

DATOS COMPARATIVOS DE LA GEOLOGÍA MARINA DE TRES LAGUNAS LITORALES DEL GOLFO DE MÉXICO*

AGUSTÍN AYALA-CASTAÑARES**

RESUMEN

Comprende una descripción sumaria de las características geológicas y ecológicas de la Laguna Madre, Tamaulipas; Laguna de Tamiahua, Veracruz; y Laguna de Términos, Campeche. En la discusión se hacen resaltar sus rasgos fundamentales.

ABSTRACT

This paper includes a brief description of the geologic and ecologic characteristics of the Laguna Madre, Tamaulipas; Laguna de Tamiahua, Veracruz; and Laguna de Términos, Campeche. The fundamental features are stressed in the discussion.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo es un resumen de las investigaciones hechas durante varios años, por el personal del Departamento de Ciencias Marinas del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la dirección del autor. Comprende el estudio comparativo de las tres lagunas litorales más grandes de la porción mexicana del Golfo de México: Laguna Madre, Tamaulipas; Laguna de Tamiahua, Veracruz, y Laguna de Términos, Campeche (Fig. 1).

Los resultados parciales de tales estudios han sido publicados en parte y se han presentado como ponencias en varios eventos científicos. En este artículo, ade-

más se incluye información obtenida en las áreas por investigadores de otras instituciones. En la literatura consultada se consignan todas las citas bibliográficas pertinentes, que no se incluyen en el texto en virtud de lo resumido del mismo.

Las investigaciones se efectuaron mediante contrato celebrado con la Secretaría de Marina y las Aportaciones Económicas NSF 1905 y NSF 3420 de la National Science Foundation de los Estados Unidos de América. Para los trabajos se contó con todas las facilidades de investigación del Instituto de Geología de la UNAM.

* Se presentó parte de este trabajo en el II Congreso Internacional de Oceanografía, Moscú, U.R.S.S., mayo de 1966 y parte en el III Congreso Nacional de Oceanografía, Campeche, marzo de 1967.

** Director del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

DATOS COMPARATIVOS DE LA GEOLOGÍA MARINA DE TRES LAGUNAS LITORALES DEL GOLFO DE MÉXICO*

AGUSTÍN AYALA-CASTAÑARES**

RESUMEN

Comprende una descripción sumaria de las características geológicas y ecológicas de la Laguna Madre, Tamaulipas; Laguna de Tamiahua, Veracruz; y Laguna de Términos, Campeche. En la discusión se hacen resaltar sus rasgos fundamentales.

ABSTRACT

This paper includes a brief description of the geologic and ecologic characteristics of the Laguna Madre, Tamaulipas; Laguna de Tamiahua, Veracruz; and Laguna de Términos, Campeche. The fundamental features are stressed in the discussion.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo es un resumen de las investigaciones hechas durante varios años, por el personal del Departamento de Ciencias Marinas del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la dirección del autor. Comprende el estudio comparativo de las tres lagunas litorales más grandes de la porción mexicana del Golfo de México: Laguna Madre, Tamaulipas; Laguna de Tamiahua, Veracruz, y Laguna de Términos, Campeche (Fig. 1).

Los resultados parciales de tales estudios han sido publicados en parte y se han presentado como ponencias en varios eventos científicos. En este artículo, ade-

más se incluye información obtenida en las áreas por investigadores de otras instituciones. En la literatura consultada se consignan todas las citas bibliográficas pertinentes, que no se incluyen en el texto en virtud de lo resumido del mismo.

Las investigaciones se efectuaron mediante contrato celebrado con la Secretaría de Marina y las Aportaciones Económicas NSF 1905 y NSF 3420 de la National Science Foundation de los Estados Unidos de América. Para los trabajos se contó con todas las facilidades de investigación del Instituto de Geología de la UNAM.

* Se presentó parte de este trabajo en el II Congreso Internacional de Oceanografía, Moscú, U.R.S.S., mayo de 1966 y parte en el III Congreso Nacional de Oceanografía, Campeche, marzo de 1967.

** Director del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

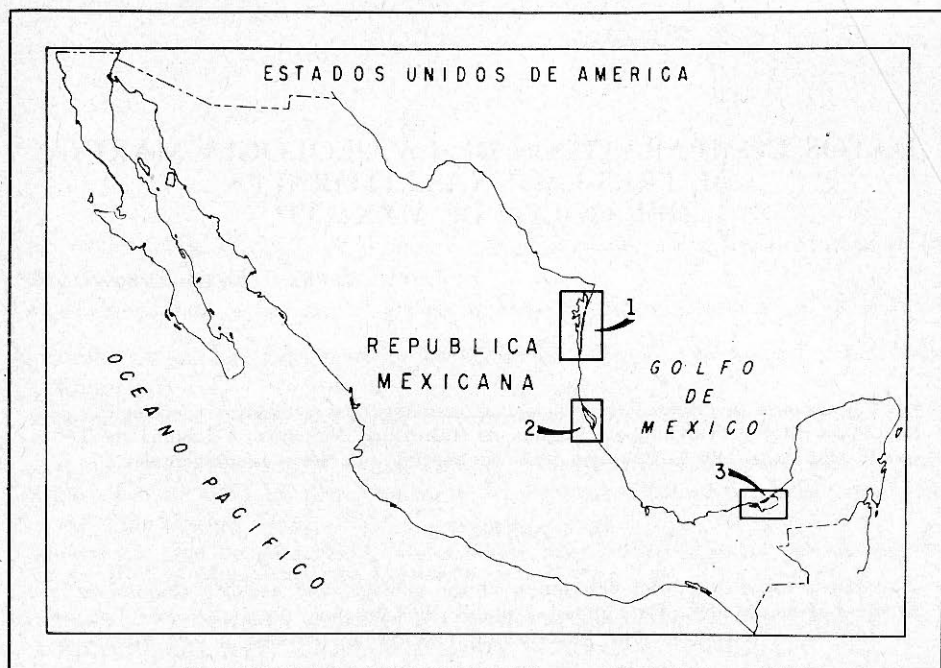


Fig. 1. Mapa de la República Mexicana mostrando la posición de las lagunas estudiadas: 1. Laguna Madre, Tamaulipas; 2. Laguna de Tamiahua, Veracruz; 3. Laguna de Términos, Campeche.

LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS

Está localizada en el Estado de Tamaulipas, entre el Delta del Río Bravo y el Río Soto la Marina (Fig. 2). Sus rasgos fisiográficos sobresalientes son el Delta del Río San Fernando en el centro, una larga y angosta barrera arenosa y múltiples bocas pequeñas inestables. El clima es semi-desértico; prácticamente no hay precipitación; la evaporación es muy alta; el escurrimiento de los ríos está reducido a un mínimo como resultado de presas. Prevalen vientos del SE; en el invierno se presentan vientos fuertes del N y NE; el área es afectada ocasionalmente por huracanes. El fondo es muy somero con una profundidad promedio de 70 cm y máxima de 3 m; en la porción marginal y a sotavento de la barrera arenosa se encuentran extensas llanuras.

Es una laguna hipersalina muy inesta-

ble; después de los huracanes la salinidad se reduce como efecto de las fuertes lluvias y la apertura de las bocas; sin embargo, al cerrarse éstas posteriormente, el clima y la falta de aporte de agua dulce o marina, hacen que la salinidad aumente progresivamente y la mayor parte del área se seque; en las llanuras marginales se depositan yeso y sal. El rango de mareas es pequeño (principalmente diurno), sin significado cuando se cierran las bocas; frecuentemente se presentan mareas de viento. La circulación del agua es típica de cuencas cerradas; está controlada por el viento.

La barrera arenosa es muy larga, angosta y está formada por arenas cuarcíticas, con grandes dunas activas, en especial en la porción norte; las numerosas bocas son muy inestables y tienden a ce-

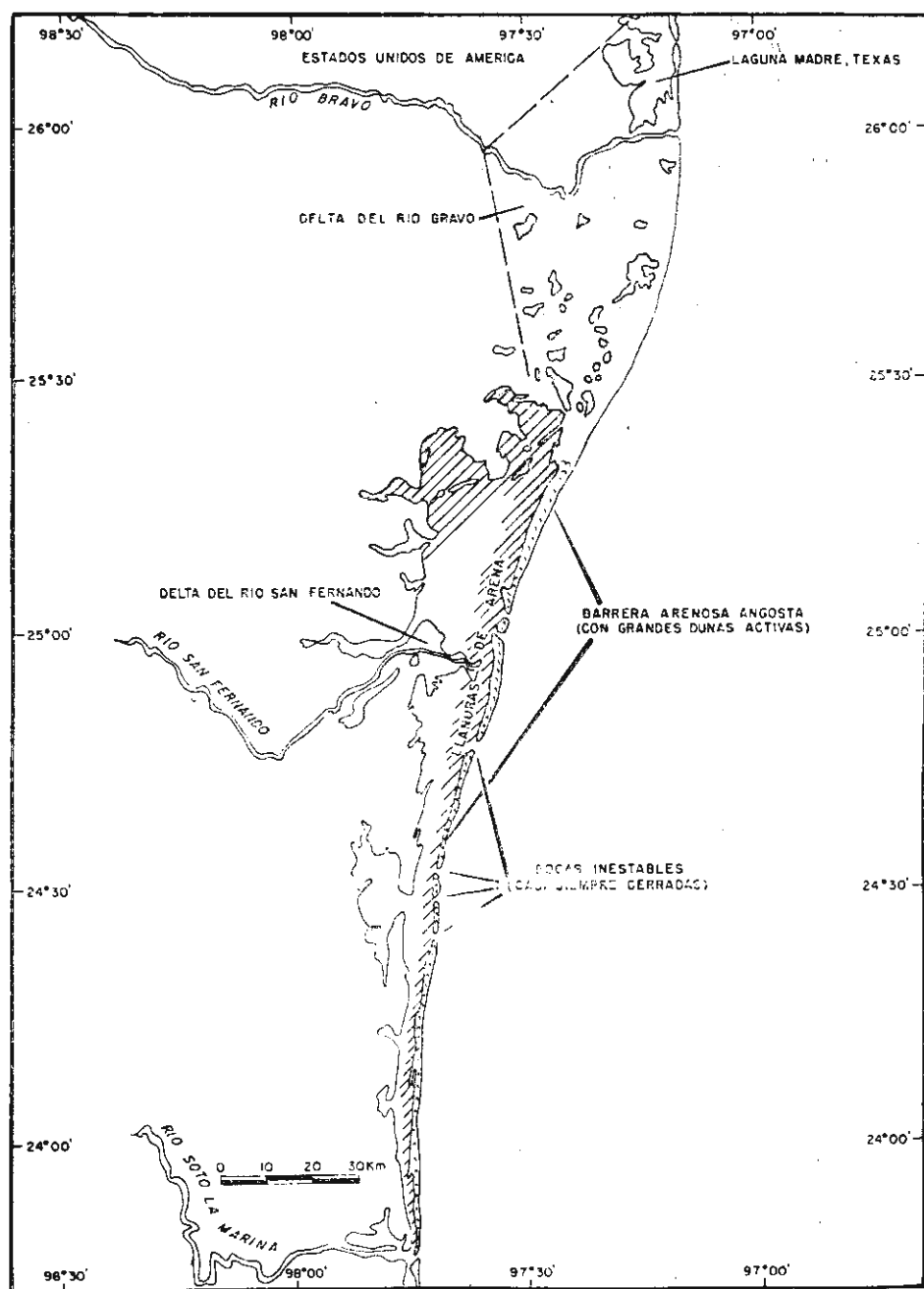


Fig. 2. Fisiografía generalizada de la Laguna Madre, Tamaulipas.

rrarse como efecto de las corrientes de litoral. En las playas de barlovento se encuentran abundantes moluscos vivos de la especie *Donax variabilis* y en su límite superior hay una berma de tormenta con moluscos marinos grandes, apilados por el océano. Cerca de Carbajal existen, a 4 m sobre el nivel del mar, arenas con conchas características de playas, que según datos radiométricos tienen una edad aproximada de 1940 años.

La vegetación circundante es halofítica; no existen marismas bien desarrolladas; sólo se encuentran parches de manglar negro en la porción sur. Apparently el fondo hipersalino seco de la laguna está siendo invadido lentamente por la vegetación halofítica.

Los sedimentos predominantes son limos y arcillas; hay arenas principalmente en las llanuras cercanas a la barrera arenosa, como un resultado del fuerte transporte eólico. En las llanuras marginales

del norte del área se encuentran depósitos evaporíticos de yeso y sal.

La fauna de micromoluscos de la laguna y en especial la de las llanuras marginales, está dominada por *Anomalocardia cuneimeris* y *Mulinia lateralis*.

La fauna de foraminíferos está dominada por *Ammonia-Elphidium* con un aumento en el contenido de miliólidos en las porciones arenosas. Los foraminíferos indicaron, en 1962 y 1963 en que se hizo el trabajo de campo, una productividad orgánica moderada, algo mayor en las proximidades de las bocas, que corresponden a las condiciones ecológicas menos extremas. Según los porcentajes de foraminíferos vivos dentro de las poblaciones totales, la velocidad de depósito era baja en la mayor parte del área, por la falta de materiales acarreados por los ríos, pero aumentaba a sotavento de la barrera arenosa, como consecuencia del fuerte transporte eólico.

LAGUNA DE TAMIAHUA, VERACRUZ

Está ubicada en el Estado de Veracruz, entre los Ríos Pánuco al N y Tuxpan al S (Fig. 3). Como rasgos fisiográficos importantes pueden citarse: la existencia de numerosos pequeños ríos, en su mayoría estacionales, tres grandes islas (Juana Ramírez, Del Toro y Del Idolo), una gran barrera arenosa, angular; canales que la conectan con los Ríos Pánuco y Tuxpan y sólo una pequeña boca llamada Boca o Barra de Corazones, situada en el sur, que la comunica con el Golfo de México.

El clima es subhúmedo, lluvioso en verano y seco en invierno, con excepción de las tormentas de invierno o "nortes"; prevalecen los vientos del E en el verano y en el invierno se presentan fuertes vientos del N y NE; la evaporación es moderada y se incrementa en invierno.

Es una laguna somera, su profundidad promedio es de 2 a 3 m; a sotavento de la barrera arenosa se encuentra un canal

un poco más profundo, debido a la circulación de las mareas.

La barrera arenosa se denomina Cabo Rojo, tiene forma angular y está formada por arena cuarcítica; en la porción norte existen grandes dunas activas, en tanto que en la porción sur sólo hay pequeñas dunas estabilizadas; presenta dos sistemas de bermas truncadas entre sí y manglares en ciertas áreas de su porción posterior.

En la actualidad sólo existe una boca denominada Barra o Boca de Corazones, es angosta, pequeña, con tendencia a emigrar hacia el S; hay evidencias de 3 bocas antiguas, 1 en el norte y 2 en el sur.

El rango de mareas es pequeño, en su mayoría diurno. La salinidad es típicamente salobre, controlada por la lluvia y descarga de los ríos que fluyen, en especial en el verano; a pesar de esa descarga estacional, la salinidad se mantiene salo-

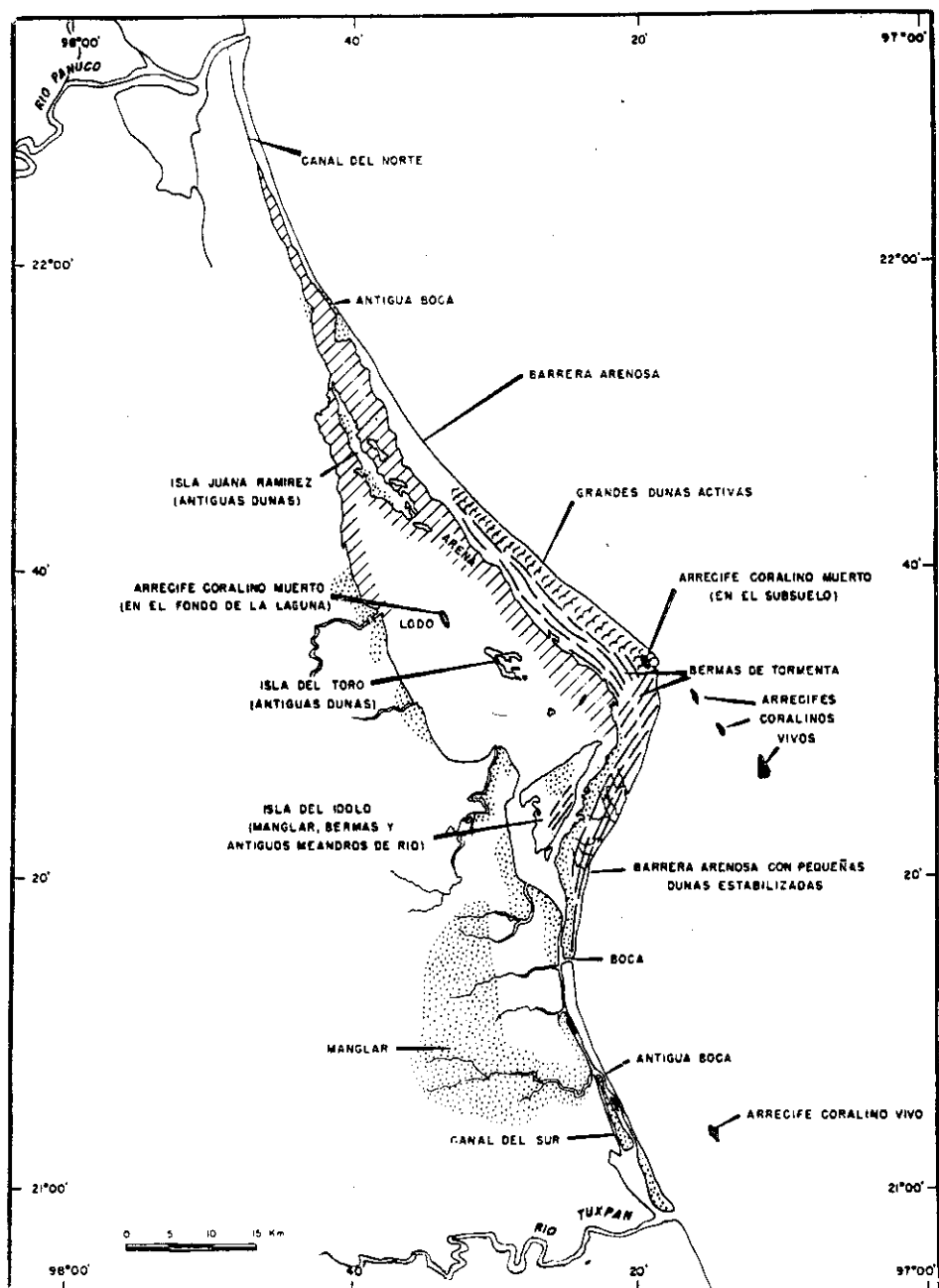


Fig. 3. Fisiografía generalizada de la Laguna de Tamiahua, Veracruz.

bre, ya que la circulación es restringida, debido a lo angosto de la boca y poco rango de mareas. La circulación del agua no es bien conocida; es afectada por las mareas, el viento y escurrimiento de los ríos.

La vegetación circundante la forman, entre otras, manglares ampliamente distribuidos. Las Islas del Toro y Juana Ramírez tienen dunas antiguas estabilizadas y es posible que fueran parte de un antiguo sistema de barrera. La Isla del Idolo presenta manglares, bermas y antiguos meandros de ríos.

Frente a la laguna hay una cadena de arrecifes coralinos vivos. Existen dos arrecifes coralinos muertos, uno en el subsuelo de la barrera arenosa y otro en el fondo de la laguna, cerca de la Isla del Toro. Estos arrecifes parecen haber tenido especial importancia en el origen de la barrera arenosa actual, en el de la posible

barrera arenosa antigua y en el desarrollo de la laguna.

Los sedimentos de la laguna son, en su mayoría, limos y arcillas; se encuentran arenas en la porción norte y cerca de la barrera arenosa, como consecuencia del transporte eólico.

La fauna de foraminíferos está dominada por *Ammonia*, *Elphidium* y *Ammonibaculites*, con evidencias de fauna marina en la proximidad de la boca y en las playas. Los foraminíferos indican una productividad orgánica baja, salvo las áreas afectadas por los ríos en que es moderada; aparentemente la velocidad relativa de sedimentación es alta, lo que indicaría que la cuenca se está rellenando a un ritmo acelerado. La fauna de micromoluscos está dominada por *Mulinia lateralis*, *Littoridina sphinctostoma* y *Rangienella* sp.

LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE

Está ubicada en el Estado de Campeche, entre el Río San Pedro al O y la Península de Yucatán al E (Fig. 4). En su fisiografía sobresalen el Río Palizada en el suroeste; el Río Chumpan en el sur; el Río Candelaria en el sureste; la barrera arenosa calcárea que forma la Isla del Carmen, en el norte y dos grandes bocas.

El clima es húmedo, la máxima precipitación se presenta de junio a noviembre, con tormentas en invierno; la evaporación es moderada; el escurrimiento de los ríos es fuerte, en especial en la porción suroeste; los vientos prevaletentes son del SE; en invierno hay vientos fuertes del N y NE.

Es una laguna somera, con profundidad promedio 2 a 4 m, con excepción de las llanuras de mareas y un canal profundo en la porción oriental de cada boca. La boca oriental está fuertemente afectada por aguas marinas, transparentes, formando un notable delta interior,

con bajos y canales; la boca occidental es afectada, en especial, por las aguas del Río Palizada, con abundantes terrígenos finos en suspensión, que producen una gran turbidez y contribuyen a formar un notable delta exterior. La salinidad de las aguas es salobre, tendiente a ser marina en la mayor parte del área; la boca oriental es completamente marina; la boca occidental es fundamentalmente salobre, las desembocaduras de los ríos son desde salobres hasta casi dulceacuícolas.

El rango de mareas es pequeño, en su mayoría diurno. La circulación del agua no se conoce bien; está afectada por las mareas, flujo de los ríos y el viento; la boca oriental tiende a introducir agua marina en la laguna, en tanto que en la boca occidental tiende a desplazar agua salobre fuera de la misma.

La isla de barrera, denominada Isla del Carmen, está formada a barlovento por varias series de bermas de tormenta,

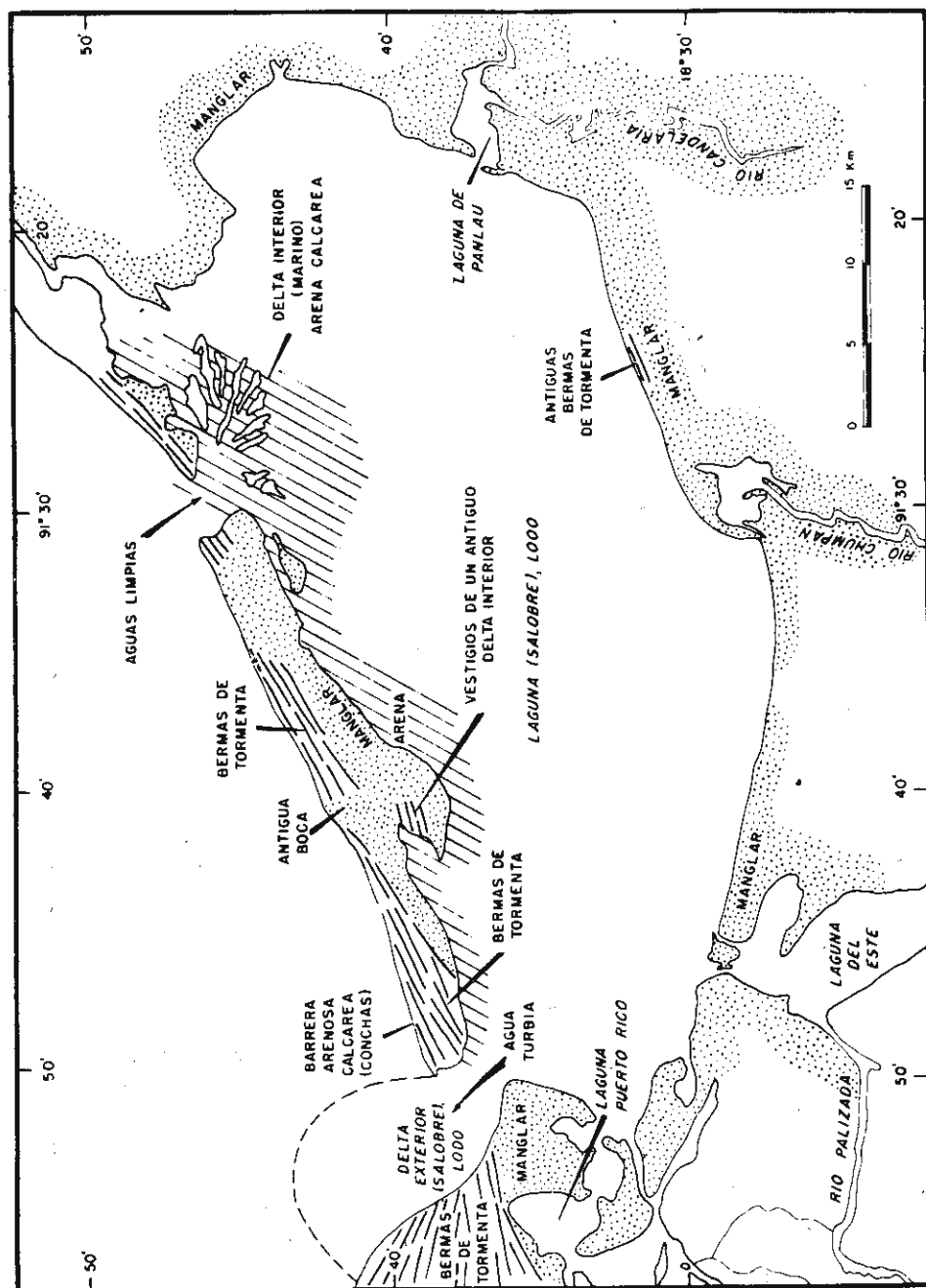


Fig. 4. Fisiografía generalizada de la Laguna de Términos, Campeche.

constituidas en su casi totalidad por conchas y fragmentos de conchas marinas, que han sido apiladas por el océano, en especial, en las tormentas; no hay grandes dunas, pues los materiales están muy bien estabilizados por vegetación y el transporte eólico está reducido al mínimo. Hacia sotavento, se encuentran extensos manglares marinos con un evidente crecimiento hacia la laguna; en la porción central hay una antigua boca que ha sido rellenada en gran parte por manglares, dejando sólo canales entre ellos; existen evidencias de otra antigua boca cerca del límite oriental.

La vegetación circundante está formada principalmente por manglares bien desarrollados, salobres casi culceacuícolas, en la mayor parte de la región, salvo a sotavento de la isla de barrera, donde son casi marinos.

En los sedimentos predominan los li-

mos y arcillas; sólo hay arenas calcáreas (formadas en su mayoría por conchas y fragmentos de conchas) en el área de la boca oriental y cerca de la barrera arenosa; la boca occidental es limo-arcillosa.

En el sur de la laguna, en un sitio denominado Punta de Cedro, se encontraron sedimentos calcáreos muy similares a los de las bermas de la Isla del Carmen, con abundantes conchas marinas. Se supone que esta zona corresponde a una antigua playa o bien a la barrera de una antigua laguna litoral. La fauna de foraminíferos está dominada por *Ammonia-Elphidium*, con notable aumento de fauna marina en el delta interior oriental. La fauna de foraminíferos indicó una productividad orgánica moderada y una velocidad de sedimentación baja. La fauna de micromoluscos está dominada por *Bitium varium* y *Mulinia lateralis*.

DISCUSIÓN

La Laguna Madre ya se ha rellenado de sedimentos en su totalidad, por un proceso geológico, a tal grado que puede decirse que en la actualidad no existe laguna propiamente dicha, y el fondo de la misma está, según la batimetría existente, casi a nivel del mar. Ocasionalmente se abren sus bocas y se inunda por efecto de algún huracán, pero esto puede considerarse como un mero accidente, pues al poco tiempo esas bocas se vuelven a cerrar y permanece la misma situación regional. Por otro lado, existen algunas evidencias que hacen suponer la posibilidad de un proceso de levantamiento regional o bien un descenso en el nivel eustático del mar.

La Laguna de Tamiahua es una típica laguna salobre con influencia restringida de las mareas y los ríos. Su profundidad promedio es de 2 a 3 m y existen evidencias de que presenta una productividad orgánica baja y una velocidad de depó-

sito bastante alta. Es posible que la barrera arenosa de Cabo Rojo se haya formado sobre un arrecife coralino y que con anterioridad existiera una barrera de origen similar, de la que quedan como remanentes la Isla Juana Ramírez y la Isla del Toro.

La Laguna de Términos es una típica laguna salobre, con fuerte circulación, notable influencia de los ríos en la porción occidental y de las aguas marinas en el lado oriental. Aparentemente la laguna se está rellenando en la actualidad a un ritmo muy bajo. En esta región se ha continuado los estudios, en especial tendientes a conocer la variabilidad de los factores ecológicos y el origen y desarrollo de la Isla del Carmen.

Las tres lagunas presentan características muy propias que las hacen sumamente interesantes, desde los puntos de vista geológico, físico, químico y bioló-

gico, por lo que es recomendable continuar las investigaciones en ellas, ya no a

nivel de reconocimiento sino un estudio detallado de aspectos específicos.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la valiosa colaboración de A. Yáñez, R. Cruz, A. García-Cubas y L. R. Segura del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Las investigaciones fueron

realizadas con ayuda de un Contrato de Estudios de la Secretaría de Marina y las aportaciones económicas NSF-19105 y NCF-3420 de la National Science Foundation de los Estados Unidos de América.

LITERATURA CONSULTADA

- AYALA CASTAÑARES, A. 1963. Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* 67 (3):1-130.
- , 1967. Investigaciones sobre foraminíferos recientes de México. *Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat.*, 27:1-21.
- AYALA-CASTAÑARES, A., R. CRUZ, A. GARCÍA-CUBAS, JR. y L. R. SEGURA, 1969. Síntesis de los Conocimientos sobre la Geología Marina de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. In: *Lagunas Costeras, Un Simposio*. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. Nov. 28-30, 1967. México, D. F.: 39-48.
- AYALA-CASTAÑARES A. y L. R. SEGURA, 1968. Ecología y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* 87:1-89.
- , 1969. Ecología y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* (en prensa).
- BEHRENS, E. W., 1966. Recent Emerged Beach in Eastern Mexico. *Science*, 152(3722): 642-643.
- CRUZ R., 1968. Geología Marina de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* 88: 1-47.
- GARCÍA-CUBAS, JR., A., 1963. Sistemática y distribución de los micromoluscos de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* 67(4): 1-55.
- , 1968. Ecología y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* 86:1-44.
- , 1969. Ecología y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* (en prensa).
- GONZÁLEZ-MEDRANO, F., 1966. La Vegetación del Nordeste de Tamaulipas. Tesis Prof. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México: 57 pp.
- HILDEBRAND, H. H., 1958. Estudios Biológicos Preliminares sobre la Laguna Madre de Tamaulipas. *Ciencia (México)* 17(7-9):152-173.
- HUMM, H. J. and H. H. HILDEBRAND, 1962. Marine Algae from the Gulf Coast of Texas and Mexico. *Publ. Inst. Marine Sci. Univ. Texas*, 8:227-268.
- MCINTIRE, W. G. y C. HO, 1969. Development of Barrier Islands and Lagoons, Gulf of Mexico. In: *Lagunas Costeras, un Simposio*. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967. México, D. F.: 49-62.
- MORALES, G. A., 1967. Ecology, Distribution, and Taxonomy of Recent Ostracoda of the Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* 81:1-103.
- SANDBERG, P. A., 1966. The modern ostracods *Cyprideis bensoni* n. sp. Gulf of Mexico, and *C. castus*, Baja California. *Jour. Paleont.*, 40(2):447-449.
- SILVA-BÁRCENAS, A., 1963. Estudio preliminar de los géneros de diatomeas de los sedimen-

- tos de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* 67(2):1-31.
- YÁÑEZ, A., 1963. Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nal. Autón. México. Bol. Inst. Geol.* 67(1):1-47.
- , 1968. Littoral Processes and Sediments of the Inner Continental Shelf of the Southern Bay of Campeche. M. Sc. Thesis, Dept. Oceanogr. Texas A&M Univ.: 1-80.
- YÁÑEZ, A. y C. SCHLAEFFER, 1968. Composición y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. In: *Sedimentología de la Laguna Madre, Tamaulipas. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol., Bol.* 84(1):5-44.