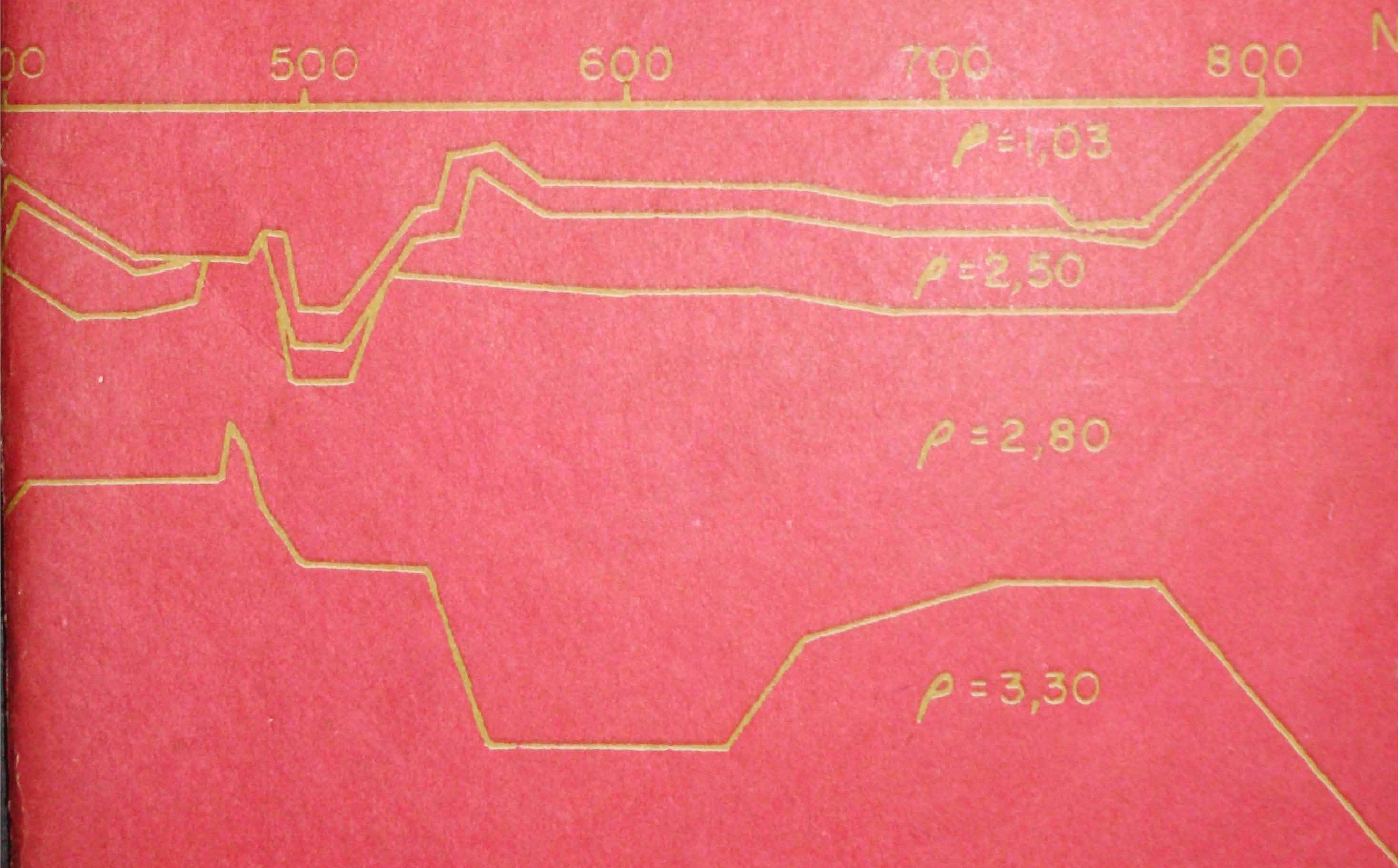


sobre el origen del extremo oriental de la fosa de bartlett

jorge cobiella

FOSA
DE
BARTLETT
(Km.)



sobre el origen
del extremo oriental
de la fosa de bartlett

jorge cobiella

A Manuel Iturralde
con la administración y
estimación del autor
Cobiella
20/VII/85

8

Edición: Esperanza Marten Rivera
Diseño: Marta Mosquera

© Jorge L. Cobiella, 1984
© Sobre la presente edición:
Editorial Oriente, 1984

Editorial Oriente
José A. Saco No. 356. Santiago de Cuba

INTRODUCCIÓN

Ninguna estructura de la corteza terrestre en el mar Caribe ha atraído tanto la atención de geólogos y geofísicos como la fosa de Bartlett o Caimán. Esto no es extraño si tenemos en cuenta que esta enorme depresión es una de las más profundas existentes en un mar interior en todo el planeta. En los últimos años han aparecido en la literatura geológica extranjera algunos artículos donde, con mayor o menor detalle, se discute la génesis de la fosa. Muchos de los estudiosos del problema tienden a considerarla como un rasgo joven de la corteza (28, 17, 23) en tanto algunos suponen que es bastante antigua (19). Por último hay quienes mantienen que su edad es distinta en diferentes regiones (5, 24).

El origen de la fosa ha tratado de explicarse por movimientos verticales, quizás con desplazamientos horizontales modestos (28, 17, 19) o a la inversa, por movimientos horizontales con componentes verticales menores (5, 24, 29).

La discusión de la génesis de la fosa de Bartlett se ha apoyado fundamentalmente en los datos de las investigaciones geofísicas llevadas a cabo durante los últimos 15 años en el Caribe. En la mayoría de los trabajos sobre el tema se emplean muy pocos datos de la geología de las áreas emergidas adyacentes a la depresión, a pesar de que es evidente que un proceso como el que originó la fosa de Bartlett debe estar reflejado, de una forma u otra, en la geología de las regiones emergidas cercanas.

En los últimos años, el autor, en unión de otros compañeros de la Facultad de Geología del Instituto Superior Minero Metalúrgico, ha venido realizando el mapeo geológico de algunas áreas en la mitad este

de la provincia de Oriente. * Muchos de los materiales recogidos y procesados revelan nueva luz sobre la génesis de la fosa de Bartlett. El análisis de estos datos, así como el estudio de la bibliografía a su disposición sobre la fosa de Bartlett en las áreas que la flanquean en su extremo oriental, ha llevado al autor a las reflexiones, y en algunos casos, conclusiones, que se presentan en este título. Con él esperamos despertar en algunos y aumentar en otros el interés, no sólo por la geología de la fosa de Bartlett, sino también por otras estructuras oceánicas cercanas a Cuba, tal como la cuenca de Yucatán, cuyas relaciones geológicas con Cuba permanecen oscuras. Aparte del interés teórico que pudieran tener trabajos de esta naturaleza, las conclusiones paleogeográficas obtenidas permitirían orientar mejor la búsqueda de algunos yacimientos minerales de origen sedimentario.

*Se refiere a la antigua división político-administrativa.

RASGOS GENERALES DE LA FOSA DE BARTLETT

La fosa de Bartlett o Caimán es una gran depresión alargada de la corteza terrestre, que se extiende desde el Paso de los Vientos hasta el golfo de Honduras (Fig. 1), con un ancho máximo de 125 km según la isobata de los 4 000 m (27). La depresión tiene una dirección este-noreste en su extremo occidental y este-oeste en sus partes central y oriental, y alcanza profundidades superiores a los 7 000 m al sur del pico Turquino (hoya de Oriente) y al sur de la Isla Caimán. Por el norte y sur está limitada por fallas activas. Al menos algunos de los terremotos originados en ella tienen desplazamientos laterales izquierdos (26). Además, se destaca muy bien tanto en los mapas gravimétricos de anomalías al aire libre, como en los de la corrección de Bouguer. En los últimos se marca muy bien un máximo gravimétrico en la parte media de la depresión que decrece paulatinamente hacia el este y el oeste. Los datos de gravimetría y sísmica indican que la fosa de Bartlett tiene una corteza de poco espesor, de tipo oceánico (5), y en algunas regiones la superficie de Mohorovicic está a sólo 10 km por debajo del nivel del mar (Fig. 2).

El relieve del fondo dista de ser sencillo y los perfiles sísmicos muestran una serie de depresiones y elevaciones alargadas en la dirección general de la fosa (11, 29). Un relieve particularmente complejo está desarrollado en la hoya de Oriente, en la cual, la estrecha llanura abisal desarrollada en su parte más profunda y originada probablemente por la sedimentación de turbiditas, está rodeada de una topografía compleja en la que se observan gargantas submarinas que desembocan en la llanura y a lo largo de las cuales se mueven, po-

siblemente, las corrientes turbias que depositan sus sedimentos en el llano abisal (13).

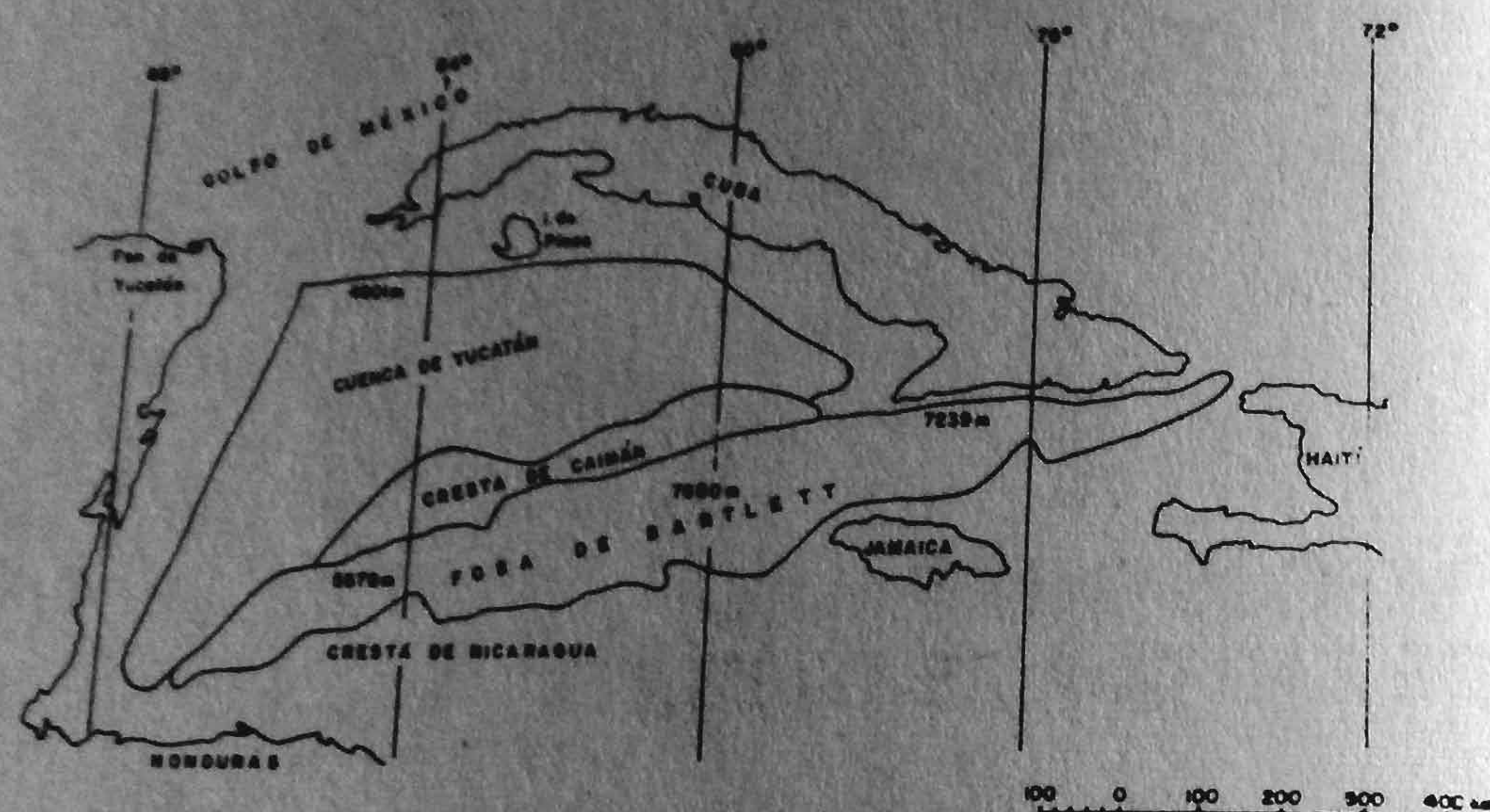


Fig. 1 Principales rasgos geográficos del Caribe noroccidental.

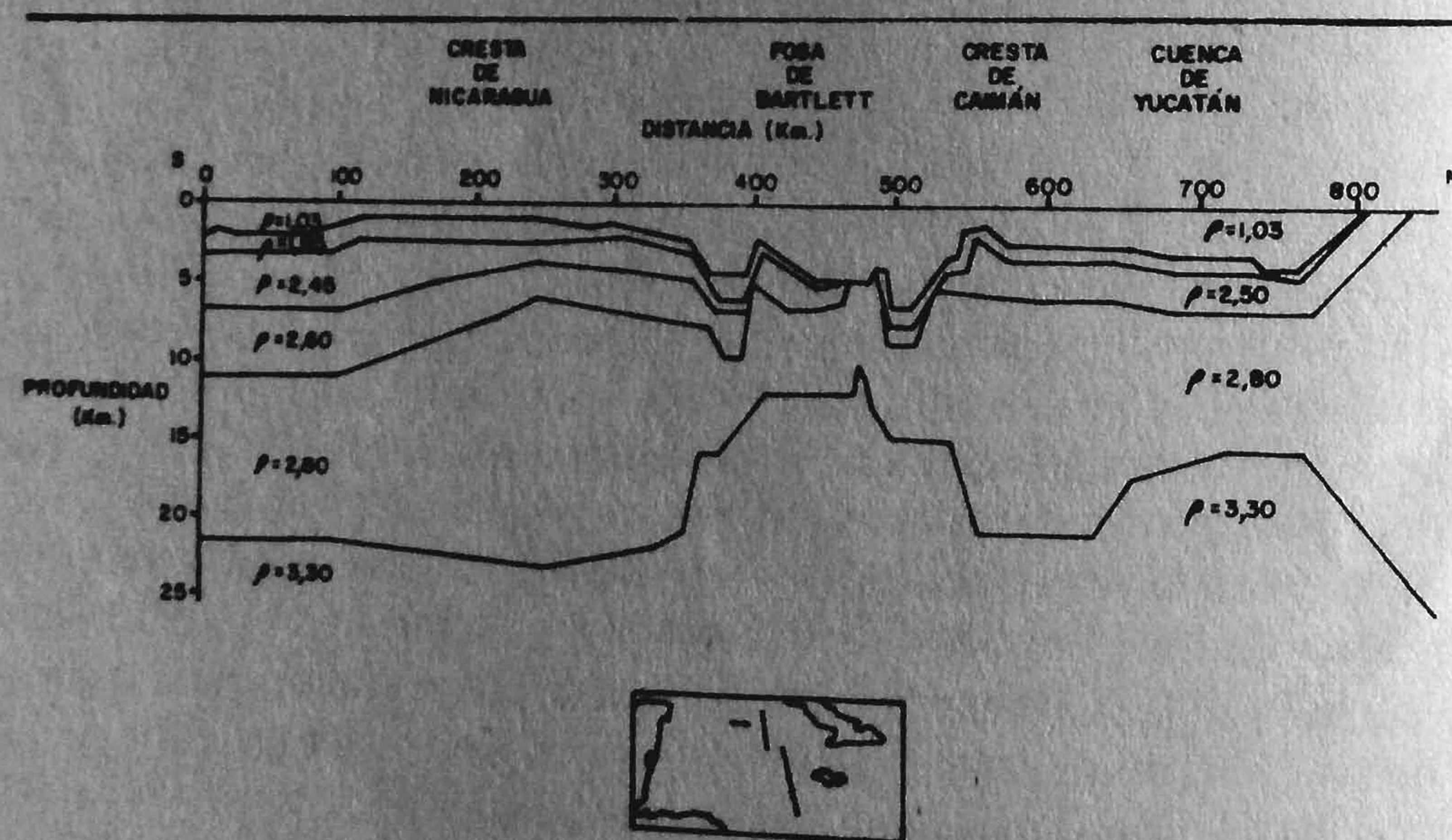


Fig. 2 Modelo estructural de la corteza terrestre y manto superior a través de la parte central de la fosa de Bartlett, según Bowin (simplificado y algo modificado con respecto al original).

Las investigaciones realizadas en las partes occidental y central de la fosa de Bartlett, han demostrado que el espesor de los sedimentos disminuye regularmente de oeste a este. Así, mientras en el extremo occidental los sedimentos que yacen sobre el horizonte sísmico re-

flector (posiblemente basalto) tienen más de 1,5 km de espesor, al oeste de los 84° de longitud oeste, la potencia de los sedimentos es insignificante y están concentrados en las depresiones del fondo (12). En la hoya de Oriente el espesor de los sedimentos es de unos 350-450 m como mínimo (13).

Existen muy pocos datos acerca de la naturaleza de los sedimentos de la fosa de Bartlett. Gran parte de ellos son probablemente turbiditas (13, 29), otros son de origen pelágico (12). Aún son más escasos los datos acerca de las rocas que yacen por debajo de la capa de sedimentos. En una muestra de dragado tomada 160 km al sur de la isla Gran Caimán se reporta la presencia de serpentinita, probablemente apolherzolítica. En la misma muestra aparece una roca compuesta por clinopiroxenos, plagioclasa e ilmenita (gabro) y una brecha de cantos de serpentinitas y rocas carbonatadas (11).

Erickson *et al.* (12), detectaron una región alargada con intenso flujo calorífico al oeste de los 79° de longitud oeste. Como promedio el flujo calorífico en esa zona es 0,5 U.T.F.* mayor que en las crestas de Caimán, Nicaragua y las cuencas cercanas del Caribe. Los mayores valores del flujo calorífico se encuentran en las partes más profundas de la fosa, las que a su vez son adyacentes a las porciones más elevadas de las crestas de Caimán y Nicaragua.

La cresta de Caimán y las montañas del sur de Oriente bordean a la fosa de Bartlett por el norte. La cresta de Caimán parece tener una geología bastante parecida a la de la Sierra Maestra y posee una corteza bastante potente (16); la cresta de Nicaragua y Jamaica la flanquean por el sur. La cresta de Nicaragua, de acuerdo con los datos de Jain, tiene una potencia de 20-25 km, de los cuales, unos 18 km corresponden a la capa basáltica, sobre la que descansa una capa que probablemente corresponde, según los datos de sísmica, a metamorfitas correlacionables con las de América Central (16). Según Meyerhoff las crestas de Nicaragua y Caimán son restos de un ortogeosinclinal paleozoico más joven (19).

Paleogeografía del sureste de Oriente desde finales del Eoceno Medio al Oligoceno (Mioceno Inicial ?)

En el epígrafe anterior hemos visto que la fosa de Bartlett constituye una estructura oceánica. El espesor de sedimentos presente

*U.T.F. Unidad térmica de flujo = 1 microcaloría / 1 cm²s

en gran parte de ella, es sumamente pequeño, lo cual hace sospechar que la depresión es muy joven. De gran ayuda para fijar un límite de edad a la fosa de Bartlett, al menos en su extremo oriental, es el estudio de la paleogeografía del sureste y centro de Oriente durante la sedimentación de las formaciones San Luis (Eoceno Medio y Superior) y Maquey (Oligoceno-Mioceno Inferior ?).

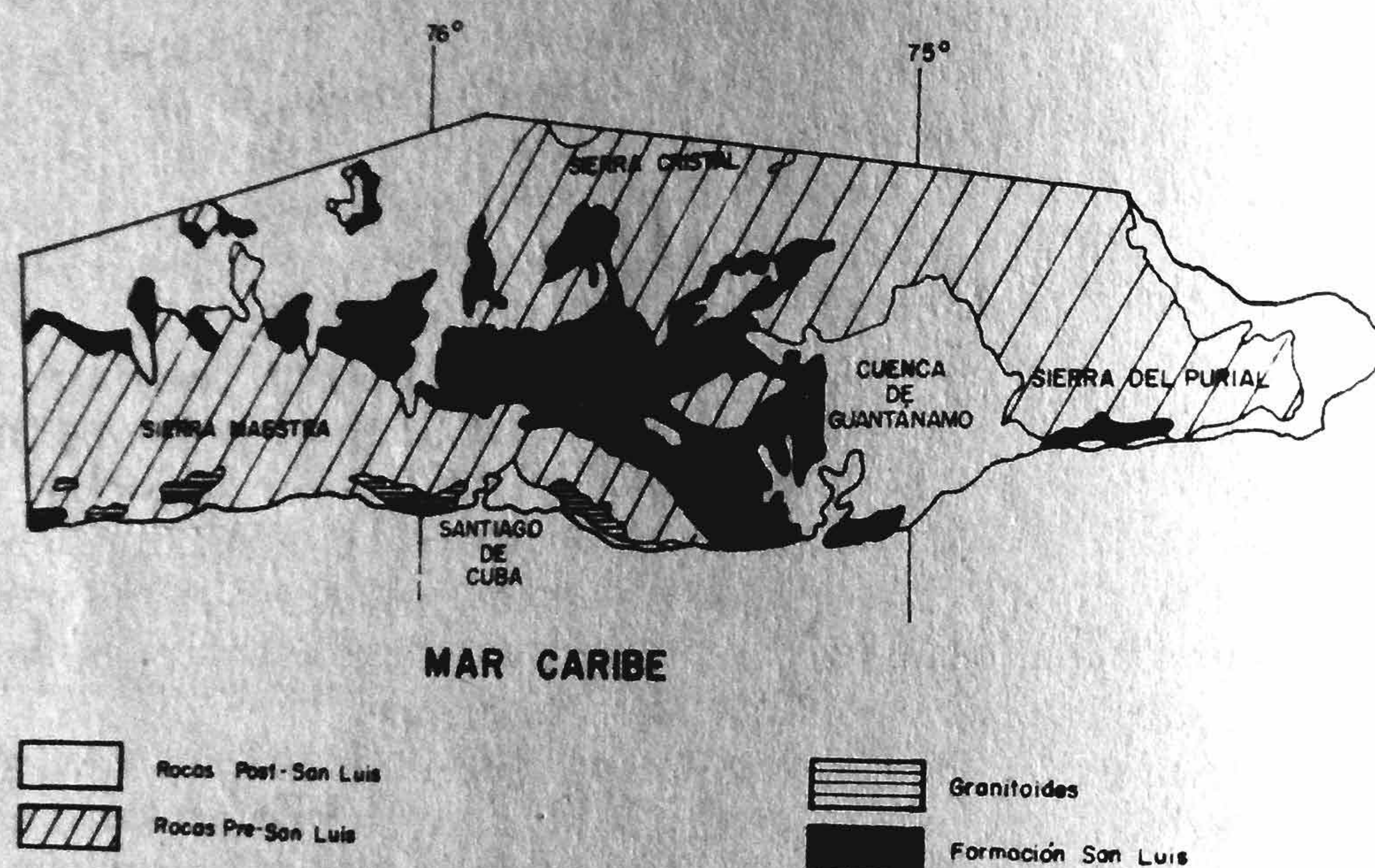


Fig. 3 Distribución de los sedimentos de la formación San Luis en el extremo oriental de Cuba.

La formación San Luis aflora sobre áreas muy extensas de la provincia de Oriente (Fig. 3). Sus afloramientos son conocidos desde Cajobabo, en el sur de la sierra del Purial, hasta el occidente de la Sierra Maestra y el valle del Cauto. El depósito tiene en general la forma de un prisma que se adelgaza hacia el norte, fluctuando sus espesores entre 100 y 1 200 m. La formación San Luis está constituida principalmente por rocas terrígenas, areniscas, aleurolitas y conglomerados. También son abundantes las margas, las cuales constituyen, junto con los sedimentos terrígenos finos, las rocas predominantes en las áreas de afloramiento más norteñas de la unidad. En cantidades subordinadas hay algunas calizas. La granulometría de los sedimentos de la formación San Luis decrece con bastante regularidad hacia el norte, lo cual indica que la región de suministro del material terrígeno se encontraba situada al sur de la cuenca en la que ellos se acumulaban. Estudiando la posición del límite sur de afloramiento de la formación San Luis, es posible entonces obtener

una idea aproximada de la ubicación geográfica de su fuente de suministro.

Como puede verse en la figura 3, al sur de la sierra del Purial, los afloramientos de la formación San Luis se extienden hasta la costa del Caribe en algunas ocasiones y en ella hay muchos conglomerados y areniscas gruesos (7), lo cual permite suponer que las montañas de las cuales se derivaron estos sedimentos estaban solo un poco al sur de la actual costa del Caribe en esa área. En el valle de Guantánamo los afloramientos de la formación llegan también hasta la costa (10, 17). En esta región la formación San Luis está constituida por areniscas, aleurolitas y lutitas. Las areniscas dan cuenta aproximadamente del 50% del espesor de la unidad (9). Mas al oeste, en la desembocadura del río Baconao, las calizas de la formación Charco Redondo (Eoceno Medio) se extienden casi hasta la costa, en tanto que las rocas de la formación San Luis afloran a sólo unos kilómetros de ésta. Al norte de Santiago de Cuba, la formación Charco Redondo y la base de la formación San Luis son sedimentos de aguas profundas y sus afloramientos más sureños están a sólo unos 13 km de la costa del Caribe. Estos datos demuestran que, al menos al sur de la sierra del Purial y en el valle de Guantánamo, la fuente de suministro de la formación San Luis se hallaba donde hoy se encuentra la fosa de Bartlett. Aunque no con igual certidumbre, puede suponerse lo mismo para la región comprendida entre Baconao y Santiago de Cuba (Fig. 4).

La mayor parte del material terrígeno de la formación San Luis, fue derivado de la erosión de terrenos vulcanógeno-sedimentarios (8, 17, 23), los cuales estaban constituidos, en su mayoría o totalmente, por rocas de la formación El Cobre. La formación El Cobre es muy variable desde el punto de vista litológico (17, 23) y está constituida principalmente por andesitas y sus tobas, que posiblemente son las rocas predominantes, basaltos, dácitas y sus tobas. Más raramente aparecen riolitas y tobas de esta composición. Son también muy abundantes los sedimentos tobáceos (areniscas, aleurolitas, etcétera), tufitas y, en menor grado, las calizas, a menudo tobáceas. Mas, también hay presentes clastos de otras litologías que no pertenecen a la formación El Cobre u otra secuencia vulcanógena-sedimentaria similar y que demuestran que la fuente de suministro de la formación San Luis debió tener una geología bastante compleja. Así, en algunas localidades del centro (17, 23) y sureste de Oriente (8) ha sido reportada la presencia de clastos de calizas con fauna del Campaniano y Maestrichtiano y al sur de la sierra del Purial, en la formación San Luis hay clastos de esquistos y serpentinitas en los conglomerados de la formación. En los Conglomerados Camarones,

incluidos por Lewis y Straczek en la formación San Luis, hay abundantes clastos de granitoides. Recientemente se ha considerado (2) que estos conglomerados se extienden hasta el Oligoceno. Keijzer (17), remitiéndose a Darton, señala que los conglomerados del Eoceno Superior, en los alrededores de Boquerón y Caimanera (probablemente equivalentes a los Conglomerados Camarones) contienen cantos de cuarcitas y una considerable variedad de dioritas y otras rocas igneas.

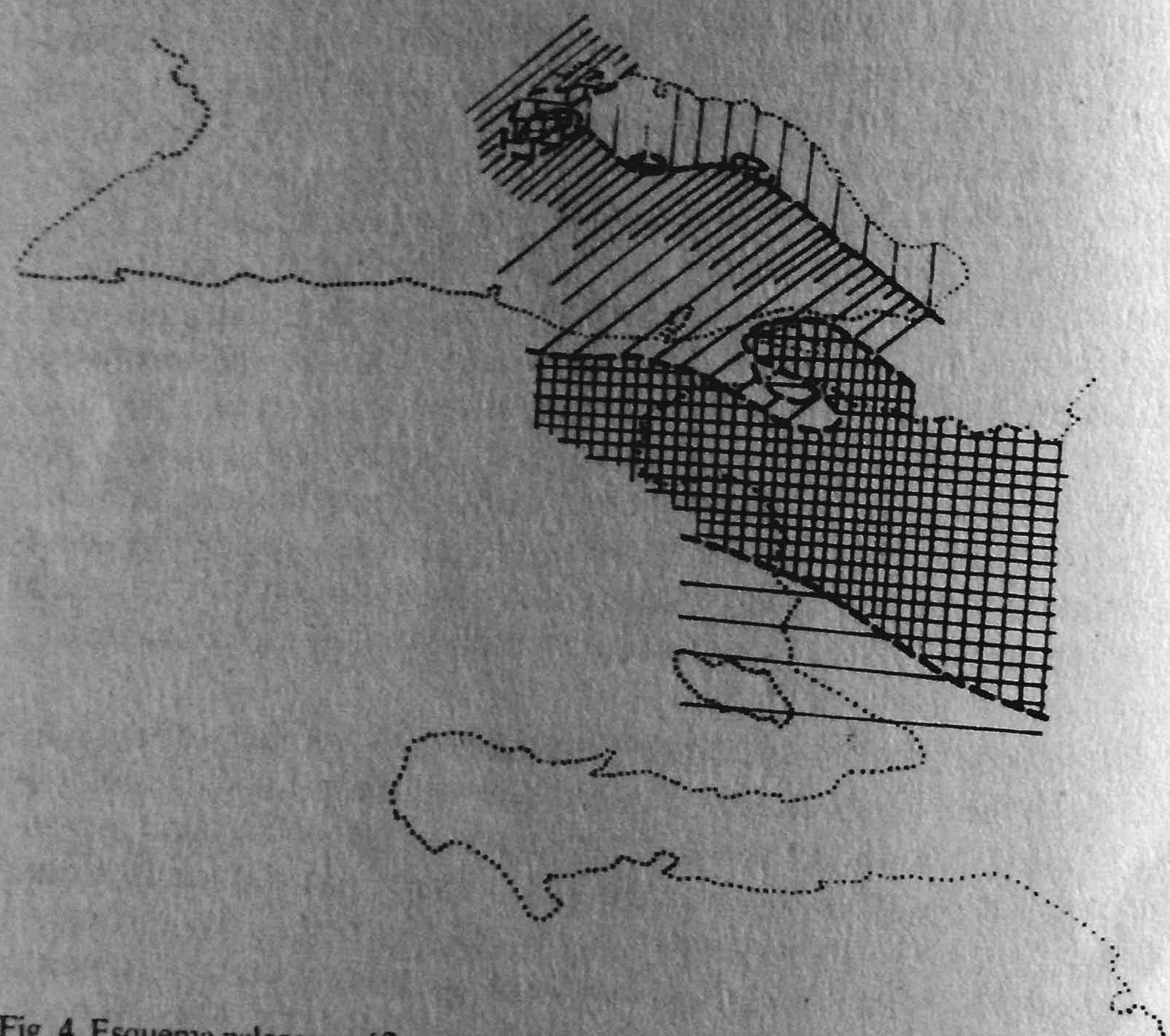


Fig. 4 Esquema paleogeográfico del extremo oriental de Cuba y regiones adyacentes en el Eoceno Tardío (durante la sedimentación de la formación San Luis). La leyenda se encuentra en la figura 12.

La formación Maquey ha sido menos estudiada que la formación San Luis y sus relaciones con la segunda, a la cual se asemeja mucho desde el punto de vista litológico, no están claras. El límite inferior de edad de la formación no ha sido precisado, ni tampoco el superior. Habitualmente se le considera perteneciente al Oligoceno (17), pero algunos geólogos han manifestado que la misma se extiende al Mioceno Inferior (27). A pesar de todos estos puntos oscuros, el estudio de la litología de esta formación arroja alguna luz sobre el tema aquí tratado. De acuerdo con Keijzer, la formación Maquey es una se-

cuencia terrígena compuesta por areniscas y lutitas, con algunas intercalaciones de conglomerados y calizas. En las áreas norteñas (sierra de Yateras) de afloramiento de la formación, el material terrígeno de la misma fue derivado, por lo menos en parte, si no totalmente, de un macizo situado al norte, como lo demuestra la presencia en ella de conglomerados de cantos de serpentinitas (17) y piroxenitas (F. Quintas, comunicación oral). En el borde sur de afloramiento de la formación Maquey, en las cercanías de las salinas de Baitiquiri, el autor tomó una muestra de areniscas gruesas compuesta por fragmentos de rocas volcánicas y minerales de éstas. En aleurolitas calcáreas intercaladas en las areniscas se encontró una abundante fauna de foraminíferos planctónicos del Oligoceno.

Keijzer no estudio en detalle la composición mineralógica de la formación Maquey, y en su trabajo (17) sólo hace referencia a la composición de los cantos de algunos conglomerados. Sin embargo, en la página 95 dice: "a juzgar por la litología, las condiciones de sedimentación de la formación Maquey y de la formación San Luis (Lutitas Guantanamo) fueron las mismas..." y en la página 12 plantea explícitamente que las formaciones San Luis y Maquey tuvieron una misma fuente de suministro al sur. Si como lo parecen indicar las últimas investigaciones, parte de los Conglomerados Camarones y otros conglomerados con ellos correlacionables, al sur de Guantánamo, pertenecen al Oligoceno, quedan pocas dudas acerca de la existencia de un macizo montañoso al sur de Oriente durante el Oligoceno y, quizás aún, a inicios del Mioceno (Fig. 5).

En resumen, podemos concluir que desde finales del Eoceno Medio hasta el Oligoceno y, quizás, inicios del Mioceno, al sur de Oriente, donde actualmente se encuentra la fosa de Bartlett, existía un macizo montañoso constituido fundamentalmente por rocas vulcánicas-sedimentarias de composición variada predominando las rocas medias-, pero que también presentaba afloramiento de rocas de otras litologías y edades -calizas, esquistos, serpentinitas, granitoides, etcétera. Esta no es una asociación de rocas que corresponda a una corteza oceánica, como la que en la actualidad posee la fosa de Bartlett y si lo es, es de una corteza continental o subcontinental (de arco de islas). De esta forma podemos concluir que durante el intervalo de tiempo analizado (Eoceno Medio-Oligoceno-Mioceno Inicial) ni el relieve, ni la composición de la corteza terrestre en el área ocupada por la fosa de Bartlett, corresponden con los actuales, es decir, que hasta ese momento la fosa de Bartlett no existía. Al macizo montañoso existente desde fines del Eoceno al Oligoceno al sur de Oriente, Keijzer, en 1945, lo propuso denominar tierra de Bartlett.

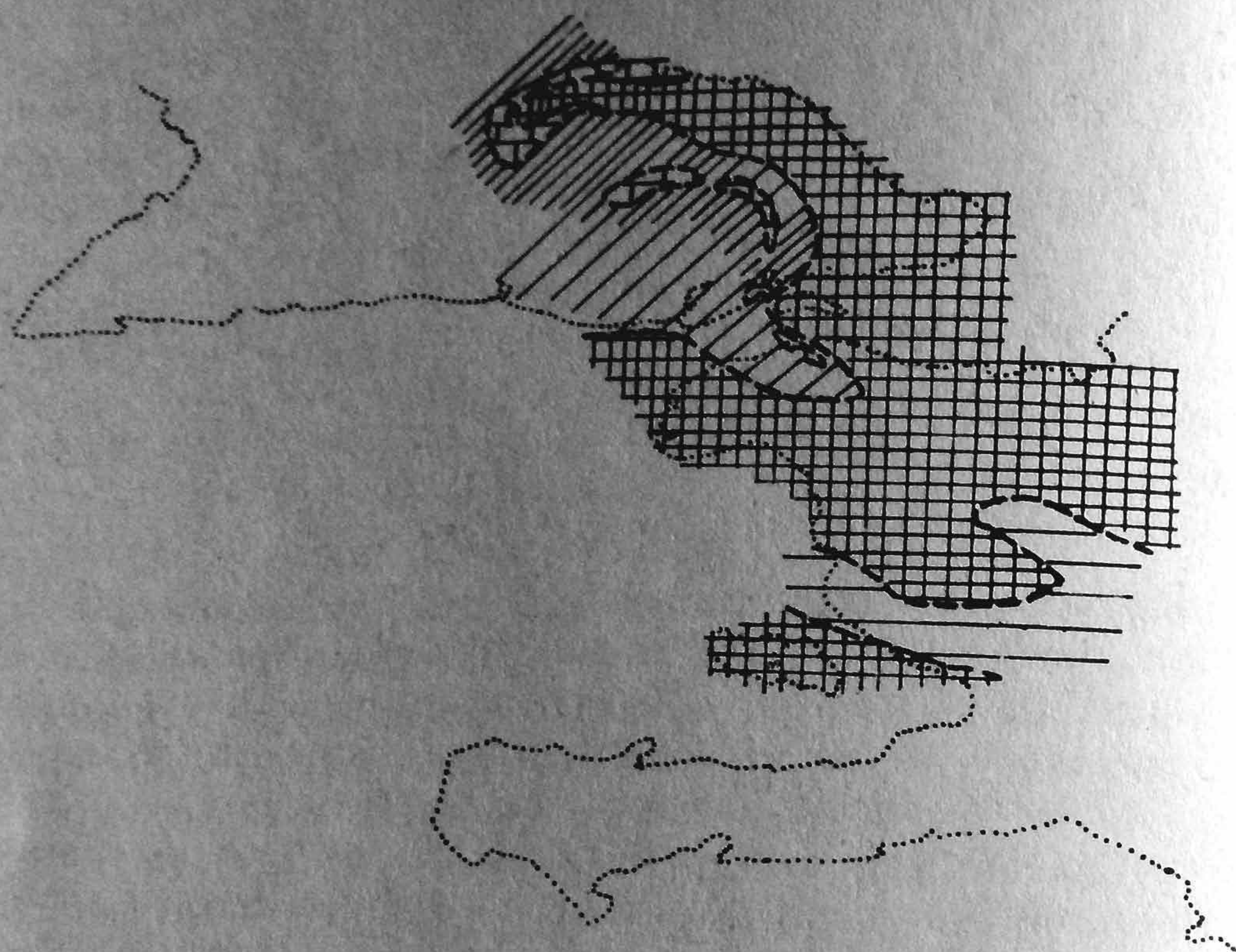


Fig. 5 Esquema paleogeográfico del extremo oriental de Cuba y regiones adyacentes en el Oligoceno (durante la sedimentación de la formación Sierra). La leyenda se encuentra en la figura 12.

Hipótesis sobre el origen de la fosa de Bartlett

Con la información brindada en el epígrafe anterior podemos pasar a discutir las ideas expuestas acerca de la génesis de la fosa de Bartlett. Se han planteado varias hipótesis para explicar su origen, ninguna de las cuales ha sido elaborada en detalle y las que podemos clasificar en dos grandes grupos: I) Las que consideran que la fosa se originó a consecuencia de movimientos verticales, con desplazamientos horizontales secundarios. Y II) las que dan una importancia cardinal a los movimientos horizontales.

Partidario de explicar la génesis de la fosa de Bartlett por movimientos verticales son Taber (28), Keijzer (17) y recientemente Judoley y Meyerhoff (19). Los dos primeros geólogos llegaron a esta conclusión como resultado de sus investigaciones de acuerdo con las cuales la fuente de suministro o, más propiamente, una de las fuentes de suministro de las formaciones San Luis y Maquey (para Keijzer) se encontraba al sur de Oriente y, también, para explicar la transgresión del Mioceno en el sur de Oriente. Keijzer supuso que la tierra

de Bartlett se hundió durante el Mioceno en las aguas del mar Caribe, formándose en su lugar la actual fosa.

Cuando Keijzer expuso esta idea, la composición de la corteza terrestre en la fosa de Bartlett era desconocida y evidentemente no se planteó ante sí, el problema de explicar lo sucedido con la corteza continental (o subcontinental?) de la tierra de Bartlett. Judoley y Meyerhoff, por otra parte, conocen sin duda la naturaleza oceánica de la fosa de Bartlett y el pequeño espesor de sedimentos acumulados en ella. Estos geólogos conocen también los trabajos de Taber, Keijzer y Lewis y Staczek, mencionados aquí anteriormente, pero, inexplicablemente, no discuten el cambio de composición de la corteza terrestre en el área situada al sur de Oriente, y han llegado a la conclusión de que la fosa se originó por movimientos verticales, porque, según ellos, no existen evidencias de grandes desplazamientos horizontales en las rocas del Cretácico Inferior a ambos lados de la fosa de Bartlett. Como veremos luego, existen por el contrario algunas evidencias de desplazamientos horizontales considerables en las rocas del Eoceno Medio o más antiguas, a ambos lados de la depresión.

Cualquier hipótesis que trate de explicar el origen de la fosa de Bartlett sólo por la acción de movimientos verticales, tiene que tener en cuenta el cambio total de composición de la corteza terrestre de continental o subcontinental (tierra de Bartlett) a su actual carácter oceánico. Como argumento teórico en respaldo de esto puede utilizarse la teoría de la oceanización o basificación de la corteza (3). No obstante, en el caso analizado, esta teoría tiene, ante sí, obstáculos insalvables.

La oceanización de la tierra de Bartlett debió comenzar en el Mioceno o más tarde, de acuerdo con los datos paleogeográficos expuestos antes. Este proceso debe ir acompañado de una intensa actividad volcánica básica. ¿Cuál es el testimonio de esta actividad en la fosa de Bartlett y tierras adyacentes? En Oriente el grueso de la actividad magmática cesó durante el Eoceno Medio, aunque se extendió, con carácter muy atenuado, hasta el Eoceno Tardío, pues hay algunos intrusivos pequeños que cortan a la formación San Luis. Hay geólogos que estiman de que pueden pertenecer al Oligoceno algunas capas de porfiritas cuarcíferas y andesítico-dacíticas halladas en perforaciones en el golfo de Guacanayabo (2). En nuestra opinión, los datos de perforación no permiten ubicar a estas rocas en un intervalo más estrecho que Eoceno Medio-Oligoceno y lo que conocemos de la geología regional nos inclina a pensar de que no deben ser más jóvenes que Eoceno Medio. En Oriente no se conocen rocas volcánicas, ni magmáticas, en general, del Mioceno o más jóvenes. En Haití hay rocas volcánicas miocénicas y cuaternarias (6), pero sus volúme-

nes son pequeños y son a menudo de composición alcalina. En Jamaica la actividad volcánica del Cenozoico es muy limitada, y cesa en el Eoceno Medio (19), y en la fosa de Bartlett no hay evidencias de actividad volcánica actual ni en el pasado geológico reciente.

La escasez de actividad volcánica post-oligocénica en el extremo oriental de la fosa de Bartlett y tierras adyacentes hace muy poco probable la aplicación de la teoría de la basificación a la génesis de esa estructura y sin este soporte teórico las hipótesis verticalistas o fijistas carecen de sustentación en el caso analizado.

El primer geólogo que trató de explicar el origen de la fosa de Bartlett por movimientos horizontales fue Hess en 1933 (23). En 1953 Hess y Maxwell desarrollan más esta idea y sugieren que a lo largo de la falla que limita por el norte la fosa, ha ocurrido un desplazamiento de 1 100 km. En los últimos años han aparecido numerosos artículos en los que se acude a la tectónica de placas para explicar la génesis de la fosa de Bartlett, a partir de un movimiento de la placa del Caribe hacia el este. Casi toda la argumentación utilizada en ellos es de tipo geofísico y los datos geológicos han sido manejados muy esquemática y superficialmente, por lo que en ocasiones se ha arribado a conclusiones insostenibles desde el punto de vista de la geología regional. Tal es el caso del artículo de Maffait y Dinkelmann (24). Por valiosa que pueda ser la información geofísica acopiada en los últimos años, el problema analizado sólo puede resolverse utilizando también todos los datos geológicos disponibles y serán fundamentalmente los últimos los que demostrarán lo cierto o no de las ideas planteadas. El poco uso de fuentes de información geológicas se debe en medida considerable a la escasa información existente sobre áreas vitales como el sur de Oriente, en especial la sierra del Purial y el norte de Haití. Los estudios recientes en la sierra del Purial (4, 8) contribuyen a llenar, en parte, este vacío de información.

Si la fosa de Bartlett se originó por desplazamientos horizontales de bloques de la corteza terrestre hemos de buscar, en las tierras que la rodean y que ahora están separadas por ella, zonas con características geológicas similares, lo cual puede indicar que las mismas se hallaban en el pasado geológico y, fundamentalmente, antes del Mioceno, mucho más cercanas que en la actualidad y una vez hecho esto probar a realizar una reconstrucción paleogeográfica de la región, retornando los bloques a la posición que ellos ocupaban en tiempos pre-miocénicos. Si esta reconstrucción es satisfactoria, tendremos fuertes argumentos para suponer que la fosa de Bartlett se originó por movimientos horizontales.

Los datos a nuestra disposición indican que a un lado y otro del extremo oriental de la fosa, existen áreas de geología bastante simi-

lares. Por las características de su estratigrafía, tectónica y magmatismo la Sierra Maestra es muy parecida al área de Haití, ocupada por las montañas Negras, el flanco sur del macizo del norte y la mitad sur de la península del noroeste en Haití (Fig. 6). Una similitud menor guarda con el norte de Jamaica. Por otro lado, la sierra del Purial tiene bastantes rasgos en común con el norte de Haití (llanura del norte, mitad norte de la península del noroeste, Isla Tortuga y la mayor parte del macizo del norte).

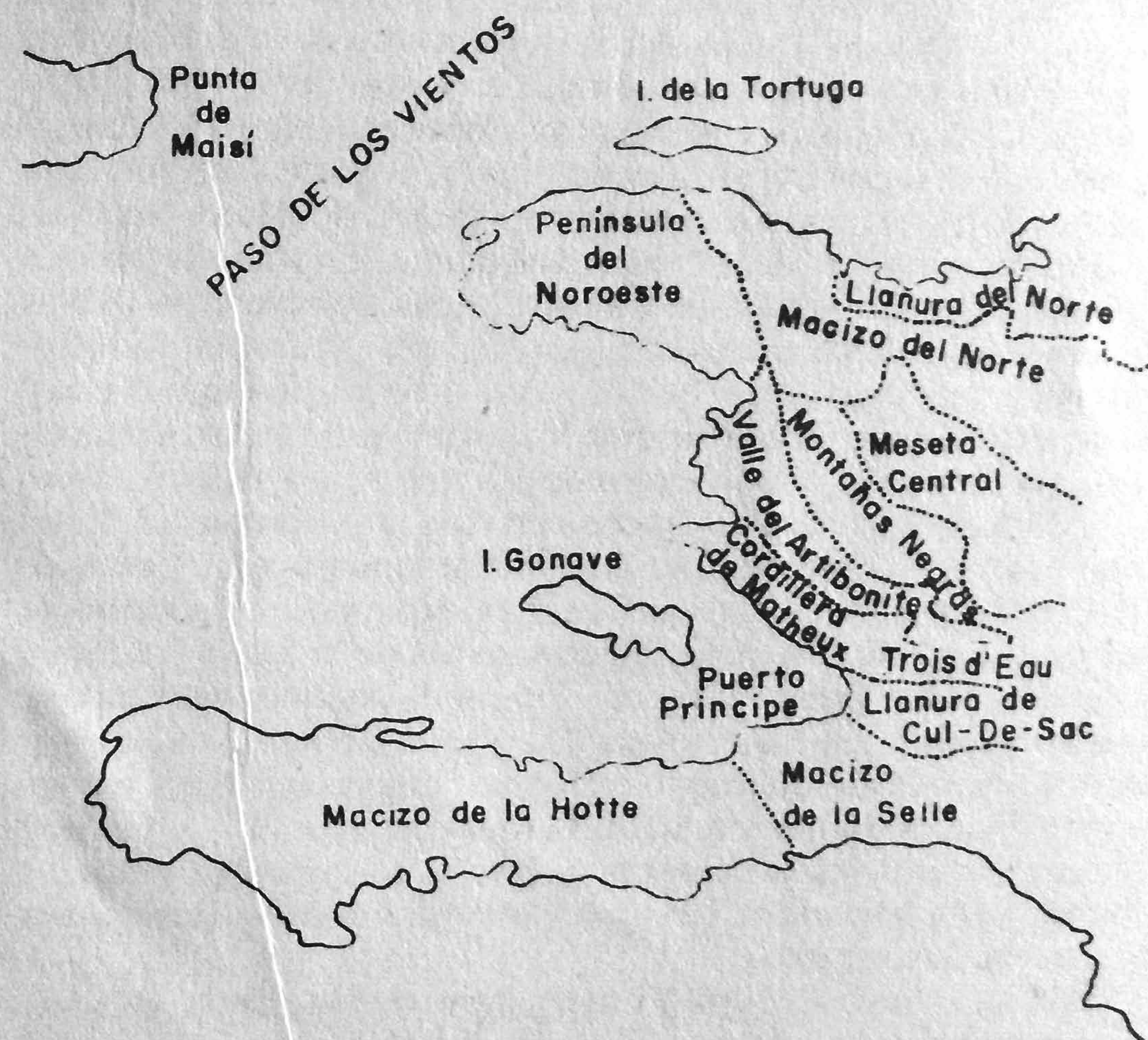


Fig. 6 Regiones naturales de Haití, según Butterlin (6).

Sierra del Purial y Norte de Haití

Después de permanecer casi desconocida desde el punto de vista geológico durante muchos años, la sierra del Purial ha sido objeto de varias investigaciones en los últimos años (4, 8). En forma resumida se ofrecen a continuación los resultados obtenidos por el Departamento

mento de Geología del Instituto Superior Minero Metalúrgico en los últimos tres años (1973-1976). La geología de la sierra del Purial es muy compleja (Fig. 7). En la base del corte yace un complejo metamórfico, de composición bastante variada, el cual está intensamente deformado. Los contactos entre las rocas son de diferente composición y el grado de metamorfismo, de naturaleza tectónica, en nuestra opinión, según planos de cabalgamiento. Las rocas estructuralmente más bajas y quizás las más antiguas son unas anfíbolitas, las cuales afloran en Macambo y en las cercanías de la Tinta (Anfibolitas Macambo) y quizás, constituyen el autóctono. La mayor parte de la sierra del Purial está ocupada por rocas volcánicas, metamorfizadas generalmente en la *facies* esquistos verdes, que llegan a veces a la de esquistos glaucofánicos (formación Sierra del Purial). A menudo el metamorfismo es de muy bajo grado y se observan muchas de las texturas y estructuras originales. Al parecer, las rocas de la formación sierra del Purial son alóctonas. En algunas posibles ventanas tectónicas son visibles tobos, tufitas, aglomerados y lavas de composición andesítica o basáltica que presentan sólo un metamorfismo muy incipiente y que son, casi sin duda, los equivalentes no metamorfizados de la formación Sierra del Purial, puestos en contacto con ella por los movimientos de cabalgamiento. Estas rocas no metamorfizadas pertenecen probablemente a la formación Santo Domingo, definida por M. Iturralde (14), de supuesta edad Cretácico pre-Coniaciano. Otros geólogos ya han expresado anteriormente que las rocas vulcanógenas metamorfizadas de la Sierra del Purial pertenecen al Cretácico Inferior (1, 20). En el extremo oriental de la Sierra del Purial, los esquistos verdes y las anfíbolitas son posiblemente cubiertos por un manto tectónico formado por esquistos sericiticos y filitas (formación Sierra Verde) y éstos, a su vez, por otro manto de mármoles y esquistos calcáreos, a veces algo micaceos (formación La Asunción). La edad de estas dos últimas formaciones permanece desconocida.

En el curso medio del río Yumuri entre alto de Lebeyé y Capiro afloran las rocas de la formación La Picota (Maestrichtiano), la cual constituye un típico *melange* (7) emplazado tectónicamente. Los mantos de la formación Sierra del Purial y la formación La Picota, son cabalgados por serpentinitas, las cuales presentan afloramientos bastante discontinuos en el flanco sur de la Sierra del Purial, desde la sierra del Convento, al oeste, a los alrededores de la Tinta al este, cubriendo siempre a las rocas de la formación sierra del Purial, en tanto que al norte cubren a rocas de esta unidad o de la formación La Picota. Las relaciones de las serpentinitas con las rocas metamórficas al este de la Tinta no han sido aclaradas aún, pero la presencia

de inclusiones tectónicas de esquistos calcáreos con cuarzo en las serpentinitas, cerca de la Tinta, habla en favor de que las serpentinitas las cubren. Estas serpentinitas forman parte del charriage ultramáfico del NE y E de Oriente (8, 20).

Al norte de la Tinta han sido halladas calizas masivas, probablemente arrecifales, con fauna del Maestrichtiano. Sus afloramientos son escasos y bastante dispersos, por lo que sus relaciones con las serpentinitas y las rocas metamórficas del macizo de sierra del Purial, no han podido ser aclaradas aún. Calizas muy semejantes aparecen como clastos en la formación La Picota.

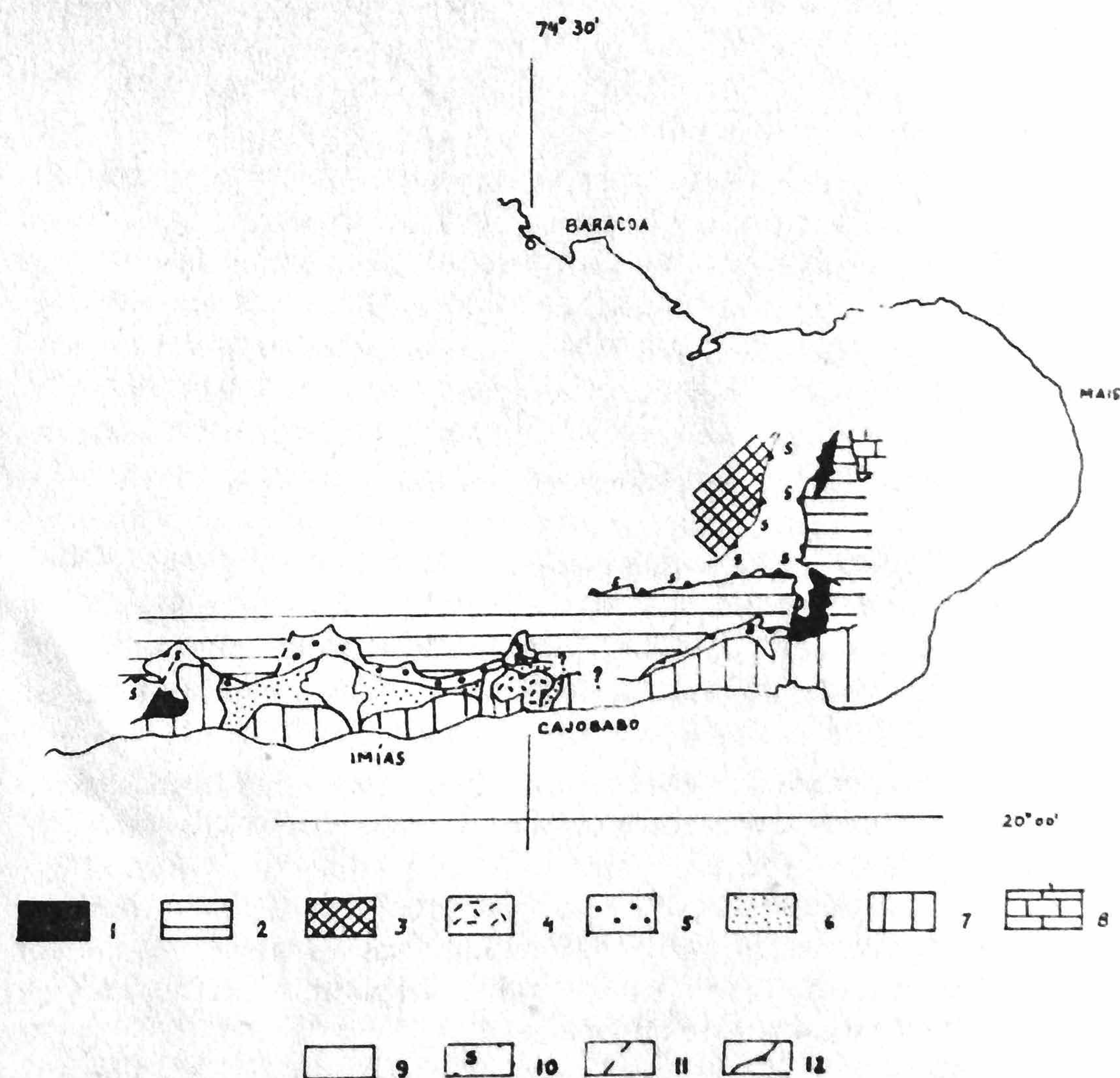


Fig. 7 Mapa geológico esquemático del flanco sur de la sierra del Purial. Leyenda: (1) Anfíbolitas Macambo (2) formación sierra del Purial. En el extremo oriental del mapa representa también a las formaciones Sierra Verde y La Asunción (3) formación La Picota (4) formación El Cobre (5) formación San Ignacio (6) formación San Luis (7) formación Imías (8) formación Punta de Maisi (9) aluviones cuaternarios (10) serpentinitas (11) fallas verticales (12) sobrecorrimientos.

Todo este complejo de rocas fuertemente deformadas está sobre-yacido en el sur por una cobertura sedimentaria del Eoceno Medio-Cuaternario, con un estilo tectónico sencillo, salvo en Cajobabo (8). La cobertura se inicia con las brechas de la formación San Ignacio (Eoceno Medio), cuyos afloramientos se extienden, en forma discontinua desde Cajobabo, al sureste, hasta el norte de la meseta de Yateras. Aunque la formación es predominantemente brechosa, localmente son abundantes las calizas organodetríticas (25), producidas por la erosión de arrecifes contemporáneos con las brechas, las cuales llegan a constituir hasta casi el 50% de la unidad. En Bernardo, cerca de las cabeceras del Toa, en la formación San Ignacio se observan finas intercalaciones de tobos (F. Quintas comunicación oral) hecho éste que demuestra la contemporaneidad de la sedimentación de estas brechas con la formación El Cobre, con cuya parte más alta pueden sin duda correlacionarse.

La formación San Luis (Eoceno Medio-Superior) cubre discordantemente a la formación San Ignacio. En Puriales de Caujeri ambas son cubiertas, probablemente con discordancia, por unas brechas bastante similares en muchos aspectos a las de la formación San Ignacio, pero que contienen grandes olistolitos de calizas del Eoceno Medio. Esta secuencia, denominada formación Sabanalamar (25), tiene una edad Eoceno Superior-Oligoceno y probablemente transiciona lateralmente hacia el oeste a calizas arrecifales (Formación Cabeza de Vaca).

En el valle de Cajobabo, las rocas premiocénicas han sido cabalgadas por la formación El Cobre, posiblemente durante el Eoceno Tardío. La formación El Cobre es totalmente alóctona en esta región y provino, sin duda, de un área situada al sur de su actual ubicación en Cajobabo (8).

Todas las formaciones mencionadas antes son cubiertas discordantemente por los sedimentos de la formación Imías (Mioceno Medio-Superior-Plioceno?) en el sur de la sierra del Purial y en el extremo oriental de ésta por las calizas arrecifales de la formación Maisí. Sobre ambas se desarrollan las famosas terrazas marinas del extremo oriental de Cuba. En los valles inferiores de algunos ríos hay potentes espesores de aluviones.

El estudio geológico regional más importante efectuado en Haití es el de Butterlin (6) publicado en 1960, del cual tomamos los datos que a continuación se exponen. Como se podrá apreciar, la geología pre-miocénica del norte de Haití (mitad norte de la península del noroeste, Isla Tortuga, llanura del norte y la mayor del macizo del norte) es bastante similar a la presente en la sierra del Purial.

En la llanura del norte, existen pequeños afloramientos de anfíbolitas y esquistos hornbléndicos (con serpentina). En el sur de la Isla Tortuga afloran mármoles esquistosos, los cuales están en contacto con rocas volcánicas atribuidas por Butterlin al Cretácico. Butterlin no aclara en el texto las relaciones entre ambas rocas, pero en la figura 13 de su informe, coloca las rocas volcánicas sobre los mármoles.

Una gran parte del norte de Haití está constituida por afloramientos de una secuencia de basaltos, andesitas, dacitas y sus tobos. Estas rocas, en especial los basaltos, están más o menos metamorfolizadas, citando Butterlin dos localidades con la presencia de esquistos cloríticos. Estas rocas pueden correlacionarse, con bastante seguridad, con las rocas vulcanógenas con diverso grado de metamorfismo o no metamorfolizadas de la sierra del Purial (formación Santo Domingo, formación sierra del Purial).

Las ultramafitas son muy escasas en Haití y los pocos afloramientos aportados se encuentran en la llanura del norte y en el macizo del norte.

No se han estudiado en el norte de Haití rocas que puedan correlacionarse con las formaciones Sierra Verde y La Asunción de la sierra del Purial, aunque en la llanura del norte, Butterlin reporta la presencia de cantos de micaesquistos en los aluviones.

Las capas de la formación Trois Rivières (Campaniano-Maestrichtiano) cubren extensas áreas en el sur del macizo del norte, extendiéndose hasta su extremo occidental. Según Butterlin la formación es un *flysch* derivado de la erosión de rocas vulcanógenas. Presenta algunas intercalaciones de radiolaritas y de calizas arrecifales, organógenas. Estas últimas, en nuestra opinión, son posiblemente olistolitos. La formación Trois Rivières descansa con discordancia angular sobre las rocas volcánicas cretácicas, las cuales fueron afectadas por la orogénesis subherciniana. Las rocas de la formación Trois Rivières fueron muy plegadas por los movimientos ocurridos, según Butterlin, durante el Maestrichtiano o inmediatamente después de éste. Durante estos movimientos fueron inyectadas en el norte de Haití, grandes masas de magma que dieron lugar a los intrusivos de composición diorítico-cuarcífera presentes en el macizo del norte. Determinaciones de edad absoluta realizadas en estos intrusivos arrojaron edades de 68 (19) y 66 ± 1.3 millones de años (18), las cuales respaldan las ideas de Butterlin, aunque es posible que éstas sean intrusiones subhercinianas, como las de Cuba y las edades absolutas reflejan los movimientos del Maestrichtiano. Es conveniente señalar aquí que, de acuerdo con las investigaciones realizadas por el autor en sierra del Cristal, el emplazamiento de las serpentinitas

y la formación La Picota en estas montañas ocurrió a inicios del Paleoceno, aunque los movimientos orogénicos comenzaron en el Maestrichtiano. Esta conclusión es válida probablemente para la sierra del Purial, cuya estructura en mantos tectónicos se originó también durante estos movimientos. En este caso también los datos radiométricos apoyan estas conclusiones, pues las edades de 66 000 000 de años reportadas para las anfíbolitas de la sierra del Purial (28) no deben datar de la edad del metamorfismo de éstas, sino que corresponden a los movimientos orogénicos del Maestrichtiano e inicios del Paleoceno.

En el borde septentrional de la llanura del norte, cerca de cabo Haitiano, hay calizas organógenas, con fauna del Cretácico Superior.

Las rocas asignadas por Butterlin al intervalo Paleoceno-Eoceno Inferior cubren con discordancia angular los sedimentos más antiguos. Están constituidas por calizas masivas en ocasiones, en otras, estratificadas. En la región analizada sólo afloran en la llanura del norte, en los alrededores de cabo Haitiano y en un pequeño afloramiento en la Isla Tortuga. La fauna reportada por Butterlin en estas calizas es poco variada, constituida por foraminíferos, bentónicos, estando siempre presente *Paleonummulites bermudezi* (*Operculina catenula*). Sin embargo, la presencia en algunas muestras de *Borelis floridanus* y *Coskinolina elongata*, nos inclina a pensar que la edad de estos sedimentos se remonta más bien, al Eoceno Inferior.

Los sedimentos del Eoceno Medio tienen afloramientos bastante abundantes en el borde sur del macizo norte y en su extremo NW, al sur de Saint Louis du Nord. Consisten en calizas de litología variada, agrupadas por Butterlin en dos formaciones: las calizas Plaisance, calizas compactas de color claro, muy puras cuyo espesor llega como mínimo a 1 000 m, y la formación Crete Sale, calizas brechosas con una matriz margosa o arenosa. Las últimas se extienden hasta el Eoceno Superior, aunque volumetricamente, las calizas del Eoceno Superior están muy subordinadas, en relación con las del Eoceno Medio. Butterlin señala la escasez general de sedimentos del Eoceno Superior en todo el norte de Haití.

El Oligoceno sólo aparece representado por un pequeño afloramiento en el extremo NE de la península del noroeste, en el valle inferior del río Trois Rivières. Las rocas oligocénicas son calizas masivas, organógenas, arrecifales.

Los sedimentos miocénicos están ampliamente distribuidos. El corte comienza con la formación La Crete: calizas arenosas o arrecifales en capas de espesor medio a grueso, intercaladas con calizas arcillosas, margas y areniscas con clastos de rocas volcánicas y calcáreas. La formación cubre áreas extensas en la mitad oriental de la

península del noroeste, donde es cubierta discordantemente por areniscas, a menudo conglomeráticas, calizas arrecifales y margas, atribuidas por Butterlin también al Mioceno. En el borde NW del macizo del norte las rocas del Mioceno, están constituidas por calizas masivas intercaladas con basaltos, y alcanza esta secuencia un espesor de 1 000 m. En la península del noroeste las capas miocénicas están fuertemente plegadas debido a los movimientos mio-pliocénicos. En el macizo del norte, aunque no cabe duda del desarrollo de estos movimientos, su importancia no ha podido precisarse.

Los sedimentos marinos del Cuaternario están muy extendidos en la península del noroeste, representados por calizas arrecifales cuyo espesor es de más de 300 m. En ellos se desarrollan terrazas marinas, la más elevada se encuentra a una altura de 643 m, sobre el nivel del mar. La mayor parte de la llanura del norte está cubierta por sedimentos continentales del Cuaternario.

Sierra Maestra y región norcentral de Haití

Gran parte de la geología de la Sierra Maestra ha sido estudiada sólo por marchas de reconocimiento (30, 17, 21) y únicamente en algunas áreas las investigaciones realizadas han sido bastante profundas (23). Sin embargo, para los fines que nos proponemos aquí, los datos existentes nos permiten realizar, a grandes rasgos, la correlación con la región norcentral de Haití.

Las rocas más antiguas presentes en la Sierra Maestra afloran en su flanco sur, en las cercanías del Turquino, de acuerdo con los reportes de Kozary (21) y Lewis (22). Según Kozary en la base del corte (sección Pílon-Media Luna) vacen basaltos con intrusiones de gabbro. Más arriba (discordantemente?) descansan grauvacas vulcanomicticas con intercalaciones de calizas con radiolarios y lavas. La descripción brindada por Lewis es bastante semejante a la de Kozary, aunque la secuencia basáltica no es mencionada por él. Según ambos, estas rocas son precampanianas y se inclinan a asignarlas al Cenomaniano y Turoniano (22). Esto último ha sido confirmado por las últimas investigaciones realizadas en esa región por la Empresa de Geología y Geofísica (V. Basov, comunicación oral, 1975).

Discordantemente sobre las rocas cenomanianas y turonianas yace la formación Manacal: calizas finas de color naranja con intercalaciones de lutitas calcáreas, algo bituminosas (22). Kozary reporta en ellas fauna del Campaniano. El espesor de la formación Manacal es de unos 80-90 m. Según V. Basov (comunicación oral, 1975) en el sur del pico Turquino hay sedimentos terrígenos, vulcanomicticos del Campaniano y Maestrichtiano.

Más arriba de estas rocas yacen discordantemente en esta área capas cuyas características permiten atribuir las a la formación El Cobre. La formación El Cobre cubre una extensa área en la provincia de Oriente y constituye la mayor parte de los afloramientos presentes en la Sierra Maestra. En su mitad oriental (cordillera de la Gran Piedra) al parecer su base no aflora, y permanece desconocida hasta el momento la naturaleza de las rocas sobre las cuales ella descansa. El límite suroriental de afloramiento de la formación se encuentra a varios *km* al oeste de la entrada de la bahía de Guantánamo. En las elevaciones situadas al este de la bahía afloran esquistos verdes, los cuales yacen discordantes por debajo de conglomerados del Eoceno Superior (17). Probablemente éstas son rocas de la formación Sierra del Purial, que aflora extensamente varios *km* hacia el este-noroeste de esta localidad. Posiblemente, entonces el basamento sobre el cual se originó la formación El Cobre en el extremo oriental de la Sierra Maestra está constituido por las rocas de la formación sierra del Purial o su equivalente no metamorfozado, la formación Santo Domingo.

Las características litológicas de la formación El Cobre ya fueron descritas de forma general al inicio de este material. A lo ya mencionado, sólo debemos agregar que la formación se originó en condiciones submarinas, en aguas bastante profundas. Su edad es Paleoceno-Eoceno Medio, aunque en algunas áreas su distribución estratigráfica es menor. El espesor de la formación El Cobre en la Sierra Maestra es de varios miles de metros y disminuye hacia el norte; en el flanco sur de Sierra del Cristal y Sierra de Nipe es de unos 1 000 *m*, como máximo, aunque generalmente es menor (7, 14, 23), y llega incluso a no estar presente en el corte.

La formación El Cobre está cubierta por los sedimentos calcáreos de la formación Charco Redondo, la cual en la Sierra Maestra, está representada casi siempre por calizas bien estratificadas. La presencia de una abundante fauna planctónica, de algunas capas con estratificación contorsionada y las características turbiditas calcáreas que presentan a menudo sus estratos indican que la formación se depositó en esta región en aguas marinas profundas. La edad de la formación Charco Redondo es Eoceno Medio.

La formación San Luis, ya descrita, yace concordante sobre la formación Charco Redondo, aunque muy localmente, descansa discordante sobre la formación El Cobre. En los alrededores de Guantánamo la formación Maquey yace sobre la formación San Luis.

Las capas de las formaciones El Cobre, Charco Redondo y San Luis fueron afectadas por los movimientos orogénicos del Eoceno Medio y Tardío, aunque las deformaciones presentes en las últimas

son de poca intensidad, salvo en algunas áreas. En las rocas de la formación El Cobre la intensidad de las deformaciones decrece regularmente de norte a sur. Durante estos movimientos y quizás desde un poco antes (simultáneamente con la génesis de la formación El Cobre) intruyeron los macizos de granitoides de Nima-Nima y Daiquiri. (De la edad de los macizos más occidentales de la Sierra Maestra el autor no tiene datos.)

A grandes rasgos, las características geológicas de la región norcentral de Haití (sur de la Península del noroeste, montañas Negras y flanco sur del macizo del norte) son las siguientes:

Las rocas más antiguas presentes en esta región son volcánicas: andesitas y dacitas asignadas por Butterlin al Cretácico y que forman parte de la secuencia similar estudiada en el norte de Haití. El área más amplia de afloramiento de estas rocas se encuentra en el macizo de Terre Neuve, en tanto que en las montañas Negras tienen afloramientos limitados a algunas localidades en su flanco sur, aunque, sin duda, constituyen la base sobre la que descansan las rocas eocénicas que forman la mayor parte de los afloramientos.

Kesler (18) reporta la presencia de rocas vulcanomíticas y calizas del Cretácico Superior en la Morne Maguinda, situada en el macizo de Terre Neuve. Estas rocas, según Butterlin, pertenecen probablemente al Cenomaniano-Turoniano.

En esta región no se conocen afloramientos de rocas correlacionables con la formación Trois Rivières. Butterlin (6) reporta la presencia de algunos cantos de calizas con fauna Campaniano-Maestrichtiano, en las montañas Negras, pero no pudo observar estas rocas *in situ*. Según Butterlin en la península del noroeste se sintieron, al igual que en el norte de Haití, los movimientos del Maestrichtiano-Paleoceno. En las montañas Negras, la existencia de éstos es difícil de comprobar, pero, posiblemente también se desarrollaron. Los datos radiométricos (18) señalan la posibilidad de la intrusión de cuerpos dioríticos durante esta orogénesis en la península del noroeste (Terre Neuve).

Los sedimentos, atribuidos por Butterlin al Paleoceno-Eoceno Inferior, son muy escasos en la región analizada y están constituidos por calizas masivas, que en la península del noroeste alcanzan unos 500 *m* de potencia. Su edad, como en el norte de Haití, posiblemente está limitada al Eoceno Inferior. En las montañas Negras estas calizas al parecer sólo se depositaron, muy limitadamente, en su flanco suroeste.

El corte del Eoceno Medio (y probablemente también el del Eoceno Inferior), de la región norcentral de Haití presenta características especiales que la ligan estrechamente con la Sierra Maestra. En

las montañas Negras, gran parte de los sedimentos de esta edad son vulcanógeno-sedimentarios y han sido asignados por Butterlin a la formación Perodin, constituida por andesitas, tobas y brechas andesíticas, tufitas calizas y lutitas, bien estratificadas, cortadas por diques y sills de andesitas y dioritas. La formación Perodin aflora principalmente en el extremo sureste de las montañas Negras. Según Butterlin, lateralmente (hacia el sur) transiciona a la formación Abuillot: areniscas, lutitas y calizas, consideradas por él como pertenecientes al Eoceno Inferior y Medio, por lo que le asigna esa edad a la formación Perodin, aunque la fauna hallada en esta última sólo pertenece al Eoceno Medio. El espesor de la formación Perodin es más de 1 000 m y es cubierta concordantemente por calizas del Eoceno Medio o Superior.

En la mitad Sur de la península del noroeste afloran andesitas y basaltos, así como sus tobas intercaladas entre calizas con fauna del Eoceno Medio. Estas rocas volcánicas descansan sobre calizas similares a aquéllas con las cuales se intercalan, pertenecientes también al Eoceno Medio y son cubiertas por calizas de igual edad. Hacia el norte de la península no se reportan intercalaciones de basaltos entre las calizas del Eoceno Medio. De esta forma, es evidente que la actividad volcánica se limitó a su mitad sur. El borde norte de la actividad volcánica eocénica más al este viene dado por el extremo sur del macizo del norte donde hay andesitas y basaltos intercalados con los sedimentos calcáreos del Eoceno Medio. Más al norte, como vimos, las calizas carecen de intercalaciones volcánicas.

Puesto que en las montañas de Matheux y de Troi de Eau, situadas al sur de las montañas Negras, no hay material volcánico entre los sedimentos calcáreos del Eoceno Medio, el borde de la cuenca volcánica, debió encontrarse en el valle del Artibonite.

De esta forma, durante el Eoceno Medio (y quizás desde el Eoceno Inicial en las montañas Negras) en la región norcentral de Haití hubo una actividad volcánica bastante intensa, de carácter submarino. Butterlin hace notar la estrecha similitud existente entre la formación El Cobre de Cuba y la Perodin de las montañas Negras. La existencia de rocas vulcanógenas del Eoceno Medio en el extremo occidental de la península del noroeste y de la formación El Cobre en Cajobabo (donde es alóctona y fue emplazada desde el sur) lleva inevitablemente a la conclusión de que las rocas vulcanógenas del Paleoceno-Eoceno Medio del sur de Oriente y de Haití se depositaron en una cuenca única, como lo supone Butterlin.

Los sedimentos calcáreos del Eoceno Superior alcanzan varios centenares de metros en el SE de las montañas Negras. En el borde surcentral del macizo del norte (Puilboreau) hay basaltos intercala-

dos con calizas en la parte baja del Eoceno Superior. Éstas son las únicas localidades de Haití norcentral donde se han registrado sedimentos de esta edad.

El Oligoceno está presente en el flanco SE de las montañas Negras y consiste en calizas bien estratificadas. Los sedimentos del Mioceno y Plioceno están representados por formaciones predominantemente terrígenas en la mitad oriental de las montañas Negras, depositados en condiciones marinas unos y otros continentales. El Cuaternario está constituido por aluviones. El espesor de estos sedimentos terrígenos es considerable. Los sedimentos precuaternarios están fuertemente plegados por la orogénesis del Mioceno y Plioceno.

El corte Oligoceno-Cuaternario de la península del noroeste fue descrito antes.

Del examen del norte y centro de Haití y sur de Oriente realizado, se ha hecho patente que la geología prepaleogénica de estas regiones es bastante similar, y se mantiene esta similitud hasta el Eoceno Medio entre el norte de Haití y la sierra del Purial, en tanto que, durante el Eoceno Medio, la actividad volcánica que había comenzado en el Paleoceno en la Sierra Maestra, se extendió hacia el este a la península del noroeste, y las montañas Negras de Haití. Durante el Cretácico Tardío y Paleógeno se manifestaron tres pulsaciones orogénicas en esta región: la subherciniana, la del Maestrichtiano-Paleoceno Inicial y la del Eoceno Medio y Tardío (la cual posiblemente se extendió hasta el Oligoceno en Haití). La diferencia más notable entre el sur de Oriente y la región norcentral de Haití, es que, en la segunda no se han reportado movimientos de sobrecorrimiento, en tanto que en el sur de Oriente, con la orogénesis del Maestrichtiano-Paleoceno, se originó una estructura compleja de mantos tectónicos (sierra del Purial), la cual está también presente (aunque en menor escala) en las estructuras originadas durante los movimientos de la orogénesis cubana (Eoceno Medio y Tardío). Lo anterior no quiere decir, en modo alguno, que no existen mantos tectónicos en Haití y, por otra parte, la tectónica de sobrecorrimiento en la provincia de Oriente sólo ha sido detectada en los últimos años (7,8,20). Algunos de los perfiles de Butterlin (ver sus figuras 4, 5, 11 y 12) muestran pliegues tumbados hacia el norte y noroeste y fallas inversas, algunas de ángulos bastante bajo, con su plano buzando hacia el sur o suroeste. Estas estructuras parecen haber sido producidas principalmente por los movimientos del Eoceno.

A partir del Mioceno se observan algunas diferencias significativas en el desarrollo geológico de Haití y el sur de Oriente. Durante el Mioceno, en la península del noroeste se desarrolló una actividad volcánica relativamente intensa de la cual no hay vestigios en el sur

de Oriente. Además, durante el Mioceno y Plioceno ocurrieron movimientos de plegamiento de marcada intensidad en Haití, que no han sido reconocidos en el sur de Oriente. Estos hechos muestran que la unidad geológica existente hasta ese momento entre ambas regiones fue destruida y que comenzaron a desarrollarse independientemente a partir del Mioceno. Posiblemente esto se encuentra directamente relacionado con la génesis de la fosa de Bartlett situada entre ellas.

La geología premiocénica de Jamaica tiene también características comunes con las de la mitad occidental de la Sierra Maestra, de acuerdo con los datos suministrados por Judoley y Meyerhoff (19) para Jamaica y por Kozary (21) y Lewis (22) para la Sierra Maestra aunque en el presente título no estudiaremos este problema.

Reconstrucción paleogeográfica

La discusión anterior ha puesto de manifiesto las estrechas vinculaciones geológicas existentes entre el sur de Oriente y la región norcentral de Haití en épocas premiocénicas, y al estudiar la paleogeografía del sur de Oriente desde fines del Eoceno Medio al Oligoceno se demostró la presencia de una corteza continental o subcontinental al sur de Oriente durante ese intervalo, en tanto que la corteza actual en dicha región es oceánica. Por último, vimos las dificultades con las que tropiezan las ideas fijistas para poder explicar este cambio en la naturaleza de la corteza, dificultades que son de tal magnitud, que hacen muy poco probable su aplicación para explicar el origen de la fosa de Bartlett, al menos en su extremo oriental.

Los datos que tenemos sobre la composición de la tierra de Bartlett ponen de manifiesto que ésta es una región constituida principalmente por rocas vulcanógenas de composición media a básica con cantidades menores de rocas sedimentarias, en parte, de edad Cretácico Superior (Campaniano - Maestrichtiano), granitoides, metamorfitas y serpentinitas. Sin embargo los clastos de estas litologías (a excepción de los dos primeros) no aparecen en todas las áreas como se señaló al estudiar la composición de la formación San Luis; los de metamorfitas y serpentinitas están limitados al sur de la sierra del Purial y los de granitoides han sido hallados al norte de la Sierra Maestra. La composición geológica de Haití norcentral y su evolución premiocénica permiten suponer que esta región constituyó el extremo oriental de la tierra de Bartlett. A continuación pasamos a discutir esta posibilidad.

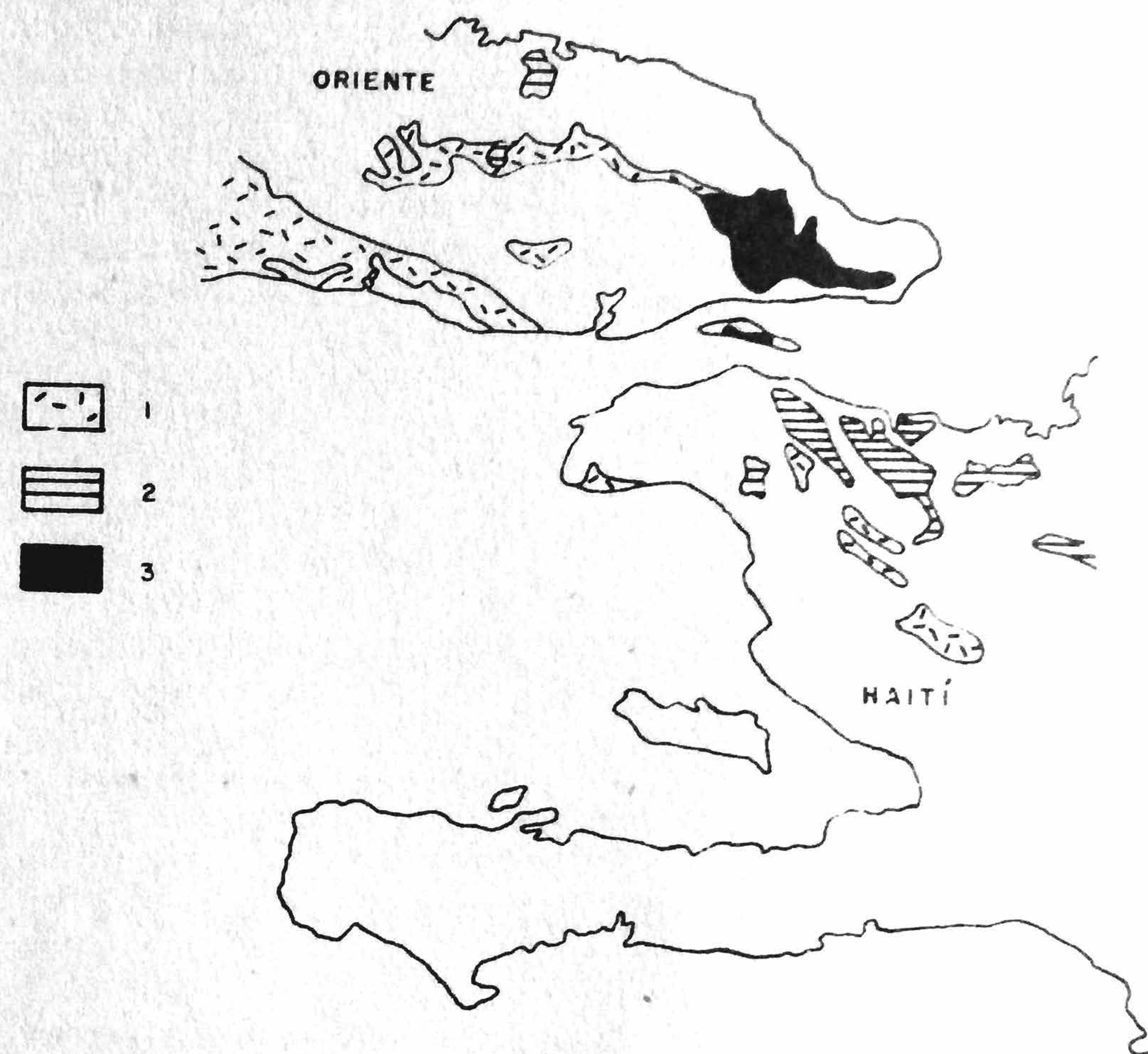


Fig. 8 Reubicación de Cuba oriental y Haití en una supuesta posición geográfica premiocénica. En la figura puede apreciarse como los afloramientos de rocas vulcanógenas paleógenas de Cuba y Haití van al encuentro. Por otra parte, las metamorfitas de la Isla Tortuga se ubican al sur del extremo occidental del macizo de sierra del Purial y las rocas vulcanógenas cretácicas del norte de Haití se colocan al sur de la sierra del Purial, compuesta en gran parte por vulcanitas metamorfitizadas.

Leyenda: (1) Rocas vulcanógenas del Paleógeno (incluyendo las formaciones El Cobre y Perodin) (2) Rocas vulcanógenas cretácicas (3) Metamorfitas.

Si desplazamos la isla de Santo Domingo hacia el oeste de forma tal, que el extremo occidental de la península del noroeste quede colocado inmediatamente al sureste de la entrada de la bahía de Guanánamo, obtenemos un buen ajuste de tres importantes rasgos geológicos (Fig. 8). En primer lugar, las rocas de la formación El Cobre, cuyo límite suroriental en territorio cubano (excluyendo el aloctono de Cajobabo) se encuentra en la mitad occidental del valle de Guanánamo, se unen con las rocas volcánicas del Eoceno Medio de la península del noroeste y a través de éstas con la formación Perodin de las montañas Negras. En segundo lugar, las metamorfitas de la

Isla Tortuga y la llanura del norte así como las rocas vulcanogenas cretácicas del norte de Haití se colocan inmediatamente al sur del macizo metamórfico de sierra del Purial constituido en su mayor parte por rocas vulcanogenas metamorfozadas. Por último con el reajuste propuesto los macizos serpentiniticos de Republica Dominicana van al encuentro de los del noreste de Oriente Figs. 9 y 10. En su posición actual la prolongación al noroeste de las serpentinitas dominicanas pasa considerablemente al norte de los macizos cubanos.

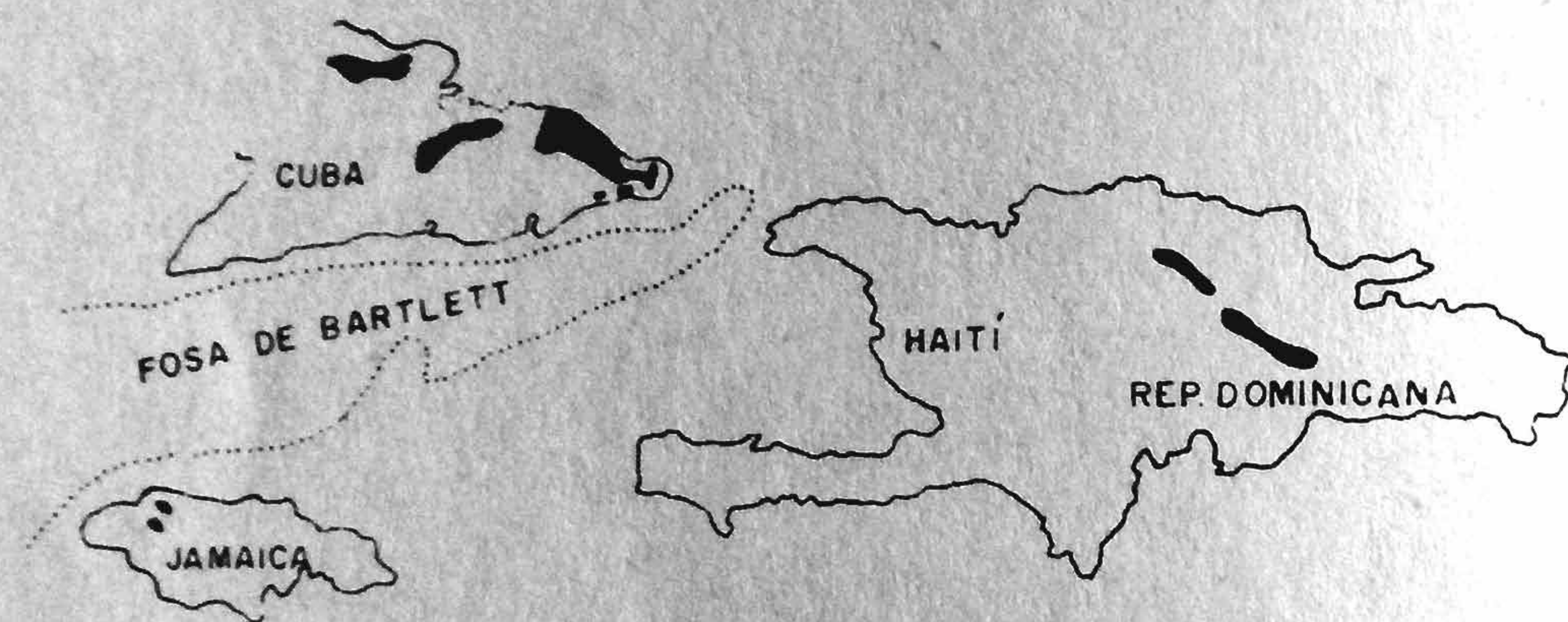


Fig. 9 Ubicación actual de los macizos serpentiniticos (en negro) de Cuba oriental y República Dominicana.

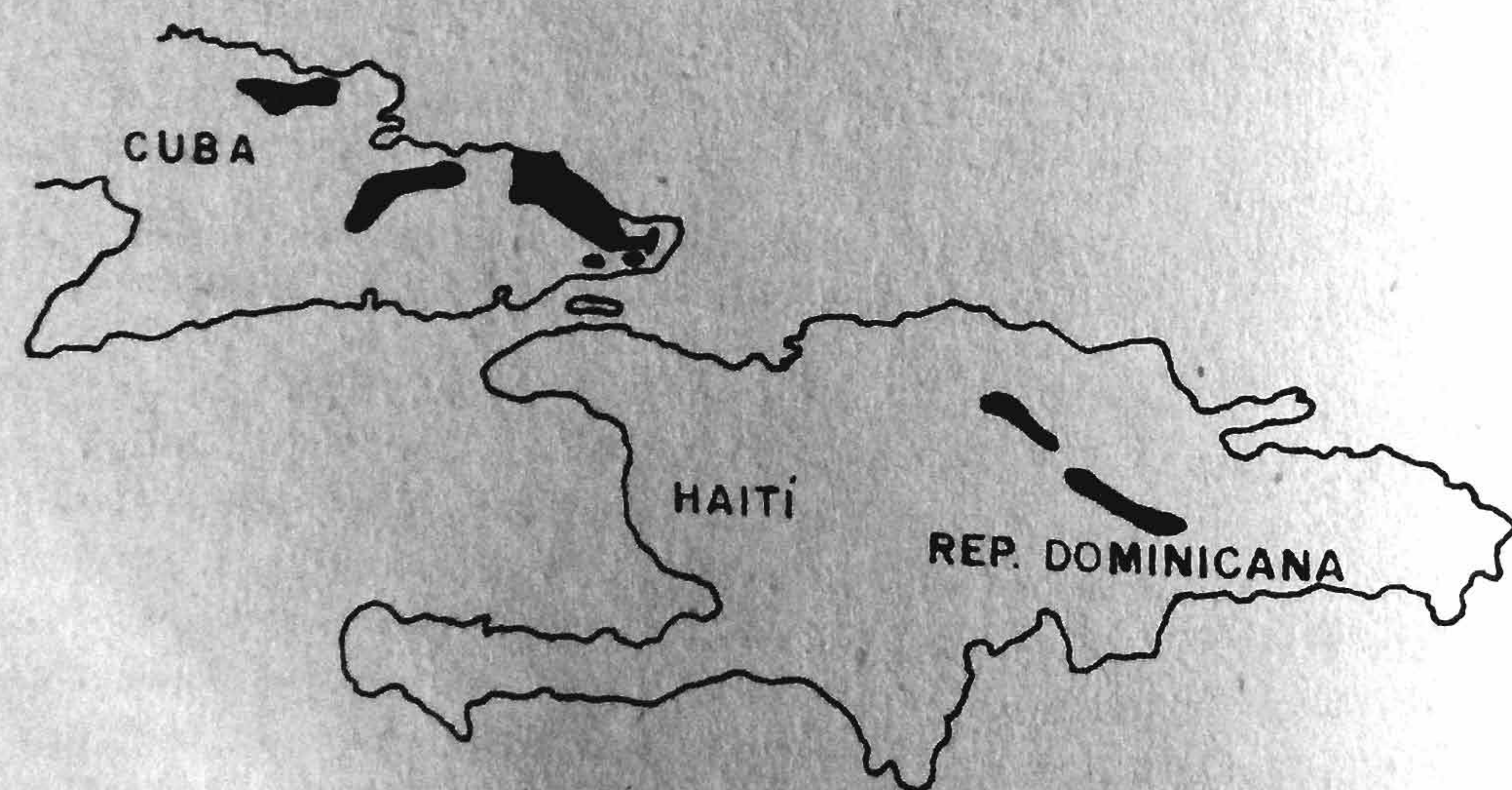


Fig. 10 Posible ubicación premiocénica de los macizos serpentiniticos (en negro) de Cuba oriental y República Dominicana.

En las figuras 4-5-11 se presentan los mapas paleogeográficos correspondientes a cuatro momentos distintos de la evolución premiocénica de la región estudiada.

En la figura 11, se presenta un mapa paleogeográfico del Paleoceno durante la acumulación de la formación El Cobre. En el centro y sur de la provincia de Oriente de acuerdo con esta reconstrucción se hallaba una cuenca marina profunda en la que se desarrollaba una intensa actividad volcánica. La región noreste y este de la provincia, estaba ocupada por una cresta submarina. La ausencia de tierras emergidas, al menos de tamaño medianamente considerable viene dada por la no presencia en la formación El Cobre de sedimentos terrígenos (salvo en su parte interior al sur de la sierra del Cristal). Esta cresta submarina sirvió como una barrera muy efectiva que evitó la propagación hacia el norte y este de los productos de la actividad explosiva submarina. Con respecto a Haití resulta bastante difícil realizar una reconstrucción con cierto grado de confiabilidad, puesto que no parecen existir o su existencia es dudosa sedimentos del Paleoceno. Esto por otra parte indica que muy probablemente durante ese lapso Haití estuvo emergido y sujeto a la erosión o

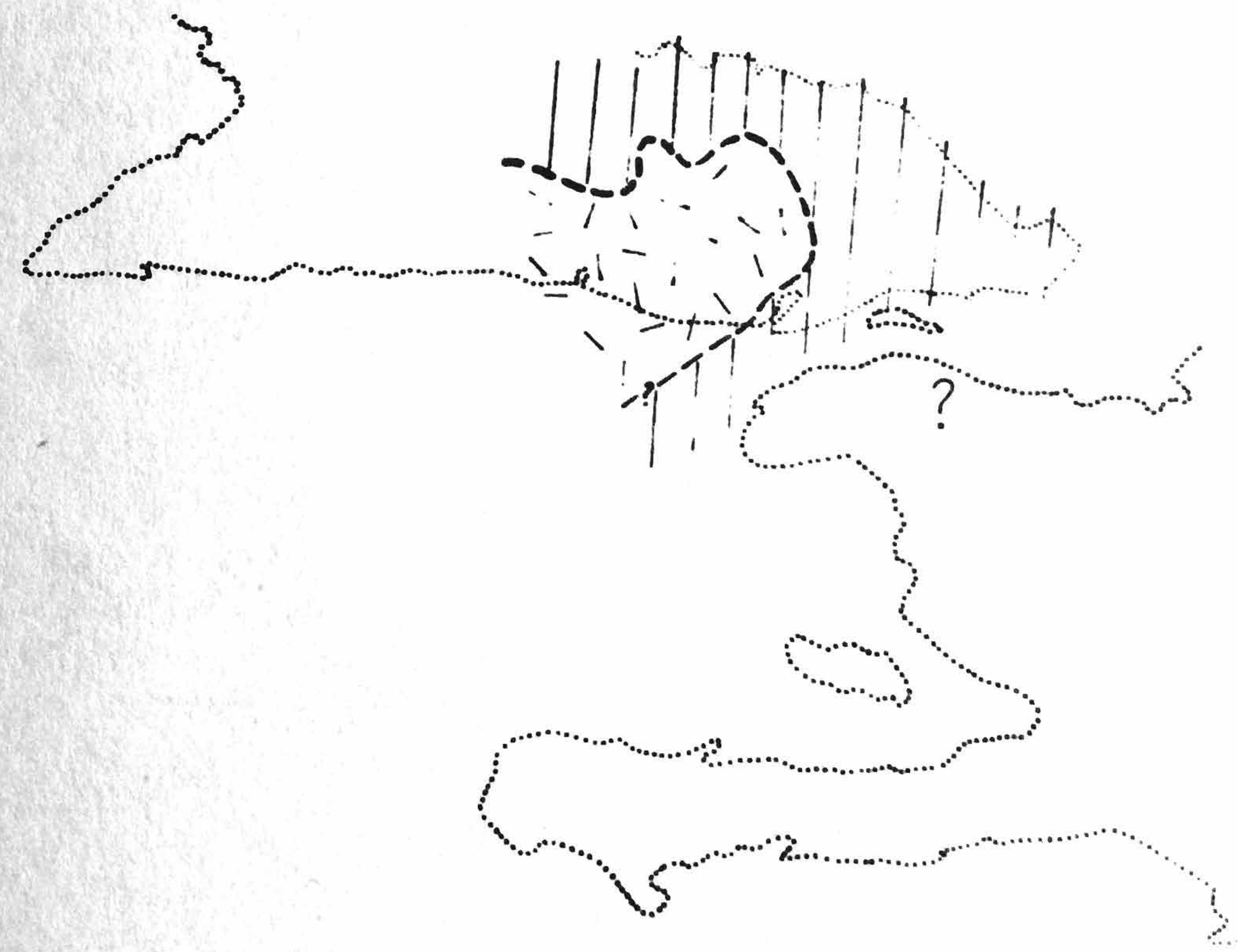


Fig. 11 Esquema paleogeográfico del Paleoceno Tardío, durante la acumulación de las rocas de la formación El Cobre. Ver leyenda en la figura 12.

bien era una zona de no sedimentación, que constituía la continuación al sur de la cresta submarina de Oriente.

La paleogeografía del Eoceno Medio, al final de la acumulación de las rocas de la formación El Cobre, representada en la figura 12, resulta mucho más variada. Como puede verse, la cuenca marina volcánica se ha ampliado considerablemente, extendiéndose ahora por el sur de la península del noroeste hacia las montañas Negras y también cubre áreas algo más extensas que en el Paleoceno, en el centro de la provincia de Oriente. Una cresta submarina separaba esta cuenca de otra más oriental en la cual se acumulaban las brechas de la formación San Ignacio. La cresta sobre la que se desarrollaban algunos arrecifes, impidió que las brechas se mezclaran con el material piroclástico, lo cual sólo ocurrió en el extremo NW del área de acumulación de la formación San Ignacio donde la cresta, o no existía, o era de menor altura, lo que permitió la acumulación de algún material piroclástico. En algunas áreas de la cresta del noreste y este de Oriente (situada al norte de la anterior), se desarrollaron arrecifes y bancos calcáreos, al igual que al norte y centro de Haití, donde la cuenca profunda en que se acumularon las capas de la formación Perodin y similares estaba flanqueada al norte y sur por mares poco profundos en los que se depositaban sedimentos calcáreos. No hay durante este intervalo evidencias de grandes masas de tierra emergidas, excepto aquella de la cual se derivaron los sedimentos de la formación Abui-lot, provenientes, quizás, del extremo oriental del macizo del norte. Otra probable zona emergida se hallaba en el actual golfo de Gonai-ve.

El máximo de subsidencia será alcanzado, aproximadamente, a mediados del Eoceno Medio, durante la sedimentación de la formación Charco Redondo y otras capas calcáreas correlacionables con ella en Haití.

Desde finales del Eoceno Medio comienzan los movimientos orogénicos en el norte de Haití y con ellos, la emersión y formación de una cordillera en esa área, que será un importante elemento geográfico y fuente de suministro de la cuenca sedimentaria que se desarrollará en el centro y sur de Oriente desde el Eoceno Medio hasta el Oligoceno (o Mioceno Inicial). En la figura 4 está representada esquemáticamente nuestra interpretación de la geografía del este de Oriente y Haití en el Eoceno Tardío (durante la sedimentación de la formación San Luis). En ella puede verse que la tierra de Bartlett incluía dentro de sí al norte y centro de Haití, extendiéndose más hacia el oeste. Al norte de la tierra de Bartlett se acumulaban los materiales originados por la erosión de sus terrenos. En el centro y sur de Oriente se mantienen las condiciones marinas, pero ha cesado la

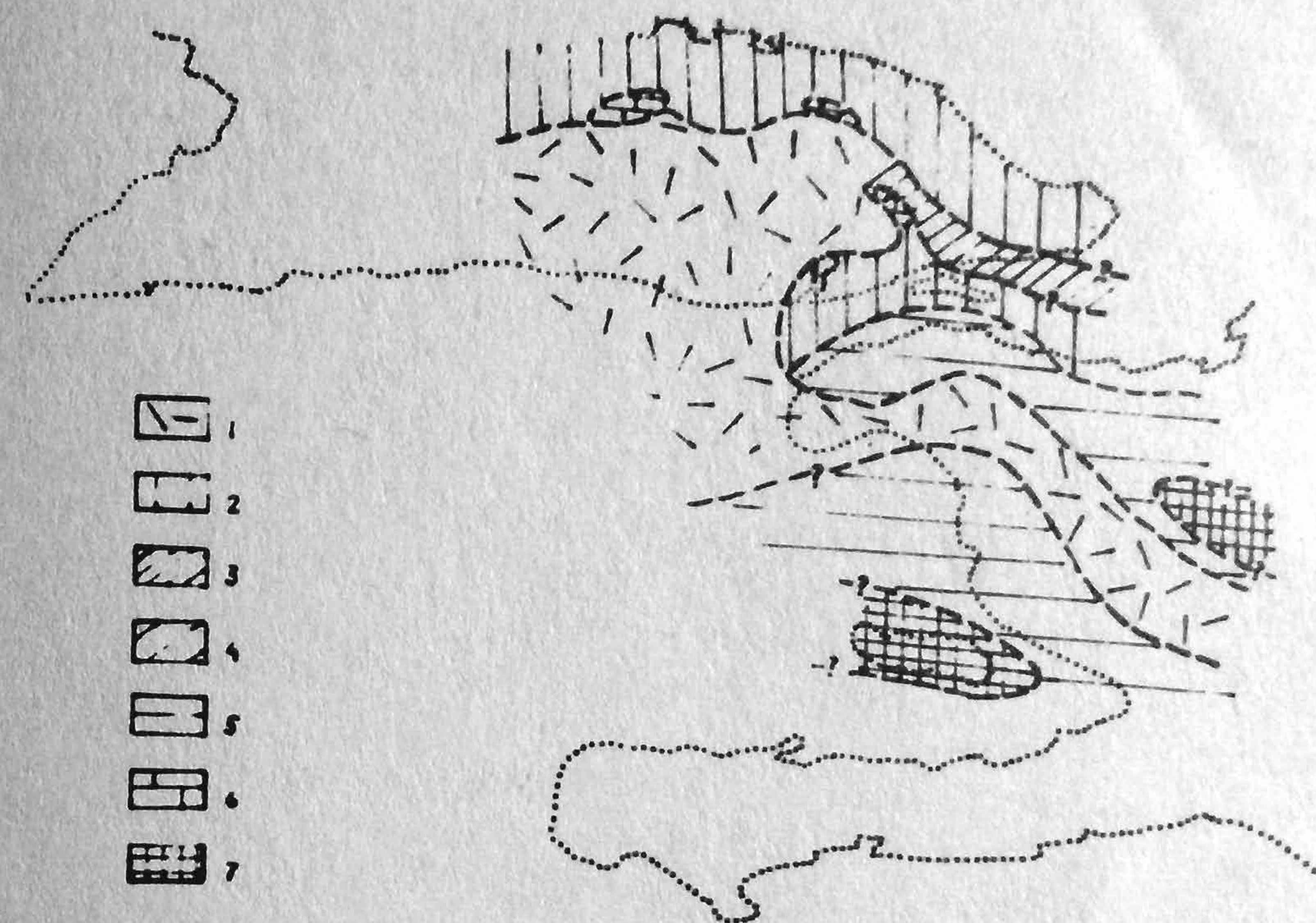


Fig. 12 Esquema paleogeográfico del extremo oriental de Cuba y regiones adyacentes en el Eoceno Medio, al final de la acumulación de las rocas de la formación El Cobre. Leyenda: (1) Cuenca marina profunda, con intensa actividad volcánica (2) Cresta submarina (3) Cuenca marina profunda con sedimentación clástica (4) Mares someros con sedimentación terrígena (5) Mares someros con sedimentación calcárea (6) Arrecifes orgánicos (7) Áreas emergidas.

actividad volcánica, acumulándose sedimentos terrígenos. Ha desaparecido como unidad geográfica la cresta submarina que separó las cuencas donde se acumularon las capas de las formaciones El Cobre y San Ignacio y la cuenca se extiende ahora ininterrumpidamente por el sur de Oriente hasta más al este de Cajobabo. La cresta submarina del norte y este de Oriente continúa su existencia, algo disminuida en sus dimensiones y sigue constituyendo una barrera geográfica, esta vez para las corrientes turbias que se originan en la cuenca del sur de la provincia. Sobre la cresta se desarrollan algunas pequeñas islas, arrecifes orgánicos y bancos calcáreos.

Al sur de la tierra de Bartlett el aporte de material terrígeno tuvo poca importancia, pues en las montañas de Matheux y Troi d'Eau los sedimentos del Eoceno Superior son calcáreos.

La paleogeografía del Oligoceno presenta algunos cambios sustanciales con respecto a la del Eoceno Tardío (Fig. 5). El más notable es la emersión de la cresta del norte y este de Oriente (al menos de parte de ella en forma de islas) como lo atestiguan los clastos y la granulometría de la formación Maquey, en las áreas de Yateras y Pu-

riales de Caujeri. Se reducen las dimensiones de la cuenca del sur y centro de Oriente, extendiéndose una barrera de arrecifes cerca del borde oriental de la cuenca, que se prolonga hasta el noroeste de Haití. La mayor parte de Haití permaneció emergida, reduciéndose las áreas ocupadas por el mar en el sur, en tanto que hay una pequeña transgresión en el área de la meseta central. En el Oligoceno se acentúa entonces la regresión comenzada en el Eoceno Medio.

La mayor dificultad con que tropieza la yuxtaposición premiocénica del sur de Oriente y norte de Haití propuesta es la ausencia, en este último, de una tectónica de mantos de cabalgamiento originados durante los movimientos del Eoceno Medio y Tardío. La presencia de las rocas alóctonas de la formación El Cobre en Cajobabo (8), requiere, de acuerdo con las reconstrucciones paleogeográficas esbozadas, que las raíces de este manto se encontraran en el extremo occidental de las montañas Negras o en la península del noroeste. Como ya se expresó, Haití ha sido estudiado muy superficialmente, por lo que no sería extraño que algunos aspectos fundamentales de su tectónica no hayan sido aún reconocidos. De todas formas, si las futuras investigaciones no ponen de manifiesto la existencia de cabalgamientos asociados a la orogénesis del Eoceno Medio y Tardío en el norte de Haití, las reconstrucciones paleogeográficas del Eoceno Medio y Tardío aquí esbozadas perderían parte de su sustentación.

Edad de la fosa de Bartlett

La similitud en el desarrollo geológico existente entre el sur de Oriente y Haití norcentral se pierde a partir del Mioceno, como lo ponen de manifiesto la actividad volcánica del Mioceno y Cuaternario y la existencia de fuertes movimientos de plegamiento en Haití, fenómenos desconocidos en el sur de Oriente.

La formación Imías (Mioceno Medio - Superior - Plioceno ?), que aflora al sur de la sierra del Purial, presenta estratificación cruzada a gran escala, dirigida en general hacia el Mar Caribe (8). La formación es un depósito de talud arrecifal, mezclado con una apreciable cantidad de material clástico proveniente de la erosión de las rocas más antiguas presentes en la sierra del Purial. Los enormes espesores de los paquetes con estratificación cruzada señalan la existencia de un talud muy pronunciado al pie de los arrecifes. La formación se originó entonces en condiciones geográficas muy parecidas a las actuales. Esto, unido a los argumentos planteados en el párrafo anterior, permite suponer que ya en el Mioceno Medio existía la fosa

de Bartlett, la cual entonces comenzó a originarse a inicios del Mioceno.

Generalmente se ha atribuido a la fosa de Bartlett una edad miocénica (28, 17, 23), pero ésta no ha sido argumentada con suficiente solidez, lo que da lugar a otras interpretaciones como la de Judoley y Meyerhoff (19), la cual es insostenible a la luz de los datos expuestos en el presente trabajo. Tiene también poca verosimilitud relacionar la génesis de la fosa de Bartlett con la actividad volcánica del Paleoceno - Eoceno Medio en la Sierra Maestra (formación El Cobre) como supone Bowin (5). La fosa, que es una estructura oceánica, se originó en el lugar ocupado hasta el Oligoceno (quizás hasta inicios del Mioceno) por un bloque continental, cuyo espesor aumentó considerablemente gracias a la actividad volcánica e intrusiva relacionada con la formación El Cobre. Esta actividad fue un proceso formador de corteza continental y no puede explicar la génesis de una estructura oceánica. Además del Eoceno Medio al Oligoceno, en el futuro extremo oriental de la fosa de Bartlett, existió una cadena de montañas, o sea, precisamente todo lo contrario a una fosa oceánica.

Aunque el nacimiento de la fosa de Bartlett ocurrió a inicios del Mioceno, el proceso formador se ha extendido hasta nuestros días, como lo sugieren numerosos índices geomorfológicos (terrazas marinas, taludes muy abruptos) y la actividad sísmica.

Algunos investigadores han sugerido que la fosa de Bartlett tiene una edad distinta en diferentes regiones. En el presente estudio nos hemos limitado sólo al extremo oriental de la depresión y, por tanto, no estamos en condiciones de extender nuestras conclusiones a otras regiones. Sin embargo, el hecho de que el espesor de sedimentos acumulados sea bastante pequeño, salvo en su extremo occidental, adyacente a la América Central (12), lleva a pensar que en otras regiones la fosa es también una estructura joven de la corteza terrestre.

Algunas consideraciones sobre el origen de la fosa de Bartlett

Descifrar la génesis de una depresión de las enormes dimensiones de la fosa de Bartlett es una tarea muy compleja, obstaculizada aún más por el hecho de que al ser una estructura oceánica es, en gran medida, inaccesible a las observaciones geológicas y que, además, la geología de las tierras adyacentes ha sido muy poco estudiada.

Refiriéndose a la historia geológica del área del Caribe V. E. Jain

15) escribía recientemente: "la compleja configuración moderna y aun mas complicada historia de la región Caribe-antillana es dudoso que puedan ser comprendidas sin la participación de grandes movimientos horizontales, tanto de sus elementos constitutivos como de los grandes bloques continentales de América del Norte y del Sur que la limitan. Probablemente la historia de los movimientos fue larga y compleja". El estudio realizado en este título sobre diferentes aspectos de la geología del extremo oriental de la fosa de Bartlett y tierras adyacentes, apoya las ideas de muchos geólogos y geofísicos sobre la existencia de movimientos horizontales de bloques o placas de la corteza terrestre en el Caribe.

Han sido esbozados varios esquemas del desplazamiento de bloques corticales que originó la fosa de Bartlett. En nuestra opinión los más fundamentados geológicamente son los de Uchupi (31) y Bowin (5).

Uchupi opina que las rocas metamórficas e ígneas en el borde oriental de la península de Yucatán, las rocas paleozoicas del norte de América Central, las metamorfitas y rocas ígneas de la Cresta de Nicaragua y las metamorfitas de Cuba (que él considera paleozoicas) fueron parte de una masa continental que ocupaba gran parte del Caribe al sur de Cuba a finales del Paleozoico e inicios del Mesozoico. Un movimiento contrario a las manecillas del reloj de Yucatán desde finales del Mesozoico hasta inicios del Cenozoico y el hendidamiento (*rifting*) de la corteza durante el Cenozoico Tardío dieron como resultado el nacimiento, primero, de la cuenca de Yucatán a finales del Mesozoico o inicios del Cenozoico y después, de la fosa de Bartlett a fines del Cenozoico y determinó también la distribución actual de las rocas paleozoicas en el Caribe Occidental. Uchupi manifiesta que los movimientos de la extensión lateral a fines del Cenozoico parecen haber sido acompañados por desplazamientos laterales izquierdos, cuya magnitud estima en varias decenas de kilómetros. Uchupi reconoce que su modelo adolece de la deficiencia de que hasta el momento no existen datos paleomagnéticos que permitan verificar la supuesta rotación de Yucatán. A esto, podemos agregar que, en nuestra opinión, los estimados de Uchupi para el desplazamiento lateral que originó la fosa de Bartlett están por debajo de los reales. Como puede determinarse fácilmente a partir de los esquemas paleogeográficos premiocénicos presentados, la cuantía del desplazamiento hacia el este del bloque haitiano es de unos 200 km.

En un artículo que es referencia obligada de todos los investigadores de la región del Caribe, Bowin (5) plantea que la fosa puede ser un rasgo tensional de la corteza terrestre, asociado con una deriva

hacia el este de la región caribeña. Según este autor, la presencia de una corteza delgada sugiere en este caso un origen por extensión cortical con una elevación simultánea del material denso del manto a profundidades mas someras. Las anomalías de Bouguer indican que la profundidad del techo manto es menor en la parte central de la fosa y aumenta hacia el este y oeste, lo cual sugiere, según Bowin, que la mayor extensión ha tenido lugar en la región central, y disminuye hacia los extremos. La dirección del movimiento de extensión de la corteza no puede determinarse con precisión. Suponiendo el bloque norte estacionario (Cresta de Caiman y Oriente), Bowin estima que el bloque sur se ha desplazado según una dirección S 70° E y S 85° E.

Bowin considera que la edad de la fosa es distinta en diferentes áreas. Así, en su extremo oriental, su génesis está relacionada con la actividad volcánica del Paleoceno-Eoceno Medio en la Sierra Maestra, en tanto que en su extremo occidental se originó durante el Cretácico o antes. Bowin estima que la fosa continúa extendiéndose hacia el este y que los movimientos verticales han tenido gran importancia en su formación.

En nuestra opinión, con el nivel de conocimientos actuales, el esquema propuesto por Bowin explica bastante bien algunos de los rasgos de la geología del extremo oriental de la fosa de Bartlett. Nuestra única objeción al mismo es que, como ya se demostró antes, la génesis de la depresión no está relacionada con la actividad volcánica del Paleógeno Inicial en el sur de Oriente, y que, al menos en su extremo oriental, la fosa se originó a inicios del Mioceno. Esta probablemente es la edad de toda la fosa. No obstante, es posible suponer que el borde norte de la fosa de Bartlett constituyera una zona de debilidad tectónica desde el Paleoceno, como lo atestigua la intensa actividad magmática del Paleoceno-Eoceno Medio en la Sierra Maestra. En los mapas paleogeográficos del Eoceno Tardío y Oligoceno (Figs. 4 y 5) se manifiesta la posibilidad de que esta falla (más bien zona de falla) sirviera, al menos en parte, de límite norte a la tierra de Bartlett. A partir del Mioceno el carácter de los movimientos a lo largo de ella cambiaron y comenzó a comportarse como una falla de desplazamiento horizontal.

Es de interés realizar una evaluación cuantitativa de la velocidad promedio del desplazamiento hacia el este de la placa del Caribe, a base de los datos presentados en este trabajo. Si la reconstrucción de la tierra de Bartlett planteada aquí es correcta, el desplazamiento horizontal desde inicios del Mioceno hasta la actualidad es de unos 200 km, lo cual arroja una velocidad promedio de desplazamiento de aproximadamente 0,8 cm al año, considerando que el Mioceno co-

menzo hace 26.10⁶ años aunque es de suponer que a lo largo de su historia, esta velocidad fluctuara ampliamente.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado en las páginas precedentes sobre la geología del extremo oriental de la fosa de Bartlett y tierras adyacentes pueden extraerse las conclusiones siguientes:

1. En el intervalo comprendido entre fines del Eoceno Medio y el Oligoceno, o inicios del Mioceno, en el lugar actualmente ocupado por el extremo oriental de la fosa de Bartlett, existía una cadena de montañas (tierra de Bartlett) y la corteza de esta región era de tipo continental o subcontinental.
2. La desaparición de la tierra de Bartlett es imposible de explicar por medio de las hipótesis verticalistas o fijistas (océanización).
3. La geología premiocénica del norte y centro de Haití es bastante similar a la que debió tener el extremo oriental de la tierra de Bartlett. Por medio de la reconstrucción paleogeográfica esbozada en este título se consigue un buen ajuste de varios rasgos geológicos de Cuba oriental y la isla de Santo Domingo. La historia geológica premiocénica de las islas situadas hoy en ambos flancos de la fosa de Bartlett, es muy semejante y permite suponer que sus relaciones geológicas eran entonces más íntimas que en la actualidad.
4. A partir del Mioceno, el desarrollo geológico del norte de Haití y sureste de Oriente presenta rasgos marcadamente diferentes en cuanto a la intensidad de la actividad tectónica (movimientos de plegamiento) y magmática. Posiblemente, desde entonces, cada una de estas regiones pertenece a un bloque distinto de la corteza terrestre, separados por la fosa

de Bartlett, la cual se originó así a inicios del Mioceno y continúa desarrollándose hasta nuestros días.

5. Posiblemente, la fosa de Bartlett se originó por un movimiento hacia el este (aproximadamente) del bloque haitiano con respecto a Cuba oriental. La composición actual de la corteza en la depresión se debe al ascenso del material del manto, en forma de un diapiro serpentizado, a medida que los bloques se alejaban. El desplazamiento horizontal tiene un valor de unos 200 km, lo que indica una velocidad promedio de traslación de 0,8 cm/año (a partir del Mioceno).

BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMOVICH, A.F. y V. D. CHEJOVICH: "Nuevos datos sobre la geología de la región de Baracoa, provincia de Oriente, Cuba". (Informe.) Fondo geológico. Ministerio de Minería y Geología.
2. BASOV, V. y M. DILLA: "Estratigrafía de los sedimentos terciarios de la cuenca del Cauto y el Golfo de Guacanayabo". Informe presentado en la Primera Jornada Científico - Técnica de la Dirección de Geología y Geofísica.
3. BELOUSSOV, V. V.: *Basic problems in geotectonics*. Ed. Mc Graw-Hill, 1962.
4. BOITEAU, RICHARD y P. A. SALIOT: "Metamorphisme de haute pression dans le complexe ophiolitique du Purial (Oriente, Cuba)", en *C. R. Acad. Sc Paris*. T. 274, pp. 2137-2140. 1972.
5. BOWIN, C.O.: "Geophysical Study of the Cayman Trough", en *Journal of Geophysical Research*. Vol 73, pp. 5159-5173. 1968.
6. BUTTERLIN, J.: "Geologie generale et regionale de la Republique d'Haiti", en *Univ. Travaux et Memoires de l'Institute des Hautes Etudes de l'Amerique Latine*. Vol. 6. Universidad de Paris, 1960.
7. COBIELLA, J.: "Sierra Cristal y Sierra del Purial". (Informe.) Instituto Superior Minero-Metalúrgico, Moa, 1975.

8. COBIELLA, J., A. BOITEAU, M. CAMPOS Y F. QUINTAS : "Geología del flanco sur de la Sierra del Purial". (Informe.) Instituto Superior Minero-Metalúrgico, 1975.

9. CORRATGE, R. : "Geología e hidrogeología de la parte sur de la Sierra Canasta, Guantánamo, Oriente". (Informe.) Instituto Superior Minero-Metalúrgico, 1975.

10. DELAND, CH. : *Progress Report, East Guantánamo Area*. Fondo Geológico. Ministerio de Minería y Geología, 1957.

11. EGGLER, D. H. : "Ultrabasic Rocks from Cayman Trough, Caribbean Sea", en *Geological Society of America Bulletin*. Vol. 84, pp. 2133 - 2138. 1973.

12. ERICKSON, A. L., C. E. HELSLEY Y J. SIMONS : "Heat flow and continuous seismic profiles in the Cayman trough and Yucatan basin", en *Geological Society of America Bulletin*. Vol. 83, pp. 1241-1260. 1972

13. HERSEY, J. B. Y M. S. RUTSTEIN : "Reconnaissance Survey of Oriente Deep (Caribbean Sea) with a Precision Echo Sounder", en *Geological Society of America Bulletin*. Vol. 69, pp. 1297-1304, 1958.

14. ITURRALDE, M. : "Geología del cuadrante Calabazas sur, Mayarí Arriba, Oriente". (Trabajo de diploma.) Instituto Superior Minero-Metalúrgico, 1975.

15. JAIN, V. E. : *Geotectónica regional* (América del Norte y Sur, Antártica y África). Editorial Niedra, Moscú (en ruso). 1971.

16. ——— : "Problemas de la tectónica de la región mejicano-caribeña: Resultados de las investigaciones de los proyectos internacionales de geofísica, en *Investigaciones geodinámicas*. No. 1, pp. 20-64, Moscú (en ruso). 1975.

17. KEIJZER, F. C. : "Outline of the geology of the eastern part of the province of Oriente, Cuba" (E of 76° W.L.), en *Utrecht Geogr. en Geol. Mededeel, Physiogr. - Geol. Recks.* Ser. 2, No. 6. 1945.

18. KESLER, S. : "Petrology of the Terre Neuve Igneous Province, Northern Haiti", en *Donelly Caribbean Geophysical, Tectonic and Petrologic Studies, Geological Society of America*. Memoir 130. 1971.

19. KHUDOLEY, K. M. Y A. A. MEYERHOFF : "Paleogeography and Geological History of Greater Antilles", en *Geological Society of America*. Memoir 129, 1971.

20. KNIPPER, A. Y R. CABRERA : "Tectónica y geología histórica de la zona de articulación entre el mio y el eugeosinclinal y del cinturón hiperbásico de Cuba", en *Contribución a la geología de Cuba*. Publicación especial No. 2. Instituto de Geología y Paleontología. Academia de Ciencias, La Habana, 1974.

21. KOZARY, M. T. : *Remarks accompanying the stratigraphic chart of the Sierra Maestra, Oriente Province, Cuba*. Fondo Geológico. Ministerio de Minería y Geología. 1958.

22. LEWIS, P. D. : *Surface reconnaissance of the Western Sierra Maestra Area*. Fondo Geológico, Ministerio de Minería y Geología. 1956.

23. LEWIS, G. E. Y J. A. STRACZEK : "Geology of South Central Oriente, Cuba", en *U.S. Geological Survey Bulletin*. 975-D, 1955.

24. MALFAIT, B. T. Y M. G. DINKELMANN : "Circum - Caribbean Tectonic and Igneous Activity and the Evolution of the Caribbean Plate", en *Geological Society of America Bulletin*. Vol. 80, pp. 1639-1684, 1972.

25. NUÑEZ JIMÉNEZ, A. et. al. : *Atlas Nacional de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba, Academia de Ciencias de la URSS. 1970.

26. PÉREZ PACAREU, L. : *Geología de Cuba para ingenieros geofísicos*. Universidad de La Habana, Facultad de Tecnología, Escuela de Ingeniería Geofísica, Departamento de Geología. 1975.

27. SÁNCHEZ, J. : "Bioestratigrafía del yacimiento de yeso Baitiquiri, Oriente", en *La Minería en Cuba*. Año 1. No. 1, 1975.

28. TABER, S. : "Sierra Maestra of Cuba, part of the northern rim of the Bartlett trough", en *Geological Society of America*. Vol. 45, pp. 567-619. 1934.

29. UCHUPI, E. : "Eastern Yucatan Margin and Western Caribbean Tectonics", en *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. Vol. 56, pp. 1075-1085. 1972.

ÍNDICE

Introducción.....	3
Rasgos generales de la fosa de Bartlett	5
Paleogeografía del sureste de Oriente desde finales del	
Eoceno Medio al Oligoceno (Mioceno Inicial)	7
Hipótesis sobre el origen de la fosa de Bartlett	12
Sierra del Purial y norte de Haití	16
Sierra Maestra y región norcentral de Haití	21
Reconstrucción paleogeográfica.....	26
Edad de la fosa de Bartlett	32
Algunas consideraciones sobre el origen.....	
de la fosa de Bartlett	34
Conclusiones	37
Bibliografía.....	39