

93
2 y



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ANALISIS SEDIMENTOLOGICO Y SU
CORRELACION FAUNISTICA DE LA
LAGUNA DE MAR MUERTO,
OAXACA-CHIAPAS, MEXICO.

T E S I S

Que para obtener el Título de

B I O L O G O

P r e s e n t a

Enrique Angel Guilbert López



MEXICO, D. F.

ENERO DE 1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron a1 pasante(s) GUILBERT LOPEZ ENRIQUE ANGEL

con número de cuenta 8457261-1 con el Título:

VARIACION SEDIMENTOLOGICA Y SU CORRELACION FAUNISTICA DE LA
LAGUNA DE MAR MUERTO EN OAXACA CHIAPAS, MEXICO.

Otorgamos nuestro Voto Aprobatorio y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de BIOLOGIA

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
M en C	ANTONIO	MARQUEZ GARCIA	
Director de Tesis			
ING. GEOL.	ALBERTO	PEREZ ROJAS	
M en C	ROCIO DE GUADALUPE	BERNAL RAMIREZ	
ING. GEOL.	ALEJANDRO	CARRILLO BAÑUELOS	
Suplente			
DR	ARTURO	CARRANZA EDWARDS	
Suplente			

DEDICO LA PRESENTE TESIS A:

MARIA SANCHEZ MORALES

4

ANTONIO MATEO GONZALEZ

A MI MADRE

MARGARITA LOPEZ SANCHEZ

A MIS HERMANOS

PATRICIA

JORGE

MARILIA

A MIS SOBRINOS

OMAR

DIEGO

JOSE ANTONIO

CASSANDRA

Quiero agradecer el apoyo recibido de:

Mis amigos y compañeros de la Facultad de Ciencias

Cristóbal Dimas Alcibides

Escalante Vela Leydi

M en C. Hernández Gómez María Teresa

Polido Castillo Olima

Rodríguez R. Noé Francisco

Ruiz Alegria Sergio

Dra. Vázquez Nolas Silvia

Así como el apoyo y colaboración de mis compañeros de la UAHN

M en C. Tapia García Margarita

Núñez Portugal Elena

Ortega Mayagaitia Elizabeth

Romelias Valle Emilio

INDICE

I . - RESUMEN

II . - INTRODUCCION

III . - ANTECEDENTES

IV . - AREA DE ESTUDIO

V . - METODOLOGIA

VI . - DISCUSION DE RESULTADOS

VII . - CONCLUSIONES Y ALTERNATIVAS

VIII . - LITERATURA CITADA

RESUMEN

La laguna de *Mar Muerto*, en las costas de *Oaxaca-Chiapas* fué estudiada durante el periodo comprendido entre los meses de marzo y julio de 1993, con el propósito de conocer las características de ésta en lo que a sedimentos y fauna asociada a ellos se refiere. Para tal efecto se establecieron 3 épocas de muestreo, que corresponden con las temporadas de *sequía, lluvias y ciclones* en la región. Se tomaron muestras de sedimentos superficiales en cada una de las estaciones de colecta además, de manera simultanea se midieron los parámetros físico-químicos. Se determinó la composición textural de los sedimentos y los foraminíferos bentónicos asociados a ellos. Destaca el hecho de que la laguna está teniendo un lento azolve a expensas de material grueso (*arenas*) en tanto que los materiales finos (*limos y arcillas*) son expulsados por la boca de la laguna; fenómeno que ocurre principalmente durante la época de lluvias y de ciclones. Las isóbatas de la laguna están en relación directa con la intensidad de los eventos meteorológicos que ocurren sobre ella y de la influencia de los ríos que ahí desembocan, aunado al efecto del flujo y refluo de la marea. Sedimentológicamente hablando, cada una de las temporadas es diferente de las otras dos, pues mientras que en época de sequía hay arenas medias a muy finas formando el sedimento del fondo, en temporada de lluvias se encuentran desde arenas muy gruesas hasta arenas muy finas en tanto que en tiempo de ciclones la composición va de arenas gruesas hasta limos gruesos. Se determinaron un total de 6 especies de foraminíferos bentónicos, se encontró que las asociaciones de foraminíferos son de 4 especies en promedio.

INTRODUCCION

Este trabajo forma parte del *Proyecto divisional de Ciencias Biológicas y de la Salud, titulado Distribución, abundancia y diversidad de peces de la laguna Mar Muerto, México*, realizado durante el bienio 1992-1993 por el Laboratorio de Ictiología y Ecología Costera en colaboración con el Laboratorio de Geología y Limnología pertenecientes a la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

CARACTERISTICAS GENERALES

Existen cuerpos de agua situados generalmente de manera paralela a las costas que reciben el nombre de lagunas costeras, según **Phleger y Ayala (1972)**, cada cuenca lagunar parece tener una combinación de características físicas, ecológicas y sedimentológicas que la distinguen de otras lagunas.

A nivel mundial las lagunas costeras ocupan el 13% de la zona costera del planeta (**Lasorre y Postma, 1980**), y se les localiza desde los polos hasta el ecuador.

Existen varios conceptos que tratan de establecer lo más claramente posible que es una laguna costera, como los que a continuación se citan:

Stevenson (1968), afirma que se trata de cuerpos de agua elongados, paralelos a la costa y que estan separados del mar abierto por islas de barrera.

US Army coastal engineering center (1977), define a las lagunas costeras como cuerpos someros de agua, como lagos, usualmente conectados al mar.

Lankford (1976), las expresa como depresiones de inundación por mareas, localizadas en la zona costera, las cuales estan protegidas del mar por algún tipo de barrera y que pueden estar en comunicación permanente ó efimera con el mar.

Para **SCOR-UNESCO (1980)**, se trata de cuerpos de agua semicerrados, conectados al mar abierto a través de entradas dentro de un sistema de barreras.

Contreras (1985), menciona que las lagunas costeras son cuerpos acuáticos litorales que tienen en su mayoría, comunicación permanente ó efimera con el mar y que son el encuentro entre dos masas de agua de diferentes características, lo que causa fenómenos peculiares dentro de su comportamiento físico, químico y biológico, con las consecuentes pautas ecológicas.

La República Mexicana tiene litorales con una longitud de **11,597kms (INEGI, 1984)**, posee a lo largo de sus costas aproximadamente **130 lagunas costeras** que exhiben diferentes tamaños, regimenes hidrológicos, biotas, habitats, flujos de energía y problemas específicos; de éstas, **124** fueron clasificadas por **Lankford (1976)**.

Origen y evolución de las lagunas costeras. *Las lagunas costeras son cuerpos acuáticos litorales que tienen en su mayoría, comunicación permanente o temporal con el mar y son el resultado de : la inundación del valle de un río, un proceso marino (formación de obstáculos frente a la costa), sedimentación diferencial, eventos tectónicos (flujos y conos volcánicos, explosiones volcánicas, fallas y plegamientos) y por la presencia de zonas cársticas, fiordos y de barreras orgánicas, (Lankford, 1976).*

Las lagunas costeras aparecen después de la última glaciación, durante el levantamiento post-glacial del nivel del mar conocido como la Transgresión Marina Holocénica, se empiezan a formar cuando el nivel del océano estaba aproximadamente a 100 m bajo el actual nivel del mar, hace unos 7000 ó 6000 años a. c., al mismo tiempo progradaron hacia el continente durante el lento levantamiento de éste, hasta alcanzar la elevación actual (Phleger, 1969).

La elevación del nivel del mar originó que hubiera invasión por el agua en depresiones costeras, valles y deltas de ríos durante la Transgresión Marina del Holoceno, estableciendo de ésta manera la línea litoral actual, que incluye bahías y entradas de mar, (Phleger, 1969).

La evolución de las lagunas depende de factores ambientales como son la precipitación pluvial, la temperatura del aire y del agua y de otros factores como son las tasas de sedimentación que azolvan las lagunas; la invasión por la vegetación, los cambios en el contorno del cuerpo de agua, por variaciones en el oleaje y de las corrientes, por variaciones de las lengüetas y de las barreras, (Bird, 1967).

Las lagunas costeras son ecosistemas con una elevada productividad potencial a causa de que la energía disponible es mayor a la cantidad de energía que está presente en otros sistemas acuáticos. Lo anterior se aprecia por:

- presencia de una biota local
- abundante envío de material biogénico hacia la zona costera adyacente, debido al intercambio mareal y sedimentos con importante contenido de formas nutritivas y de materia orgánica.

Características de las lagunas costeras. El estudio sistematizado de las lagunas costeras ha permitido establecer un conjunto de atributos presentes en la mayoría de ellas, creando 4 grupos:

- **características geológicas**
- **características hidrológicas**
- **características químicas**
- **características ecológicas**

Características geológicas.- Son 14 los elementos que a nivel geológico se deben considerar para tipificar a una laguna costera: (Contreras, 1993)

- I.- **Momento de aparición** (referencia temporal dentro del proceso geológico)
- II.- **Asociación de las lagunas con ríos actuales o antiguamente activos**
- III.- **Distribución de los sedimentos en el fondo de la laguna**
- IV.- **Forma básica de la laguna**
- V.- **Presencia y profundidad del canal principal**
- VI.- **Proporción del intercambio de agua y velocidades de las corrientes internas y externas**
- VII.- **Permanencia del canal de entrada sobre la barra**
- VIII.- **Tamaño y número de bocas en la barra**
- IX.- **Tamaño de la boca en relación con el volumen de aporte**
- X.- **Correlación entre aporte de arena a las playas externas de la barrera y la erosión de ésta.**
- XI.- **Presencia de bocas temporales**
- XII.- **Presencia de divisiones que formen cuencas dentro de la laguna**
- XIII.- **Cantidad de sedimentos en la laguna**
- XIV.- **Permanencia temporal de la laguna**

Características hidrológicas.-Principalmente deben ponderarse 4 aspectos:

- I.- Salinidad**
- II.- Circulación lagunar**
- III.- Temperatura del agua**
- IV.- Luz** (transparencia del agua permitida por los sedimentos en suspensión)

Características químicas.-Son 5 los parámetros básicos a observar:

- I.- Oxígeno disuelto en el agua**
- II.- pH**
- III.- Nutrientes**
- IV.- Reciclamiento de nutrientes**
- V.- Materia orgánica en suspensión**

Características ecológicas.-

- I.- Vegetación circundante**
- II.- Pastos marinos**
- III.- Fitoplancton**
- IV.- Zooplancton**
- V.- Bentos**
- VI.- Necton**
- VII.- Redes tróficas**

Características hidrológicas.-Principalmente deben ponderarse 4 aspectos:

- I.- Salinidad**
- II.- Circulación lagunar**
- III.- Temperatura del agua**
- IV.- Luz** (transparencia del agua permitida por los sedimentos en suspensión)

Características químicas.-Son 5 los parámetros básicos a observar:

- I.- Oxígeno disuelto en el agua**
- II.- pH**
- III.- Nutrientes**
- IV.- Reciclamiento de nutrientes**
- V.- Materia orgánica en suspensión**

Características ecológicas.-

- I.- Vegetación circundante**
- II.- Pastos marinos**
- III.- Fitoplancton**
- IV.- Zooplancton**
- V.- Bentos**
- VI.- Necton**
- VII.- Redes tróficas**

Debe aclararse que la lista de atributos antes enumerados no proporciona clasificación específica alguna, sino que, permite establecer particularidades que pueden ser tomadas para proceder a encuadrar un cuerpo de agua dentro de las clasificaciones de Lankford (1976) ó de Ortiz-Pérez, Espinoza, R., (1991), ó en alguna otra clasificación de las ya existentes, asimismo se puede establecer una caracterización parcial (esto es, a partir de uno o varios parámetros y no del total observados) ya sea por la salinidad del agua, la temperatura ó el oxígeno disuelto en el agua, esto acorde con los objetivos que se persigan.

Características generales de los foraminíferos bentónicos .-

Son aquellos organismos que habitan en los fondos de los cuerpos de agua; en cuanto al número de especies son mucho más que los planctónicos pero en poblaciones que son más pequeñas que las de éstos últimos (Boltovskoy, 1965). El tamaño de su teca o conchilla es generalmente muy variable; la testa de los foraminíferos bentónicos es generalmente trocoide, lenticular o aplanada, aunque no todos los foraminíferos bentónicos tienen tales formas ni la testa tiene una morfología distintiva de ella (Murray, 1991).

La profundidad a la que se les puede encontrar es muy amplia y va de la zona intertidal hasta 200 ó 300 metros, existiendo reportes de que han sido hallados a más de 10000 metros (10415 y 10687 metros, en la fosa de Tonga; Beljaev et al, 1960).

Para su estudio los foraminíferos bentónicos se dividen (Murray, 1991) en:

Epifaunales.- organismos que viven sobre o por encima de la superficie del sedimento

Semiinfaunales.- son aquellos que viven parcialmente debajo y parcialmente encima de la superficie del sedimento

Infaunales. - son los foraminíferos que viven dentro del sedimento

Por su tipo de alimentación los foraminíferos pueden ser:

Camívoros

Herbívoros

Detritívoros

Algunos géneros de foraminíferos suelen ser altamente selectivos en lo que se refiere a su tipo de alimento, casos concretos los constituyen Ammonia, Elphidium, Miliolinella, quienes no incluyen en su dieta a las cianobacterias, los dinoflagelados, los crisofitos (Murray, 1991); Lee et al, (1966) afirma que la alimentación está influenciada por factores como el tamaño del alimento en sí, la edad del alimento, el tamaño del foraminífero, la edad del foraminífero y la concentración del alimento. Parece ser que las bacterias desempeñan un papel esencial como fuente alimenticia que mantiene la capacidad reproductiva de los foraminíferos (Muller, 1969). Estudios tempranos como Myers, 1943; Buzas, 1965, 1969; Lee et al, 1966, 1977; Matera y Lee, 1972, sugieren que si el alimento es escaso, los foraminíferos se reproducirán lentamente además de que se alimentarán de igual modo, pero si el alimento aflora vigorosamente, los foraminíferos se alimentarán y reproducirán de igual manera.

Ubicación taxonómica de los foraminíferos bentónicos.

Journal of Protozoology 11, 1964

Reino *Protactista*

Phylum *Protozoa*

Subphylum *Sarcomastigophora*

Superclase *Sarcodina*

Clase *Rizopodea*¹

Subclase *Granuloreticulosia*

Orden *Foraminifera*

Características generales de los sedimentos.- son aquellos materiales fragmentados que se encuentran en suspensión dentro de un cuerpo de agua; cuando dichos materiales se depositan en el fondo de un vaso de captación (fondo lagunar, de río, bahía, mar, océano) se conocen con el nombre genérico de sedimento.

Por su tamaño recibirán los nombres de: gravas, arenas y lodos, cada uno de ellos con gradaciones que van de muy gruesa, gruesa, media, fina, muy fina, pudiendo ocupar cada una de ellas varias unidades de tamaño, las cuales se expresan en unidades phi (una unidad phi es igual al menos logaritmo en base dos, del tamaño expresado en milímetros).

La importancia de los sedimentos radica en el hecho de que reflejan fielmente las condiciones en las que fueron transportados así como el medio de donde proceden, además de las características ambientales de su lugar de origen como del lugar donde se depositan.

El origen de los sedimentos puede ser: cuando proceden del continente, reciben el nombre de sedimentos terrígenos; cuando se trata de restos de organismos (restos de conchas, testas, u otros esqueletos) se les denomina sedimentos biogénicos; el polvo estelar, los meteoritos darán como resultado sedimentos cosmogénicos; la precipitación química de minerales forma los sedimentos autigénicos.

Actualmente el estudio de los sedimentos (Sedimentología), como el del depósito de éstos (Estratigrafía) están aportando elementos excepcionales a la Ecología, la Geografía, la Geología, y a todas aquellas áreas que tengan relación con el desarrollo del proceso económico.

Objetivos.-

Objetivo general.- *Establecer la distribución espacial y temporal de los sedimentos superficiales del fondo de la laguna así como de los foraminíferos bentónicos asociados a ellos.*

Objetivos particulares:

Se tratará de establecer la variación durante las estaciones de secas, lluvias y ciclones de:

- *La textura de los sedimentos de la laguna*
- *Las características batimétricas de la laguna*
- *La distribución de las biozonas existentes en la laguna*

ANTECEDENTES.

La República Mexicana tiene una situación privilegiada en lo que a accesos al mar se refiere, pues cuenta con costas en el océano Pacífico, el océano Atlántico (Golfo de México) y el Mar Caribe. Dada la condición anterior el estudio de las costas del país aparece como un requisito indispensable é improrrogable con el propósito de mantener una actitud de coherencia con el desarrollo propio de México y con el contexto en el cual se encuentra incluida la Nación.

Las costas mexicanas tienen una variedad enorme de características (**ver clasificaciones de Inman, D., Nodstrom, E. 1971 y Carranza, E. y Gutiérrez, E. 1975**), lo que conlleva la necesidad de establecer criterios particulares para efectuar el estudio de una zona en especial.

Además de la diversidad en lo que a las costas propiamente se refiere hay que agregar que en ellas se desarrollan otros tipos de accidentes morfológicos, casos concretos son las lagunas costeras, los arrecifes costeros y las islas costeras (los dos últimos si bien no son propiamente de desarrollo sobre las costas, guardan íntima relación con éstas y sus características).

En la *Llanura Costera del Golfo de Tehuantepec* se localiza un cuerpo de agua llamado *Laguna de Mar Muerto* (Fig. 1) en la que se realizaron los siguientes trabajos : Corvantes, C. D., (1969), Escudero, D. M., (1975), Barrera, H. R., (1976), Sandoval, E. T., (1978), Santoyo, H., (1979), Castro, A. J., (1981), Romero, M. A. S., (1981), Gómez, R., (1986), Zabalegui, H. L. M., (1990), Tovilla, C. H., (1991), Montes, C. G., (1993), quienes trabajaron específicamente sobre aspectos como: *Estabilidad de la costa, condiciones abióticas generales, hidrología, nutrientes y productividad primaria, fitoplancton, manglares y marismas, uso del suelo, zooplancton, acuacultura y factores meteorológicos.*

Los anteriores trabajos proporcionan un excelente marco de referencia así como parámetros de comparación para algunos de los elementos que fueron analizados en ésta tesis.

Descripción del área de estudio:

La *laguna Mar Muerto* se encuentra ocupando la parte superior central del margen continental que forma el *Golfo de Tehuantepec*; situada entre los $15^{\circ} 58'$ y los $16^{\circ} 17'$ de latitud Norte y los $93^{\circ} 50'$ y los $94^{\circ} 25'$ de longitud Oeste (fig. 1).

La laguna mide 60 kms de largo, en dirección E-W y tiene una anchura de aproximadamente 12 kms, en dirección N-S. La superficie total es de **68310 has**, de las cuales **47000 has** corresponden al estado de Oaxaca y **21310 has** al estado de Chiapas; se menciona que la laguna tiene un alto grado de azolvamiento, alta salinidad y elevada temperatura, así como escaso oxígeno disuelto en el agua, (**CECODES, 1991**). La laguna está situada dentro de la Planicie Costera Istmica Chiapaneca (**Tamayo, 1970**); dentro de la Sierra de Chiapas (**Alvarez, 1962**); forma parte de la Unidad Morfotectónica Continental IX (**Carranza, E. y Gutiérrez, E., 1975**). **Inman, D., Nodstrom, E., (1971)** clasifican la costa de ésta parte del país como Costa de Colisión Continental; de acuerdo con **Shepard, (1973)** y **Lugo-Hubp (1990)**, se trata de Costas de Depositación Marina.

Para **Ortiz-Pérez, Espinoza, R. (1991)** se trata de costas acumulativas (de playas bajas arenosas). Corresponde a las playas donde hay un dominio de una abundante sedimentación con formas acumulativas típicas, subdivididas en costas con cordones litorales o bermas, formadas por antiguas líneas de costas dispuestas sobre la trascosta. Sobre la línea de costa se reconoce otro subtipo formado por islas de barrera o bien barras y brechas litorales en bocas, lagunas y esteros, tanto en el caso anterior como en éste, la acumulación de sedimentos se da a lo largo de las playas. Sobre las trascosta también se puede conjugar otro subtipo de orden, relacionada a una abundante fuente de sedimentos y a procesos subaéreos eólicos (dirección resultante y tirada del fetch) con la posible presencia de campos de dunas, si la topografía lo permite.

Frente a las costas de Chiapas y Guatemala, la plataforma continental es considerablemente amplia y uniforme, de 50 a 80 kms. Precisamente frente a ésta zona (Laguna de Mar Muerto) es donde la trinchera mesoamericana alcanza su máxima profundidad, también frente al Golfo de Tehuantepec, la trinchera Mesoamericana cambia de dirección hacia el sureste; la profundidad se incrementa alcanzando sus valores máximos conocidos, (**6497, 6259 y 6066 metros**). El espesor de los sedimentos en la trinchera se calcula en **100 a 700 metros** (**Udentsev, 1972**).

La trinchera Mesoamericana es la región de máximas profundidades del territorio mexicano, en la que se localizan los focos sísmicos principales; la actividad sísmica se lleva a cabo con gran intensidad, afectando una extensa zona de tierra firme que incluye las costas, los sistemas montañosos marginales (**Sierra Madre del Sur, Sierra de Chiapas**), las depresiones intermontanas (**Balsas**) y el sistema neovolcánico transversal. La amplitud de la plataforma continental en México está en relación estrecha con la actividad tectónica moderna (**Lugo-Hubp, 1985**).

La laguna está dividida en **3 regiones (figura 2)** que se denominan, de norte a sur, **Rincón Juárez (zona III)**, **La Pompona (zona II)** y **Paredón (zona I)**, (**Santoyo, H., Signoret, M. 1979**).

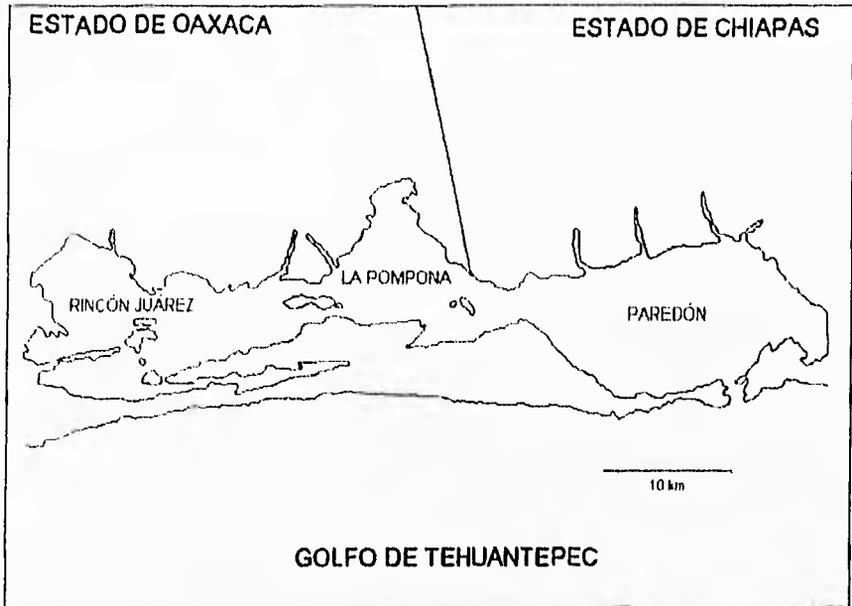


FIGURA No. 2
DIVISION REGIONAL DE LA LAGUNA DEL MAR MUERTO

Lankford (1976) la clasifica dentro del tipo III, subtipo "A", esto es, se trata de una laguna de Barrera de Gilbert Beaumont, con barreras arenosas externas, ocasionalmente múltiples, con escurrimiento ausente o muy localizado, forma y batimetría modificadas por la acción de las mareas, oleajes tormentosos, arena traída por el viento y presencia de corrientes locales que tienden a segmentar las lagunas, energía relativamente baja, excepto en los canales y durante situaciones de tormenta, salinidad variable, según las condiciones climatológicas.

Desembocan en la laguna, el Río Ostuta en la parte superior occidental, al centro lo hace el Río Novillero, los ríos Punta, Lagartero, Guadalupe, Tiltepec Y Zananteco, desembocan en la zona correspondiente al estado de Chiapas. Existen, además, arroyos estacionales que se manifiestan en época de lluvias. Los ríos antes mencionados se incluyen en la **región hidrológica 23**, la cual esta delimitada por las siguientes coordenadas: **14° 30' a 16° 33'** de latitud Norte y de los **92° 04' a 94° 19'** de longitud Oeste. (CECODES, 1991).

La laguna se encuentra dentro de la región mareográfica del Golfo de Tehuantepec, que tiene una temperatura superficial de > 30° (Lecuanda, 1990). La laguna se alimenta del oceano con la capa de agua superficial del Pacífico Tropical Nororiental, que tiene una salinidad de <34 0/00 (Lecuanda, 1990). La marea en la laguna es del tipo Mixto, predominantemente semi-diurna (Lecuanda, 1990), lo que significa que las característica de la marea en la laguna varian a lo largo del mes lunar y presenta dos pleamares y dos bajamares en un período de 24 horas.

Al analizar los datos de las estaciones meteorológicas próximas a la laguna se determinó que la zona tiene un clima del tipo **Aw''(w)ig**; esto es que se trata de un clima *semicálido, subhúmedo, con temperatura media anual entre 18°C y 22°C, la temperatura del mes más frío es mayor a 18°C, tiene régimen de lluvias de verano, con presencia de canícula, isotermal, es decir, que la oscilación térmica es menor a 5°C y la marcha anual de la temperatura es de tipo gangéctica, ó sea, el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano, es decir, antes de junio en lo que al hemisferio norte se refiere.*

Según Montes (1993), alrededor de la laguna se han podido establecer 4 comunidades importantes de mangle, siendo estas la siguientes:

Avicennia germinans

Avicennia germinans - Batis maritima

Rhizophora mangle - Sporobolus virginicus

Avicennia germinans - Rhizophora mangle

Así mismo menciona que existen plantas de las siguientes familias y especies en la zona:

Familia Aizoaceae

Sessuvium portulacastrum

Familia Bataceae

Batis maritima

Familia Combretaceae

Conocarpus erecta

Familia Gramineae

Sporobolus virginicus Kunth

Familia Rhizophoraceae

Rhizophora mangle

Familia Verbenaceae

Avicennia germinans

Montes (1993), pudo apreciar que la distribución de las comunidades es la siguiente:

En la orilla crece **Rhizophora mangle-Sporobolus virginicus**, quedando al frente (sobre la orilla) los ejemplares de **R. mangle** y los de **S. virginicus** quedan ubicados delrás. Así también estableció que la altura de los árboles está influenciada por la salinidad del agua de la laguna y que la salinidad aumenta de NW a SE.

Para la *laguna de Mar Muerto* existe información sobre avifauna acuática, ésta es mencionada en el **Inventario Neotropical de Humedales (Scott y Carbonell, 1986)**, quienes consideran que se trata de una zona de nidificación muy importante para aves acuáticas y de invernada para patos y pelícanos. **Los censos aéreos de Lock (1990)**, demuestran que ésta laguna es una zona de mucha importancia para la invernación de cholos y playeros en el pacífico sur mexicano. Existen criterios con miras a proponer a Mar Muerto como **Humedal de Importancia Internacional (CECODES, 1991)**.

Relación de especies encontradas (**Scott y Carbonell, 1986**) para la región de *Mar Muerto* donde se reportan haber sido detectadas las siguientes especies de aves:

Phalacrocorax sp.
Egretta caerulea
Egretta tricolor
Egretta rufescens
Egretta thula
Casmerodius albus
Myctria americana
Eudocimus albus

INVERNANTES

Pelicanus erythrorhynchus

Pelicanus occidentalis

Aythya affinis

Pandion haliaetus

Fregata magnificens

Callidris spp

Charadrius spp

Pluvialis spp

Tringa spp

Limnodromus spp

Recurvirostra americana

Sterna caspia

Sterna maxima

Phalacrocorax olivaceus

Anhinga anhinga

Ardea herodias

Ajaja ajaja

Dendrocygna autumnalis

Himantopus mexicanus

Catoptrophorus semipalmatus

Limosa fedra

Numenius phaeopus

Larus atricilla

Larus delawarensis

Larus pipixcan

METODOLOGIA

Para llevar a cabo el estudio de la *Laguna Mar Muerto*, se hizo acopio de información bibliográfica, misma que proporcionó el marco general dentro del cual se seleccionaron las variables a medir, con el propósito de cubrir el objetivo general y los particulares de ésta tesis.

El muestreo de sedimentos se hizo de acuerdo con los cambios estacionales de la laguna y la interacción de los factores climatológicos e hidrológicos en la distribución textural y composición de los sedimentos; siendo las épocas muestreadas: la **temporada de sequía (marzo), temporada de lluvias (mayo), temporada de ciclones (julio, es preciso destacar que en éste trabajo la denominación EPOCA DE CICLONES corresponde a la temporada en la que llegan a ocurrir ciclones y que si éstos no se presentan de manera total, durante ésta época hay alteraciones climatológicas en la zona, que son típicas de un evento meteorológico ciclónico).**

Trabajo de campo: Las estaciones de muestreo se establecieron en base a las referencias que se compilaron en cuanto al posible efecto de *desembocaduras de rios, boca lagunar, estrechamiento del cuerpo de agua, áreas parcialmente aisladas del resto de la laguna (Fig. 2),* quedando establecido un *número máximo de 30 estaciones y un mínimo de 27 (fig. 3);* lo anterior debido a las condiciones meteorológicas existentes en el momento de la toma de muestras.

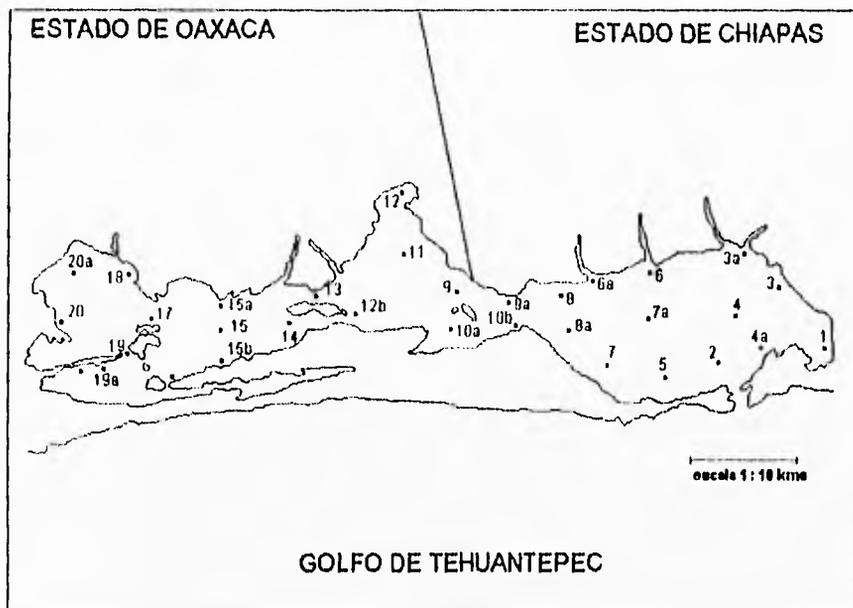


FIGURA No. 3
ESTACIONES DE MUESTREO

La colecta de los sedimentos fue realizada durante un estudio de peces demersales que efectuó el laboratorio de *Ictología y Ecología Costera de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (LIEC)*.

La toma de muestras se efectuó durante el recorrido en lancha por la laguna y utilizando una draga tipo Van Veen, con el propósito de obtener sedimentos recientes de la capa superior del piso; al tiempo que el LIEC tomó lecturas de parámetros fisicoquímicos del agua, se midió la profundidad y la turbidez del sitio donde se colectaron los sedimentos, las muestras fueron colocadas dentro de una bolsa de plástico transparente y resistente, previamente rotulada.

Trabajo de laboratorio. Se realizaron análisis de textura y composición de los sedimentos colectados, en las instalaciones del *laboratorio de Geología y Limnología de la UAMI*, escogiéndose para el efecto los siguientes procedimientos:

Secado: En el laboratorio las muestras fueron secadas al horno durante 24 hrs a una temperatura de 50 C.

Tamizado. Se determinó el tamaño de sedimentos por medio de tamices con aberturas de malla que permitieron separar gravas y arenas, en tanto que con los lodos se hizo la separación por vía húmeda, técnica conocida también como pipeteo, (los valores de las mallas utilizadas fueron los de ϕ -1, ϕ 0, ϕ 1, ϕ 2, ϕ 3 ϕ 4, (Folk, 1957). Las fracciones resultantes fueron pesadas en una balanza analítica o granataria según el caso y colocadas dentro de una bolsa debidamente rotulada con la identificación de la estación y el tamaño de grano a que corresponde dicha fracción.

Análisis de composición mineralógica: Las muestras tanto totales como fraccionadas se observaron al microscopio estereoscópico, al microscopio binocular y al microscopio petrográfico. Para la observación de las muestras totales se utilizó la técnica de preparación de frotis en portaobjetos de cristal. Por comparación con patrones existentes de por ciento de comparación visual, se estableció la cuantificación de la composición de las muestras (Campos, C., 1990).

Análisis de composición biogénica: Se tomó de la muestra completa una fracción pequeña para preparar un frotis, el cual fué observado al microscopio estereoscópico para determinar a **grosso modo** la presencia de organismos en el sedimento y establecer su composición porcentual. Posteriormente se tomó cada una de las fracciones resultantes del tamizado (0 1, 0 0, 01, 02, 03, 04) de las que se eligió la fracción de 0 3, dividiéndola con el fraccionador de Otto, con el fin de obtener submuestras pequeñas. Se realizó una cuantificación de las formas de foraminíferos presentes en éste sedimento, y fue estimada su concentración porcentual con respecto a la cantidad total de la muestra.

Trabajo de gabinete.- Los sedimentos terrígenos se analizaron según lo propuesto por **Folk (1957)** , posteriormente se efectuaron procesos de estadística descriptiva (obtención de media, moda y mediana) y análisis de varianza en el caso de los factores fisicoquímicos. Para los organismos se aplicó primeramente el análisis estadístico descriptivo y se realizó su interpretación.

La descripción gráfica de los resultados se hizo por medio de la configuración de mapas de distribución de sedimentos así como mapas de batimetría; además de tablas y gráficas de los diferentes resultados de turbidez, temperatura, salinidad, granulometría, composición y tasas de erosión-depósito.

RESULTADOS

Batimetría: La profundidad promedio de la laguna durante el período de Marzo a Julio de 1993, fue de **1.62 metros**; la profundidad máxima promedio fue de **3.60 metros**; la profundidad mínima promedio se ubicó en **0.75 metros**. La diferencia entre la profundidad máxima y la profundidad mínima fue de **2.85 metros** (tabla No 1).

Los datos de batimetría en cada uno de los muestreos (tabla No 1), indican un aporte de material durante la época anterior a la estación de sequía, el cual va siendo eliminado durante la época de lluvias y después del paso del ciclón, para que probablemente durante el lapso entre Julio y Marzo llegue a la laguna nuevo material procedente tanto del continente, a través de los ríos que desembocan en la laguna, como por transporte eólico; el material de origen marino es probable que llegue a través de la barra de Tonalá por medio del transporte litoral de sedimentos.

Existe la probabilidad de que ésta situación sea cíclica y que de origen a un azolvamiento muy lento, principalmente de material grueso, ya que los materiales finos estarían siendo eliminados en el recambio de agua de la laguna como consecuencia del flujo y reflujos de marea.

El análisis de los datos por regiones (tabla No 2), mostró que la zona de Paredón (zona I), mantiene una relativa estabilidad en cuanto a la permanencia del material en la zona, ya que se apreció poca variación en el promedio de profundidad, debido probablemente al equilibrio entre el aporte de material por vía fluvial y el procedente de la Pompona y Rincón Juárez, además del que llega a ingresar a través de la boca; con la pérdida de sedimentos a través de la boca y la redistribución de lodos hacia las regiones de la Pompona y Rincón Juárez, esto último a causa de las corrientes generadas con el ingreso del flujo de marea, como por la descarga fluvial en los márgenes de la laguna.

En Paredón, en base a los datos obtenidos (tabla No 2), se observa que la influencia de eventos tanto meteorológicos como hidrológicos mantienen una paridad de fuerzas que le da al área estabilidad batimétrica, la cual se modifica en función de éstos. (Figs. 4, 5, 6)

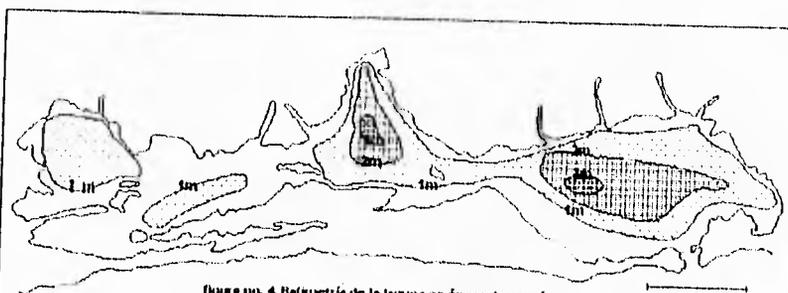


figura no. 4. Batimetría de la laguna en época de sequía

escala 1 : 10 kms



figura no. 5. Batimetría de la laguna en época de lluvias.

escala 1 : 10 kms



figura no. 6. Batimetría de la laguna en época de ciclones.

escala 1 : 10 kms

Leyenda

- isóbata de 1 metro
- ▤ isóbata de 2 metros
- ▥ isóbata de 3 metros
- isóbata de < de 1 metro

La región de la **Pompona (zona II)** presenta una estabilidad similar a la observada en **Paredón (Figs. 4, 5, 6)**, pero manifiesta pérdida de material (**tabla No 2**), debiéndose probablemente a que por su ubicación ésta área funciona como zona de tránsito, tanto para el material que proviene de **Rincón Juárez** como para el material que llega de **Paredón**. Uno de los aportes importantes de sedimentos parece ser el río **Novillero**, que desemboca en la parte superior de la Región, y que durante la época del lluvias presenta a partir de su desembocadura una amplia franja de material lodoso que se extiende hasta cubrir 2/3 partes del piso de la **Pompona**.

En ésta región es muy probable que el aporte de material sea superado por la pérdida del mismo, haciéndose evidente ésta situación al observar el incremento de la profundidad promedio en el área (**tabla No 2**). Se pueda ver que aunque la zona presenta batimetría constante (**Figs. 4, 5, 6**), existe una tendencia al incremento del promedio de profundidad, debiéndose ésta quizá a la intensidad de los fenómenos meteorológicos y físicos actuantes sobre el área, originando éstos fuertes corrientes que erosionan el fondo de la zona, trayendo como consecuencia la pérdida de sedimentos y por tanto el incremento de la profundidad.

El área de **Rincón Juárez (zona III)**, que ocupa la parte más distal de la laguna, es la zona de mayor pérdida de material a lo largo del periodo total de observación, aunque es evidente la mayor cantidad de sedimentos que recibe (**tabla No 2**) y es también la que refleja mayor influencia de los fenómenos tanto meteorológicos como hidrológicos (**Figs. 4, 5, 6**).

Esto debido quizá a que su forma, que semeja un embudo con el vértice orientado hacia la salida de la laguna, conjugado con que presenta las menores profundidades de toda la laguna, *facilite en cierto modo el drenaje de material hacia las zonas más profundas del cuerpo de agua (la Pompona y Paredón)*. Por lo demás, es claro que **Rincón Juárez** *tiene una continuidad de batimetría (Figs. 4, 5, 6) la que sólo es alterada en función de la intensidad de los eventos meteorológicos é hidrológicos que en ella inciden lo largo del año.*

Al analizar los datos de profundidad, a lo largo de los 3 muestreos en cada región (**tabla 2**), se observa que: *En la zona de contacto directo con el mar (Paredón), ocurre una erosión de 0.16 metros en promedio durante todo el período de observación, siendo en la época posterior al paso del ciclón cuando se tiene el mayor promedio de pérdida de material y que es de 0.24 metros (tabla 3).*

En la **Pompona (zona II)**, *se nota que hay pérdida de material y que es durante el período posterior al paso del ciclón cuando ocurre la mayor erosión (0.32 metros). El promedio de la tasa de erosión para toda la zona es de 0.22 metros (tabla 3) en el lapso de marzo a julio.*

En la zona de **Rincón Juárez**, que es la más somera y alejada de la boca de la laguna (**zona III**), *es el área donde se tiene la mayor pérdida de material y contrariamente a lo observado en las 2 regiones anteriores (I y II), el período de mayor erosión se presenta durante el lapso comprendido entre época de sequía y la temporada de lluvias.*

La erosión en ésta parte de la laguna es de **0.32 metros** en promedio para todo el tiempo de observación y la mayor erosión (**0.36 metros**), ocurre durante el primer muestreo. (**tabla 3**)

Por lo observado *durante la épocas de muestreo es probable que la laguna en su conjunto pierda material en mayor cantidad de la que recibe*, ocurriendo la salida de éste fundamentalmente por la boca. Se ha podido ubicar que la llegada de sedimentos para la laguna la constituye básicamente lo que aporta el transporte fluvial y quizás otro poco por aporte eólico.

Batimétricamente se determinó que *la laguna presenta un declive en dirección NW-SE, las mayores profundidades se ubican entre la orilla norte y el centro de la laguna, en tanto que profundidades mínimas se localizan contiguas a la barra (fig. 4, 5, 6)*. Lo somero de la parte contigua a la barra ya se menciona en **Santoyo y Signoret, 1979**.

La distribución de las profundidades en la laguna nos muestra que esta se comporta como 3 áreas, dos de las cuales (**la Pompona y Paredón**) son 2 cuencas bien establecidas a lo largo del año y que reflejan la influencia de las lluvias y los ciclones, mientras que **Rincón Juárez** requiere de eventos meteorológicos intensos para adquirir un comportamiento similar al del resto de la laguna

La divergencia entre los datos de batimetría reportados por **Contreras (1985, 1991)** y **Santoyo, H., Signoret, M. (1979)**, con los que aparecen en ésta tesis es muy probable que se deba a la diferencia entre las metodologías empleadas y temporadas de muestreo, fundamentalmente.

Sedimentología: En la temporada de sequía, los sedimentos en la **zona I (Región de Paredón)** adquieren una configuración de parches de diferentes texturas. Contiene mayoritariamente arenas que van desde gruesas a muy finas; en las desembocaduras de los ríos en ésta zona hay depósitos de material arenoso. Los ríos que ahí desembocan son cortos y corren por una planicie, llevando por éste motivo, materiales muy finos en suspensión (**fig. 7**).

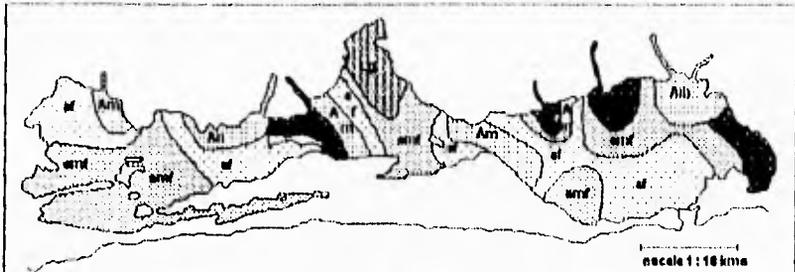


figura no. 7 Composición textural en época de sequía.

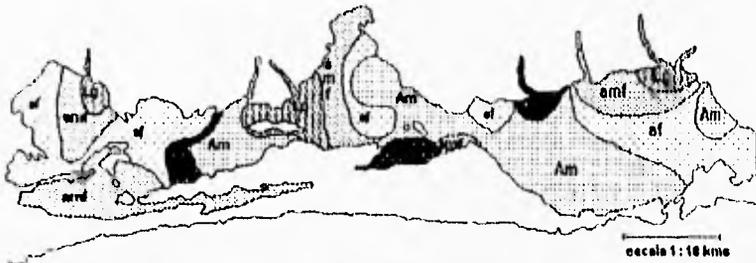


figura no. 8 Composición textural en época de lluvias.



figura no. 9 Composición textural en época de ciclones.

LEYENDA

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| ▨ Lg = Limo grueso | ▤ Am = Arena media |
| ▧ amf = Arena muy fina | ▩ AG = Arena gruesa |
| ▦ af = Arena fina | ■ AMG = Arena muy gruesa |

En la zona de la **Pompona**, durante ésta misma temporada se localizan parches de material muy fino y fino (limos , arenas finas y muy finas) , en la parte colindante con **Paredón** y un abanico de material arenoso (arena fina, arena media y arena gruesa) en dirección a **Rincón Juárez** (**fig. 7**). En **Rincón Juárez** se encuentran en época de sequía, grandes parches de material fino (arena muy fina, arena fina), todos cubriendo amplias extensiones, también se localiza un pequeño manchón de arena media que se sale del promedio de textura de la zona (**fig. 7**).

Durante la época de lluvias en la zona de **Paredón** se aprecian 2 grandes extensiones, una de arena fina y otra de arena media y en la margen continental hay 5 parches pequeños de material arenoso que varía en textura de muy grueso a muy fino (**fig. 8**). La **Pompona** contiene en la temporada de lluvias material dispuesto en forma de parches y franjas que se ordenan texturalmente, de **Rincón Juárez** hacia **Paredón** en limo grueso, arena muy fina, arena fina, arena media y arena gruesa.

La franja de arena media tiene conexión con la zona de igual material que se encuentra en **Paredón** (**fig. 8**). En **Rincón Juárez** en la época de lluvias, la composición textural cambia, incrementándose la presencia de materiales gruesos y los parches y franjas reducen su extensión y aumentan su número (**fig. 8**).

En la estación de ciclones, la región de **Paredón** muestra un abanico de composición textural regular (limo grueso, arena muy fina, arena fina, arena media) que abarca la totalidad de la zona y que es detenido en la dirección de la boca de la laguna por un frente de arena fina procedente del océano (**fig. 9**).

La **Pompona** en ésta misma época se divide en 2 grandes zonas, la que está próxima a **Paredón** la conforman múltiples parches de material fino y muy fino y la parte contigua a **Rincón Juárez** es una enorme extensión cubierta por limo grueso (**fig. 9**). Durante la temporada de ciclones, **Rincón Juárez** tiene distribuidos los sedimentos en su fondo en forma de franjas, en la parte colindante con la **Pompona**, en número de 3 y son arena muy fina, arena fina y arena media, todas paralelas al margen continental.

La región aladaña al **complejo Oriental-Occidental** presenta un abanico textural en la parte próxima al margen continental, en tanto que la zona próxima a la barra se encuentra cubierta de arena gruesa (**fig. 9**).

Biozonas.-Durante cada uno de los 3 muestreos se encontraron distribuidos en el fondo de la laguna una diversidad de organismos, constituida fundamentalmente por moluscos, ostrácodos y foraminíferos.

MOLUSCOS

Chione sp

Tagelus longisinuatus

Felaniella sericata

Cerithidea mazatlánica

Bittium sp

Oliviella sp (juveniles)

Cerithidea mazatlánica (juveniles)

Tellina sp

Crepidula sp

Mytella striqata

Protothaca aspérrima

Macona sp

Cerithium stercusmuscarum

Chlone subrugosa

Polinesis sp

Danytella sp

Nassarius sp

Balanus sp

OSTRACODOS

Sólo se determinó como grupo

FORAMINIFEROS

Ammonia becarii

Collanthus gunterii

Miliollneta sp

Elphidium sp

Ammonia sp

Elphidium sp 2

FORAMINIFEROS

Familia Rotaliidae
Subfamilia Rotaliinae
Género Rotalia Lamarck 1804

Organismo de testa trocoide, generalmente biconvexa, area umbilical cerrada, usualmente con un tapón cónico, suturas generalmente limbadas dorsalmente, generalmente con depresiones profundas en el área ventral, frecuentemente ornamentados a los lados, pared calcárea, perforada, frecuentemente doble, con sistema de canales, apertura sobre el lado ventral entre la periferia y el área umbilical.

Del **Cretácico** al **Reciente**.

Familia Nonionidae
Genero Elphidium Montfort 1808

Testa planispiral, bilateralmente simétrica, mayormente involuta, con numerosas cámaras, con suturas distintivas, ya deprimida ó en relieve y limbadas, con puentes septales (procesos retrales) pared calcárea, perforada, una apertura ó más en la cara apertural, del **Eoceno** al **Reciente**

Familia Miliolidae
Género Milolinella Wiesner 1931

Su testa es similar a Quinqueloculina, pero la apertura con un diente largo y aplanado que casi cubre la apertura, del **Terciario** al **Reciente**

Para el caso particular de la *Laguna Mar Muerto*, se encontró que:

La distribución de los foraminíferos en temporada de sequía en la región de **Paredón** fué en forma de parches (5) próximos a la orilla continental y en un área que ocupa 2/3 partes del fondo de la laguna, donde no hubo organismos. Las asociaciones fueron principalmente de 2 organismos; *Ammonia becarii-Elphidium gunterii*, *Ammonia becarii-Miliolinella sp.*, *Elphidium gunterii-Elphidium sp.*, *Elphidium sp2-Elphidium gunterii* y una zona donde sólo se encontró *Ammonia becarii* (fig. 10).

En la **Pompona** se localizaron 6 parches que cubrían el 90% de la zona con asociaciones *Ammonia sp-Ammonia becarii*, *Ammonia becarii-Miliolinella sp-Elphidium gunterii*, *Miliolinella sp-Ammonia becarii-Elphidium gunterii*, *Ammonia becarii-Elphidium gunterii-Elphidium sp.*, *Ammonia becarii-Elphidium sp-Elphidium gunterii* y dos zonas sin organismos (fig. 10).

En **Rincón Juárez** se encontraron 5 pequeñas áreas que contenían asociaciones *Ammonia becarii-Elphidium gunterii*, *Elphidium sp-Elphidium gunterii*, *Elphidium sp-Ammonia becarii*, *Elphidium sp-Ammonia becarii*, *Ammonia becarii-Miliolinella sp- Elphidium gunterii* y más del 70% de la región sin organismos, ocupando las orillas de la zona y en dirección a la **Pompona** (fig. 10).

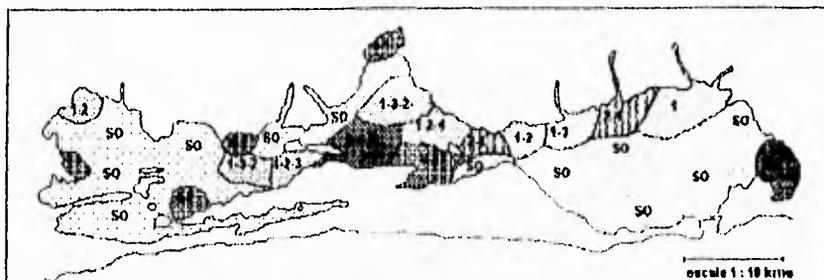


Figura no. 10. Distribución de los foraminíferos bentónicos en época de sequía

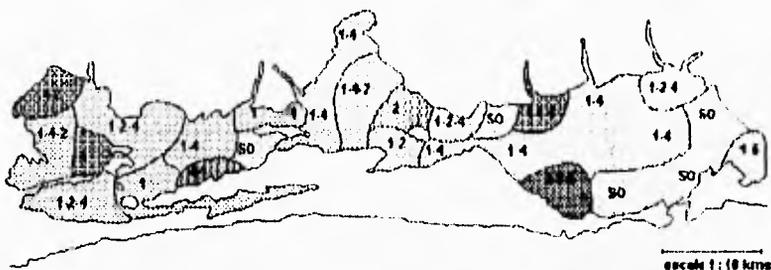


Figura no. 11. Distribución de los foraminíferos bentónicos en época de lluvias

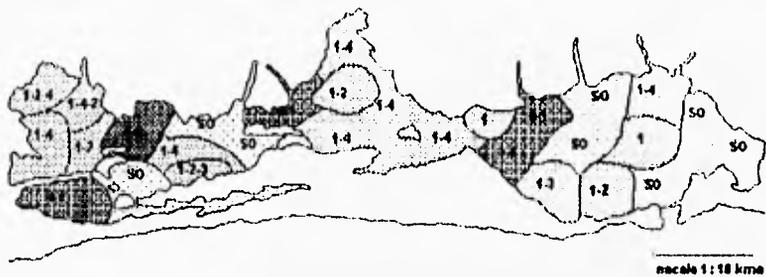


Figura no. 12. Distribución de los foraminíferos bentónicos en época de ciclones.

Legenda

Especie predominante

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| □ 1. <i>Ammonia bacardi</i> | □ 4. <i>Ammonia sp</i> |
| □ 2. <i>Elphidium ossiferum</i> | □ 5. <i>Elphidium sp1</i> |
| □ 3. <i>Elphidium sp</i> | □ 6. <i>Elphidium sp2</i> |
| □ SO. Sin organismos | |

En la temporada de lluvias, las zonas ausentes de organismos en la región de **Paredón** se redujo en más del 50%, quedando confinada a la boca de la laguna y a la zona de mayor influencia del ingreso del agua del océano. Se localizan 5 parches de asociaciones, 4 pequeños con *Elphidium sp-Ammonia becarii-Miliolinella sp.*, *Ammonia becarii-Elphidium gunterii-Elphidium sp.*, *Miliolinella sp-Elphidium gunterii-Ammonia sp.*, *Ammonia becarii-Ammonia sp.* y uno bastante extenso formado por *Ammonia becarii-Elphidium sp.* Además de una zona sin organismos, pequeña, dentro del canal que conecta a **Paredón** con la **Pompona** (fig 11). En ésta época, la **Pompona** distribuye sus foraminíferos en parches y franjas, encontrándose 5 asociaciones: *Ammonia becarii-Elphidium sp.*, *Ammonia becarii-Elphidium sp-Elphidium gunterii.*, *Ammonia becarii-Elphidium gunterii.*, *Elphidium gunterii* (fig. 11).

En **Rincón Juárez** durante la temporada de lluvias, la zona sin organismos se reduce en un 90% aproximadamente y se desplaza hacia la **Pompona**, el fondo se cubre con 9 parches más ó menos semejantes en tamaño y que incluyen asociaciones de *Elphidium sp-Elphidium gunterii.*, *Ammonia becarii-Elphidium sp-Elphidium gunterii.*, *Ammonia becarii-Elphidium gunterii-Elphidium sp.*, *Ammonia becarii-Elphidium gunterii-Elphidium sp.*, *Elphidium sp.*, *Ammonia becarii.*, *Ammonia becarii-Elphidium sp.*, *Elphidium gunterii-Ammonia becarii.*, *Ammonia becarii* (fig. 11).

Para la temporada de ciclones el patrón de distribución de los foraminíferos en **Paredón** se limitó a 4 parches de asociaciones de 2 individuos, principalmente *Elphidium sp-Ammonia becarii*, *Ammonia becarii-Millolinella sp*, *Ammonia becarii-Elphidium gunterii*, *Ammonia becarli-Elphidium sp* y una zona con *Ammonia becarli* exclusivamente; se observan 2 franjas del fondo sin organismos, que en tamaño duplican a la zona sin organismos en época de sequía en la misma región. La **Pompona** reduce su diversidad y queda cubierto el 80% del fondo de la región con *Ammonia becarii-Elphidium sp*, y el 20% restante se ubica al centro de la región con *Ammonia becarii-Elphidium gunterii*.

En la época de ciclones **Rincón Juárez** mantiene 8 de los 9 parches que tenía en época de lluvias y modifica la constitución de las asociaciones, presentando ahora *Ammonia becarli-Elphidium-Elphidium sp*, *Ammonia becarli-Elphidium sp*, *Ammonia becarii-Elphidium sp-Elphidium gunterii*, *Elphidium sp-Ammonia becarii*, *Millolinella sp-Ammonia becarii*, *Ammonia becarli-Elphidium sp*, *Ammonia becarli-Elphidium gunterii-Millolinella sp*, *Ammonia becarli-Elphidium sp* y teniendo 2 áreas sin organismos.

- La diversidad de foraminíferos es bastante reducida, ya que solo se encontraron 6 especies de organismos, *Ammonia becarii*, *Elphidium gunterii*, *Millolinella sp*, *Elphidium sp*, *Ammonia sp* y *Elphidium sp2*.

Parámetros fisicoquímicos. - De acuerdo a los datos obtenidos por el LIEC de la UAM-I, las condiciones de **salinidad** variaron en cada una de las épocas de muestreo, pues en la **temporada de sequía** la laguna **fluctuó entre marina normal a hiperhalina** (ocurriendo ésta condición en la zona de **Rincón Juárez**, **tablas 9 y 10**).

En la **época de lluvias** la salinidad se ubicó en **marina normal e hiperhalina** (**tablas 9 y 10**); es en la **época de ciclones** cuando se aprecia que la laguna en su región de **Rincón Juárez** va a cambiar el grado de **salinidad** siendo éste de **hiposalinidad** en tanto que el resto de la laguna continua siendo el grado de **marina normal** (**tablas 9 y 10**).

A lo largo del período de observación se detectó que en la región de **Paradón (zona I)** *no ocurre cambio en la salinidad* pues esta va a ser **marina normal** para todo el año. Para la **zona II (La Pompona)** el comportamiento de la salinidad es fluctuante a causa de que ésta área está al centro de la laguna y queda supeditada a la acción de la marea y del aporte hídrico por los ríos y la lluvia.

En la región de **Rincón Juárez** *es en donde ocurren los cambios más drásticos* pues mientras que durante la época de sequía el agua en ésta zona es **hiperhalina** igual que durante la **temporada de lluvias**, al llegar la **temporada de ciclones** el agua de la zona va a variar su **salinidad** hasta llegar a ser **hipohalina**.

Temperatura: Esta va a variar en general siendo ligeramente más cálida que el agua del océano, ya que en **Paredón** el *promedio de temperatura para todo el año* fué de **30.2°C**, para la **Pompona** el *promedio* fué de 30.7°C y para Rincón Juárez el *promedio* se situó en **31.6°C (tablas 11 y 12).**

Oxígeno disuelto: En **Paredón** el *promedio* fué de **7.01 mg/l** en todo el año, el agua de la **Pompona** tuvo un *promedio* de oxígeno disuelto de **8.16 mg/l** y en **Rincón Juárez** el *promedio* se colocó en **9.65 mg/l (tablas 13 y 14).**

Turbidéz: El grado de turbiedad de las aguas varió según la época del año, hallándose que en la región de Paredón el promedio anual fué de **59%**, en la **Pompona** fué de **83%** y **Rincón Juárez** tuvo **75%** de turbidéz (*tabla no. 5*).

Temperatura: Esta va a variar en general siendo ligeramente más cálida que el agua del océano, ya que en **Paredón** el *promedio de temperatura para todo el año* fué de **30.2°C**, para la **Pompona** el *promedio* fué de 30.7°C y para Rincón Juárez el *promedio* se situó en **31.6°C (tablas 11 y 12).**

Oxígeno disuelto: En **Paredón** el *promedio* fué de **7.01 mg/l** en todo el año, el agua de la **Pompona** tuvo un *promedio* de oxígeno disuelto de **8.16 mg/l** y en **Rincón Juárez** el *promedio* se colocó en **9.65 mg/l (tablas 13 y 14).**

Turbidéz: El grado de turbiedad de las aguas varió según la época del año, hallándose que en la región de **Paredón** el promedio anual fué de **59%**, en la **Pompona** fué de **83%** y **Rincón Juárez** tuvo **75%** de turbidéz (*tabla no. 5*).

DISCUSION

La laguna Mar Muerto tiene 3 estaciones climatológicas claramente definidas, temporada de sequía, de lluvias y de ciclones a lo largo del año; se sabe, por los diferentes trabajos realizados en otras lagunas, que los cuerpos lagunares presentan características biológicas y fisicoquímicas muy particulares cada una de ellas (Phleger, Ayala, C. 1972).

Entre las características fisicoquímicas que son analizadas con mayor frecuencia en los estudios de lagunas costeras está la temperatura del agua, el oxígeno disuelto en ella, la salinidad de la misma, la turbidez; otras características que se investigan son la profundidad de la capa de agua, la composición textural de los sedimentos del fondo. En la laguna de Mar Muerto se analizaron las características fisicoquímicas y biológicas arriba mencionadas además de los foraminíferos bentónicos

En el plano físico se observó que la laguna presenta variación en su batimetría a lo largo del año, (Figs. 4, 5 y 6) la disposición de las isóbatas conserva un patrón muy similar en las regiones de la Pompona y Paredón , esto es muy probable que se deba a que la influencia de los ríos que desembocan en la zona, así como al flujo que ingresa por la boca de la laguna, ésta variación además está supeditada a la intensidad de los fenómenos meteorológicos (lluvias y vientos) que pasan por el área en donde se localiza la laguna, teniendo por tanto que mientras en la zona ocurren eventos meteorológicos de baja intensidad ó hay ausencia de éstos

La laguna en su conjunto tiende a estabilizarse batimétricamente en la isóbata de un metro, siguiendo una dirección de estabilización NW-SE, con sentido de progradación desde la costa en dirección hacia el centro de la laguna (Fig. 4).

La baja energía dentro de la laguna se infiere del hecho de que:

1).- son pocos los ríos que desembocan en la laguna y que asimismo se trata de ríos que corren sobre una llanura costera (planicie que no concede el desarrollo de grandes velocidades y por tanto el arrastre de grandes cantidades de materiales gruesos que pudiesen generar mayor dinamismo dentro del cuerpo de agua)

2).- no se presentan en ésta época condiciones de oleaje fuerte, pues la presencia de vientos es reducida.

Probablemente a causa de ésta estabilidad sean tan **reducidas** las zonas bajo las **isóbatas de 2 y 3 metros** durante el mes de **Marzo**, además de que es evidente su aislamiento, situación que da pauta para pensar que está ocurriendo una **pérdida de profundidad** por la llegada de **material arenoso y material lodoso** (Fig. 7), el que encuentra **condiciones dinámicas** (de baja energía) que permiten su depósito. Asimismo la presencia de un mosaico de parches texturales (Fig. 7), se puede atribuir entre otras cosas a la escasa agitación dentro de la laguna, al tipo de sedimentos que son transportados por los ríos y a la reducida influencia del flujo de marea.

La combinación de éstos elementos viene a determinar 2 áreas texturales en base a la dinámica de la laguna, durante la época de sequía. La primer área está conformada por las regiones de **Rincón Juárez** y la **Pompona**, ésta área es de escurrimiento de material y sigue el drenaje una dirección NW-SE, cesando el escurrimiento en la parte media de la **Pompona**, debido a la influencia del **Río Novillero** y a la dinámica de empuje procedente de la región de **Paredón**, que parece ser más activa que la de la **Pompona**, lo que generaría un frente de material arenoso muy fino y abundante que aunado al material lodoso aportado por el **Río Novillero** se encargarían de detener el material procedente de la región de **Rincón Juárez** (fig. 7).

La causa más probable para que ocurra el escurrimiento de material de **Rincón Juárez** hacia la **Pompona** es el hecho de que en **Rincón Juárez** la mayor parte del área queda bajo la isóbata de un metro, formando por tanto una repisa que está en desnivel con el resto de la laguna y que los materiales sedimentados van a presentar cambios de textura y distribución que hacen pensar que se trata de materiales traídos por los ríos o por la inundación del área que separa a **Mar Muerto** del complejo **Oriental-Occidental** . Además de esto se tiene que la única vía de acceso a la laguna para el agua del océano se encuentra a más de 40 kms. de distancia, situación que por sí denota que no pueda haber contención de material en **Rincón Juárez** y la **Pompona**, lo que aunado a la condición de inclinación que tiene el fondo de la laguna y que es en dirección de la boca de ésta, propiciaría el escurrimiento de sedimentos.

La *segunda área* sería por tanto la que corresponde a **Paredón** y es una *zona de influencia marina*, apreciándose que *el impacto del flujo de marea no llega más allá de la mitad de Paredón*, a causa, probablemente de la presencia de las desembocaduras de los ríos **Novillero, Tapanatepec, Lagartero y Punta**, lo que generaría un *frente hídrico* que se encargaría de contener el avance de la masa de agua procedente del océano.

En **Paredón**, es mayor la abundancia de parches texturales de sedimentos que en las regiones de **Rincón Juárez** y la **Pompona**, y es muy probable que esto sea debido a las condiciones de energía de la zona, por una parte y por otra, a que en ella desembocan varios ríos y además se encuentra el único ingreso de agua de mar. La característica distintiva de los parches texturales de ésta región, es que están constituidos por arenas finas y muy finas, mayoritariamente, y sólo en la desembocadura del río **Lagartero** hay mayor presencia de limo grueso, existen también 2 zonas donde se localizan arenas gruesas que son la desembocadura del río **Lagartero** y la **margen sudoccidental** de la laguna y el probable *origen de la acumulación* de esos sedimentos sería básicamente *la dinámica hídrica* que estaría actuando como *agente clasificador* del tamaño de los materiales por una parte y por otra la ubicación geográfica de las 2 áreas en sí, ya que la desembocadura del río **Lagartero** se halla próxima a la zona de salida del agua de la Región de la **Pompona** y la **margen sudoccidental** de la laguna está protegida por la **Punta Chiapas** (Fig. 7).

*En ésta región se hace más evidente que la intensidad de los flujos de agua actúan directamente sobre la distribución de los sedimentos, pues mientras en **Rincón Juárez** los sedimentos forman bandas con orientación hacia la salida de la zona y en la **Pompona** las bandas reflejan que se trata de una zona de tránsito, en **Paredón** los parches denotan equilibrio de fuerzas.*

*En la época de sequía, la distribución de los foraminíferos bentónicos refleja que los organismos están siendo transportados por los sedimentos en dirección del centro de la laguna y que las zonas de **Rincón Juárez** y **Paredón** estuvieron sometidas a grandes energías en época inmediata anterior a la de sequía, por lo que el material arenoso que ahora se encuentra en el fondo es probable que sea de reciente depósito y por tanto no contenga organismos, ya que la mayoría de asociaciones y especies se ubican durante ésta época en la zona de tránsito (canal de paso entre **Rincón Juárez** y la **Pompona** y el canal entre la **Pompona** y **Paredón**) (fig. 10).*

*Se puede considerar como muy evidente que la laguna drena su material de **Rincón Juárez** a la **Pompona** debido a la casi total ausencia de organismos en la zona (fig. 10) además de la distribución que guardan las isóbatas de 1 metro (fig. 10); por lo que respecta a la salinidad, que para la **Pompona** y **Rincón Juárez** fueron hiperhalinas durante la época de sequía (tablas 9 y 10), la temperatura fué en promedio de 30,5°C para la zona una turbidez promedio de 45%, lo que en conjunto reflejan baja energía ó tranquilidad en la zona y por tanto no pudiendo acreditar plenamente a los factores fisicoquímicos los cambios en las biozonas.*

Durante la época de lluvias, aumenta el tamaño de las áreas bajo las isóbatas de 2 y 3 metros, tanto en Paredón como en la Pompona, las zonas bajo la isóbata de un metro en éstas regiones se mantienen de tamaño similar, lo que no ocurre en Rincón Juárez donde las porciones media y próximas a la Pompona incrementan significativamente su tamaño, siendo que éstas zonas durante la época de sequía eran muy pequeñas (Figs. 4 y 5).

Se deduce que éstos cambios son debidos a que la energía de la laguna se incrementa notablemente por la presencia de fenómenos meteorológicos que conllevan un aumento del volúmen de drenaje de material, principalmente arenas finas y lodos, además de que la mayor profundidad alcanzada en la Pompona tenga su origen en el aumento de la velocidad de drenaje y que por tanto mayor sea el volúmen de material que sale.

Es preciso destacar que la distribución de profundidades, texturas del sedimento y distribución de organismos, se hace en base a promedios, en el caso de los sedimentos se tiene que si una zona presentó arena gruesa, mediana o fina, fué que en promedio la mayoría del sedimento tuvo éste tamaño, pero no se trata de una masa homogénea sino que son en realidad mezclas bien o mal clasificadas y, si se revisan las curvas de distribución (tablas 6, 7 y 8), se verá que los datos presentan muchas de las veces una marcada asimetría que justifica en buena parte algunas de las particularidades de la laguna y que por tanto su comportamiento no es muy ortodoxo.

En 1979, Santoyo, H. y Signoret, M. indicaron que la laguna estaba siendo azolvada, en éste trabajo se menciona que en general la laguna está perdiendo material , la precisión consiste en que aquí se dice que la laguna está siendo azolvada por material grueso y que el material que mayoritariamente se pierde es el muy fino (fundamentalmente sedlmentos lodosos); el argumento principal para explicar la pérdida de material lodoso y el depósito de material medio y grueso es la afirmación de que en la laguna ocurre un transporte de tipo estuarino, que en conjunto con vientos y la influencia de las desembocaduras de los rlos se encargan de dar el patrón de distribución de sedimentos así como de permanencia de ciertos materiales en la laguna.

Además las lagunas son afectadas por las mareas, que son el mayor aporte de energía junto con los vientos, ya que ejercen una profunda influencia sobre el transporte estuarino a causa de las mezclas turbulentas que producen.

Los patrones de circulación son complejos y fuertemente afectados por los vientos, las corrientes fluviales y mareales y la geomorfología. Hay comunmente gradientes horizontales y verticales que son transformados por el aporte del océano (Day, J., Yañez-Arancibia, A., 1982)

Si bien **Rincón Juárez** y la **Pompona** tienen marcados escurrimientos de material, se observa que la presencia de fenómenos meteorológicos promedio (época de lluvias) dará como resultado la permanencia de materiales tanto de tamaños medios como gruesos (Fig. 8), medianamente mezclados con materiales lodosos, los que incrementarán el volumen de material y que al cobrar la zona mayor dinamismo de la masa de agua, serán removidos y puestos en suspensión situación que puede explicar satisfactoriamente el incremento de profundidad en ésta época y conciliarse con lo expuesto por **Santoyo, H** y **Signoret, M.** y con lo que en éste trabajo se explica.

Se debe hacer notar que durante ésta época los sedimentos se disponen mayoritariamente en franjas (Fig. 8) y que sólo en **Paredón** se encuentran tanto franjas como parches, lo que es muy probable que se deba a que en ésta zona existe la confluencia de flujos de agua procedentes de direcciones opuestas y con intensidades similares, mientras que **Rincón Juárez** y la **Pompona** incrementan su drenaje de material y el flujo de agua en conjunto en éstas dos regiones tiene un sentido que va en dirección de la parte más baja de la laguna (**Paredón**) y que al chocar con la masa de agua que se encuentra en ésta zona, va a formar una amplia zona cubierta por material arenoso medio y que quedará ubicado bajo la isóbata de un metro que además se prolonga siguiendo el contorno de la barrera arenosa hasta llegar a la boca de la laguna.

En general, aunado al incremento de profundidad en la laguna, se observa que la gran mayoría de los sedimentos son arenas medias y finas, existiendo franjas de arenas gruesas y muy finas en zonas que pueden contener éste material a causa de que cuentan con alguna irregularidad en el borde, que posibilita la acumulación de éstos, pero la mayoría del sedimento lo forman arenas medias y finas, ésto puede tomarse como apoyo a la afirmación de que la laguna pierde material, fundamentalmente lodoso, si además se observa que hay aumento de la turbidez general de la laguna (tabla 5); por lo que respecta a las biozonas, durante la época de lluvias se aprecia la gran reducción de las zonas sin organismos y que casi la totalidad del fondo de la laguna alberga asociaciones de foraminíferos bentónicos, ésto acorde con el cambio textural que ha tenido el sedimento y a que en ésta temporada proliferan las áreas con arenas medias y arenas muy finas, alcanzando éstas zonas grandes dimensiones en comparación con la composición del fondo lagunar durante la época de sequía. Las regiones que mayor aumento en diversidad y cantidad tienen en ésta parte del año son **Rincón Juárez** y **Paredón** (fig. 11), si se compara con la estación de sequía (fig. 10).

La **salinidad** en la laguna durante ésta temporada vuelve a mostrar **2 áreas**, una de influencia **lagunar e hiperhalina**, que está formada por las regiones de **Rincón Juárez** y la **Pompona**, otra de influencia **oceánica** y de **salinidad marina normal**, formada por la región de **Paredón**.

Igual que durante la **temporada de sequía**, la laguna tiene en **época de lluvias** 2 zonas de influencia, **lagunar y marina**; aunque los datos aislados llegan a tener alcances extremos el promedio es bastante normal, estadísticamente hablando; la **temperatura tiene incremento ligero** con respecto a la **época de sequía (tablas 11 y 12)**.

El **oxígeno disuelto se incrementa** en ésta temporada (**tablas 13 y 14**) *en relación con estación anterior*, probablemente se deba el aumento de movimiento de la capa de agua, igualmente ocurre con la **turbidez (tabla 5)**

Es probable que los cambios en los factores fisicoquímicos arriba mencionados tengan **efecto positivo** en el *aumento de diversidad y cantidad de foraminíferos bentónicos*, pero llevando la **mayor importancia en éste efecto, el cambio de textura de los sedimentos**.

En **época de ciclones**, los datos obtenidos indican **incremento de profundidad** mayor que en las dos estaciones anteriores, ya que el área bajo la isóbata de 3 metros aumenta considerablemente su superficie al compararla con el área comprendida bajo ésta isóbata durante la época de lluvias ; en **Paredón** se apreció que la zona con profundidad de 3 metros abarcó **1/5** de la superficie total de la región. La isóbata de 2 metros tuvo un ligero **decremento**, probablemente a causa del aumento de la superficie del área bajo la isóbata de 3 metros, mientras que la zona bajo la isóbata de un metro se mantuvo **constante** en el tamaño de su superficie.

En la **Pompona** ocurrió algo similar, el **aumento** de tamaño del área con profundidad de 3 metros fué de más del doble con respecto al área que tenía en la **época de lluvias**, aunque aquí se observó que el área con profundidad de 2 metros tuvo un **aumento** aproximado de **1/3** de la zona que tenía durante la **temporada de lluvias**. La parte de la laguna bajo la isóbata de un metro **mantuvo** forma y tamaño más o menos **constante** (Fig. 6).

En ambas regiones es muy probable que el incremento de profundidad sea consecuencia de la pérdida de material y que ésta haya sido ocasionada por el considerable aumento del aporte hídrico fluvial y pluvial que se encargaría de erosionar el fondo lagunar. La afirmación de que en ésta época la laguna pierde material no sólo se basa en el hecho de que se incremente la profundidad sino que se toma en cuenta de manera importante el cambio de la constitución textural del fondo, que en las regiones de la **Pompona** y **Paredón** es muy notorio, además de que la **turbidez** es superior al **75%** en promedio .

Rincón Juárez presenta **2 áreas** que reflejan igual número de condiciones. Una en la parte final de la laguna y que está en dirección de las laguna **Oriental** y **Occidental**, se ve que hay aporte de material y agua por parte de alguna fuente no identificada en cartas, esto en base a la formación de un abanico sedimentológico que se dirige hacia el centro de la región (Fig. 9) Asimismo en ésta parte se observa la **presencia** de **2** isolíneas de profundidad (**1 y 2 metros**) mientras que en las dos épocas anteriores sólo había habido una.

La **segunda área** es una **zona típica de drenaje**, si se observan las franjas de sedimento que se han dispuesto en dirección **W-E** y que quedan detenidas por el material procedente del río **Novillero**, que cubre casi el **70%** de la superficie de la **Pompona (fig. 9)**, la parte restante de la región tiene una secuencia sedimentológica que parece estar marcada por la batimetría y por la dirección de la corriente de refluo.

En **Paredón** es evidente que la influencia del escurrimiento del continente supera a la del ingreso de agua de mar por la boca de la laguna, como lo demuestra el delta que se forma en la desembocadura del río **Lagartero (fig. 9)**, Es muy probable que la batimetría influya también en la composición textural, si se analiza la disposición y superficie de las áreas bajo las isóbatas (**fig. 6**), que muestran la formación de una fosa en la parte próxima a la costa, con profundidades de **3 metros en promedio**.

En lo que a **salinidad** se refiere siguen existiendo **2 áreas**; **Paredón** y una pequeña parte de la **Pompona** que se mantienen con agua de **salinidad marina normal** y **Rincón Juárez** que descendió a **hipohalina (tablas 9 y 19)**.

La **temperatura descendió** con respecto a la **época de sequía 2.6°C en promedio** y en cuanto a la **temporada de lluvias 6.1°C en promedio**, lo cual se explica al tomarse en cuenta que el aumento de profundidad tanto en promedio general como por región y muestreo conlleva un incremento del volumen de agua en la cuenca, que aunado a la mayor cantidad de energía presente en el agua a causa de los vientos propios de la época, impide la retención de grandes volúmenes de calor.

La **anoxia** en ésta época del año es debido quizá a la inestabilidad de la masa de agua, *pués como se puede apreciar en épocas de mayor calma hay mayor concentración de O2 disuelto.*

Durante ésta época se observa, igual que en las dos estaciones anteriores, que si bien ocurren cambios en las condiciones fisicoquímicas y biológicas, y que algunos de ellos llegan a tener significancia estadística; **la distribución y presencia de los foraminíferos bentónicos se halla más ligada a la composición textural de los sedimentos.**

Es importante destacar que durante ésta temporada las mayores presencias de foraminíferos bentónicos fueron de **Ammonia becarli-Elphidium gunterli-Elphidium sp.**, en tanto que las especies **Millolnella** y **Ammonia sp2** fueron casi vestigiales. Aproximadamente el **90%** de la laguna está cubierto por asociaciones **Ammonia becarli-Elphidium gunterli-Elphidium sp.**, **Ammonia becarli-Elphidium gunterli.**, **Ammonia becarli-Elphidium.**, invirtiendo la posición del organismo dominante, pero prevaleciendo sobre ellos **Ammonia becarli.**

CONCLUSIONES

La laguna presenta estabilidad en la batimetría a lo largo del período de observación, el incremento ó pérdida de profundidad lo determina la intensidad de los eventos meteorológicos que ocurren sobre la laguna.

La textura de los sedimentos cambia según la época del año, pasando de una textura mixta (arenoso-lodosa), a una mayoritariamente lodosa para después ser básicamente arenosa, correspondiendo ésta orden con la época de sequía, lluvias y ciclones.

La laguna de Mar Muerto es un cuerpo de agua dentro del que la distribución de los organismos como de la textura de los sedimentos están supeditados a la intensidad de los fenómenos meteorológicos que pasan por su área, existiendo por tanto diferencia de una época del año a otra en lo que a la textura y asociaciones de organismos se refiere.

La distribución de organismos (biozonas) se desplazan y establecen de manera coordinada con la distribución de los sedimentos y con la dinámica hidráulica de la laguna, aglutinándose durante las épocas de sequía y después del paso del ciclón en forma mayoritaria como parches, mientras que en la temporada de lluvias las biozonas se distribuyen en forma de franjas, de manera similar a como se distribuyen los sedimentos.

La laguna presenta una inestabilidad que impide un azolve rápido, el azolve que ocurre en ella es relativamente lento y es básicamente por materiales arenosos. Siendo la cualidad de inestabilidad el cambio de textura del fondo a lo largo del año y la pérdida de material durante todo el período de observación.

RECOMENDACIONES

Se sugiere que antes de tomar alguna determinación en cuanto a la modificación del uso del suelo y del área de la laguna de Mar Muerto, se contemple la excepcionalidad que tanto biológica como geológicamente tiene ésta, y que si bien su ubicación geográfica la coloca en plano preferencial para el establecimiento de instalaciones modernas acordes con las necesidades nacionales de desarrollo, también debe de verse que la inestabilidad de la región no garantiza una gran inversión.

El área ha sido propuesta para convertirse de alguna manera en un área reservada ecológicamente, hay que recordar los estudios de Scott y Carbonell (1988) y los censos aéreos de Lock (1990), y siguiendo con la política de no generar impactos ambientales desfavorables, sería muy perjudicial dañar un área con las características que tiene actualmente Mar Muerto.

Se requiere de un estudio socioeconómico bastante amplio y concienzudo si se pretende determinar el uso que habrá de darse a la zona, pues si bien el estado de Oaxaca no es fundamentalmente pesquero bien podría desarrollar una infraestructura de servicios portuarios moderna y complementaria con un desarrollo importante del sector agropecuario.

TABLA No. 1.-

BATIMETRIA PROMEDIO GENERAL . -

	MUESTREO	No. de Datos	X	Max. prof.	Min. prof.	Diferencia
PRIMERO	27	1.49	.72m	3.30m	0.75m	2.55m
SEGUNDO	30	1.61	.71m	4.00m	0.75m	3.25m
TERCERO	28	1.77	.74m	3.50m	0.75m	2.75m

TABLA No. 2

BATIMETRIA PROMEDIO POR ZONA Y MUESTREO

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	1.68m	1.72m	1.69m
II.-	1.75m	1.95m	2.09m
III.-	1.06m	1.33m	1.63m

TABLA No. 3.-

PROMEDIO DE EROSION-DEPOSITO, POR ZONA Y MUESTREO.

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO	X
I	-0.04m	-0.19m	-0.24m	-0.16m
II	-0.20m	-0.14m	-0.32m	-0.22m
III	-0.36m	-0.27m	-0.33m	-0.32m

TABLA No. 4
TURBIDEZ PROMEDIO POR ZONA Y MUESTREO
(PROFUNDIDAD)

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	0.74m	0.60m	0.44m
II.-	0.27m	0.23m	0.39m
III.-	0.26m	0.22m	0.47m

TABLA No. 5.- TURBIDEZ GENERAL PROMEDIO.

Expresada porcentualmente con respecto a la profundidad.

MUESTREO	No. de datos	X	Max. turb.	min. turb.	Diferencia
PRIMERO	27	65%	90.00%	00.00%	90.00%
SEGUNDO	28	76%	100.00%	00.00%	100.00%
TERCERO	28	73%	87.00%	47.00%	40.00%

TABLA No. 6.-

TURBIDEZ PROMEDIO POR ZONA Y MUESTREO
expresada porcentualmente con respecto a la profundidad

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	45.00%	61.00%	71.00%
II.-	82.00%	86.00%	80.00%
III.-	75.00%	81.00%	70.00%

TABLA No. 7.-
ASIMETRIA (SKi)

ESTACION	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
1	muy asim. a finos	asim. a finos	muy asim. a gruesos
2	casi simétrico	sin colecta	asim. a gruesos
3-P	sin colecta	muy asim. a gruesos	simétrico
3-A	asim. a finos	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
4	muy asim. a gruesos	asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
4-A	sin colecta	muy asim. a gruesos	casi simétrico
5	sin colecta	sin colecta	asim. a gruesos
6	casi simétrico	muy asim. a gruesos	asim. a gruesos
6-A	muy asim. a finos	muy asim. a finos	asim. a gruesos
7	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
7-A	sin colecta	muy asim. a gruesos	sin colecta
8	muy asim. a gruesos	asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
9-PO	muy asim. a gruesos	asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
9-A	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos	casi simétrico
10	muy asim. a gruesos	casi simétrico	muy asim. a gruesos
10-A	sin colecta	muy asim. a gruesos	asim. a gruesos
11	asim. a gruesos	asim. a gruesos	casi simétrico
12	asim. a finos	muy asim. a gruesos	simétrico
12-B	muy asim. a finos	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
13	asim. a gruesos	asim. a gruesos	asim. a gruesos
14	muy asim. a gruesos	sin colecta	sin colecta
15	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
15-A	casi simétrico	asim. a gruesos	sin colecta
15-B	sin colecta	asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
16	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos	sin colecta
17	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos
18	casi simétrico	simétrico	casi simétrico
19	sin colecta	asim. a gruesos	muy asim. a finos
19-B	sin colecta	muy asim. a gruesos	asim. a gruesos
20	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos	asim. a gruesos
20-A	muy asim. a gruesos	muy asim. a gruesos	asim. a gruesos
5-A	sin colecta	sin colecta	asim. a gruesos
8-A	sin colecta	sin colecta	muy asim. a gruesos
s/n	sin colecta	sin colecta	muy asim. a finos

asim = asimétrico

TABLA No. 8.-
KURTOSIS (KG)

ESTACION	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
1	muy platicúrtica	leptocúrtica	mesocúrtica
2	mesocúrtica	sin colecta	leptocúrtica
3-P	sin colecta	leptocúrtica	mesocúrtica
3-A	muy platicúrtica	muy leptocúrtica	mesocúrtica
4	mesocúrtica	muy leptocúrtica	leptocúrtica
4-A	sin colecta	leptocúrtica	mesocúrtica
5	sin colecta	sin colecta	mesocúrtica
6	leptocúrtica	muy leptocúrtica	mesocúrtica
6-A	muy platicúrtica	muy leptocúrtica	muy platicúrtica
7	muy leptocúrtica	muy leptocúrtica	muy platicúrtica
7-A	sin colecta	muy platicúrtica	sin colecta
8	platicúrtica	leptocúrtica	muy leptocúrtica
9-PO	ext. leptocúrtica	leptocúrtica	mesocúrtica
9-a	muy platicúrtica	muy platicúrtica	leptocúrtica
10	mesocúrtica	platicúrtica	muy leptocúrtica
10-A	sin colecta	muy leptocúrtica	leptocúrtica
11	leptocúrtica	muy platicúrtica	leptocúrtica
12	leptocúrtica	ext. leptocúrtica	mesocúrtica
12-B	leptocúrtica	ext. leptocúrtica	ext. leptocúrtica
13	platicúrtica	muy leptocúrtica	platicúrtica
14	platicúrtica	sin colecta	sin colecta
15	leptocúrtica	muy leptocúrtica	muy leptocúrtica
15-A	muy platicúrtica	muy platicúrtica	sin colecta
15-B	sin colecta	muy platicúrtica	leptocúrtica
16	leptocúrtica	ext. leptocúrtica	sin colecta
17	ext. leptocúrtica	leptocúrtica	leptocúrtica
18	platicúrtica	mesocúrtica	platicúrtica
19	sin colecta	muy platicúrtica	muy platicúrtica
19-B	sin colecta	muy platicúrtica	muy platicúrtica
20	ext. leptocúrtica	platicúrtica	muy leptocúrtica
20-A	platicúrtica	muy platicúrtica	muy platicúrtica
5-A	sin colecta	sin colecta	muy platicúrtica
8-A	sin colecta	sin colecta	muy leptocúrtica
s/n	sin colecta	sin colecta	muy leptocúrtica

ext = extremadamente

TABLA No. 9.-
CLASIFICACION.

ESTACION	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
1	muy pobre clasif.	bien clasif.	mod. bien clasif.
2	muy bien clasif.	sin colecta	bien clasif.
3-P	sin colecta	pobre clasif.	mod. clasif.
3-A	pobre clasif.	bien clasif.	pobre clasif.
4	mod. bien clasif.	mod. clasif.	pobre clasif.
4-A	sin colecta	muy bien clasif.	mod. bien clasif.
5	sin colecta	sin colecta	mod. bien clasif.
6	muy bien clasif.	pobre clasif.	muy bien clasif.
6-A	pobre clasif.	pobre clasif.	muy pobre clasif.
7	pobre clasif.	pobre clasif.	pobre clasif.
7-A	sin colecta	muy pobre clasif.	sin colecta
8	muy pobre clasif.	bien clasif.	mod. bien clasif.
9-PO	mod. clasif.	mod. clasif.	pobre clasif.
9-A	pobre clasif.	muy pobre clasif.	muy bien clasif.
10	bien clasif.	pobre clasif.	pobre clasif.
10-A	sin colecta	pobre clasif.	mod. clasif.
11	muy bien clasif.	muy pobre clasif.	muy bien clasif.
12	muy bien clasif.	pobre clasif.	muy bien clasif.
12-B	muy pobre clasif.	muy pobre clasif.	pobre clasif.
13	pobre clasif.	muy bien clasif.	muy bien clasif.
14	muy pobre clasif.	sin colecta	sin colecta
15	mod. clasif.	pobre clasif.	pobre clasif.
15-A	muy pobre clasif.	muy pobre clasif.	sin colecta
15-B	sin colecta	pobre clasif.	pobre clasif.
16	pobre clasif.	mod. clasif.	sin colecta
17	mod. clasif.	pobre clasif.	mod. bien clasif.
18	pobre clasif.	muy bien clasif.	pobre clasif.
19	sin colecta	pobre clasif.	muy pobre clasif.
19-B	sin colecta	muy pobre clasif.	muy pobre clasif.
20	pobre clasif.	muy pobre clasif.	muy bien clasif.
20-A	pobre clasif.	muy pobre clasif.	muy pobre clasif.
5-A	sin colecta	sin colecta	muy pobre clasif.
8-A	sin colecta	sin colecta	pobre clasif.
s/n	sin colecta	sin colecta	pobre clasif.

mod. = moderadamente

clasif. = clasificado

pobre = pobremente

TABLA No. 10

SALINIDAD GENERAL PROMEDIO.

MUESTREO	No.de datos	X	Max. Sal.	Min. sal.	Diferencia
PRIMERO	27	46.6 0/00	75.6 0/00	31.9 0/00	43.7 0/00
SEGUNDO	30	53.9 0/00	84.0 0/00	32.0 0/00	52.0 0/00
TERCERO	28	31.6 0/00	42.0 0/00	8.0 0/00	34.0 0/00

TABLA No. 11

SALINIDAD PROMEDIO POR ZONA Y MUESTREO

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	36.3 0/00	37.5 0/00	35.5 0/00
II.-	46.3 0/00	51.6 0/00	35.7 0/00
III.-	59.4 0/00	70.4 0/00	24.6 0/00

TABLA No. 12

TEMPERATURA GENERAL PROMEDIO.

MUESTREO	No. de datos	X	Max. Temp.	Min. Temp.	Diferencia
PRIMERO	27	30.5°C	34.0°C	27.8°C	6.2°C
SEGUNDO	28	34.0°C	38.5°C	29.0°C	9.5°C
TERCERO	28	27.9°C	29.0°C	26.5°C	2.5°C

TABLA No. 13
TEMPERATURA PROMEDIO POR ZONA Y MUESTREO.

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	30.5°C	31.4°C	28.0°C
II.-	29.3°C	34.9°C	27.9°C
III.-	31.6°C	35.8°C	27.5°C

TABLA No. 14
OXIGENO DISUELTO PROMEDIO EN EL AGUA.

MUESTREO	No. de datos	X	Max. Conc.	Min. Conc.	Diferencia
PRIMERO	27	10.92mg/l	19.0mg/l	4.0mg/l	15.0mg/l
SEGUNDO	30	8.40mg/l	12.6mg/l	4.9mg/l	7.7mg/l
TERCERO	27	5.40mg/l	6.0mg/l	0.8mg/l	5.2mg/l

TABLA No. 15
OXIGENO DISUELTO PROMEDIO EN EL AGUA, POR ZONA Y MUESTREO

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	8.7 mg/l	7.8 mg/l	4.4 mg/l
II.-	11.0 mg/l	7.8 mg/l	5.7 mg/l
III.-	13.6 mg/l	9.4 mg/l	6.0 mg/l

TABLA No. 16.-

TAMAÑO DE GRANO

ESTACION	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
1	arena gruesa	arena fina	arena muy fina
2	arena fina	sin colecta	arena fina
3-P	sin colecta	arena mediana	arena mediana
3-A	arena mediana	limo grueso	arena fina
4	arena fina	arena fina	arena mediana
4-A	sin colecta	arena fina	arena fina
5	sin colecta	sin colecta	arena fina
6	limo grueso	arena muy fina	limo grueso
6-A	arena gruesa	arena muy gruesa	arena mediana
7	arena muy fina	arena fina	arena mediana
7-A	sin colecta	arena mediana	sin colecta
8	arena mediana	arena fina	arena fina
9-PO	arena muy fina	arena mediana	arena muy fina
9-A	arena mediana	arena mediana	limo grueso
10	arena muy fina	arena gruesa	arena fina
10-A	sin colecta	arena muy fina	arena muy fina
11	limo grueso	arena mediana	limo grueso
12	limo grueso	arena muy fina	limo grueso
12-B	arena gruesa	limo grueso	limo grueso
13	arena gruesa	limo grueso	limo grueso
14	arena fina	sin colecta	sin colecta
15	arena muy fina	arena muy fina	arena muy fina
15-A	arena mediana	arena mediana	sin colecta
15-B	sin colecta	arena gruesa	arena mediana
16	arena muy fina	arena muy fina	sin colecta
17	arena muy fina	arena fina	arena muy fina
18	arena mediana	limo grueso	arena gruesa
19	sin colecta	arena mediana	arena gruesa
20	arena muy fina	arena fina	limo grueso
20-A	arena fina	arena fina	arena mediana
5-A	sin colecta	sin colecta	arena mediana
8-A	sin colecta	sin colecta	arena fina
s/n	sin colecta	sin colecta	arena muy gruesa

TABLA No. 17.- TURBIDEZ GENERAL PROMEDIO.
(PROFUNDIDAD)

MUESTREO	No. de datos	X	Max. Turb.	Min. turb.	Diferencia
PRIMERO	27	0.45m	0.20m	1.5m	1.30m
SEGUNDO	27	0.34m	0.00m	0.95m	0.95m
TERCERO	28	0.43m	0.25m	0.75m	0.50m

TABLA No. 18

TOTALES POR COEFICIENTES

COEFICIENTE PRIMER MUESTREO SEGUNDO MUESTREO TERCER MUESTREO

SKI

+1.00 +0.30	3	1	2
+0.30 +0.10	2	1	0
+0.10 -0.10	4	1	4
0	0	1	2
-0.10 -0.30	2	8	10
-0.30 -1.00	12	16	12

KG

< 0.67	5	8	6
0.67 0.90	5	2	2
0.90 1.11	3	1	8
1.11 1.50	6	6	7
1.50 3.00	1	8	6
> 3.00	3	3	1

Mz

< 0.35	4	3	6
0.36 0.50	1	3	1
0.51 0.70	1	0	5
0.71 1.00	3	3	2
1.01 2.00	9	11	11
2.01 4.00	5	8	5
> 4.00	0	0	0

SKI = COEFICIENTE DE ASIMETRIA

KG = KURTOSIS

Mz = COEFICIENTE DE CLASIFICACION

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA No. 19

PROMEDIOS DE GRANULOMETRIA POR ZONA Y MUESTREO.

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I	2.19m	2.20m	2.54m
II.-	3.02m	2.39m	3.76m
III.-	2.49m	2.62m	2.53m

TABLA No. 20.-

PROMEDIOS DE ASIMETRIA (Ski) POR ZONA Y MUESTREO.

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	0.16	-0.20	-0.27
II.-	-0.09	-0.35	-0.25
III.-	-0.46	-0.42	-0.20

TABLA No. 21.-

PROMEDIO DE KURTOSIS (KG) POR ZONA Y MUESTREO.

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	0.96	1.61	1.11
II.-	1.61	2.13	1.99
III.-	2.15	1.36	1.16

TABLA No. 22.-

PROMEDIO DE CLASIFICACION (MZ) POR ZONA Y MUESTREO.

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I.-	1.23	0.82	0.99
II.-	0.82	1.75	0.76
III.-	1.60	1.47	1.37

TABLA No. 23.-

PROMEDIO DE GRAVA, ARENA Y LODO, POR REGION Y MUESTREO.

ZONA	PRIMER MUESTREO	SEGUNDO MUESTREO	TERCER MUESTREO
I	13+17/67+33/20+33	12+22/62+37/22+34	7+9/73+31/20+30
II	15+28/37+33/48+37	14+13/51+29/36+31	4+4/33+36/63+37
III	10+9/55+26/35+27	14+12/43+23/43+33	21+24/40+27/40+35

LITERATURA CITADA

- Alvarez Jr., M., 1961**, *Provincias fisiográficas de la República Mexicana*, Bol. Soc. Geol. Mex., 24(2):3-20
- Ayala-Castañares, A., 1969**, *Datos comparativos de la geología marina de tres laguna litorales del Golfo de México*, An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México, 40, Ser. Cienc. del Mar y Limnol., (1), 1-10
- Bird, E.C.F. (1967)**, *Coastal lagoons of southeastern Australia, in landforms studies from Australia and New Guinea*, J.N. Jennings & J.A. Mabbutt.
- Buzas, M. A., 1965**, *The distribution and abundance of foraminifera in the Long Island Sound*, Smithsonian Miscellaneous Collection, 149:1-89
- Buzas, M. A., 1969**, *Foraminiferal species densities and environmental variables in an estuary*, Limnology and Oceanography, 14:411-422
- Campos, C. J., 1990**, *Manual Operativo de Geología Marina*, Inst. de Inv. Ocean., Sria. de Marina, Pub. Esp. No. 1, México
- Carranza, E. A., Gutiérrez-Estrada, M., 1975**, *Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas*, An. Cen. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, México, 2(1):
- Cervantes, C. D., 1969**, *Estabilidad de la costa de la laguna MAR MUERTO, Chiapas, México*, Ayala, C. A., *Lagunas costeras, un simposio: Mem., Sim., Inter., Lagunas costeras*, UNAM, UNESCO, 367-376.
- Cecodes, 1991**, *Sistemas acuáticos en: Planificación y manejo de los recursos costeros de la Cuenca del Pacífico (Costas de Oaxaca y Chiapas). II informe parcial. Rendido a Petróleos Mexicanos*, México, D. F..

- Contreras, E. F., 1993, *Ecosistemas costeros mexicanos*, Con. Nal.
- Chávez, S.G., 1986, *Elementos de Oceanografía*, Ed. Cont., México
- Day, J. W., Yáñez-Arancibia, A., 1982, *Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach*, Cien. Interam. (Mar. Sci.), OAE Washington, D.C., Vol. 22, N 1-2
- Dubois, R., 1989, *Seasonal variation of mid-foreshore sediments at a delaware beach*, Sed. Geol., 61
- Escudero, D. M., 1975, *Estudio del zooplancton de la laguna Mar Muerto, Oaxaca/Chiapas*, tesis profesional, Fac. Cienc., UNAM
- Folk, R. L, Ward, W. C., 1957, *Brazos river bear, a study in the significance of grain size parameters*, J. sedim. petrol., 27:3-26
- Hernández-Gómez, M. T., 1984, *Patrones de distribución de los foraminíferos bentónicos de la laguna del Carmen, Tabasco, México*, tesis de maestría, UACPYP CCH, UNAM, México
- Inman, D. L., and Nordstrom, E. C., 1971, *On the tectonic and morphologic classification of coasts*, J. Geol., 79:1-21
- Lankford, R. R., 1976, *Coastal lagoons of México, their origin and classification*, Estuarine processes, vol. II, Circulation, Sediments & transfer of material in the estuary, M. Wiley, Academic Press
- Lee, J. J., Mc Enery, M., Pierce, S., 1966, *Prey and predator relationships in the nutrition of certain littoral foraminifera*, Jour. of Protozoo., sup. 13:23 (abstract 86)
- Lee, J. J., Tiejten, J. H., Mastropaolo, C., Rubin, H., 1977 *Food quality and the heterogeneous spatial distribution of meiofauna*, Helgolander Wissenschaftliche Meeresuntersuhungen, 30:272-282

- Lee, J. J., 1980, *Nutrition and fisiology of the foraminifera*, Biochem. & Physiology of Protozoa, 3: 43-66, 2a. Ed.
- Lugo-Hubp, J., 1985, *Morfoestructuras del fondo oceánico mexicano*, Bol. Inst. Geol., num. 15, UNAM
- Lugo-Hubp, J., 1989, *Diccionario Geomorfológico*, IG, UNAM, México
- Lugo-Hubp, J., 1990, *El relieve de la República Mexicana*, Inst. Geol. Rev. Vol. 9, num. 1, UNAM
- Matera, N. J., Lee, J. J., 1972, *Environmental factors affecting the standing crop of foraminifera in sublitoral and psammolitoral communities of a Long Island salt marsh*, Marine Biology, 14:89-103
- McLaren, P., Bowles, D., 1985, *The effects of sediment transport on grain size distributions*, Jour. Sed. Pet. Vol. 55, No. 4
- Montes, C. G., 1993, *Estructura y distribución de las comunides del manglar en el estado de Chiapas*, tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Muller, W. A., Lee, J. J., 1969, *Aparent indispensability of bacteria in Foraminifera nutrition*, Jour. of Protozool., 16: 471-478
- Murray, J. W., 1991, *Ecology & palaeoecology of benthic foraminifera*, Longman Scientific & Technical, England
- Myers, E. H., 1943, *Life activities of foraminifera in relation to marine ecology*, Proceedings of the American Philosophical Society, 86:439-458
- Ortiz-Pérez, M. A., Espinoza, R. L. M., 1991, *Clasificación geomorfológica de las costas de México*, Geo. y Des., vol. II, num. 6,

Ottman, C. F., 1967, *Introducción a la Geología Marina y Litoral*, EUDEBA, Argentina

Phleger, F. B., 1969, *Some general features of coastal lagoons, Lagunas Costeras*, Un simposium, Mem. Simp. Inter. Lagunas costeras, UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, México, D.F., 5-26

Phleger, F. B., Ayala-Castañares, A., 1972, *Ecology and development of two coastal lagoons in northwestern Mexico*, An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México, 43, Ser. Cienc. del Mar y Limnol. (1): 1-20

Santoyo, H., Signoret, M., 1979, *Fitoplancton de la laguna Mar Muerto en el sur del Pacífico de México*, An. Centr. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 6 (2)

SCOR-UNESCO, (1980), *Coastal lagoon survey*, UNESCO, Paris.

Shepard, F. P., 1973, *Submarine geology*, Harper and Row, Nueva York, 517 pp.

Stevenson, R.E., (1968), *Lagoon in, The encyclopaedia of geomorphology*, R.W. Fairbridge, Reinhold Book Corp, New York.

Tamayo, J. L., 1970, *Geografía moderna de México*, Ed. Trillas, México.

US Army (Coastal Engineering Center), 1977, *Shore protection manual*, Vol. III, US government Printing Office, Washington, D. C.