Fm. El Sábalo (Pszczolkowski, 1989), en tanto que en el NW de Pinar del Río afloran generalmente mal pero han sido cortados por varias perforaciones (Cobiella-

Reguera et al., en proceso editorial). La posición estratigráfica de la Fm. El Sábalo permite considerarla de edad Calloviano-Oxfordiano (Figuras 3 y 4). La formación posee un espesor variable, alcanzando un máximo del orden de los 400 m de potencia. Ella constituye una secuencia de sedimentos y lavas (Figuras 5 y 6) acumulados en el talud continental (Cobiella-Reguera, en proceso editorial) (Figura 7). En esta área hay cuerpos intrusivos relativamente extensos y diferenciados (por ejemplo, el macizo Jagua o Cabeza de Horacio) que algunos geólogos han considerado escamas de las ofiolitas cubanas en la Fm. San Cayetano (Somin y Millán, 1981; Piotrowska, 1987), pero que también pueden interpretarse como intrusivos jurásicos en el margen continental (Cobiella-Reguera et al., en proceso editorial).

El corte carbonatado del Jurásico Superior presenta en la sierra de los Órganos rasgos propios. Sobre la Fm. San Cayetano (Figuras 3 y 5) yace un conjunto de sedimentos calcáreos bien estratificados, de colores oscuros, con intercalaciones locales de sedimentos argilíticos conocida como Fm. Jagua, definida por Palmer en 1945 (Bermúdez, 1961), de edad Oxfordiano Medio y Superior con un espesor de unos 160 m (Pszczolkowski 1978, 1987). Las variedades faciales de esta unidad permiten distinguir en ella diferentes miembros (Pszczolkowski 1978, 1987) acumulados en aguas cuya profundidad iba desde somera hasta nerítica profunda. Los sedimentos de la Fm. Jagua (excepto el miembro Zacarías) pudiera representar los depósitos de una rampa carbonatada. Más arriba los sedimentos de esta Fm. son sustituidos por depósitos calcáreos, de color gris a negro, generalmente con estratificación gruesa a masiva (Figuras 3 y 5). Las calizas son de di-

versas microfácies. Pszczolkowski (1978, 1987) reporta micritas con coprolitos, pelsparitas, oomicritas, bioesparitas, calizas oncolíticas, etc. predominando las variedades micríticas hacia la parte baja de la unidad, en tanto las variedades calcareníticas abundan hacia la porción superior. Estas capas se conocen como el miembro San Vicente de la Fm. Guasasa (Pszczolkowski 1978, 1981, 1987) y tienen un espesor de unos 650 m. El miembro San Vicente ha sido considerado un depósito de plataforma carbonatada (Hatten, 1957;

Khudoley y Meyerhoff, 1971; Pszczolkowski, 1978, 1981, 1987). En la parte superior del miembro hay interdigitaciones de sedimentos calcáreos, con oritocénosis de aguas profundas en la transición con las calizas bien estratificadas del miembro El Americano (Pszczolkowski 1978, 1987). Esto sugiere la presencia de depósitos de talud, los que parecen yacer más desarrollados en el pozo Pinar 1, donde aparecen en los núcleos de 3 intervalos: 1 421-1 871 m; 3 180-3 240 m y 3 748-4 345 m (Figura 4).

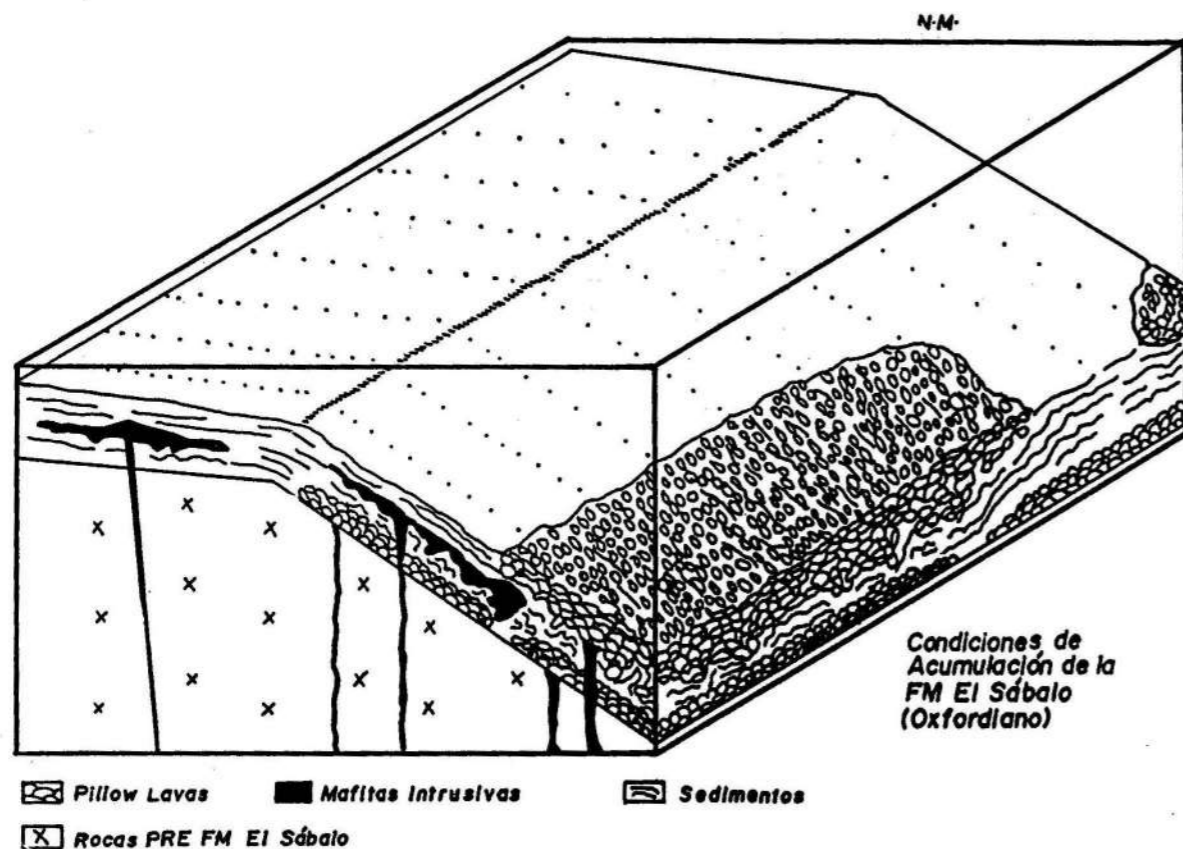


FIGURA 7. Modelo sedimentológico de las condiciones de acumulación de la Fm. El Sábalo.

Tanto en superficie como en el pozo Pinar 1 los sedimentos someros del miembro San Vicente son cubiertos concordantemente por las capas del miembro El Americano de la Fm. Guasasa, que contienen asociaciones fósiles de depósitos de aguas profundas (*Saccocoma*, *radiolarios*, *calpinélidos*) de edad Tithoniano Inferior en su base (Pszczolkowski 1978, 1987), por lo cual, a pesar de carecer de fauna diagnóstica, la edad del miembro San Vicente está bastante bien definida como Oxfordiano Superior-Tithoniano Inferior (Pszczolkowski 1978, 1987). El miembro El Americano se extiende hasta el Tithoniano Superior (Pszczolkowski 1978, 1987).

En la sierra del Rosario y en el noreste de Pinar del Río (la llamada zona Esperanza), el corte sobreyacente a la Fm. San Cayetano está compuesto por sedimentos de aguas más profundas que su equivalente en sierra de los Órganos. En la sierra del Rosario esta secuencia mayormente carbonatada aflora ampliamente en su mitad meridional, donde es la principal unidad estratigráfica de algunos nappes y es conocida como la Fm. Artemisa. La unidad puede alcanzar hasta

800 m de espesor (Pszczolkowski 1978, 1987), aunque generalmente su potencia es mucho menor. La formación está compuesta por calizas con fósiles planctónicos: *radiolarios*, *Globochaeta alpina*, *Saccocoma*, con ocasionales ammonites, así como grainstones y algunos rudstones.

Las calizas detríticas contienen bioclastos de pellicípodos, equinodermos, algas, coldes, oncolitos e intraclastos con litologías de aguas someras. Gran parte de las calizas de la Fm. Artemisa tienen rasgos turbidíticos y se derivan de la "superproducción carbonatada" de bancos costáneos (Pszczolkowski, 1981). Conjuntamente con las calizas hay intercalaciones mas o menos frecuentes de argilitas ricas en sustancias orgánicas y, raramente, areniscas.

Las capas basales de la Fm. Artemisa son pobres en fósiles con valor estratigráfico, pero algunos hallazgos de ammonites (*Cubaspidoceras* y *Mirosphinctes*) indican su edad Oxfordiano Medio a Superior (Pszczolkowski 1978, 1987). Las capas kimmerigianas, aunque seguramente presentes, no están paleontológicamente registradas. Los estratos tithonianos contienen

algunos ammonites (*Pseudolissoceras*, *Butticeras*, *Coronoceras*) junto con calpinélidos (*Chitinoidella*, *Calpionella*), *Saccocoma*, etc. (Pszczolkowski 1978, 1981). Los sedimentos de la Fm. Artemisa rebasan el límite Jurásico-Cretácico, alcanzando el Berriasiano.

Las estructuras de la sierra del Rosario se prolongan hacia el noroeste (Figura 1) extendiéndose por el NW de Pinar del Río en la polémica zona Esperanza, unidad geológica definida a partir de una suelta singularidad en su estratigrafía (Segura et al., 1985). En realidad esta "zona" parece ser la prolongación de algunos nappes de la porción axial de sierra del Rosario. El autor ha revisado la descripción de los núcleos jurásicos de varios pozos profundos ubicados en la zona Esperanza y es del criterio de que aquí está presente un corte geológico que es esencialmente la prolongación del ya estudiado en sierra del Rosario.

En el caso de los depósitos del Jurásico Superior, aunque muy pobre en fósiles de algún valor los taxones hallados definen bien esta serie (*Globochaeta alpina*, *Saccocoma*, *Cadosina* sp., *Colomisphaera* sp., *Carpitomosphaera* cf. *C. pulla*, *Stomiosphaera* cf. *S. moluccana*, *Picinia oblonga*?). Los rasgos presentes en los sedimentos son tan parecidos a los de la Fm. Artemisa que, al menos provisionalmente, es conveniente considerarlos como parte de dicha unidad.

Los estudios de algunos bioestratígrafos del CIDP en varios pozos profundos perforados en el NW de Pinar del Río, arrojaron resultados muy semejantes a los aquí expuestos sobre el corte carbonatado del Jurásico Superior, aunque ellos no ubicaron dichos sedimentos en ninguna unidad litoestratigráfica ni los correlacionan con los de la sierra del Rosario (Blanco et al., 1992).

En la sierra del Rosario prácticamente todos los afloramientos de la Fm. Artemisa tienen manifestaciones de hidrocarburos.

En el cinturón Cangre, sobre los metaterígenos de la Fm. Arroyo Cangre, se dispone un corte carbonatado donde han sido reconocidas la Fm. Jagua y el miembro San Vicente de la Fm. Guasasa, unidades características de la Sierra de los Órganos (Piotrowski, 1987). Realmente los afloramientos de estos cortes metacalcáreos son pequeños y están muy tectonizados lo que, unido al metamorfismo, hace difícil la correlación. Sin embargo, el hallazgo de perisphinctidos del Oxfordiano en rocas atribuidas a la Fm. Jagua metamorfizada, testimonia la existencia de este piso (Piotrowski, 1977; Somín y Millán, 1981).

Un estudio del mapa geológico 1 : 250 000 de Cuba (hoja 10, Pinar del Río) permite apreciar un interesante hecho respecto a los cortes carbonatados del Jurásico Superior. En dicho mapa los afloramientos de los bancos someros (miembro San Vicente) se disponen estructuralmente por debajo y, en general, al sur y sureste de sus equivalentes del talud y borde de cuenca (Fm. Artemisa) (Figura 8). Esto puede causar la falsa impresión de que esta fue la disposición original de estas facies y conducir a graves errores de interpretación paleogeográfica (por ejemplo, Pszczolkowski, 1981), al no tenerse en cuenta los sobrecorrimientos de inicios del Terciario que transportaron hacia el NW y N los nappes de las Alturas Pizarrosas del Norte y la zona Esperanza (Hatten 1967, 1957; Rigassi, 1958; Meyer-

hoff en Khudoley y Meyerhoff, 1971; Pardo 1975; Piotrowska, 1978, 1987) y la sierra del Rosario (Pszczolkowski 1978, 1987; Cobiella-Reguera y Hernández-Escobar, 1990). De esta forma las secuencias de bancos carbonatados fueron cabalgados desde el sur por nappes que contenían depósitos coetáneos de aguas más profundas (Hatten 1957, 1967).

La posterior combinación de la yacencia general con buzamientos al norte de los nappes con los procesos erosivos, dieron lugar a la disposición de afloramientos previamente señalada. La Figura 9 es un perfil que recoge la interpretación esbozada de la distribución original de las facies jurásicas.

### Eventos jurásicos en Cuba occidental

De acuerdo con las modernas ideas sobre la ruptura de la corteza conducente a la separación y deriva de los continentes, la primera parte de dicho proceso corresponde a una fase extensional, señalada por la formación de rifts y el adelgazamiento de la corteza continental bajo éstos, sin que llegue a producirse una ruptura de tal envergadura que permita la formación de una corteza oceánica entre las placas en proceso de separación. En el segundo estadio, el progresivo adelgazamiento conduce finalmente a la ruptura de la corteza continental y a la penetración del material astenosférico según fracturas para originar una corteza oceánica que irá creciendo al alejarse las placas. Esta es la fase de deriva (drift) en la cual las placas se separan y migran independientemente, dando lugar a la formación de cuencas oceánicas (Stampfli et al., 1991). En algunos casos esta migración es de corta duración y se forma sólo una pequeña depresión oceánica. Tal parece ser el caso del golfo de México (Salvador, 1987; Pindell, 1985; Winker y Buffler, 1988).

En el corte estratigráfico jurásico de Cuba occidental se registran varios eventos regionales. Como quiera que la desintegración de Pangea en el golfo de México y áreas adyacentes transcurrió en el Jurásico, según la opinión de muchos geólogos (Pindell, 1985; Iturralde-Vinent, 1988; Salvador 1987; Pszczolkowski, 1987; Winker y Buffler, 1988), los acontecimientos registrados en la cordillera de Guaniguanico deben estar vinculados con la citada fragmentación de Pangea.

A continuación se estudian algunos aspectos del corte jurásico de Cuba occidental que testimonian sobre importantes eventos regionales y se discute su posible conexión con la dispersión continental en la región del golfo de México-Caribe noroccidental.

#### a) La Fm. San Cayetano y su fuente de aporte

G. Haczewski (1976-1987) demuestra inobjetablemente que la Fm. San Cayetano no es el depósito de un gran paleodelta jurásico (Figura 6). Los rasgos típicos de margen continental pasivo que presenta el corte del Jurásico Superior-Cretácico suprayacente (Figuras 3 y 4) sugieren que la unidad constituye el primer depósito acumulado en el margen continental mesocenoico de Cuba occidental.

La formación presenta rasgos litológicos y edad, similares a las secuencias acumuladas en la primera fase de la génesis del golfo de México (Salvador, 1987).

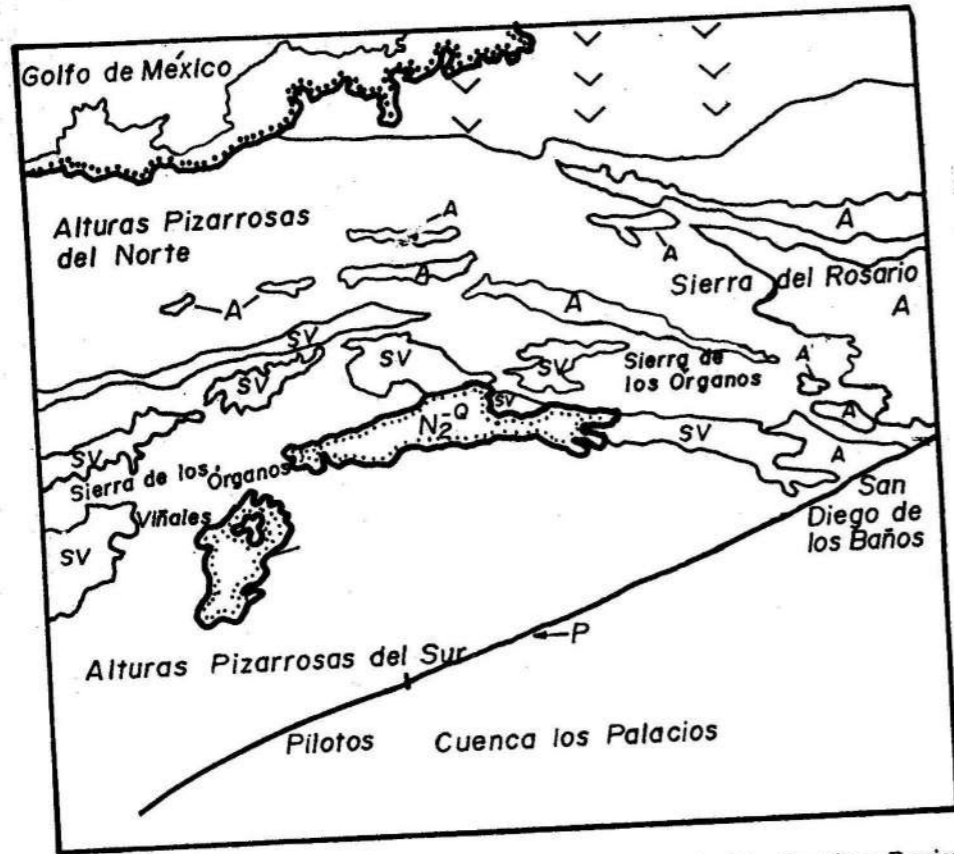


FIGURA 8. Distribución geográfica de los afloramientos de los cortes carbonatados del Jurásico Superior y Berriasiano en la región central de la cordillera de Guaniguanico. Observe la disposición al norte y este del área de la Fm. Artemisa (Oxfordiano-Berriasiano) y la ubicación más meridional del miembro San Vicente (Oxfordiano-Tithoniano Inferior) de la Fm. Guasasa. En la figura no se señalan las fallas que se disponen entre ambas secuencias.

Se ha polemizado mucho sobre la fuente de aporte de la Fm. San Cayetano. En algunas reconstrucciones palinspásticas de la región del golfo de México, Cuba occidental es ubicada en las inmediaciones de Yucatán (Pindell, 1985; Ituralde-Vinent, 1988). La ausencia de sedimentos triásicos y jurásicos en Yucatán (Salvador, 1987) sugiere que dicha región pudo ser parte de la fuente de aporte de sedimentos terrígenos al margen continental donde se acumulaba la Fm. San Cayetano. Es interesante en este sentido que es en sierra del Rosario donde la Fm. San Cayetano presenta los sedimentos de aguas más profundas en el modelo de Haczewski (1976, 1987).

Los nappes de sierra del Rosario ocupan la posición estructural más elevada en el edificio tectónico de Guaniguanico y deben contener los sedimentos más meridionales del margen continental pasivo (Figura 6). Tal interpretación, que se repite para los cortes carbonatados del Jurásico Superior (Figura 9), encaja bien en la hipótesis de Yucatán como parte de la fuente de aporte, ya que dicha península se dispone al NW de Cuba occidental en los citados modelos palinspásticos. Sin embargo (Haczewski 1976, 1987), en su estudio de las paleocorrientes que sedimentaron las areniscas de la formación, concluye que la fuente de aporte se ha-

llaba al sur de la cuenca. Es preciso señalar que en la figura 107 de Haczewski (1987), donde se presenta los resultados por afloramientos, se muestran además, varias localidades donde predominan, o son fundamentales las paleocorrientes dirigidas hacia el sur o con importante componente meridional. Para resolver el acertijo de la fuente de aporte de la Fm. San Cayetano se requiere de nuevas investigaciones sedimentológicas, acompañadas de estudios sobre la composición mineralógica de sus areniscas, unidas a una mayor información estructural y estratigráfica, que permita ganar precisión en las reconstrucciones paleogeográficas y palinspásticas.

b) *Sedimentación carbonatada del Jurásico Superior*

En todos los cortes de Guaniguanico los sedimentos calcáreos comienzan a depositarse en el Oxfordiano Medio, y son prácticamente los únicos acumulados durante el resto del Jurásico. El cambio, en relación con la sedimentación terrígena precedente, fue bastante brusco, aunque no totalmente isócrono (ver Figura 3 de Pazczolkowski, 1978, 1987). No se registra discordancia en ninguna de las múltiples localidades donde dicho tránsito se ha estudiado (Figuras 3 y 5).

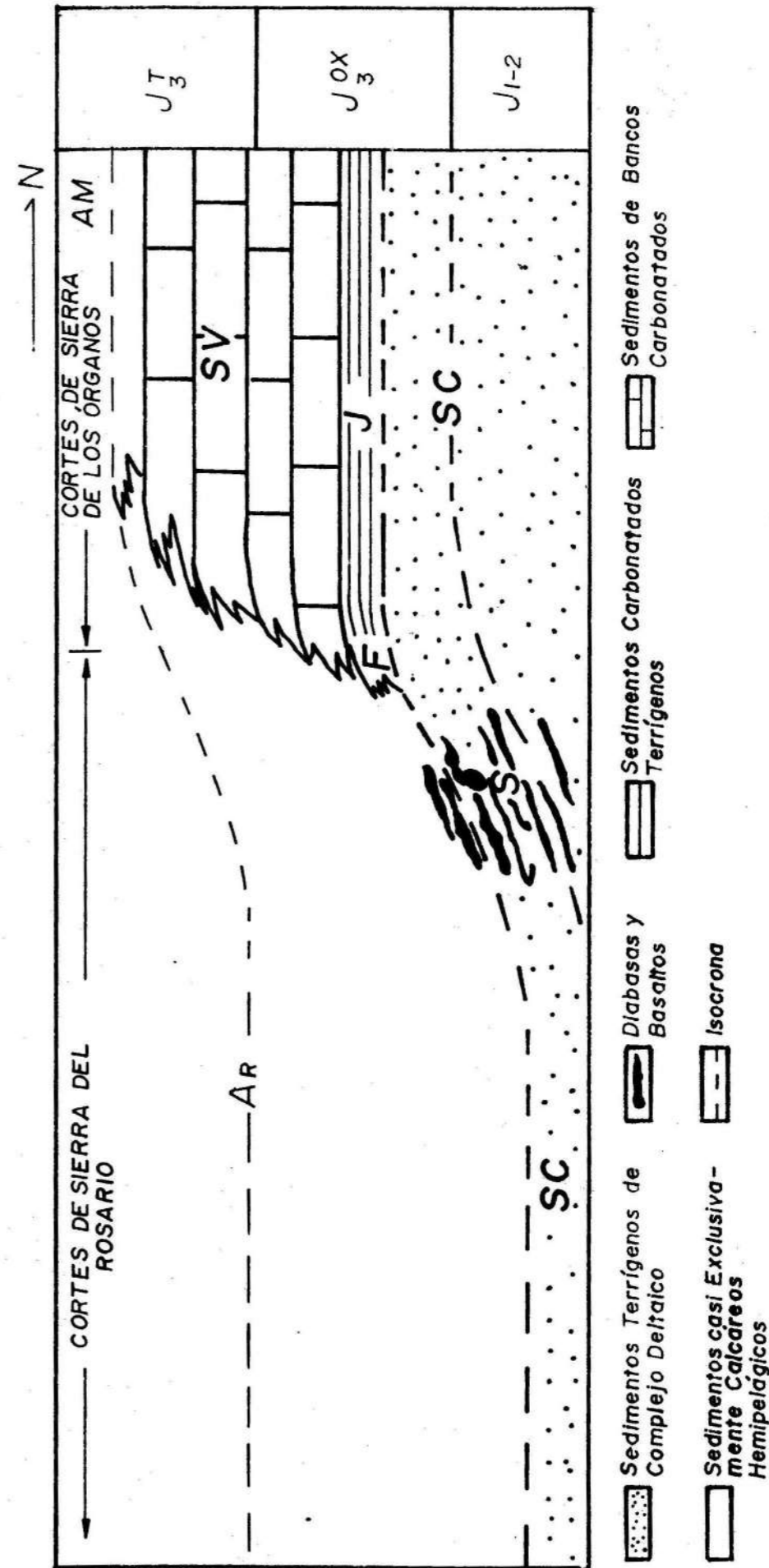


FIGURA 9. Correlación estratigráfica jurásica de los cortes de sierra del Rosario en su posible posición original.

A. Salvador (1987) destaca que durante el Jurásico Tardío hay un marcado cambio en la sedimentación de la periferia del golfo de México que se hace carbonatada, con algunas intercalaciones de argilitas y, localmente, evaporitas (Gotte y Michalzik, 1992), excepto en la porción norte del golfo (Estados Unidos) donde hay sedimentos clásticos (Salvador, 1987). En opinión del citado autor, la sedimentación carbonatada está vinculada con la formación de una corteza oceánica en el centro del golfo (la hoya de Sigsbee) en el Oxfordiano acompañada de una subsidencia térmica en toda la periferia de la depresión. Pindell (1985) prolonga la formación de la corteza oceánica en la hoya hasta el Berriasiano. De una forma u otra es evidente que durante casi todo el Jurásico Tardío una dilatada subsidencia, acompañada de una sedimentación ma-

yormente carbonatada, abarcó el golfo y áreas periféricas (Winker y Buffler, 1988) incluyendo la cuenca donde se depositaron las secuencias de esa edad, hoy presentes en la cordillera de Guaniguanico.

#### Magmatismo máfico Calloviano?-Oxfordiano

El magmatismo máfico jurásico en Guaniguanico está presente en la Fm. El Sábalo de sierra del Rosario, la Fm. Arroyo Cangre en el borde meridional de las Alturas Pizarrosas del Sur y en intercalaciones en los cortes terrígenos jurásicos (Fm. San Cayetano) en el NW de Pinar del Río (zona Esperanza). La información anteriormente expuesta permite inferir que el magmatismo en estas áreas fue esencialmente sincrónico. La Figura 10 recoge gráficamente esta idea.

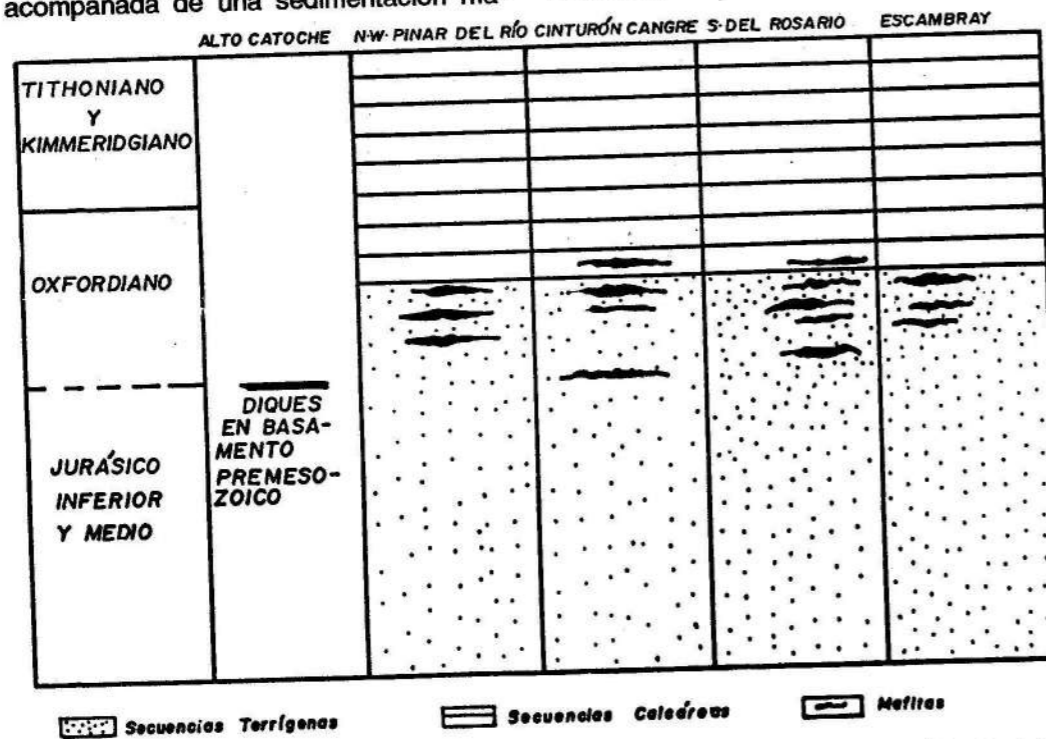


FIGURA 10. Posición de las mafitas en los cortes jurásicos de Cuba occidental, central y sureste del golfo de México.

En el golfo de México, muy cerca de Cuba occidental, se encuentra el Alto de Catoche (Figura 2) cuyo basamento está cortado por dos generaciones de diques de diabasas, una de ellas de 163 millones de años de edad (Schlager, Buffler et al., 1984), o sea, aproximadamente el límite Calloviano-Oxfordiano, según la Geologic Time Scale de la Geological Society of America de 1983.

En el macizo del Escambray, complejo metamórfico ubicado en el sur de Cuba central (Figura 2), se presentan numerosos cuerpos de metamorfitas intercalados en cortes metaterígenos (Figura 9) cuyo protolito fue muy semejante a la Fm. San Cayetano (Millán y Somin, 1985 a, b, c; G. Millán 1994, comunicación personal) y que son correlacionables con dicha unidad como se señaló en páginas anteriores. Por encima de los metaterígenos yace un corte metacarbonatado en el que se han hallado fósiles oxfordianos en su base (Millán y Myczyński, 1978). La estrecha similitud entre los cortes jurásicos de Guaniguanico y el Escambray (Figura 10) ha llamado la atención de muchos geólogos

(Furrazola et al., 1964; Khudoley y Meyerhoff, 1981; Somin y Millán, 1981). Posiblemente ambas secuencias se acumularon en una misma cuenca, fragmentada por eventos postjurásicos (Cobiella-Reguera, en proceso editorial).

Por tanto, a lo largo de más de 500 km de longitud (desde el Alto de Catoche a las montañas del Escambray), en una franja ubicada entre el golfo de México y el mar Caribe se registra un evento magmático máfico de edad Calloviano?-Oxfordiano. Este proceso debe estar vinculado con la fragmentación de Pangea en el golfo de México y su periferia, además, puede guardar relación con la generación de las ofiolitas del norte de Cuba y con una posible corteza oceánica proto-caribea.

#### Sumersión de los bancos carbonatados

Entre fines del Oxfordiano y principios del Tithoniano floreció un extenso banco carbonatado en la sierra de los Órganos. Las investigaciones sedimentológicas de Pszczolkowski (1978, 1981, 1987) arrojan

que los sedimentos del miembro San Vicente de la Fm. Guasasa son de aguas más tranquilas en su porción inferior y se tornan de aguas más agitadas hacia la parte alta de la unidad (figura 3 de Pszczolkowski, 1981, es decir, presentan una sucesión que se acerca al modelo de Wilson, 1981) para la secuencia de plataforma carbonatada con somerización hacia su parte alta. Sin embargo, este proceso se interrumpió bruscamente en el Tithoniano Temprano (Figuras 3, 4 y 5) como lo evidencian las intercalaciones de sedimentos de aguas profundas que aparecen en la transición entre los miembros San Vicente y El Americano (Pszczolkowski, 1981). Esto también se aprecia en el pozo Pinar 1 (Figura 4) donde los sedimentos del talud y la cuenca profunda cubren los cortes del banco carbonatado. Entre el Tithoniano y el Cenomaniano sólo se registran en sierra de los Órganos sedimentos de la cuenca (cinturón facial 1 de Wilson, 1981). Sin embargo, en la sierra del Rosario, entre los sedimentos de aguas más profundas del Jurásico terminal y el Cenomaniano aparecen, con cierta frecuencia, capas clásticas calcáreas, constituidas por fragmentos de organismos propios de aguas someras transportados por corrientes turbias hacia aguas más profundas (Pszczolkowski, 1982; Cobiella-Reguera y Hernández-Escobar, 1990). En este sentido es muy interesante la Figura 17 de Winker y Buffler (1988) que muestra que estos carbonatos someros pudieron derivarse del escarpe de La Florida. De hecho, en el borde norte de la sierra del Rosario se conservan restos de un banco carbonatado de edad Albiano-Cenomaniano (Ponce et al., 1985), la Fm. Guajaibón. Estos datos indican que los bancos carbonatados de Cuba occidental no llegaron a ser totalmente destruidos por la inundación tithoniana y que al menos en las cercanías de la cuenca donde se acumularon las secuencias de sierra del Rosario, hubo plataformas calcáreas someras hasta el Cenomaniano. Un futuro objetivo de la prospección petrolera en la sierra del Rosario y zonas colindantes al norte, puede ser la búsqueda de estas potenciales trampas de hidrocarburos en la profundidad.

La inundación de la extensa plataforma carbonatada de sierra de los Órganos durante el Tithoniano Temprano, debe estar vinculada con la aceleración de la transgresión iniciada en el Jurásico Medio (Salvador, 1987) o en el Oxfordiano (Winker y Buffler, 1988). Marton y Buffler (1992) señalan que el hundimiento de la plataforma de Yucatán comenzó en el Jurásico más tardío o inicios del Cretácico y lo relacionan con la subsidencia térmica en la periferia del golfo de México y la formación de la corteza oceánica de la hoya de Sigsbee. Por otra parte, en el norte de Cuba central hay claras evidencias del hundimiento del borde meridional del margen continental de la plataforma de Bahamas en el Tithoniano (Pszczolkowski, 1986).

Los casos arriba expuestos y otros, marcan al Tithoniano como un momento de brusca acentuación de las condiciones marinas en la periferia meridional del golfo. La inundación del banco carbonatado de sierra de los Órganos debió ocurrir al superar la transgresión las posibilidades de crecimiento vertical de los moradores de la plataforma.

## CONCLUSIONES

Las montañas del norte de Cuba occidental (cordillera de Guaniguanico) contienen extraordinarios cortes de un margen continental pasivo mesoceno-zoico. En especial, las capas jurásicas son de gran interés económico y científico.

El sistema Jurásico en Guaniguanico presenta dos tipos de cortes. El inferior es un complejo de depósitos silicoclásticos deltaicos, la Fm. San Cayetano, que comprende desde el Jurásico Inferior o Medio hasta el Oxfordiano Medio. Sobre estos sedimentos yace un espesor carbonatado que abarca el resto del sistema y presenta rasgos hemipelágicos (Fm. Artemisa) en la sierra del Rosario, pero que en la sierra de los Órganos incluye mayormente carbonatos nerfíticos (Fm. Jagua y miembro San Vicente de la Fm. Guasasa) sucedidos por sedimentos hemipelágicos parecidos a la Fm. Artemisa (miembro El Americano de la Fm. Guasasa). En el cinturón metamórfico Cangre los sedimentos jurásicos están metamorfizados en las facies de esquistos glaucofánicos. En el Oxfordiano y quizás el Calloviano se presentan algunos cuerpos de mafitas.

En el Jurásico de Guaniguanico se registran testimonios de los siguientes eventos:

1. Inicio de la formación de un margen continental pasivo que abarca hasta el Oxfordiano Medio.
2. Hundimiento de las fuentes de aporte de terrígenos al margen durante el Oxfordiano Medio y comienzo de la sedimentación carbonatada que se extendería por el resto del Jurásico.
3. Episodio de magmatismo máfico fisural durante el Calloviano-Oxfordiano.
4. Inundación tithoniana de los bancos carbonatados de sierra de los Órganos.

Los tres primeros eventos son también discernibles en el macizo metamórfico del Escambray en Cuba central, que contiene depósitos de un margen continental pasivo. Los eventos 1 y 2 pueden correlacionarse con una sucesión similar y un cambio litológico en el este de México, vinculados con la subsidencia en la periferia del golfo, relacionada posiblemente con el nacimiento de la hoya de Sigsbee. En el Alto Catoche, en el SE del golfo de México, hay diques de diabasas con edades radiométricas de 163 millones de años, aproximadamente coetáneos con las mafitas de Guaniguanico y el Escambray.

La inundación de los bancos carbonatados durante el Tithoniano puede estar relacionada con el hundimiento de la península de Yucatán a fines del Tithoniano o en el Cretácico más temprano.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBEAR, J. DE y J. PIOTROWSKI: "El enclave yesífero de San Adrián, Cuba. Observaciones sobre su evaluación geólogo-tectónica", *Ciencias de la Tierra y del Espacio*, (9) :17-30, 1994.
- ARECES MALLEA, A.: "Consideraciones paleobiográficas sobre la presencia de *Piazopteris branneri* (Pterophyta) en el Jurásico de Cuba", *Revista española de Paleontología*, 6 (2) :126-134, 1991.
- BERMÚDEZ, PEDRO J.: *Las formaciones geológicas de Cuba*, Ministerio de Industrias, Instituto Cubano de Recursos Minerales, La Habana, p. 138, 1961.

- BLANCO, S.; G. FERNÁNDEZ; J. FERNÁNDEZ y D. BREY: *Ambientes de sedimentación de la secuencia de margen continental durante el Jurásico-Cretácico Inferior reconocidos en el subsuelo de Cuba*, Programas y Resúmenes de la 13a. Conferencia Geológica del Caribe, p. 94-95, 1992.
- COBIELLA-REGUERA, J.: *Pliegues de deslizamiento submarino en sedimentos y lavas de la Fm. El Sábalo*, Sierra del Rosario, Pinar del Río. (en proceso editorial).
- : *El magmatismo jurásico (Calloviano-Oxfordiano) en el paleomargen continental de Cuba occidental y su correlación con eventos en Cuba central y el Golfo de México*.
- 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 inédito, Universidad de Pinar del Río, 1990.
- COBIELLA-REGUERA, J.; B. ECHEVERRÍA-HERNÁNDEZ; A. HERNÁNDEZ-ESCOBAR; S. GIL-GONZÁLEZ y otros: *La formación El Sábalo y el magmatismo máfico del Jurásico de Cuba occidental y áreas adyacentes* (en proceso editorial).
- COBIELLA-REGUERA, J.; A. HERNÁNDEZ-ESCOBAR; N. DÍAZ-DÍAZ y P. OBREGÓN-PÉREZ: *Estudio de algunas areniscas en las formaciones San Cayetano y Pelier, Sierra del Rosario, Cuba occidental* (en proceso editorial).
- FURRAZOLA-BERMÚDEZ, G.; C. JUDOLEY; M. MIALOVSKAYA; Y. MIROLIUBOV y otros: *Geología de Cuba*, Editora Nacional de Cuba, 1964.
- GOTTE, M.; D. MICHALSKI: "Stratigraphic relations and facies sequences of an upper Jurassic evaporitic ramp in the Sierra Madre Oriental (México)", *Zbl Geol. Paleontol.*, (6) :1445-1466, 1991.
- HACZEWSKI, G.: "Sedimentological reconnaissance of San Cayetano formation: an accumulative continental margin in the Jurassic of Western Cuba", *Acta Geologica Polonica*, 26 (2) :331-353, 1976.
- : "Reconocimiento sedimentológico de la formación San Cayetano. Un margen continental acumulativo en el Jurásico de Cuba occidental", en: *Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río*, Editorial Científico-Técnica, pp. 228-247, Ciudad de La Habana, 1987.
- HATTEN, Ch.: *Geology of central Sierra de los Organos, Pinar del Río province, Cuba*, Fondo Geológico Nacional, Cuba, 1957 (inédito).
- : "Principal features of Cuban geology. Discussion", *American Association of Petroleum Geologists*, 51 (5) :780-789, 1967.
- HAYDOUTOV, I.; I. BOYANOV y G. MILLÁN: *Nuevos aspectos acerca de la génesis del protolito del complejo anfibolítico Mabujina, de Cuba central*, en Resúmenes y Programa, Primer Congreso Cubano de Geología, pp. 97-98, 1989.
- ITURRALDE-VINENT, M.: "Nuevo modelo interpretativo de la evolución geológica de Cuba", *Ciencias de la Tierra y del Espacio*, (3) :51-90, 1981.
- : "Características generales del magmatismo del margen continental de Cuba", *Revista Tecnológica*, XVIII (4) :17-24, 1988.
- : "Composición y edad de los depósitos del fondo oceánico (asociación ofiolítica del Mesozoico de Cuba en el ejemplo de Camagüey)", *Revista Tecnológica*, XVIII (3) :13-25, 1988.
- KHUDOLEY, K. y A. MEYERHOFF: "Paleogeography and geological history of Greater Antilles", *Geological Society of America*, Memoria 129, p. 199, Boulder, 1971.
- MARTIN, G. y R. BUFFLER: *Evolution of a Mesozoic seaway, South-eastern Gulf of Mexico*, en Programa y Resúmenes 13a. Conferencia Geológica del Caribe, p. 51, 1992.
- MEYERHOFF, A. y Ch. HATTEN: "Diapiric structures in central Cuba", *American Association of Petroleum Geologists*, Memoir 8, pp. 315-357, Boulder, 1968.
- MICHALZIK, D.: "Facies sequence of triassic-jurassic red beds in the Sierra Maestra Oriental (NE Mexico) and its relation to the early opening of the Gulf of Mexico", *Sedimentary Geology*, (71) :243-259, 1991.
- MILLÁN-TRUJILLO, G.: *Posición estratigráfica de las formaciones metamórficas cubanas*, en Programa y Resúmenes, 13a. Conferencia Geológica del Caribe, p. 56, 1992.
- MILLÁN, G. y R. MYCZYNSKI: *Fauna jurásica y consideraciones sobre la edad de las secuencias metamórficas del Escambray*, Informe científico-técnico, Academia de Ciencias de Cuba, no. 80, p. 14, 1978.
- MILLÁN, G. y M. SOMÍN: *Contribución al conocimiento geológico de las metamorfitas del Escambray y del Purial*, en Reporte de investigación del Instituto de Geología y Paleontología, no. 2, p. 74, 1985.
- : *Condiciones geológicas de la constitución de la capa granito-metamórfica de la corteza terrestre de Cuba*, Instituto de Geología y Paleontología, p. 83, 1985.
- MYCZYNSKI, R. y A. PSZCZOLKOWSKI: "The ammonites and age of the San Cayetano Formation from sierra del Rosario, Western Cuba", *Acta Geologica Polonica*, 26 (2) :321-330, 1976.
- : *Fauna de ammonites y edad de la formación San Cayetano en la Sierra del Rosario*, en Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río, pp. 221-226, 1987.
- DE LA NUEZ, M.: *Sobre la edad de los esquistos arcillosos rojizos en los alrededores del mogote Zacarías, provincia de Pinar del Río*, en Contribución a la Geología de Cuba, Instituto de Geología, Academia de Ciencias de Cuba, Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, pp. 141-156, 1974.
- PINDELL, J.: *Alleghanian reconstruction and subsequent evolution of the Gulf of Mexico, Bahamas and proto-Caribbean tectonics*, vol. 4, no. 1, pp. 1-39, 1985.
- PIOTROWSKA, K.: "Nappe structures in the Sierra de los Organos, western Cuba", *Acta Geologica Polonica*, 28 (1), 1978.
- : *Las estructuras de nappes en la sierra de los Organos*, en Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río, Editorial Científico-Técnica, pp. 85-156, Ciudad de La Habana, 1987.
- PIOTROWSKI, J.: *Primeras manifestaciones de vulcanismo en el geosinclinal cubano*, en Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río, Editorial Científico-Técnica, pp. 163-169, Ciudad de La Habana, 1987.
- PONCE, N.; I. DANILUK; O. RAZOWOSKI y M. DILLA: "El yacimiento de bauxitas Pan de Guajabón en la isla de Cuba", *Revista Tecnológica, Serie Geología*, XV (1) :51-60.
- PSZCZOLKOWSKI, A.: "Ocosynclinal sequences of the Cordillera de Guaniguanico in western Cuba, their lithostratigraphy, facies development and paleogeography", *Acta Geologica Polonica*, 28 (1) :1-96, 1978.
- : "El banco carbonatado jurásico de la sierra de los Organos, provincia de Pinar del Río, su desarrollo y situación paleotectónica", *Ciencias de la Tierra y del Espacio*, (3) :37-50, 1981.
- : "Cretaceous sediments and paleogeography in the western part of the Cuban miogeosyncline", *Acta Geologica Polonica*, vol. 32:135-161, 1982.
- : "Secuencia estratigráfica de Placetas en el área limítrofe de las provincias de Matanzas y Villa Clara (Cuba)", *Bull. Polish Academy of Sciences, Earth Sciences*, (34) :67-79, 1986.
- : *Secuencias miogeosinclinales de la cordillera de Guaniguanico, su litostrotigrafía, desarrollo de facies y paleogeografía*, en Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río, Editorial Científico-Técnica, pp. 5-84, Ciudad de La Habana, 1987.
- : *Nuevos datos sobre la litostrotigrafía de los sedimentos del Cretácico y el Paleógeno en la sierra del Rosario, provincia de Pinar del Río (inédito)*, 1987.
- PSZCZOLKOWSKI y J. DE ALBBAR: "La secuencia vulcanógeno-sedimentaria de sierra del Rosario, provincia de Pinar del Río, Cuba", *Ciencias de la Tierra y del Espacio*, (6) :41-52, 1983.

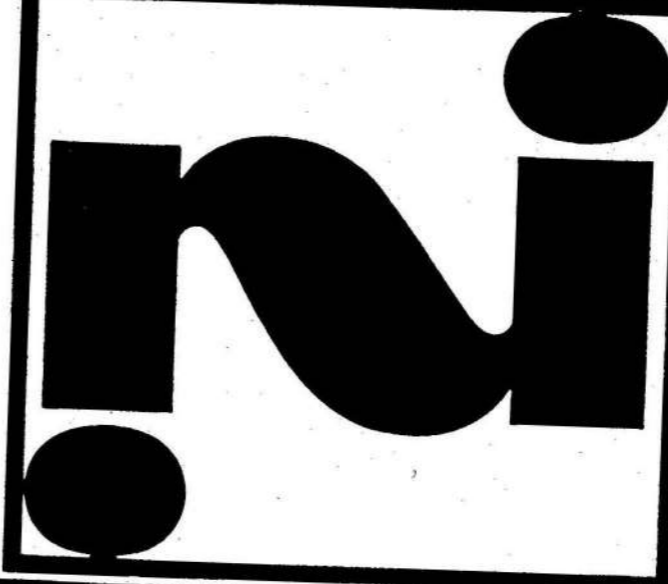
- PSZCZOLKOWSKI, A.: *Edad y composición de la secuencia vulcanógeno-sedimentaria (Fm. El Sábalo) en la estructura geológica de la sierra del Rosario (Cuba occidental)*, en Resúmenes y Programa del Primer Congreso Cubano de Geología, p. 66, 1989.
- RENNE, P.; J. MATTINSON; Ch. HATTEN; M. SOMÍN y otros: *Confirmation of Late Proterozoic age for the Socorro complex of north central Cuba from Ar/Ar and U-Pb dating*, en Resúmenes y Programa del Primer Congreso Cubano de Geología, p. 118, 1989.
- RIGASSI, D.: *Organos Mountains*, Fondo Geológico Nacional, Cuba, Informe inédito, 1958.
- SCHLAGER, W.; R. BUFFLER y otros: "Deep sea drilling project leg 77, southeastern gulf of Mexico", *Geological Society of America Bull.*, 95 (2) :226-236, 1984.

- SEGURA, R.; E. MILLÁN y J. FERNÁNDEZ: "Complejos litológicos del extremo noroccidental de Cuba y sus implicaciones estratigráficas de acuerdo con los datos de las perforaciones profundas", *Revista Tecnológica, Serie Geología*, 15 (1) :32-36, 1985.
- SOMÍN, M. y G. MILLÁN: *Geología de los complejos metamórficos de Cuba*, Editorial Nauka, Moscú, p. 219, 1981 (en ruso).
- STAMPFLI, G.; J. MARCOUX y A. BAUD: "Tethyan margins in space and time", *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, (87), 1991.
- WILSON, J.: *Las facies carbonatadas en la historia geológica*, Editorial Niedra, p. 463, Moscú, 1980 (en ruso).
- WINKER, Ch. y R. BUFFLER: "Paleogeographic evolution of Early Deep-water Gulf of Mexico and margins, Jurassic to Middle Cretaceous (Comanchean)", *The American Association of Petroleum Geologists Bull.*, 72(3) :318-346, 1988.


# CUBANÍQUEL

**Empresa Cubana Exportadora de Minerales y Metales**  
**Cuban Mineral and Metal Exporting Enterprise**


¡PÓNGASE EN CONTACTO CON CUBANÍQUEL!



MÁS NÍQUEL  
MÁS CERCA  
DE USTED



7-8460



P. O. BOX  
6128

Oficina Central:  
Calle 23 No. 55, Vedado,  
La Habana, Cuba.