20
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"SEDIMENTOLOGIA LITORAL DE LOS ESTADOS DE YUCATAN Y QUINTANA ROO, MEXICO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

MARIA LESVIA EDITH NOLASCO MONTERO

MEXICO, D. F. 1986



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 está 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

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección
60-I-10

Señorita NOLASCO MONTERO MA. LESVIA E.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Dr. -- Arturo Carranza Edwards, para que lo desarrolle como tesis para- su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"SEDIMENTOLOGIA LITORAL DE LOS ESTADOS DE YUCATAN Y QUINTANA ROO, MEXICO"

RESUMEN.
I INTRODUCCION.
II METODO DE TRABAJO.
III ANALISIS TEXTURAL.
IV ANALISIS COMPOSICIONAL.
V ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
VI TECTONICA Y SEDIMENTACION.
VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento- con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como - - requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así - como de la disposición de la Coordinación de la Administración - Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los- ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., Enero 16 de 1985.
EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rascón Chávez

I N D I C E

R E S U M E N ---------- 1

CAP. I. INTRODUCCION ---------- 3

CAP. II. METODO DE TRABAJO ---------- 12

CAP. III. ANALISIS TEXTURAL ---------- 15

CAP. IV. ANALISIS COMPOSICIONAL ---------- 26

CAP. V. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS ---------- 31

CAP. VI. TECTONICA Y SEDIMENTACION ---------- 37

CAP. VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ---------- 43

BIBLIOGRAFIA ---------- 47

ANEXOS ---------- 56

R E S U M E N

Se hizo un estudio regional sobre sedimentos litorales de los estados de Yucatán y Quintana Roo, México, abarcando desde la playa Celestún, Yucatán hasta la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, a fin de identificar textural y composicionalmente dichos sedimentos, las estructuras sedimentarias asociadas, así como las características tectónicas del área y de los sedimentos que se generan en esta provincia.

Del total de las 32 muestras colectadas en el Estado de Yucatán, se observa una predominancia de calcarenitas medias y finas, moderadamente bien clasificadas, simétricas hacia gruesos y mesocúrticas.

En el total de las 42 muestras colectadas en el Estado de Quintana Roo, se presenta una mayor abundancia de -- calcarenitas medias y finas, moderadamente bien clasificadas y moderadamente clasificadas, casi simétricas y con una preferencia hacia sedimentos mesocúrticos.

La composición de los sedimentos estudiados es carbonatada, siendo los componentes más abundantes los biógenos; en menor proporción los intraclastos y sólo en la playa de - Cancún, Quintana Roo, se encontraron oolitas.

La mayoría de las estructuras sedimentarias corresponden a marcas e irregularidades en los planos de la estra-

tificación, se observaron asociadas a calcarenitas gruesas y medias.

El área estudiada es tectónicamente estable dentro de una fase cratónica. Como resultado de ello no existe re-- lieve importante en las partes emergidas de la Península de- Yucatán, por lo cual las aguas marinas son limpias, favore-- ciendo la presencia de sedimentos calcáreos.

I. INTRODUCCION

I.1. Objetivos

El presente trabajo se enmarca dentro del programa que- sobre Sedimentología de las Playas de México se tiene en el- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la U.N.A.M., - presentándose como objetivo general el aportar información - sedimentológica básica a nivel regional del litoral de los - estados de Yucatán y Quintana Roo.

Para alcanzar el objetivo propuesto fue necesario realizar las siguientes actividades:

1.- Caracterizar a los sedimentos por medio de los parámetros texturales en ambientes de playa, en las zonas infralitoral, mesolitoral y supralitoral, así como sus relaciones con la pendiente de los frentes de la playa; información que servirá de apoyo para distinguir los diferentes procesos físicos que localmente actúan en estos ambientes y para trabajos sedimentológicos que se efectúen en la Plataforma Continental de la Península de Yucatán.

2.- Analizar la composición de las arenas muestreadas - con lo que podrá establecerse la variación composicional a - lo largo del litoral de los Estados de Yucatán y Quintana -- Roo.

3.- Clasificar las estructuras sedimentarias observadas en el área de estudio considerando el tipo, frecuencia y -- distribución en las distintas zonas de playa; indicando además las características morfológicas del litoral de una manera local, dentro del marco regional.

La zona es tectónicamente estable y los sedimentos así como su distribución servirán de apoyo para obtener criterios de interpretación de depósitos antiguos contenidos en la columna estratigráfica.

I.2. Antecedentes

Son numerosos los trabajos geológicos relacionados con el área de estudio, por lo que sólo se mencionan los trabajos que se ligan de forma directa con investigaciones sedimentológicas:

Hoskin (1963) hace un estudio acerca de los organismos que conforman el Arrecife El Alacrán en Yucatán, así como también de los sedimentos calcáreos que forman parte del mismo. Logan, et al. (1969) y Logan (1969) investigaron los sedimentos carbonatados asociados a los arrecifes y la implicación que tienen en su distribución según los cambios producidos durante el Pleistoceno y Holoceno en el nor-noreste de la Plataforma de Yucatán. Wilson, et al. (1969), Ward (1970 1973, 1974 a y b); Ward y Brady (1973); Ward y Wilson ----

(1974) y Harns et al. (1974) enfocaron sus investigaciones hacia ambientes sedimentarios de megarrizaduras de fondo en la porción oriental y nor-oriental de la Plataforma de Yucatán. Brady (1974) efectuó estudios referentes al orígen, de depósito y diagénesis de sedimentos lagunares en el noreste de Yucatán, estableciendo modelos que pueden ser utilizados en la interpretación de antiguas rocas lagunares.

Por último, se consultó a Aguayo, et. al, (1978), quienes básicamente analizan los ambientes de sedimentación en el área de Tulum, Cancún e Isla Mujeres en el Estado de Quintana Roo, señalando la importancia sedimentológica que esta costa caribeña representa para el estudio de los diversos ambientes de depósitos pleistocénicos y holocénicos.

1.3. Area de Estudio

a) Fisiografía

Fisiográficamente la Península de Yucatán se subdivide en tres zonas (López-Ramos, 1973; Raisz, 1964). La primera la constituye una porción plana clacárea localizada al norte de la Península que se presenta con una leve inclinación en dirección norte-sur y que contrasta con la segunda zona, que es más elevada e irregular, y separada de la primera por un escalón orientado de noroeste a sureste, conocida con

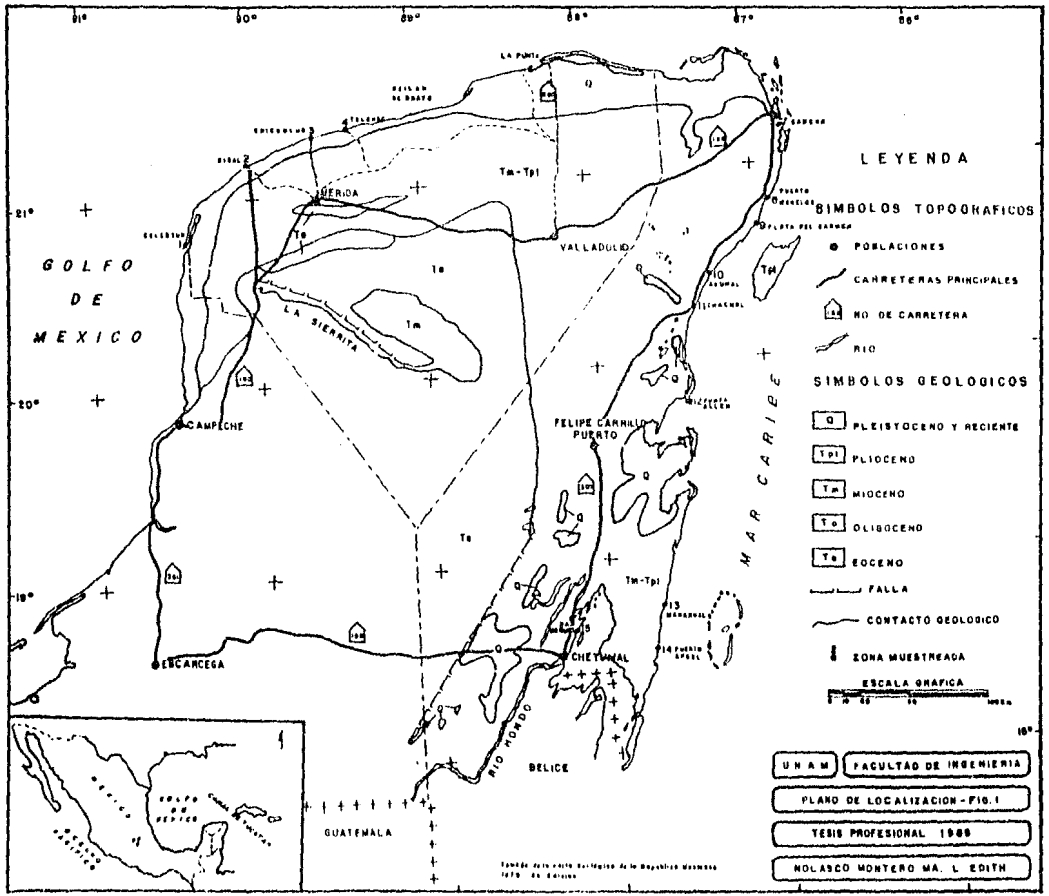
el nombre de la "Sierrita". En la porción este y sureste de- la misma península se encuentra la tercera zona que es una - superficie con ondulaciones ligeras, presentándose en la costa extensiones pantanosas y bordeadas por arrecifes corali-- nos (Fig. 1).

Se ha observado que el litoral de la Península, tanto - en el Estado de Yucatán como en el de Quintana Roo, presen-- tan diferencias ya que en Yucatán, por lo general, se presenta un banco arenoso que sirve de margen a una zona pantanosa de poca profundidad y de aguas salobres que se extiende paralelamente a lo largo de la costa, destacándose por su extensión al este, la porción conocida como "Estero del Río Lagartos"; mientras tanto, en Quintana Roo, el litoral contiene aguas -- limpias con diferentes tonalidades azules y verdes, además - de que se caracterizan por sus playas angostas; paralelamente a esta costa se desarrolla una barrera arrecifal que termina al sur de la Isla de Cancún, (Aguayo, et al. 1978 y Escobar, 1981).

En la Bahía de Chetumal aparecen manglares y pantanos - con aguas tranquilas y turbias debido a los sedimentos transportados por las aguas del Río Hondo (Cañizares, 1964-1966;- Tamayo, 1974 y Escobar, 1981).

b) Hidrografía

La Península de Yucatán en su parte central y norte


91°
90°
89°
88°
87°
86°
21°
20°
19°
18°
GOLFO DE MEXICO
MAR CARIBE
LA PUNTA
CELESTUN
TELCHAC
SISAL
MERIDA
VALLADOLID
PUERTO MORELOS
PUERTA DEL CARIBE
CHICHEN ITZA
TIHOSUCO
TEKAX
LA SIERRITA
CAMPECHE
FELIPE CARRILLO PUERTO
ESCARCEGA
CHETUMAL
RIO HONDO
BELICE
GUATEMALA
MEXICO
GOLFO DE MEXICO
MAR CARIBE
OCEANO PACIFICO
Tm-Tpl
Te
Tm
Q
LEYENDA
SIMBOLOS TOPOGRAFICOS
POBLACIONES
CARRETERAS PRINCIPALES
NO. DE CARRETERA
RIO
SIMBOLOS GEOLOGICOS
Q PLEISTOCENO Y RECIENTE
Tpl PLIOCENO
Tm MIOCENO
To OLIGOCENO
Te EOCENO
FALLA
CONTACTO GEOLOGICO
ZONA MUESTREADA
ESCALA GRAFICA
UNAM
FACULTAD DE INGENIERIA
PLANO DE LOCALIZACION - FIG. 1
TESIS PROFESIONAL 1988
NOLASCO MONTERO MA. L EDITH

carece de ríos a pesar de la importante precipitación anual- (siendo en Yucatán de 1000 mm anuales y en Quintana Roo de - 1300 mm anuales), ya que al infiltrarse verticalmente origina un drenaje subterráneo que va disolviendo el material calcáreo que encuentra a su paso, dando como resultado numerosas cavernas, algunas de ellas se les conoce como "cenotes" (Escobar, 1981).

En la porción sureste de la península, la expresión hidrográfica más importante está representada por el Río Hondo que sirve de límite entre Belice y la República Mexicana.

c) Clima

El clima en el noroeste de Yucatán, según la clasificación de Köppen (García, E., 1970) es estepario con escasas lluvias (x's), presentándose en el resto del estado como tropical con lluvias (A) y aumentando en humedad hacia el sureste. Por otra parte, en Quintana Roo se presenta un clima tropical con lluvias en verano (Aw), con algunas variaciones de temperatura, pluviosidad y oscilación térmica.

Generalmente los vientos que dominan en la Península - de Yucatán son los Alisios que atraen la humedad de las aguas del Golfo de México y del Mar Caribe para posteriormente dar orígen a la formación de ciclones durante los meses de - junio y octubre. Los "nortes" hacen su aparición en la Penín

sula después de iniciarse en Canadá y viajar con una dirección norte-sureste provocando vientos y marejadas de gran intensidad desde el norte de la Península hasta el sureste, ya que no encuentran algún elemento positivo de altura significativa que los detenga. Esto sucede durante el invierno y fines del otoño (Escobar, 1981).

Los huracanes o ciclones que afectan a la Península se originan en la porción atlántica oriental, generando vientos con trayectorias circulares que se levantan en forma de torbellinos, adquiriendo gran velocidad y potencia. Estos ciclones se inician a fines de junio y predominan en agosto principalmente (Escobar, 1981).

Por lo que corresponde a las corrientes marinas, la Corriente del Atlántico Norte que viene del Mar de las Antillas se divide en dos, dirigiéndose una de ellas hacia el occidente costeando los litorales del Golfo de México, hasta encontrar la Península de Florida, mientras que la otra avanza recorriendo el litoral occidental de Cuba para volverse a unir a la primera y juntas como una sola corriente, salir con gran velocidad al Atlántico Norte bordeando los litorales de los Estados Unidos y llegar al Cabo Hatteras para tomar después la dirección noreste que la conducirá hasta Islas Británicas. Esta corriente se denomina primero Corriente de Florida y posteriormente Corriente del Golfo (Tamayo, 1974 y Escobar, 1981).

I. 4. Marco Geológico

En cuanto al marco geológico, cabe mencionar que las rocas de edad más antigua que se han encontrado en la Plataforma de Yucatán mediante perforaciones hechas por PEMEX (López-Ramos, 1983) son rocas metamórficas que conforman un basamento Paleozoico, el cual forma un alto estructural en la porción nor-oriental de la Península. Dicho alto estructural constituyó durante el Jurásico Inferior la fuente de sedimentos terrígenos hacia el interior de la Península bajo condiciones someras, presentándose de este modo interdigitaciones e intercalaciones de evaporitas y lutitas carbonosas; también se encontraron evaporitas y dolomías asociadas a areniscas submaduras de color rojizo por oxidación como producto de la influencia fluvial que tuvo el área (Aguayo et al. 1978).

En los pozos Chicxulub No. 1 y Sacapuc No. 1 perforados por PEMEX, se detectaron andesitas debajo de los lechos rojos, pero sólo se consideran como derrames sobre el basamento original (López-Ramos, 1983).

Durante el Cretácico Inferior sobrevino una serie de regresiones y transgresiones, y a fines del Cretácico la parte norte-central de la plataforma emergió completamente, lo cual se manifiesta por la presencia de brechas y conglomerados con clastos de anhidrita, calizas y dolomías. Mientras tanto, en la porción occidental se registraron depósitos de-

margas, dolomías, derrames andesíticos, areniscas y horizontes de bentonitas (Aguayo et al. 1978).

Ya en el Terciario y Cuaternario, el nivel del mar había oscilado en varias ocasiones resultando de ello depósitos someros de plataforma, así como de evaporitas restringidas en ambiente de supramarea (Aguayo et al, 1978).

En el Eoceno y Oligoceno se produjo un escalonamiento con cierta inclinación hacia el oriente de la península (Sansores-Manzanilla, 1959). Posteriormente, durante el Mioceno, la península emergió, con lo que se inició una etapa de erosión, restringiéndola a una penillanura sobre la que más tarde se depositarían las calizas que hoy afloran en la superficie (Sansores-Manzanilla, 1959).

Durante el Pleistoceno y Holoceno ocurrió una amplia distribución de sedimentos carbonatados en los litorales de la península durante un período transgresivo llegando a rebasar el nivel del mar cinco metros del nivel actual considerándose los sedimentos mencionados como de ambiente eólico-costero y de playa (Ward y Wilson, 1974).

Al final del Cuaternario en la península continúa el desarrollo de parches arrecifales al margen norte de la plataforma (López-Ramos, 1983).

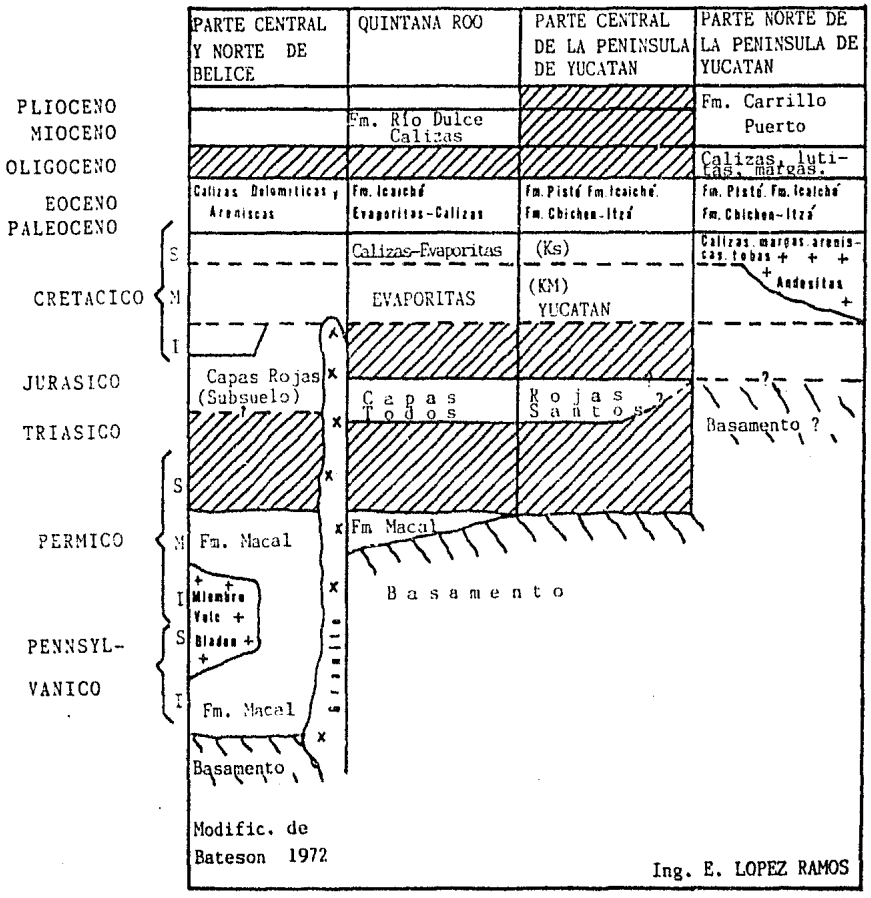
En cuanto a la estratigrafía, López-Ramos (1973), de

acuerdo a los datos proporcionados por PEMEX, presenta la correlación estratigráfica que se muestra en la Fig. No. 2.

CORRELACION ESTRATIGRAFICA

GENERALIZADA DE LA PENINSULA

DE YUCATAN Y BELICE



FI-UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986 FIG. 2

II. METODO DE TRABAJO

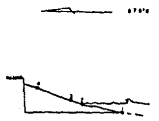
Durante el trabajo de campo se realizó un recorrido en el litoral de la Península de Yucatán durante el mes de noviembre de 1982, colectándose un total de 82 muestras de sedimentos de playa en las zonas infralitoral, mesolitoral y supralitoral.

Se excavaron trincheras de 80 cm de lado por 40 cm de profundidad, aproximadamente, para poder observar la secuencia sedimentaria y las estructuras sedimentarias primarias. Las trincheras se excavaron hacia la porción superior de la zona mesolitoral, que es la zona donde físicamente era posible excavarlas.

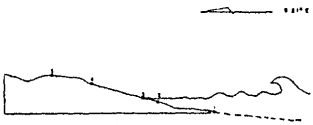
A un lado de las trincheras se tomaron núcleos, con una longitud de 40 cm cada uno y en el Centro Médico de la U.N.A.M. se tomaron radiografías de los mismos.

En cada playa se levantaron perfiles topográficos (Fig. 3) utilizando un telémetro de bolsillo, estadal y brújula; se fotografiaron cada una de las playas y sus respectivas trincheras. Se estimó la altura de las rompientes y se determinaron las estructuras sedimentarias presentes así como su abundancia y distribución (Tabla 7).

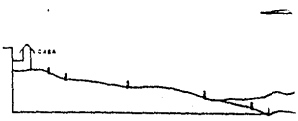
En el Laboratorio de Sedimentología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la U.N.A.M., se procesaron



1- CELESTUN, YUCATAN



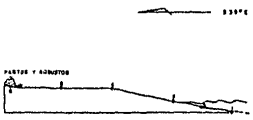
2- SISAL, YUCATAN



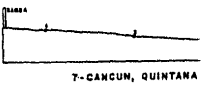
3- CHICXULUB, YUCATAN



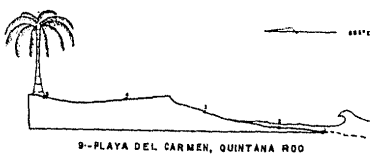
5- DZILAM DE BRAVO, YUCATAN



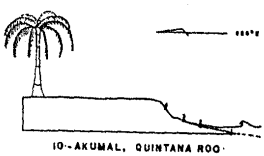
6- LA PUNTA, YUCATAN



7- CANCUN, QUINTANA



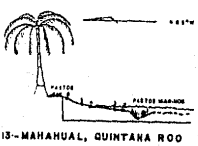
9- PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO



10- AKUMAL, QUINTANA ROO



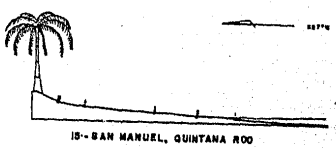
11- CHACMOL, QU



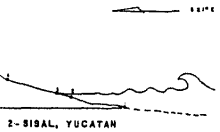
13- MAHAHUAL, QUINTANA ROO



14- PUERTO ANGEL, QUINTANA ROO



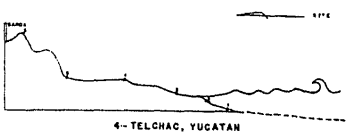
15- SAN MANUEL, QUINTANA ROO



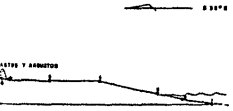
2.- SISAL, YUCATAN



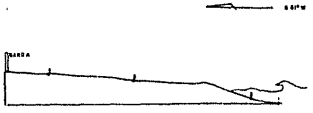
3.- CHICXULUB, YUCATAN



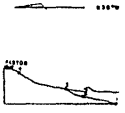
4.- TELCHAC, YUCATAN



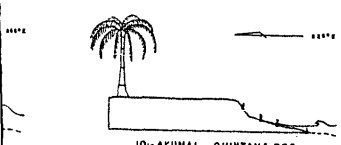
6.- LA PUNTA, YUCATAN



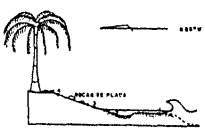
7.- CANCUN, QUINTANA ROO



8.- PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO



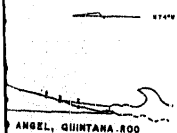
10.- AKUMAL, QUINTANA ROO



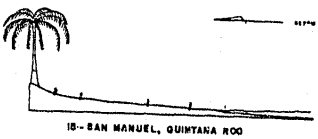
11.- CHACMOL, QUINTANA ROO



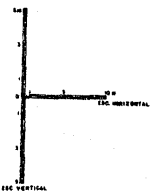
12.- PUNTA ALLEN, QUINTANA ROO



ANGEL, QUINTANA ROO



18.- SAN MANUEL, QUINTANA ROO



NOTA.-

U N A M | FACULTAD DE INGENIERIA

PERFILES DE PLAYA - FIG. 3

TESIS PROFESIONAL 1988

BOLAÑOS MONTERO MA. L. EDITH

los sedimentos colectados, secándose, pesándose y observándose el color en seco y en húmedo (Tabla 6), para catalogarlas de acuerdo a las Cartas Munsell de color de suelos (Kollmorgen Corporation, 1975). Para el pesado de muestras se utilizó una balanza electrónica Mettler modelo PC180.

Las muestras fueron separadas en materiales gruesos y finos; los gruesos fueron separados a su vez; en gravas y arenas mediante el tamiz 1ϕ para posteriormente ser cuarteadas y tamizadas a través de un agitador de tamices marca Tyler, modelo ARX y mediante una serie de tamices U.S. Standard de -3ϕ a 4ϕ con intervalos de 1/4 de Ø.

Para el análisis de los sedimentos finos se procedió a a pipetear cada unidad Ø, siguiendo el método de Folk (1969) de análisis de pipeta utilizando para ello el tamiz de 4Ø (tamizando en húmedo), una probeta de 100 ml, agente dispersante, pipeta y cronómetro.

Con los datos obtenidos a partir del tamizado y pipeteo de acuerdo a Folk (1969), fueron graficados los datos granulométricos y en base a éstos se determinaron los porcentiles (Tabla 2) con los que a su vez, pudieron obtenerse los parámetros estadísticos (Tabla 3) para por último establecer la caracterización granulométrica de los sedimentos (Tabla 1).

Por lo que corresponde a la composición de las arenas muestreadas, se efectuaron observaciones al microscópio bino

TABLA 1.- PARAMETROS ESTADISTICOS, FORMULAS Y LIMITES UTILIZADOS *

Parámetros y Fórmulas	Límites	ϕ	mm
Tamaño gráfico promedio	Calcirudita muy gruesa	mayor -6	64
	Calcirudita gruesa	-6 a -4	16
$Mz=(\phi 16+\phi 50+\phi 84)/3$	Calcirudita media	-4 a -2	4
	Calcirudita fina	-2 a 0	1
	Calcarenita gruesa	0 a 1	0.5
	Calcarenita mediana	1 a 2	0.25
	Calcarenita fina	2 a 3	0.125
	Calcarenita muy fina	3 a 4	0.062
	Calcilutita gruesa	4 a 5	0.031
	Calcilutita media	5 a 6	0.016
	Calcilutita fina	6 a 7	0.008
	Calcilutita muy fina	7 a 8	0.004

Desviación estándard Gráfica inclusiva	
$V=\frac{\phi 84-\phi 16}{4}+\frac{\phi 95-\phi 5}{6.6}$	Muy bien clasificado: menor de 0.35 ϕ Bién clasificado: 0.35 ϕ a 0.50 ϕ Moderadamente bien clasificado: 0.50 ϕ a 0.71 ϕ Moderadamente clasificado: 0.71 ϕ a 1.00 ϕ Mal clasificado: 1.00 ϕ a 2.00 ϕ Muy mal clasificado: 2.00 ϕ a 4.00 ϕ Extremadamente mal clasificado: mayor de 4.00 ϕ

Grado de asimetría Gráfica inclusiva	
$Ski=\frac{\phi 16+\phi 84-2\phi 50}{2(\phi 84-\phi 16)}+\frac{\phi 5+\phi 95-2\phi 50}{2(\phi 95-\phi 5}$	Muy asimétrico hacia finos: + 1.00 a + 0.3 Asimétrico hacia finos: + 0.3 a + 0.1 Casi asimétrico: + 0.1 a -0.1 Asimétrico hacia gruesos: -0.1 a -0.3 Muy asimétrico hacia gruesos: -0.3 a -1.0

Curtosis	
$K_G=\frac{\phi 95-\phi 5}{2.44(\phi 75-\phi 25)}$	Muy platicúrtico: menor de 0.67 Platicúrtico: 0.67 a 0.90 Mesocúrtico: 0.90 a 1.11 Leptocúrtico: 1.11 a 1.50 Muy leptocúrtico: 1.50 a 3.00 Extremadamente leptocúrtico: mayor de 3.00

* Propuesta por R.L. Folk, 1969

F I-UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986

TABLA 2.- PORCENTILES

Muestra	Ø5	Ø16	Ø25	Ø50	Ø75	Ø84	Ø95
1.1	-1.60	2.31	2.52	2.78	2.92	3.02	3.30
1.2	-3.85	-3.10	-2.53	-0.65	1.26	2.10	2.80
1.3	-0.48	0.66	0.95	1.62	2.30	2.54	2.84
1.4	0.73	1.28	1.50	2.06	2.46	2.61	2.88
2.1	2.60	1.36	2.24	2.77	3.00	3.17	3.39
2.2	-3.57	-3.11	-2.82	-2.14	-1.42	-0.96	1.00
2.3	0.16	1.05	1.44	2.00	2.37	2.56	2.94
2.4	0.88	1.33	1.55	2.13	2.47	2.58	2.78
2.5	1.59	1.86	2.02	2.30	2.58	2.70	2.94
3.1	0.77	1.48	1.72	2.13	2.44	2.58	2.81
3.2	-3.35	-2.49	-1.80	-0.41	0.62	1.05	2.32
3.3	0.60	0.98	1.27	1.90	2.35	2.53	2.80
3.4	1.02	1.45	1.61	2.01	2.35	2.52	2.79
3.5	0.87	1.34	1.52	2.00	2.40	2.57	2.85
3.6	0.95	1.32	1.46	1.86	2.30	2.48	2.79
4.1	1.34	1.77	1.95	2.27	2.50	2.67	2.95
4.2	-0.88	-0.68	-0.35	0.28	0.35	1.90	2.51
4.3	0.98	1.52	1.75	2.18	2.50	2.68	2.82
4.4	0.37	0.92	1.20	1.68	2.13	2.31	2.63
4.5	1.18	1.50	1.65	1.95	2.25	2.40	2.67
4.6	1.21	1.51	1.67	2.08	2.43	2.58	2.85
5.1	-4.11	-2.70	-2.14	-1.16	0.22	1.50	2.99
5.2	-2.62	-1.92	-1.64	-0.97	- 0.47	-0.16	0.41
5.3	-1.40	-0.40	-0.07	0.48	0.88	1.15	2.39
5.4	0.31	0.68	0.92	1.51	2.15	2.38	2.76
5.5	0.42	0.84	1.00	1.48	1.95	2.14	2.54
6.1	-2.71	-0.19	0.90	2.45	2.80	2.95	3.42
6.2	-2.91	-1.80	-1.00	-0.03	0.46	0.64	0.98
6.3	0.15	0.83	1.08	1.80	2.60	2.77	3.04
6.4	1.18	1.62	1.95	2.48	2.74	2.85	3.06
6.5	0.80	1.20	1.40	2.02	2.50	2.64	2.88
6.6	1.02	1.42	1.62	2.20	2.54	2.65	2.85
7.1	0.99	1.50	1.70	2.10	2.32	2.93	2.75
7.2	1.38	1.69	1.83	2.09	2.28	2.38	2.55

TABLA 2.- (Continuación)

Muestra	Ø5	Ø16	Ø25	Ø50	Ø75	Ø84	Ø95
7.3	1.70	1.92	2.03	2.19	2.35	2.43	2.59
7.4	1.56	1.84	1.98	2.20	2.40	2.48	2.65
8.1	1.05	1.70	2.01	2.41	2.73	2.85	3.14
8.2	0.34	1.01	1.26	1.70	2.20	2.38	2.70
8.3	1.54	1.97	2.10	2.40	2.63	2.72	2.93
8.4	1.54	1.88	2.02	2.30	2.52	2.61	2.81
9.1	0.49	1.32	1.80	2.40	2.70	2.82	3.04
9.2	-0.17	0.36	0.65	1.30	1.92	2.20	2.62
9.3	1.02	1.41	1.56	1.98	2.30	2.45	2.68
9.4	0.94	1.30	1.40	1.68	2.05	2.20	2.50
9.5	0.87	1.29	1.43	1.84	2.25	2.42	2.70
10.1	-7.30	-0.20	0.02	0.52	0.98	1.30	2.30
10.2	-0.59	-0.32	-0.20	0.08	0.35	0.50	0.80
10.3	0.03	0.35	0.53	0.92	0.46	2.19	2.78
10.4	0.48	0.90	1.16	1.61	2.13	2.35	2.76
11.1	0.61	2.02	2.43	2.78	2.98	3.14	3.38
11.2	0.49	0.80	0.90	1.17	1.40	1.51	2.19
11.3	0.84	1.08	1.21	1.42	1.68	1.92	2.53
11.4	1.06	1.30	1.49	1.63	2.15	2.40	2.82
12.1	0.02	0.71	2.32	2.78	3.07	3.29	3.56
12.2	-0.33	0.20	0.50	1.01	1.69	2.18	2.75
12.3	1.67	2.12	2.28	2.68	2.82	2.92	3.10
12.4	1.30	2.00	2.18	2.50	2.72	2.81	2.97
13.1	-0.09	0.95	1.53	2.17	2.68	2.91	3.60
13.2	0.32	1.20	1.50	2.14	2.67	2.71	2.95
13.3	-0.90	-0.18	1.10	0.93	1.94	2.24	2.77
13.4	-1.35	-0.48	-0.20	0.28	0.80	1.10	2.12
13.5	0.51	1.33	1.57	2.10	2.30	2.42	2.76
13.6	0.10	0.52	0.72	1.11	1.48	1.70	2.19
14.1	0.69	1.5	1.85	2.31	2.60	2.71	2.92
14.2	-0.22	0.21	0.43	0.86	1.60	2.08	2.60
14.3	0.58	0.87	1.05	1.60	2.30	2.51	2.78
14.4	0.80	1.15	1.36	2.00	2.42	2.56	2.78
14.5	0.55	0.97	1.23	1.68	2.25	2.49	2.85

TABLA 2.- (Continuación).

Muestra	Ø5	Ø16	025	Ø50	Ø75	Ø84	Ø95
14.6	0.90	1.34	1.55	2.12	2.48	2.59	2.79
15.1	2.62	2.84	2.90	3.27	3.74	4.65	9.64
15.2	2.72	2.82	2.89	2.91	4.70	8.50	15.00
15.3	0.68	2.94	3.30	4.00	5.73	6.95	8.40
15.4	1.55	2.84	3.00	3.62	5.05	8.55	11.70
15.5	-0.32	0.10	0.31	0.72	1.00	1.28	3.27

F I - UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986.

TABLA 3.- PARAMETROS ESTADISTICOS

Muestra	Tamaño Promedio (Mz) en Ø	Desviación Standard (V) en Ø	Asimetría (Ski)	Curtosis (K_G)	Zona
1.1	2.70	0.92	-0.56	5.02	I
1.2	-0.55	2.31	0.05	0.72	I
1.3	1.61	0.97	-0.14	1.01	M
1.4	1.98	0.66	-0.21	0.92	S
2.1	2.43	0.57	0.01	0.43	I
2.2	-2.07	1.23	0.24	1.34	I
2.3	1.87	0.80	-0.29	1.23	M
2.4	2.01	0.60	-0.30	0.85	S
2.5	2.29	0.41	-0.05	0.99	S
3.1	2.06	0.58	-0.26	1.16	I
3.2	-0.62	1.74	-0.11	0.96	I
3.3	1.80	0.72	-0.18	0.83	M
3.4	1.99	0.54	-0.08	0.98	S
3.5	1.97	0.61	-0.11	0.92	S
3.6	1.89	0.57	0.04	0.90	S
4.1	2.24	0.47	-0.13	1.20	I
4.2	0.50	1.16	0.29	1.98	I
4.3	2.13	0.57	-0.22	1.01	M
4.4	1.64	0.69	-0.13	1.00	S
4.5	1.95	0.45	-0.02	1.02	S
4.6	2.06	0.52	-0.06	0.88	S
5.1	-0.79	2.13	0.22	1.23	I
5.2	-1.02	0.90	-0.08	1.06	I
5.3	0.41	0.96	-0.06	1.64	M
5.4	1.52	0.80	0.02	0.82	S
5.5	1.49	0.65	0.01	0.91	S
6.1	1.74	1.71	-0.68	1.32	I
6.2	-0.40	1.20	-0.47	1.09	I
6.3	1.80	0.92	-0.07	0.78	M
6.4	2.32	0.59	-0.39	0.98	S
6.5	1.95	0.68	-0.16	0.77	S

TABLA 3.- (Continuación)

Muestra	Tamaño Promedio (Mz) en Ø	Desviación Standard (V) en Ø	Asimetría (Ski)	Curtosis (K_G)	Zona
6.6	2.09	0.58	-0.28	0.82	S
7.1	2.18	0.62	-0.05	1.16	I
7.2	2.05	0.35	-0.19	1.07	M
7.3	2.18	0.26	-0.08	1.14	S
7.4	2.17	0.33	-0.15	1.06	S
8.1	2.32	0.60	-0.27	1.19	I
8.2	1.70	0.70	-0.08	1.03	I
8.3	2.36	0.40	-0.19	1.07	M
8.4	2.26	0.37	-0.17	1.04	S
9.1	2.18	0.76	-0.47	1.16	I
9.2	1.29	0.88	-0.04	0.90	I
9.3	1.95	0.51	-0.13	0.92	M
9.4	1.73	0.46	0.10	0.98	S
9.5	1.85	0.56	-0.02	0.91	S
10.1	0.54	1.83	-0.29	4.10	I
10.2	0.09	0.42	0.03	1.04	I
10.3	1.15	0.18	0.37	-16.10	M
10.4	1.62	0.71	0.01	0.96	S
11.1	2.65	0.70	-0.46	2.06	I
11.2	1.16	0.44	0.08	1.39	I
11.3	1.47	0.47	0.25	1.47	M
11.4	1.78	0.54	0.38	1.09	S
12.1	2.26	1.18	-0.58	1.93	I
12.2	1.13	0.96	0.16	1.06	I
12.3	2.57	0.43	-0.37	1.15	M
12.4	2.44	0.46	-0.34	1.27	S
13.1	2.01	1.05	-0.23	1.32	I
13.2	2.02	0.78	-0.31	0.92	I
13.3	1.00	1.16	0.04	1.79	I
13.4	0.30	0.92	0.05	1.42	I
13.5	1.96	0.62	-0.39	1.26	M
13.6	1.11	0.61	0.02	1.13	S

TABLA 3.- (Continuación).

Muestra	Tamaño Promedio (Mz) en Ø	Desviación Standard (V) en Ø	Asimetría (Ski)	Curtosis (K_G)	Zona
14.1	2.17	0.64	-0.39	-0.01	I
14.2	1.05	0.89	0.27	0.99	I
14.3	1.66	0.74	0.09	0.72	M
14.4	1.90	0.65	-0.21	0.77	M
14.5	1.71	0.73	0.04	0.92	S
14.6	2.02	0.60	-0.27	0.83	S
15.1	3.58	1.52	0.67	3.42	I
15.2	4.74	3.28	0.97	2.78	I
15.3	4.63	2.17	0.31	1.30	M
15.4	5.00	2.97	0.66	2.03	S
15.5	0.70	0.84	0.18	2.13	S

I.- Zona infralitoral

M.- Zona mesolitoral

S.- Zona supralitoral

cular para la determinación específica de los constituyentes aloquímicos que conforman estos sedimentos, como son: intraclastos, oolitas y biógenos, así como la estimación de sus porcentajes (Tabla 5). Con un microscópio petrográfico convencional se identificaron en láminas delgadas los constituyentes calcáreos de las arenas; estas láminas se prepararon en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. y de las cuales se tomaron fotomicrografías.

Finalmente se caracterizaron las muestras de acuerdo a su tamaño aplicando el criterio establecido por Folk (1962,-1969) para sedimentos calcáreos (Tabla 5).

Las poblaciones de partículas por mecanismos de transporte fueron identificadas de acuerdo al método gráfico propuesto por Visher,(1969).

III. ANALISIS TEXTURAL

Los parámetros texturales de los sedimentos son atributos físicos fundamentales en la determinación y caracterización de los sedimentos ya que representan la historia evolutiva de los mismos en cuanto a su orígen, y en los mecanismos de transporte y depósito.

En este estudio dichos parámetros fueron obtenidos a partir del método propuesto por Folk (1969) y serán descritos considerando las tres zonas de playa descritas en Carranza-Edwards (Comunicación personal):

1) Zona Infralitoral.- Aquella que permanece sumergida durante el reflujo.

2) Zona Mesolitoral.- Comprende la zona entre el máximo flujo y el máximo reflujo.

3) Zona Supralitoral.- Es la zona expuesta a la acción del viento, fuera de la zona de máximo flujo.

a) Tamaño Gráfico Promedio

Dentro de los parámetros granulométricos, el tamaño gráfico promedio (Mz) es considerado por Folk (1969) como la mejor medida de tamaño que se obtiene a partir de la fórmula indicada en la Tabla 1.

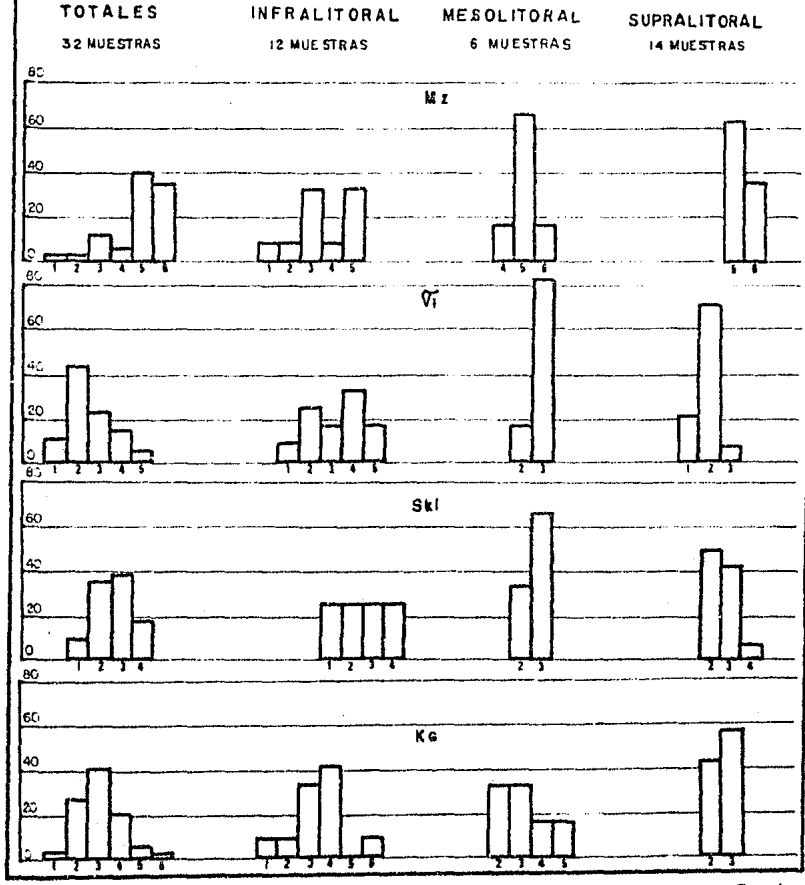
Como se observa en la figura 4, para el total de --- los sedimentos arenosos correspondientes a las playas de Yucatán, predominan las calcarenitas medias y las finas; esto es aún más evidente si se consideran las muestras de la zona supralitoral, ya que estas últimas son las únicas clases presentes, lo que puede deberse a una uniformidad en la compe-- tencia del principal agente de transporte de los sedimentos supralitorales, que en este caso es el viento, que actúa --- acarreando el material más fino hacia esta zona.

En la zona mesolitoral predominan también las calcarenitas medias, siendo esto similar para la zona infralitoral, sólo que en ésta, se destaca con igual porcentaje la clase - de calcirruditas finas. Esta tendencia hacia los materiales gruesos es atribuída a la presencia de fragmentos de conchas que están presentes en todas las playas del estado, así como a una remoción selectiva del tamaño de los granos finos que- son llevados desde la playa hacia la zona supralitoral por - el viento y hacia la zona mesolitoral por las olas dejando - en la infralitoral los materiales más gruesos.

En cuanto a los sedimentos muestreados en el Estado de- Quintana Roo (Fig. 5) se observa que en el total de los sedimentos predominan las mismas clases, esto es, las calcarenitas medias y finas; así como sucede en Yucatán, además de -- que para Quintana Roo esto se repite para las tres zonas (in

HISTOGRAMAS SOBRE MEDIDAS DE TAMAÑO, UNIFORMIDAD, SIMETRIA Y CURTOSIS EN EL ESTADO DE YUCATAN

Mz (ø)	σI	Ski	Kg
1_ Calcirudita gruesa	1_ Bien clasificado	1_ imétrico hacia finos	1_ Muy platicúrtico
2_ Calcirudita media	2_ Moderadamente bien clasif	2_ Casi simétrico	2_ Platicúrtico
3_ Calcirudita fina	3_ Moderadamente clasificado	3_ imetrico hacic gruesos	3_ Mesocúrtico
4_ Calcarenita gruesa	4_ Mal clasificado	4_ Muy simentrico hacia gruesos	4_ Leptocúrtico
5_ Calcarenita media	5_ Muy mal clasifico		5_ Muy leptocúrtico
6_ Calcarenita fina			6_ Extremadamente leptocúrtico

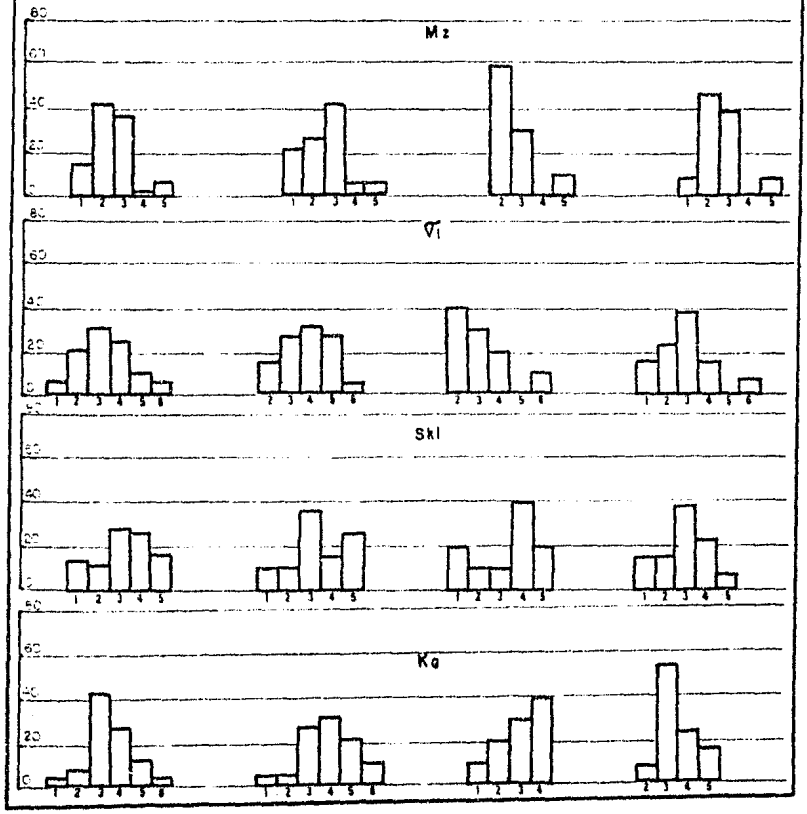


FI - UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986 Fig. 4

HISTOGRAMAS SOBRE MEDIDAS DE TAMAÑO, UNIFORMIDAD, SIMETRIA Y CURTOSIS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

Mz(ϕ)	σ_i	Ski	Kg
1_ Calcarenita gruesa	1_Muy bien clasificado	1_Muy simétrico hacia finos	1_Muy platicúrtica
2_ Calcarenita media	2_Bien clasificado	2_ imétrico hacia finos	2_ Platicúrtico
3_ Calcarenita fina	3_Moderadamente bien clasif	3_Casi simetrico	3_ Mesocúrtico
4_ Calcarenita muy fina	4_ Moderadamente clasificado	4_ imétrico hacia gruesos	4_ Leptocúrtico
5_ Calcilutita gruesa	5_Mal clasificado	5_Muy simétrico hacia gruesos	5_Muy leptocúrtico
	6_ Muy mal clasificado		6_Extremadamente leptocúrtico

TOTALES	INFRALITORAL	MESOLITORAL	SUPRALITORAL
42 MUESTRAS	19 MUESTRAS	10 MUESTRAS	13 MUESTRAS



FI- UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986

Fig. 5

fralitoral, mesolitoral y supralitoral); presentándose como- diferencia que el rango de tamaños en estas playas es mayor, además de que la clase de calcarenitas muy finas tanto en la zona mesolitoral como en la supralitoral no están presentes.

El aumento en el rango de tamaños puede deberse a que- los procesos litorales que afectan la distribución de tama-- ños sean heterogéneos debido a un cambio en la variación de- intensidad de la energía del oleaje. La ausencia de calcare- nitas muy finas en las zonas mesolitoral y supralitoral pue- de ser asociada a esta misma variación de energía. Otra ex- plicación podría encontrarse en el hecho de que los sedimen- tos de esta clase hayan sido inestables y como consecuencia- desaparecieron.

Por último, haciendo una comparación general se obser- va que las playas de Quintana Roo presentan sedimentos más - finos que las playas del Estado de Yucatán. Esto quizá sea- debido a que la energía en Yucatán es abierta a las corrien- tes litorales por lo que el oleaje al ser más fuerte arras-- tra los materiales en suspensión que son finos, no sucedien- do esto en Quintana Roo debido a que la mayoría de sus pla-- yas están protegidas por los arrecifes que se encuentran en- la parte oriental.

b) Desviación Estandard Gráfica Inclusiva

En lo que corresponde al grado de clasificación o -

Desviación Estandard Gráfica Inclusiva (σ_I), se observa -- (Fig. 4) que la clase dominante en el total de muestras es - la de las arenas moderadamente bien clasificadas, lo que coincide únicamente con la zona supralitoral en donde el número de clases es menor. También puede observarse que para el- total de muestras existe una tendencia hacia los muy mal clasificados, lo cual no ocurre en las zonas supralitoral y mesolitoral, reduciéndose sólo a dos clases en esta última, -- donde además la mayor densidad de sedimentos se ubica dentro de la clase de los sedimentos moderadamente clasificados. - Esta restricción de clases en las zonas mesolitoral y supralitoral, al igual que en la distribución de tamaños puede representar una uniformidad de los procesos clasificadores como- son el oleaje, la acción eólica, la acción de mareas y de la corriente litoral.

Sin embargo, la zona infralitoral se presenta con un - rango mayor de clases, sobresaliendo la de las arenas mal clasificadas. Esta mala clasificación y el aumento en el número de clases, probablemente es causado por la presencia de - material grueso, como por ejemplo fragmentos de concha, así- como también por cambios a lo largo de la costa en los niveles energéticos del oleaje.

Ahora bien, haciendo una comparación con las playas de Quintana Roo (Fig. 5) se observa que en la gráfica total, al igual que en Yucatán la clase de arenas moderadamente bien -

clasificadas es la más poblada, lo cual es repetitivo para - la zona supralitoral; ya que en la zona mesolitoral la clase más representativa es la de las arenas bien clasificadas y - en la zona infralitoral es la de sedimentos moderadamente -- clasificados.

Nótese en la misma figura 5 que al igual como ocurre - en las gráficas de tamaño hay una clase no presente que aquí es la de sedimentos mal clasificados, destacándose de aquí - la estrecha relación que existe entre ambos parámetros cuyo- comportamiento puede tener las mismas causas.

c) Grado de Simetría Gráfica Inclusiva

En relación al grado de simetría (Ski) en Yucatán - sobresalen en el total de las muestras los sedimentos casi - simétricos y los simétricos hacia gruesos, destacando los -- primeros en la zona supralitoral y los segundos en la mesoli toral.

Para la zona infralitoral existen cuatro clases y - las cuatro se presentan en la misma proporción, lo cual re-- fleja un aporte igual de sedimentos en cada una de esas cla- ses de simetría, debido quizá a la uniformidad en la capaci- dad energética de los procesos litorales en cuanto al arras- tre de los materiales.

Tanto en la zona mesolitoral como en la supralitoral -- se detecta nuevamente la misma reducción de clases como en - los otros parámetros estudiados, lo cual muestra su relación con ellos. En la zona mesolitoral el oleaje es el que imprime con su energía y persistencia una buena selección de sedimentos, presentándose dos únicas clases de simetría, mien--- tras que en la supralitoral el viento genera una ligera va-- riación en su energía, presentándose una clase más, corres-- pondiendo ésta a sedimentos muy simétricos hacia gruesos.

Por otra parte, en Quintana Roo, la clase de sedimentos casi simétricos es la que aparece como la más significativa- tanto en la gráfica del total como en la de las zonas infra- litoral y supralitoral, mientras que en la zona mesolitoral, al igual que en Yucatán la clase más sobresaliente es la de- simétricos hacia gruesos.

Los valores de simetría que muestran los sedimentos de ambos estados, se presentan en su gran mayoría como negati-- vos, siendo mínimos los valores positivos (Tabla 3).

Friedman (1961, 1962, 1967) atribuye la variación en - el signo de los valores de simetría a una variación de las - condiciones de energía en el ambiente sedimentario. Sahu -- (1964)) describe la simetría negativa en términos de la intensidad y duración del agente en el depósito de los sedimentos. Martins (1965) presenta una explicación similar, pero añadi-

endo que la simetría negativa puede también ser causada por- la adición de materiales de fracciones gruesas poniendo como ejemplo los fragmentos de concha.

d) Curtosis

En cuanto a curtosis, las gráficas totales para ambos estados coinciden presentando con una mayor población a- los sedimentos con carácter mesocúrtico.

En Yucatán la mayoría de los sedimentos quedan dentro de las arenas leptocúrticas para la zona infralitoral; - mesocúrticas y platicúrticas para la zona mesolitoral y nuevamente mesocúrticas para las zonas supralitorales.

En Quintana Roo la mayoría de los sedimentos quedan dentro de las mesocúrticas en la zona supralitoral, o bien,- dentro de las leptocúrticas en las zonas mesolitoral e infra litoral.

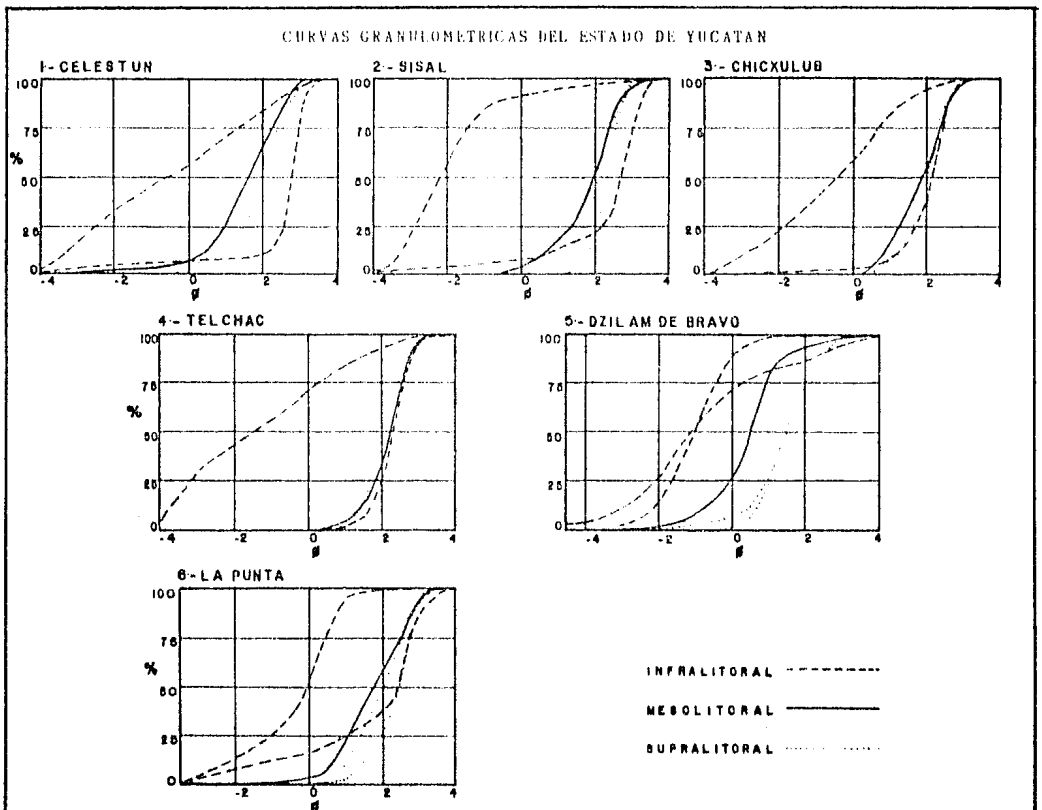
La curtosis tiene relación principalmente con la -- clasificación de los sedimentos (Folk, 1969) y al analizar - las figuras 4 y 5 se puede distinguir que tanto Yucatán como Quintana Roo presentan una buena clasificación de sedimentos. Nordstrom (1977) expone que los valores de curtosis están -- fuertemente relacionados con las variaciones de la energía y el régimen del oleaje y además que los valores altos de este

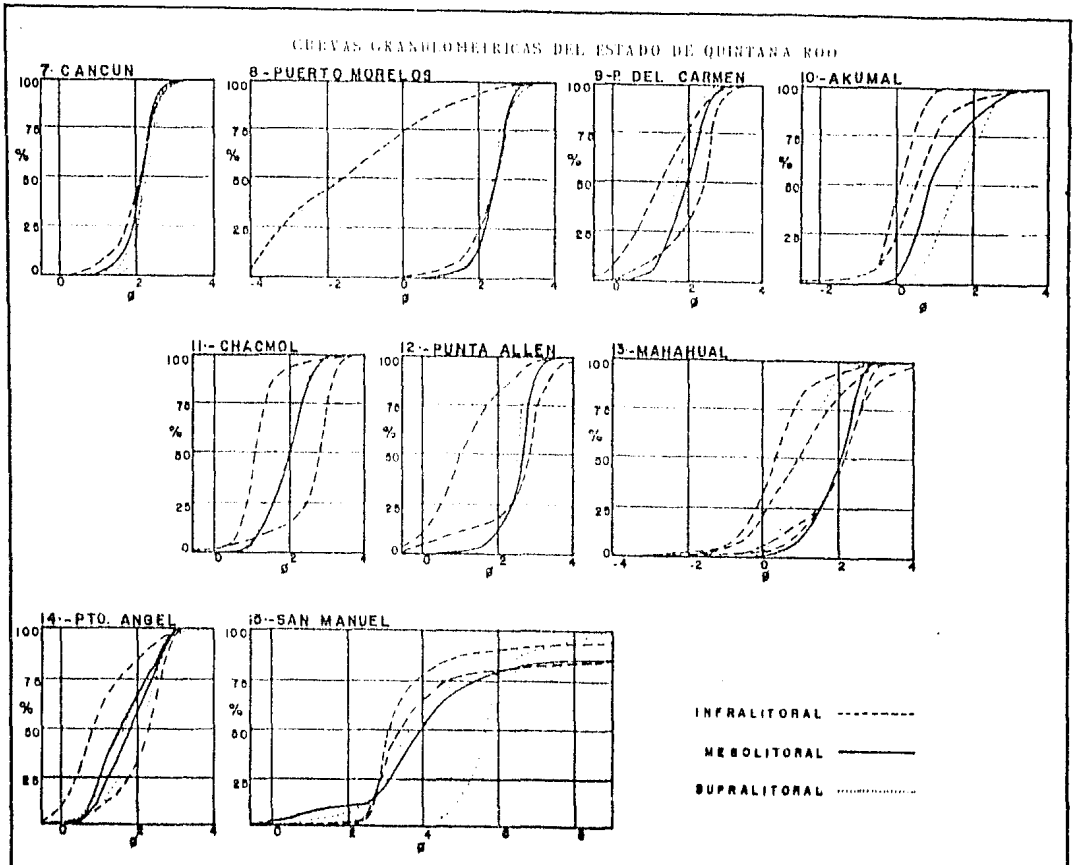
parámetro se registran en las playas de baja energía. esto-- coincide con el hecho de que las curvas leptocúrticas registradas en Quintana Roo reflejan un oleaje con menor intensidad de energía que la existente en el litoral de Yucatán, debido posiblemente a la protección natural contra el oleaje - creada en Quintana Roo por la barrera arrecifal.

Después del análisis anterior resulta importante- destacar la similitud existente entre los sedimentos aquí estudiados y los resultados de los sedimentos de playas en los estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán y Guerrero, presentados por Martínez-Bringas y Javier-Castro (1982), así como -- los correspondientes a Chiapas, estudiados por Carranza-Ed-- wards (1986) y Oaxaca también analizados por Carranza-Edwards (comunicación personal), ya que coinciden todos estos sedimentos en presentarse con tamaños de arenas (de gruesas a- finas) con carácter de moderadamente bien clasificados, simétricos y mesocúrticos. Así mismo y de forma más cercana con- los sedimentos calcáreos del litoral de Tamaulipas (Pulido-- Valdéz, 1985).

En relación al material transportado por tracción puede observarse que en Yucatán existe una cantidad mayor -- a la de Quintana Roo lo que puede deberse a la gran cantidad de fragmentos de conchas presentes (Figs. 6 y 7).

En lo que corresponde a la cantidad de sedimentos


CURVAS GRANULOMETRICAS DEL ESTADO DE YUCATAN
1- CELESTUN
2- SISAL
3- CHICXULUB
4- TELCHAC
5- DZILAM DE BRAVO
6- LA PUNTA
%
100
75
50
25
0
-4
-2
0
2
4
ϕ
INFRALITORAL
MESOLITORAL
SUPRALITORAL



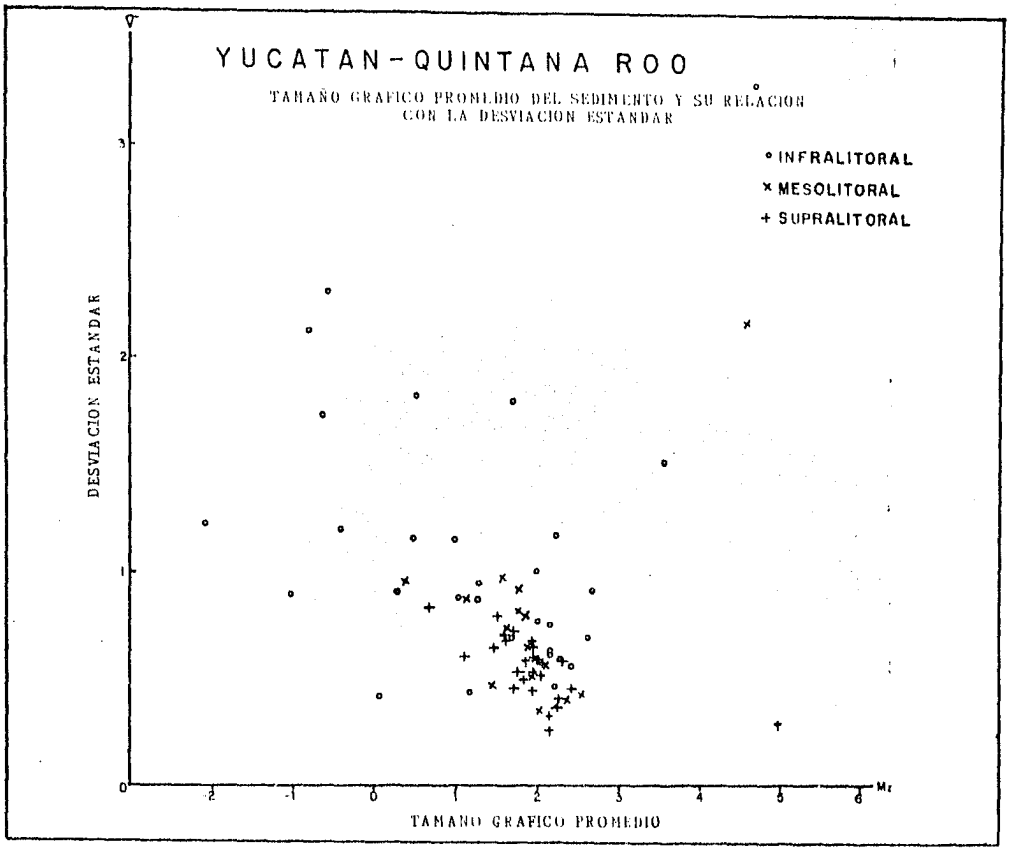
FI - UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL 1986

Fig. 7

transportados por saltación, en ambos litorales es semejante. Lo mismo sucede para el material en suspensión, ya que en -- los dos estados aparecen en menor proporción. Esto quizá sea debido a que la fracción o clase de materiales muy finos como por ejemplo calcilutitas finas no están presentes, con excepción de la playa San Manuel, en donde se observa una gran cantidad de fracción fina transportada en suspensión que corresponde a las calcilutitas gruesas (Fig. 7 - playa 15).

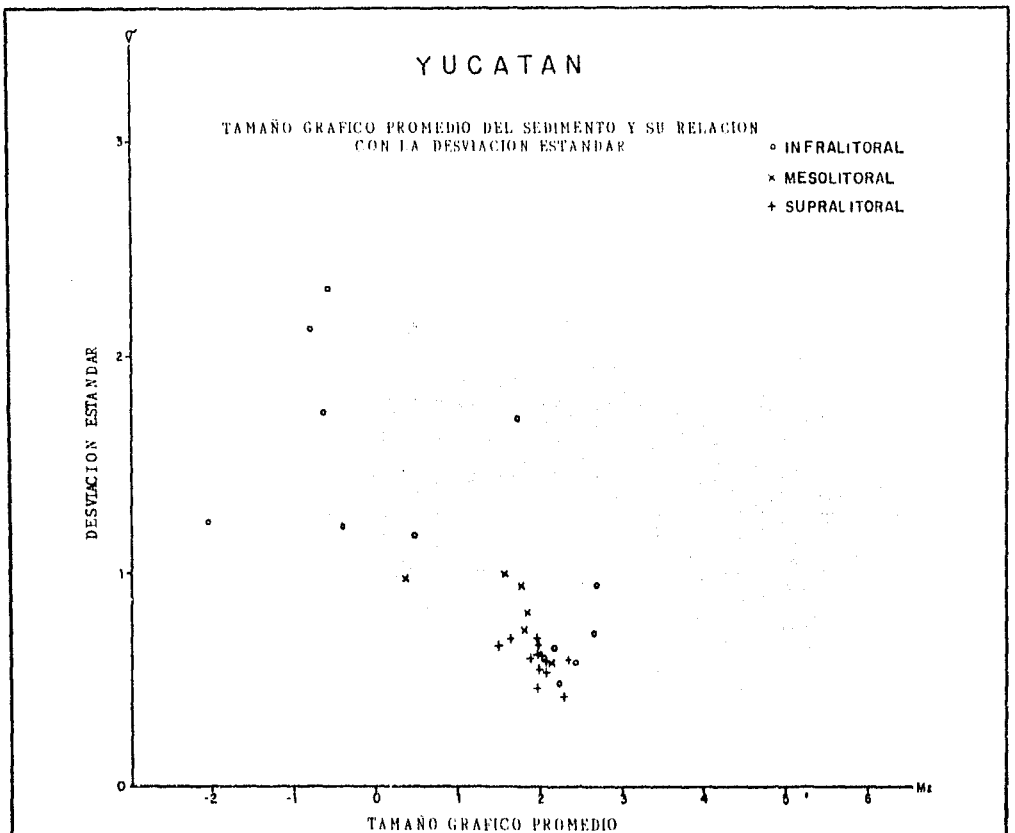
Las figuras 8, 9 y 10 representan la distribución por zonas de los sedimentos muestreados considerando los parámetros de desviación estandard y del tamaño gráfico promedio. Los sedimentos infralitorales se distribuyen extendiéndose más ampliamente en ambos ejes que los sedimentos de las otras zonas, debiéndose quizá, este modo de presentación a - que en la zona infralitoral al existir turbulencia del agua generada por el flujo y reflujo, hay un removimiento de materiales que proyecta un rango más amplio de tamaños, debiéndose de aquí el hecho de que exista una gran tendencia a la mala clasificación.

Tanto los sedimentos mesolitorales como los supralitorales, en contraste con los anteriores, se presentan abarcando un rango más restringido en ambos parámetros, lo -- cual muestra claramente que existe una estrecha relación entre los tamaños más finos de estas playas con los valores de una clasificación que va desde muy buena hasta moderadamente



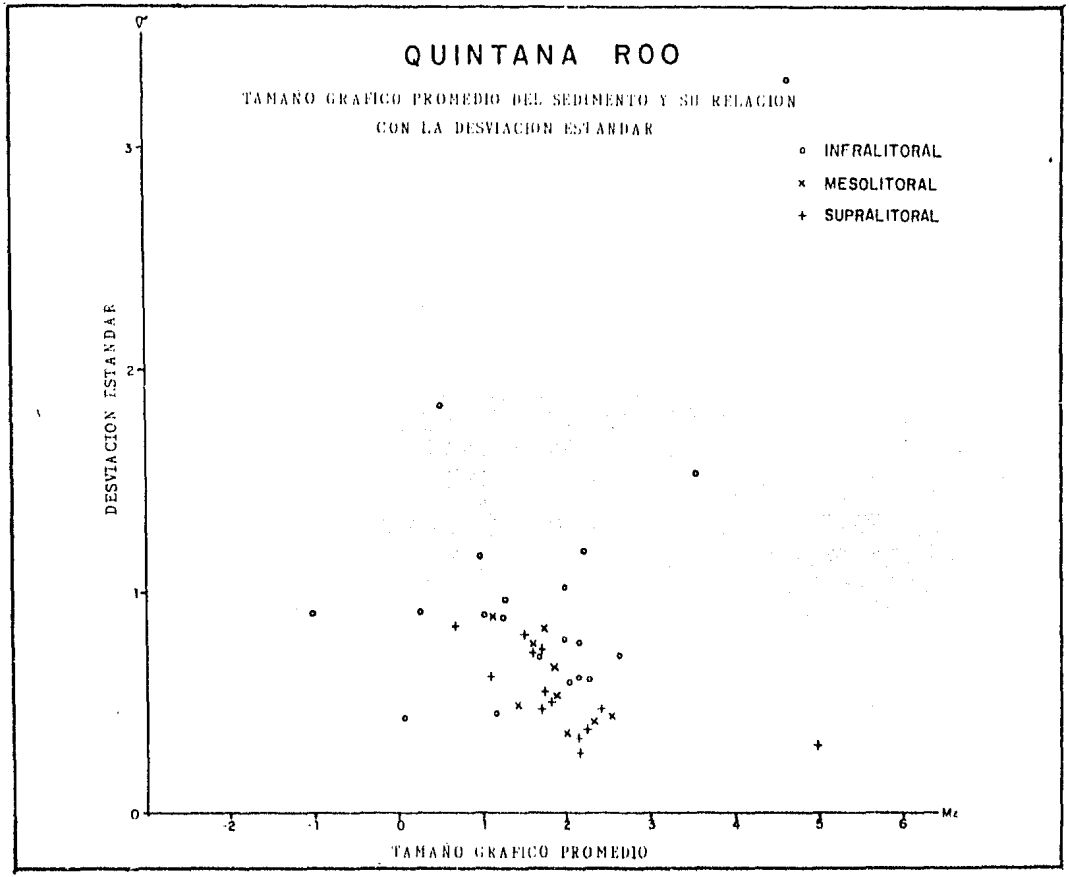
FI - UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL 1986

Fig. 8



FI - UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986

Fig. 9



FI - UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986

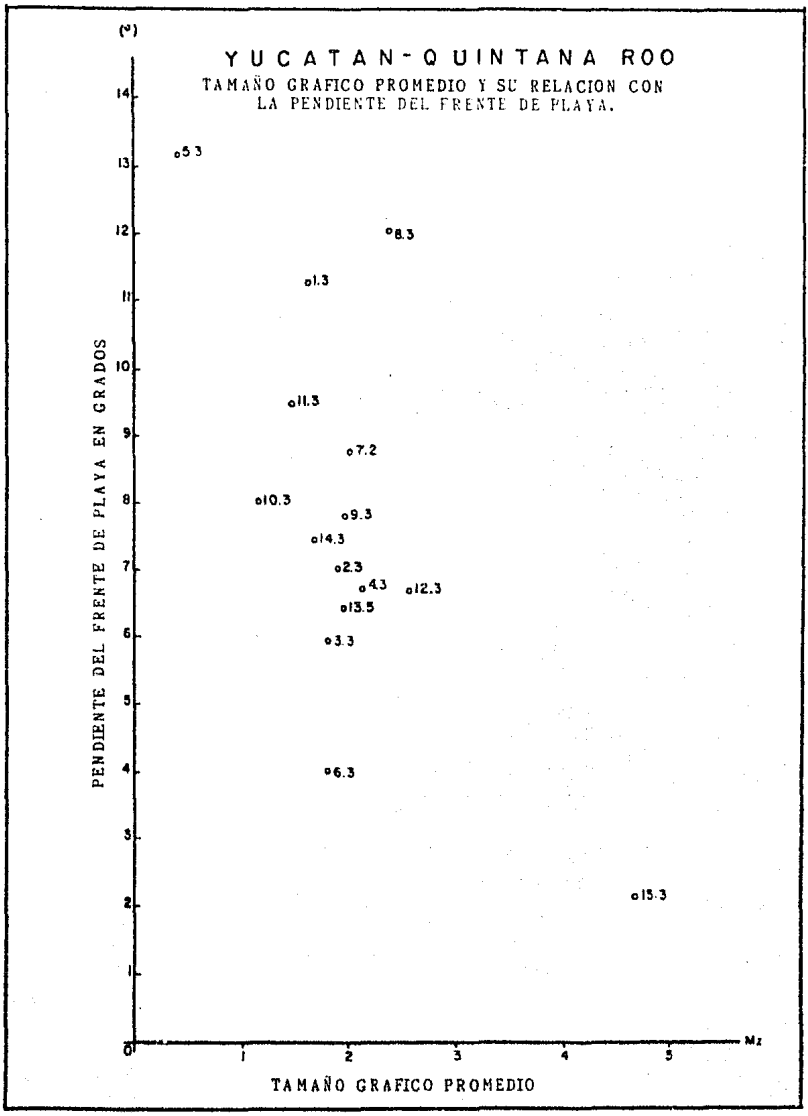
Fig.10

clasificados.

Es posible que este comportamiento sea debido a - que los sedimentos son depositados con mayor fuerza o ener-- gía por las olas en la zona mesolitoral y por el viento en - la supralitoral, lo cual como ya se ha mencionado establece- una mayor selección de los tamaños de las partículas.

En estas mismas figuras puede notarse la presen-- cia de algunas muestras que se salen del patrón general, dis parándose hacia los valores más altos tanto en σ_I como en Mz, correspondiendo éstas a la muestra 15 (playa San Manuel) y - es muy probable que la pésima clasificación que presentan -- sea debido al nulo efecto que sobre esta playa tiene el olea je ya que se ubica en la Bahía de Chetumal (Fig. 1) en donde la circulación del agua es mínima presentándose como produc- to de ello un marco en donde prevalece el depósito de mate- ría orgánica en descomposición.

Por último, al hacer referencia de la relación del tamaño gráfico promedio de los sedimentos con la pendiente - del frente de playa, se puede observar en la figura 11, que- existe una tendencia, aunque no bien definida, a asociarse - los sedimentos más gruesos con las pendientes más fuertes. - Además la mayor concentración se ubica dentro del rango que- abarca calcarenitas medias y finas, con pendientes entre 6° y 9° correspondientes a las playas Chicxulub, Yucatán y Chac mol, Quintana Roo respectivamente; saliéndose de este patrón



FI - UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL 1986 Fig. 11

general las muestras 5.3 (Playa Dzilam de Bravo, Yucatán); - 6.3 (La Punta, Yucatán) y la 15.3 (San Manuel, Quintana Roo). La muestra 5.3, puede decirse que está cumpliendo con el hecho de que a mayor pendiente existe material más grueso au-- mentado, en este caso, quizá por los fragmentos de concha - que son muy abundantes, en cambio en la muestra 6.3 los restos de concha son muy escasos. Por lo que toca a la muestra 15.3 al no existir oleaje nos está reflejando condiciones de baja pendiente con sedimentos finos.

IV. ANALISIS COMPOSICIONAL

El litoral estudiado está constituído básicamente por-sedimentos carbonatados. Para su estudio se les ha clasificado de acuerdo a la clasificación propuesta por Folk (1962 1969), la cual se utiliza en tres componentes principales, a saber: a) aloquímicos; b) lodo microcristalino y c) cemento de espato calcáreo. Al tratarse en este caso de los sedimentos no consolidados y como consecuencia no contener componentes ortoquímicos (b y c), únicamente fué utilizado el-diagrama triangular del mismo autor referente a los compo-- nentes aloquímicos.

Como resultado del análisis composicional de las are-- nas muestreadas en Yucatán, se encontró que éstas están constituídas solamente por intraclastos y biógenos, mientras que en Quintana Roo se registra la presencia, además de los biógenos e intraclastos, de oolitas (Tabla 5).

Es importante mencionar que al no encontrarse "pellets" no pudo determinarse la relación: "pellets"-biógenos, como - Folk lo establece en el vértice inferior derecho de su dia-- grama triangular.

De acuerdo a Folk (1969), cuando el porcentaje de in--- traclastos es mayor del 25%, la roca es clasificada como intraclástica. Para el caso de los sedimentos aquí investiga--

TABLA 4.- Nomenclatura de los sedimentos

1.1 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente clasificada, muy simétrica hacia gruesos, extremadamente leptocúrticos.

1.2 Calcirudita fina de biógenos, muy mal clasificada, casi simétrica, platicúrtica.

1.3 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, simétrica hacia gruesos, mesocúrticas.

1.4 Calcarenita media de biógenos, bien clasificada, simétrica-hacia gruesos, mesocúrtica.

2.1 Calcarenita fina de intraclastos, moderadamente bien clasificada, casi simétrica, muy leptocúrtica.

2.2. Calcirudita gruesa de biógenos, mal clasificada, simétrica - hacia finos, leptocúrtica.

2.3 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, simétrica hacia gruesos, leptocúrtica.

2.4 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasificada simétrica hacia gruesos, leptocúrtica.

2.5 Calcarenita fina de biógenos, bien clasificada, casi simétrica, mesocúrtica.

3.1 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasificada simétrica hacia gruesos, leptocúrtica.

3.2 Calcirudita fina de biógenos, mal clasificada, simétrica, hacia gruesos, mesocúrtica.

TABLA 4.- (Continuación)

3.3 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, - simétrica hacia gruesos, platicúrtica.

3.4 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasifica da, casi simétrica, mesocúrtica.

3.5 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasifica da, simétrica hacia gruesos, mesocúrtica.

3.6 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasifica da casi simétrica, platicúrtica.

4.1 Calcarenita fina de biógenos, bien clasificada, simétrica - hacia gruesos, leptocúrtica.

4.2 Calcarenita gruesa de biógenos, mal clasificada, simétrica- hacia finos, mesocúrtica.

4.3 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasifica- da simétrica hacia gruesos, mesocúrtica.

4.4 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasifica da simétrica hacia gruesos, mesocúrticas.

4.5 Calcarenita media de biógenos, bien clasificada, casi simé- trica, mesocúrtica.

4.6 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasifica- da casi simétrica, platicúrtica.

5.1 Calcirudita fina de biógenos, muy mal clasificada, simétri- ca hacia finos, leptocúrtica.

TABLA 4.- (Continuación)

5.2 Calcirudita media de biógenos, moderadamente clasificada, casi simétrica, mesocúrtica.

5.3 Calcarenita gruesa de biógenos, moderadamente clasificada, casi simétrica, muy leptocúrtica.

5.4 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, casi simétrica, platicúrtica.

5.5 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada casi simétrica, mesocúrtica.

6.1 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada, muy simétrica hacia gruesos, leptocúrtica.

6.2 Calcirudita fina de biógenos, mal clasificada, muy simétrica hacia gruesos, mesocúrtica.

6.3 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, casi simétrica, platicúrtica.

6.4 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasificada muy simétrica hacia gruesos, mesocúrtica.

6.5 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada simétrica hacia gruesos, platicúrtica.

6.6 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasificada simétrica hacia gruesos, platicúrtica.

7.1 Calcarenita fina de oolitas, moderadamente bien clasificada-casi simétrica, leptocúrtica.

TABLA 4.- (Continuación)

7.2 Calcarenita fina de oolitas, bien clasificada, simétrica hacia gruesos, mesocúrtica.

7.3 Calcarenita fina de oolitas, muy bien clasificada, casi simétrica, leptocúrtica.

7.4 Calcarenita fina de oolitas, muy bien clasificada, simétrica hacia gruesos, mesocúrtica.

8.1 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasificada simétrica hacia gruesos, leptocúrtica.

8.2 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada casi simétrica, mesocúrtica.

8.3 Calcarenita fina de biógenos, bien clasificada, simétrica - hacia gruesos, mesocúrtica.

8.4 Calcarenita fina de biógenos, bien clasificada, simétrica - hacia gruesos, mesocúrtica.

9.1 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente clasificada, muy simétrica hacia gruesos, leptocúrtica.

9.2 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, - casi simétrica, platicúrtica.

9.3 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, - casi simétrica, platicúrtica.

9.4 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada, simétrica hacia gruesos, mesocúrtica.

TABLA 4.- (Continuación)

9.5 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada, casi simétrica, mesocúrtica.

10.1 Calcarenita gruesa de biógenos, mal clasificada, simétrica - hacia gruesos, extremadamente leptocúrtica.

10.2 Calcarenita gruesa de biógenos, bien clasificada, casi simétrica, mesocúrtica.

10.3 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, -- muy simétrica hacia finos, muy platicúrtica.

10.4 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada, casi simétrica, mesocúrtica.

11.1 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasificada, muy simétrica hacia gruesos, muy leptocúrtica.

11.2 Calcarenita media de biógenos, bien clasificada, casi simé-- trica, leptocúrtica.

11.3 Calcarenita media de biógenos, bien clasificada, simétrica - hacia finos, leptocúrtica.

11.4 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada, muy simétrica hacia finos, mesocúrtica.

12.1 Calcarenita fina de biógenos, mal clasificada, muy simétrica hacia gruesos, muy leptocúrtica.

12.2 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, simétrica hacia finos, mesocúrtica.

TABLA 4.- (Continuación).

12.3 Calcarenita fina de intraclastos, bien clasificada, muy simétrica hacia gruesos, leptocúrtica.

12.4 Calcarenita fina de intraclastos, bien clasificada, muy simétrica hacia gruesos leptocúrtica.

13.1 Calcarenita fina de biógenos, mal clasificada, simétrica - hacia gruesos, leptocúrtica.

13.2 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente clasificada, - muy simétrica hacia gruesos, mesocúrtica.

13.3 Calcarenita gruesa de biógenos, mal clasificada, casi simétrica, muy leptocúrtica.

13.4 Calcarenita gruesa de biógenos, moderadamente clasificada, casi simétrica, leptocúrtica.

13.5 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada, muy simétrica hacia gruesos, leptocúrtica.

13.6 Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada, casi simétrica, leptocúrtica.

14.1 Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasificada, muy simétrica hacia gruesos, muy platicúrtica.

14.2 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada,- simétrica hacia finos, mesocúrtica.

14.3 Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada,- casi simétrica, platicúrtica.

TABLA 4.- (Continuación).

14.4	Calcarenita media de biógenos, moderadamente bien clasificada, simétrica hacia gruesos, platicúrtica.
14.5	Calcarenita media de biógenos, moderadamente clasificada, casi simétrica, mesocúrtica.
14.6	Calcarenita fina de biógenos, moderadamente bien clasificada, simétrica hacia gruesos, platicúrtica.
15.1	Calcarenita muy fina de intraclastos, mal clasificada, muy - simétrica hacia finos, extremadamente leptocúrtica.
15.2	Calcilutita gruesa de intraclastos, muy mal clasificada, muy simétrica hacia finos, extremadamente leptocúrtica.
15.3	Calcilutita gruesa de intraclastos, muy mal clasificada, muy simétrica hacia finos, leptocúrtica.
15.4	Calcilutita gruesa de intraclastos, muy mal clasificada, muy simétrica hacia finos, muy leptocúrtica.
15.5	Calcarenita gruesa de intraclastos, moderadamente clasificada, simétrica hacia finos, muy leptocúrtica.

TABLA 5.- COMPOSICION DE LOS SEDIMENTOS DE LOS ESTADOS DE YUCATAN Y QUINTANA ROO

NOMBRE DE LA PLAYA	No. DE MUESTRA	ZONA	PORCENTAJE DE BIOGENOS (%)	PORCENTAJE DE INTRACLASTOS (%)	PORCENTAJE DE OOLITAS (%)
1. Celestún,	1.1	I	65	35	
Yuc.	1.2	I	70	30	
	1.3	M	60	40	
	1.4	S	65	35	
2. Sisal,	2.1	I	15	85	
Yuc.	2.2	I	96	4	
	2.3	M	99	1	
	2.4	S	99	1	
	2.5	S	87	13	
3. Chicxulub,	3.1	I	85	15	
Yuc.	3.2	I	80	20	
	3.3	M	80	20	
	3.4	S	80	20	
	3.5	S	85	15	
	3.6	S	85	15	
4. Telchac,	4.1	I	90	10	
Yuc.	4.2	I	90	10	
	4.3	M	85	15	
	4.4	S	85	15	
	4.5	S	87	13	
	4.6	S	93	7	
5. Dzilamd de	5.1	I	98	2	
Bravo, Yuc.	5.2	I	85	15	
	5.3	M	85	15	
	5.4	S	95	5	
	5.5	S	80	20	
6. La Punta,	6.1	I	97	3	
Yuc.	6.2	I	96	4	
	6.3	M	98	2	
	6.4	S	99	1	
	6.5	S	98	2	
	6.6	S	98	2	

TABLA 5.- (Continuación).

NOMBRE DE LA PLAYA	No. DE MUESTRA	ZONA	PORCENTAJE DE BIOGENOS (%)	PORCENTAJE DE INTRACLASTOS (%)	PORCENTAJE DE OOLITAS (%)
7. Cancún,	7.1	I	10	5	85
Q.R.	7.2	M	10	2	88
	7.3	S	8	1	90
	7.4	S	4	1	95
8. Puerto Morelos,	8.1	I	60	40	
Q.R.	8.2	I	52	48	
	8.3	M	62	38	
	8.4	S	55	45	
9. Playa del Car-	9.1	I	90	10	
men, Q.R.	9.2	I	87	13	
	9.3	M	85	15	
	9.4	S	82	18	
	9.5	S	87	13	
10. Akumal, Q.R.	10.1	I	98	2	
	10.2	I	70	30	
	10.3	M	90	10	
	10.4	S	82	18	
11. Chacmol, Q.R.	11.1	I	90	10	
	11.2	I	75	25	
	11.3	M	75	25	
	11.4	S	82	18	
12. Punta Allen,	12.1	I	63	37	
Q.R.	12.2	I	76	24	
	12.3	M	20	80	
	12.4	S	25	75	
13. Mahahual,	13.1	I	95	5	
Q.R.	13.2	I	88	12	
	13.3	I	92	8	
	13.4	I	96	4	
	13.5	M	95	5	
	13.6	S	95	5	

TABLA 5.- (Continuación).

NOMBRE DE LA PLAYA	No. DE MUESTRA	ZONA	PORCENTAJE DE BIOGENOS (%)	PORCENTAJE DE INTRACLASTOS (%)	PORCENTAJE DE OOLITAS (%)
14. Puerto	14.1	I	84	16	
Angel, Q.R.	14.2	I	80	20	
	14.3	M	90	10	
	14.4	M	93	7	
	14.5	S	52	48	
	14.6	S	89	11	
15. San Manuel,	15.1	I	10	90	
Q.R.	15.2	I	7	93	
	15.3	M	7	93	
	15.4	S	5	95	
	15.5	S	20	80	

I.- Zona Infralitoral
M.- Zona Mesolitoral
S.- Zona Supralitoral

dos fueron nombrados primero, de acuerdo a la clasificación de tamaño gráfico promedio (Mz), por ejemplo: calcarenita fina; en seguida se les dió el nombre correspondiente a su composición tomando en cuenta el componente de mayor porcentaje (biógenos, intraclastos u oolitas) y posteriormente se les nombró de acuerdo a su característica granulométrica, por ejemplo: Calcarenita fina de biógenos, moderadamente clasificada, muy simétrica hacia gruesos, extremadamente leptocúrtica (Tabla 4).

De acuerdo a lo anterior pudo determinarse que todas las playas están compuestas principalmente por arenas biogénicas, a excepción de las playas de San Manuel y Cancún, Quintana Roo, cuyas arenas presentan una composición intraclástica en la primera y oolítica en la segunda (Tabla 5).

Las oolitas encontradas en Cancún corresponden a oolitas superficiales ya que en láminas delgadas sólo pudo apreciárseles una sola capa de carbonato de calcio (Lámina 1, a y b).

Cabe mencionar también que las muestras 2.1 de la playa Sisal, Yucatán y las 12.3 y 12.4 de Punta Allen, Quintana Roo, presentan, a diferencia de las demás muestras de estas playas, una composición intraclástica, lo cual quizá sea debido a una erosión en el fondo no muy profundo hacia mar adentro, provocada por algún cambio en la velocidad de la

corriente litoral, siendo transportados estos intraclastos - posteriormente por el oleaje hasta la playa.

En relación a las variaciones de la composición de- los sedimentos a lo largo del litoral de la -- Península de Yucatán, se observa, empezando por la playa de- San Manuel, Quintana Roo (Playa 15, Tabla, 5), que sus sedimentos corresponden a calcarenitas y calcilutitas de intra-- clastos. Esta predominancia de intraclastos, quizá sea debida a la ubicación de la playa, ya que se encuentra protegida del oleaje dentro de la Bahia de Chetumal y que como consecuencia no existe mucha circulación de agua debido a que la energía del oleaje es casi nula. Esto puede contribuir a -- que se lleve a cabo la precipitación de lodos carbonatados - que al ser erosionados posteriormente por cambios en la circulación del agua, den lugar a la formación de intraclastos- (Folk, 1969).

De la playa Puerto Angel, Quintana Roo hasta Puerto Morelos, los sedimentos registran una composición principalmente biogénica (Tabla 5).

Esta predominancia de material biogénico es posible que sea debido al suministro aportado desde la barrera arrecifal que se encuentra al Oriente del litoral.

Los biógenos están constituídos principalmente por- foraminíferos bentónicos y planctónicos, gasterópodos, pele-

cípodos, briozoarios, moluscos, corales, espinas de equino-- dermos y de esponjas, tubos de anhélidos, ostrácodos y algas.

En la lámina 1 (c, d y e) pueden apreciarse, algunos - de estos biógenos.

En Cancún existe un cambio notable en la composi--- ción de los sedimentos, ya que están constituídos principalmente de oolitas. De acuerdo con Aguayo et al (1978), desde- el norte de punta Nizuc (al sur de Cancún) se inicia aparentemente esta variación composicional, lo cual posiblemente - sea debido a que esta parte del litoral ya no está protegida por arrecifes y en consecuencia se genera un ambiente de alta energía, lo cual es propicio para la formación de oolitas.

Ya en el litoral norte de la Península, dentro del- Estado de Yucatán, los sedimentos vuelven a presentarse con- una composición abundante de biógenos, lo cual quizá sea debido a que esta zona contiene los nutrientes y las condiciones adecuadas para la proliferación de organismos que vienen siendo los mismos que se presentan en el litoral quintanarroense y que también presentan un ambiente de depositación calcárea; además de que la principal fuente de suministro de tales organismos, puede ser el desarrollo de alineamientos --- arrecifales ubicados al norte del Banco de Campeche (López-- Ramos, 1983).

En cuanto al color de los sedimentos, de acuerdo -- con las Cartas Munsell de color de suelos (Kollmorgen Corpo-

ration, 1975), llama la atención la diferencia de color de - sedimentos de Yucatán, cuando están húmedos y cuando están - secos, predominando en el primer caso el gris claro y en el- segundo caso el color blanco (Tabla 6). Este fenómeno es -- atribuído a la mayor absorción de la luz cuando existe agua- entre los sedimentos y a la reflexión de la luz cuando están secos.

Para Quintana Roo el color blanco de las arenas es- el más característico, tanto en sedimentos húmedos como en - secos (Tabla 6). Esta tendencia hacia el color blanco o al- gris claro, en ambos litorales, puede ser atribuída a la au- sencia de amteriales terrígenos que dan como resultado sedi- mentos calcáreos limpios.

Finalmentes, se considera de interés la importancia económica de los sedimentos estudiados, ya que por su textu- ra y composición pueden tener diversos usos. Entre ellos -- pueden citarse los siguientes: bancos de material para cons- trucción, agregados para concretos, como constituyente del - cemento Portland, en la fabricación de cal, en la agricultu- ra, como fundente en la elaboración del fierro, para obten-- ción del $MgCO_3$, así como en la construcción de playas artifi ciales (Kent, 1980, Pettijohn, 1975).

Por tanto es recomendable hacer un estudio económi- co que permita evaluar estas alternativas sobre el posible - aprovechamiento de estas playas.

TABLA 6.- COLOR DE LOS SEDIMENTOS

MUESTRA		CROMA Y ESCALA		COLOR EN HUMEDO	CROMA Y ESCALA		COLOR EN SECO
1.1	I	5Y	7/3	Amarillo pálido	2.5Y	8/2	Blanco
1.2	I	5Y	7/3	Amarillo pálido	2.5Y	8/2	Blanco
1.3	M	2.5Y	7/4	Amarillo pálido	10YR	8/2	Blanco
1.4	S	10YR	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco
2.1	I	2.5Y	7/2	Gris Claro	2.5Y	8/2	Gris
2.2	I	2.5Y	7/2	Gris Claro	2.5Y	8/2	Gris
2.3	M	10YR	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco
2.4	S	2.5Y	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco
2.5	S	10YR	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco
3.1	I	2.5Y	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
3.2	I	2.5Y	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
3.3	M	2.5Y	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
3.4	S	2.5Y	7/2	Gris Claro	2.5Y	8/2	Blanco
3.5	S	2.5Y	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco
3.6	S	10YR	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Gris Claro
4.1	I	5Y	7/3	Amarillo pálido	2.5Y	8/2	Blanco
4.2	I	2.5Y	7/2	Gris Claro	2.5Y	8/2	Blanco
4.3	M	2.5Y	7/2	Gris Claro	2.5Y	8/2	Blanco
4.4	S	2.5Y	7/2	Gris Claro	2.5Y	7/2	Gris Claro
4.5	S	2.5Y	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco
4.6	S	10YR	7/2	Gris Claro	10YR	8/1	Blanco
5.1	I	10YR	6/3	Pardo pálido	10YR	8/2	Blanco
5.2	I	10YR	6/3	Pardo pálido	10YR	8/2	Blanco
5.3	M	10YR	6/3	Pardo pálido	10YR	8/2	Blanco
5.4	S	10YR	6/3	Pardo pálido	10YR	7/2	Gris Claro
5.5	S	10YR	6/3	Pardo pálido	10YR	8/2	Blanco
6.1	I	2.5Y	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
6.2	I	2.5Y	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
6.3	M	5Y	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco
6.4	S	10YR	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco
6.5	S	2.5Y	7/2	Gris Claro	10YR	8/2	Blanco

TABLA 6. (Continuación).

MUESTRA		CROMA Y ESCALA		COLOR EN HUMEDO	CROMA Y ESCALA		COLOR EN SECO
6.6	S	2.5Y	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
7.1	I	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
7.2	M	10YR	8/1	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
7.3	S	2YR	8/1	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
7.4	S	10YR	8/1	Blanco	2.5YR	8/2	Blanco
8.1	I	2.5Y	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
8.2	I	2.5Y	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
8.3	M	2.5Y	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
8.4	S	10YR	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
9.1	I	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
9.2	I	10YR	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
9.3	M	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
9.4	S	2.5YR	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
9.5	S	2.5YR	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
10.1	I	5Y	8/2	Blanco	5Y	8/2	Blanco
10.2	I	5Y	8/3	Amarillo pálido	5Y	8/2	Blanco
10.3	M	2.5Y	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
10.4	S	2.5Y	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
11.1	I	10YR	8/2	Blanco	5Y	8/2	Blanco
11.2	I	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
11.3	M	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
11.4	S	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
12.1	I	5Y	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
12.2	I	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
12.3	M	5Y	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
12.4	S	10YR	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
13.1	I	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
13.2	I	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
13.3	I	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
13.4	I	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco
13.5	M	10YR	8/2	Blanco	2.5Y	8/2	Blanco

TABLA 6. (Continuación).

MUESTRA		CROMA Y ESCALA		COLOR EN HUMEDO	CROMA Y ESCALA		COLOR EN SECO
13.6	S	10YR	8/2	Blanco	10YR	8/2	Blanco
14.1	I	10YR	7/2	Gris Claro	5Y	8/3	Amarillo pálido
14.2	I	10YR	7/2	Gris Claro	5Y	8/3	Amarillo pálido
14.3	M	2.5Y	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
14.4	M	5Y	7/3	Amarillo pálido	2.5Y	7/4	Amarillo pálido
14.5	S	10YR	7/2	Gris Claro	2.5Y	7/4	Amarillo pálido
14.6	S	2.5Y	7/2	Gris Claro	2.5Y	8/2	Blanco
15.1	I	10YR	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
15.2	I	10YR	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
15.3	M	10YR	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
15.4	S	10YR	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco
15.5	S	10YR	7/2	Gris Claro	5Y	8/2	Blanco

F I- UNAM, NOLASCO MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986.

V. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

Las estructuras sedimentarias son el resultado de - procesos naturales y han sido objeto de estudio por varios - autores con el fin de hacer interpretaciones más acertadas - acerca de la evolución de las cuencas sedimentarias (Petti-- john y Potter, 1964).

Las estructuras sedimentarias son importantes indicadoras del medio de depósito, ya que se generan "In Situ" - registrando la velocidad hidráulica y la dirección de las corrientes que lo atraviesan (Selley, 1976), así como la profundidad y el nivel energético del medio (Allen, 1967); resul-- tando obvia su importancia en el mapeo de sistemas de paleocorrientes, además de su valor estratigráfico.

Así pues, dada la importancia que las estructuras - sedimentarias tienen para la interpretación del medio y modo del depósito de los sedimentos, se destina este capítudo para su análisis.

En la clasificación de estructuras sedimentarias -- Pettijohn (1975) combina dos tendencias: La morfológica (de-acuerdo a su forma, geometría y lugar de emplazamientos) y - la genética (que involucra los procesos que dieron lugar a - su formación), dentro de tres grupos principales: 1) mecánicas o primarias: 2) químicas o secundarias; 3) orgánicas.

Aquí se citan principalmente las estructuras primarias debido a que son de este tipo las encontradas en el área de estudio, haciendo hincapié en que las horadaciones por organismos, las marcas de animales terrestres y las marcas de pájaros corresponden al grupo de las estructuras orgánicas.

Pettijhon y Potter (1964) dividen las estructuras sedimentarias primarias en cuatro grupos principales que son: 1) Formas externas de la estratificación; 2) Ordenamiento interno y estructuras de la estratificación; 3) Marcas e irregularidades en los planos de estratificación; y 4) Deformaciones y perturbaciones de la estratificación.

Las estructuras primarias encontradas en las playas muestreadas quedan dentro de los tres primeros grupos. En la tabla 7 se registran éstas así como su ubicación y abundancia en las tres zonas de playa consideradas.

La mayoría de las estructuras determinadas corresponden a marcas e irregularidades en los planos de la estratificación y se distribuyen en las zonas mesolitoral y supralitoral que son las zonas en las cuales se les pudo apreciar.

Puede observarse que las estructuras que se presentan con mayor abundancia corresponden a marcas de oleaje (Lá

TABLA 7.- ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

PLAYA	ESTRUCTURAS / ZONA	Arroyuelos	Bermas	Canales	Cuspilitos	Horraduras por oleaje	Horraduras por organismos	Huecos por burbujeo	Marcas de animales terrestres	Marcas de lluvia	Marcas de oleaje	Marcas de paja rus	Marcas de reflujo en V	Marcas romboidales
1. CELESTUN	I													
	M					P					P			P
	S								P	P				
2. SISAL	I													
	M	P									P			
	S							P	P					
3. CHICXULUB	I													
	M				P						P		P	
	S													
4. TELCHAC	I							P						
	M	P									P		MA	
	S				P		MB	MA				P		
5. DZILAM DE BRAVO	I													
	M													
	S						ME		P		P	P		
6. LA PUNTA	I													
	M			P										
	S				P		A				MA	P		
7. CANCUN	I													
	M							P			ME			ME
	S									A				
8. PUERTO MORELOS	I													
	M										P			ME
	S						ME							
9. PLAYAS DEL CARMEN	I													
	M							P			P			P
	S		P		P		ME			P		P		
10. AKUMAL	I													
	M										P			P
	S						ME			P				
11. CHACMOL	I													
	M	P						P			P			ME
	S						ME			P				
12. PUNTA ALLEN	I													
	M										P			
	S						ME							
13. MAHAHUAL	I													
	M													ME
	S										ME			
14. PUERTO ANGEL	I													
	M										P			ME
	S						ME							
15. SAN MANUEL	I													
	M													
	S						ME							

CLAVE: ME= Muy Escasa; P= Presente; MA= Muy Abundante

I= ZONA INFRALITORAL; M= ZONA MESOLITORAL; S= ZONA SUPRALITORAL

FI- UNAM, NOLASCO-MONTERO, TESIS PROFESIONAL, 1986.

RAS SEDIMENTARIAS

Arrojuelos	Hermus	Canales	Cuspilitos	Herraduras por oleaje	Horadaciones por organismos	Huecos por burbujeo	Marcas de animales terrestres	Marcas de lluvia	Marcas de oleaje	Marcas de pajitos	Marcas de corriente en V	Marcas combinadas	Rizaduras por oleaje	Rizaduras por viento	Estratificación Masiva	Estratificación Paralela
				P					P			P				
							P	P								P
P									P							
						P	P							P		P
			P						P		P			P		P
						P										
P									P		SA					
			P		M D	MA				P						P
					ME		P		P	P						P
		P														
			P		A				M	P				P		P
						P			M							
								P				ME			P	
									P							
					ME							ME			P	
						P			P			P				
	P		P		ME			P		P			MA			
									P			P				P
					ME			P								
P						MA			P			ME				
					ME			P					MA		P	
									P							
					ME								ME		P	
									JE			ME			P	
									P			ME				P
					ME									P	P	

P= Presente; MA= Muy Abundante

TORAL; M= ZONA MESOLITORAL; S= ZONA SUPRALITORAL

ERO, TESIS PROFESIONAL, 1986.

mina II, e), ya que se presentan en todas las playas a excepción de la de San Manuel, Quintana Roo, en donde el oleaje está ausente.

Le siguen en abundancia las horadaciones por organismos, marcas romboidales y estratificación masiva y paralela.

Es interesante resaltar que la estratificación paralela sólo está presente en el Estado de Yucatán, distinguiéndose en varios casos horizontes con conchas bien definidos, como por ejemplo en la playa de Sisal (Lámina II, c).

Por otra parte, en Quintana Roo, la mayoría de las playas presenta estratificación masiva (Lámina II, a). Este comportamiento en la estratificación puede ser atribuído a la diferencia energética en los procesos litorales que como ya se ha mencionado actúan con mayor intensidad en Yucatán.

La evidencia de las estructuras comprendidas en los grupos de formas externas de la estratificación y de ordenamientos internos y estructuras de la estratificación pudieron determinarse a través de trincheras excavadas en la parte superior del frente de playa y mediante los núcleos radiografiados (Láminas II y III).

Las estructuras de estratificación observadas como ya se mencionó son la paralela y la masiva, observándose que

en la paralela existen algunos casos de alternancia de capas de material fino con horizontes de material grueso, lo que - puede deberse a fluctuaciones en el grado de energía durante el aporte de sedimentos que finalmente son depositados.

Pudo detectarse mediante rayos X que la estratificación masiva observada en las trincheras a simple vista, resultó con laminaciones apenas perceptibles, así como bioturbaciones (Lámina 3).

Esto parece indicar que se trata de un ambiente de- depósito en donde se presentan ligeras variaciones de energía en el agente de transporte, ya sea agua o viento, estando relacionadas directamente con sedimentos de tamaños de -- grano fino y su alternancia quizás se deba a la presencia de dichas fluctuaciones en forma muy esporádica.

También se encontraron rocas de playa (Beach Rock)- en las playas Celestún y Sisal de Yucatán y su presencia puede indicar condiciones de agua de mar saturadas de carbonato de calcio y temperaturas suficientes para provocar deshidratación en la playa (Ginsburg, 1953; Stoddart y Can, 1965) y- dar origen a las mismas.

Otro rasgo importante es que las playas estudiadas- en el Estado de Yucatán presentan restos de conchas con diferente abundancia, mientras que en Quintana Roo sólo en Punta Allen y en Mahahual se encontraron restos de conchas. Con -

esto puede deducirse que la llegada del oleaje con más energía se efectúa en las playas de Yucatán, puesto que en la mayor parte de las playas de Quintana Roo cuando llegan las olas, éstas ya han perdido gran parte de su energía al chocar contra la barrera arrecifal localizada al oriente del mismo estado.

En cuanto a la textura de los sedimentos, en relación con el tipo de estructuras presentes, es bueno destacar que algunas estructuras dependen de la textura no estando relacionadas con la composición de los sedimentos (Pettijohn y Potter, 1964). Esto se confirma si se relaciona el tamaño gráfico promedio de los sedimentos estudiados con las estructuras presentes, pues la gran mayoría de ellas tienen lugar en sedimentos clasificados como calcarenitas gruesas y medias, que además de corresponder a los tamaños de sedimentos a los que se asocian generalmente esas estructuras, quizá también exista relación con la abundancia del material presente en el momento en que se forman dichas estructuras.

Según la clasificación de Shepard (1973) (genética y geomorfológica) se presentan costas primarias, por erosión terrestre, con topografía kárstica sumergida; costas secundarias, por depositación marina, de barrera con playas de barrera, islas de barrera y ganchos de barrera; así como, costas secundarias construídas por organismos, arrecifes corali

nos y costas de arrecifes bordeantes.

Las playas muestreadas en el Estado de Quintana Roo generalmente son más angostas que las del Estado de Yucatán- (Fig. 3), lo cual puede ser causado por la protección natu-- ral que le ofrece la barrera arrecifal que disminuye el depósito de material en estas playas, mientras que en Yucatán al estar expuestas al mar abierto, se propicia una mayor deposi tación provocando una mayor extensión en las playas.

En la figura 3 puede observarse que generalmente -- las playas angostas se asocian con pendientes fuertes, mientras que las playas amplias se asocian con pendientes suaves.

VI. TECTONICA Y SEDIMENTACION

El concepto del control que ejerce la tectónica en los procesos de sedimentación fue introducido por Jones (1938), siendo fuertemente enfatizado en América por Krynine (1941, 1942, 1943, 1945), Pettijohn (1943), Dapples, Krumbein y Sloss (1948) y otros (Pettijohn, 1975).

Schwab (1976) apoya que el suministro de sedimentos está relacionado directamente con los levantamientos y erosión de la fuente de orígen de los mismos así como con el hundimiento de las cuencas.

A este concepto de tectónica y sedimentación se vinculan las nociones generalizadas de fase cratónica y la de geosinclinal, siendo la primera una fase de plataforma estable y la segunda una fase de acumulación de sedimentos que conforman un conjunto de cinturones móviles inestables (Pettijohn, 1975).

Krumbein y Sloss (1969) definen al marco tectónico como la combinación de los elementos tectónicos tales como: hundimientos, levantamientos y condiciones de estabilidad de la fuente de suministro y las áreas de depósitos, indicando además que es el tectonismo el que regula de cierta forma la distribución de los medios sedimentarios, enumerando una serie de factores que toman muy en cuenta las características-

del área de origen, los agentes de transporte y condiciones- del área de depósito, así mismo aumenta a estos, el aspecto- climático como un elemento también de gran importancia.

Al respecto, Folk (1974) considera que es el ambiente - de depósito el que ejerce mayor control que el tectonismo en la clasificación y redondeamiento de las partículas, lo cual atribuye a que los procesos de clasificación y selección suceden instantáneamente en comparación con la escala del tiempo geológico.

En lo referente al área de estudio del presente trabajo, ésta se ubica dentro de una zona tectónicamente estable, o - sea, dentro de una fase cratónica (López-Ramos, 1973, 1983;- Aguayo, et al. 1978; Viniegra, 1981).

De acuerdo a la clasificación de Tercier (1940), la zona de interés queda dentro de las áreas de sedimentación marina de poca profundidad sobre la plataforma continental que comprende los medios neríticos con predominio de deposita--- ción de carbonatos.

Desde el punto de vista Morfo-Tectónico, (Carranza-Ed-- wards, et al, 1975) la Península de Yucatán se presenta como- una zona emergente (Carta Geológica de la República Mexicana, 1968) caracterizada en su mayor parte por una llanura de relieve moderado y suave que en la parte oriental se profundi-

za rápidamente por erosión (Wilhelm y Ewing, 1972). Los sedimentos carbonatados de esta península de edad cuaternaria- presentan una topografía kárstica con ausencia de sistemas - superficiales de drenaje (Logan et al, 1969).

Así pues, el área estudiada queda comprendida dentro de la unidad costera que Carranza-Edwards, et al, (1975) ubican- dentro de la clasificación tectónica de Inman y Nordstrom -- (1971), como una costa de Mares Marginales, perteneciendo a- la Placa Americana (Le Pichon, 1968).

Según Folk (1974), cuando existe un periodo de estabilidad de la corteza se producen sedimentos bien seleccionados- o bien clasificados. Esta tendencia a la buena clasifica--- ción se presenta en la mayoría de las muestras estudiadas -- (Figs. 4 y 5). Folk (1969) considera que la madurez textural es mayor en las zonas estables, pero en el caso de sedimentos carbonatados no puede emplearse este parámetro ya -- que estos sedimentos se forman en la misma área de depósito.

Mack (1984), al referirse a este tipo de sedimentos enfatiza el problema que existe en la interpretación de la procedencia; no obstante, señala la importancia que tiene el diferenciar en estos depósitos a los fragmentos de roca de los aloquímicos.

Así pues, en la Península de Yucatán que es considerada

como una zona tectónicamente estable (López-Ramos, 1973, --- 1983; Aguayo, et al., 1978; Viniegra, 1981), que presenta - rasgos casi planos por la ausencia de relieves positivos de- importancia, es obvio que no exista aporte de sedimentos terrígenos, por lo que las aguas de estos litorales puede de-- cirse que se encuentran limpias y en consecuencia se facilita la libre precipitación de carbonatos que más tarde darán- lugar a la formación de rocas carbonatadas.

Durante la precipitación de carbonatos juegan un papel- importante factores tales como el Ph, presión, temperatura,- salinidad, etc. Una gran cantidad de organismos (principalmente corales y restos de ellos) es aportada desde las barreras arrecifales que se encuentran localizadas en gran parte- y en forma paralela a las costas de Quintana Roo.

Al norte de la Península de Yucatán, frente al Golfo de México la presencia de carbonatos es también enriquecida probablemente por la influencia arrecifal del Banco Calcáreo de Yucatán que se extiende por debajo del litoral (López-Ramos 1983) y por los alineamientos arrecifales que también existen en esta zona.

Como ya fue mencionado, la Península de Yucatán es una- zona estable ausente de fuertes plegamientos, constituída -- además, por una masa cratónica (Viniegra, 1981). La plataforma calcárea o Gran Banco Calcáreo se estableció en la Pe-

nínsula y gran parte de Chiapas como producto de la transgresión marina del inicio de Cretácico que dio como resultado - el depósito de carbonatos y anhidritas en estas regiones (Viniegra, 1981).

En la mayor parte de la Península de Yucatán afloran secuencias Cenozoicas y Cretácicas principalmente calcáreas -- que no presentan perturbaciones estructurales mayores y que- sobreyacen a un basamento cristalino que ha permanecido estable desde el Paleozoico (SPP, 1982).

Viniegra (1981), supone que el banco calcáreo de Yucatán en su evolución basculó hacia el SW basando su hipótesis en que la profundidad a que ha sido encontrado el basamento mediante perforaciones efectuadas por PEMEX van aumentando de oriente a poniente.

Así pues, las características tectónicas regionales de- la plataforma marina de Campeche, según este mismo autor, -- están marcadas por el basculamiento hacia el SW del Banco -- Calcáreo Yucateco y los movimientos de la Plataforma de Yucatán propios de su deriva. Estos movimientos dieron lugar a- fracturas de tensión y fallas a lo largo del flanco poniente y oriente del mismo banco calcáreo yucateco. La zona más representativa de este fallamiento, al poniente, es representada por los Estados de Tabasco y Chiapas y la plataforma marina de Campeche.

Viniegra (1981) también sugiere que el sistema de fallas de transcurrencia perteneciente a Chiapas, Guatemala y Honduras en combinación con los pliegues orogénicos del cinturón tectónico que bordea al Cratón Yucateco en el suroeste, producen un movimiento giratorio del mismo cratón en dirección de las manecillas del reloj.

Logan, et al. (1969) consideran una serie de pequeños escalonamientos submarinos controlados por una falla paralela a la línea de costa de Belice y Quintana Roo, la cual separa la plataforma del Mar Caribe.

Sansores-Manzanilla (1959), resalta la probable existencia en la Sierra de Ticul de una falla normal con rumbo NW-SE y buzamiento al NE, basándose en que en esta sierra la posición de las capas tiene correspondencia con un ligero pliegue (hacia el sur) con la misma orientación de la sierra sin la presencia de la Caliza Yucatán en la superficie, ni aún en las profundidades perforadas por PEMEX, lo que será muy raro para pertenecer a un solo y pequeño anticlinal en una área tan grande.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1.- Del análisis textural efectuado en los sedimentos muestreados en las zonas de la playa se encontró que las mayores variaciones granulométricas se registran en la zona infralitoral, manteniéndose mayor uniformidad en las zonas mesolitoral y supralitoral. Esto es más acentuado en el Estado de Yucatán que en el Estado de Quintana Roo.

2.- De acuerdo con los parámetros estadísticos de las muestras estudiadas en el Estado de Yucatán la mayoría de los sedimentos son calcarenitas medias y finas, moderadamente bien clasificadas, simétricas hacia gruesas y mesocúrticas; mientras que para el Estado de Quintana Roo los sedimentos más abundantes corresponden a calcarenitas medias y finas, moderadamente bien clasificadas casi simétricas y mesocúrticas.

3.- La tendencia a los materiales gruesos en Yucatán es asociada a la presencia de fragmentos de concha que a la vez coincide con una mayor cantidad de material arrastrado por tracción.

4.- Los sedimentos estudiados son de naturaleza calcárea y- sus principales constituyentes en orden de abundancia - son: biógenos, intraclastos y oolitas.

5.- En cuanto a la relación que guarda la pendiente del --- frente de playa con el tamaño gráfico promedio de los - sedimentos se encontró cierta tendencia a asociarse -- los materiales más gruesos con las pentientes más fuertes.

6.- Se observa una gran similitud en los resultados granulométricos, así como de la relación existente entre la -- pendiente del frente de playa y el tamaño gráfico promedio, entre los sedimentos carbonatados analizados en este trabajo y los sedimentos terrígenos de otros litorales del país; por lo que se concluye, que las caracte-- rísticas granulométricas así como las correspondientes a las pendientes del frente de playa son independientes del carácter composicional de los sedimentos.

7.- Las estructuras sedimentarias observadas son fundamen-- talmente primarias correspondiendo la mayoría a marcas- de oleaje, siguiendo en abundancia las horadaciones por organismos, marcas romboidales y estratificación masiva y paralela. Resaltando que la estratificación masiva - sólo se presenta en Quintana Roo y la estratificación -

paralela en la mayoría de las playas de Yucatán; atribuyendo este comportamiento a la diferencia que existe entre ambos litorales en cuanto a la intensidad del oleaje.

8.- Las laminaciones observadas en las radiografías de los-núcleos se asocian con sedimentos de grano fino, las -- las cuales posiblemente puedan asociarse con ligeras variaciones en la energía del viento o del oleaje.

9.- Se considera que el área de estudio se encuentra en una margen con estabilidad sedimentaria que da lugar a la - precipitación carbonatada libre de detritos terrígenos por la naturaleza de la plataforma.

Recomendaciones

1.- Dentro de los ambientes litorales es necesario conocer las características sedimentológicas a nivel playa- y plataforma, por lo que es recomendable utilizar la información granulométrica y composicional de los sedimentos aquí estudiados, como datos preliminares para estudios posteriores en plataforma en estos litorales y -- también para relacionarlos con los ambientes lagunares- y arrecifales.

2.- Se recomienda efectuar un estudio geoeconómico que permita evaluar con precisión las posibilidades económicas de los sedimentos litorales como puede ser su utilidad como material para construcción.

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

AGUAYO C., J.E., R. BELLO, M. A. DEL VECHIO, J. ARAUJO Y M.-A. BASAÑEZ, 1978. Estudio Sedimentológico en el Area Tulum-Cancún-Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, México, Inst. Mex. Petrol. Subdir. Tecnol. Explor., Publ. Espect 33 p.

ALLEN, J. R. L., 1967. Depth Indicators of Clastic Sequences. In: Depth indicators in marine sedimentary environments-(Ed. A. Hallam) Marine Geology, Sp. Issue, No. 5/6, pp.-429-46.

BRADY, M. J., 1974. Sedimentology and Depositional History of Coastal Lagoons, Northeastern Quintana Roo, Mexico: in - Field Trip. 2, Annual Meeting of the New Orleans Geol. - Society, p. 148-175.

CAÑIZARES S., 1964-1966. Yukalpeten,Puerto de Abrigo. Secretaría de Marina. p. 57-94.

CARTA GEOLOGICA DE LA REPUBLICA MEXICANA, 1968. Comp. Sánchez Mejorada, S., Com. Carta Geól. Rep. Mex., Esc. -------- 1: 2,000,000.

CARRANZA-EDWARDS, A., GUTIERREZ E. M. y RODRIGUEZ T.R., 1975 Unidades Morfotectónicas Continentales de las Costas Mexicanas. An. Cent. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 2 (1) 81-888.

CARRANZA-EDWARDS, 1986. Estudio Sedimentológico Regional de-las Playas del Estado de Chiapas, México. An. Inst. --- Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México, 13-(1) (en prensa).

DAAPLES, E. C., KRUMBEIN, W. C. and SLOSS, L.L., 1948. Tectonic Control of Lithologic Associations: Bull. Amer. --- Assoc. Petrol. Geol., V32, pp. 1936-1937.

ESCOBAR N.A. 1981. Geografía General del Estado de Quintana Roo: Fondo de Fomento del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 140 pp.

FRIEDMAN, G. M. 1961. Distinction between Dune, Beach and River Sands from their Textural Characteristics: Jour. -- Sed. Petrology, V 31, p. 514-529.

-----, 1962. On Sorting, Sorting Coefficients, and the Log--normality of the Grain-Size Distribution of Sandstones: Jour. Geology, V 70, p. 737-753.

-----, 1967. Dynamic Processes and Statistical Parameters Compared for Size Frecuency Distribution of Beach and River Sands: Jour. Sed. Petrology, V 37, p. 327-354.

FOLK R. L., 1962. Spectral Subdivisión of Limestone Tipes:--- American Association of Petrol. Geolog. Tulsa, Oklahoma. Memoir 1, pp. 62-84.

-----, 1969. Petrología de las Rocas Sedimentarias. Traduc--- ción del Inlges por C. Shlaepter y Schmitter. México, D. F., Inst. de Geología, UNAM. pp. 404.

-----, 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Pub. -- Co.- Austin Texas pp. 182.

GINSBURG R. N., 1953. Beach Rock in South Florida: Journal of Sedimentary Petrology, V 23, No. 2, pp. 85-92.

HARMS, J. C., CHOQUETTE P. W. and BRADY M. J., 1974. Carbonate Sand Waves, Isla Mujeres, Yucatan: in Field Trip 2, - Annual Meeting of the New Orleans Geol. Society of America, p. 148-175.

HOSKIN, C. M., 1963. Recent Carbonate Sedimentation on Ala--- cran Reef, Yucatan, Mexico: Natl. Acad. Sci., Natl. Research COuncil Publ. 1089, p. 1-160.

INMAN, D. L. y C. E. NORDSTROM, 1971. On the Tectonic and Morphologic Classification of Costs. J. Geol., 79 (1): 1---121.

JONES, O. T., 1938. On the Evolution of a Geosyncline: Proc. -- Geol. Soc. London, V. 94, pp. IX-CX.

KENT, S. P., 1980. Minerals from the Marine Environments: Re-- source and Environmental. Sciencess Series, pp. 88.

KOLLMORGEN CORPORATION, 1975. Munsell Soil Color Charts. Baltimore, Maryland.

KRUMBEIN, W. C. y L. L. SLOSS, 1969. Estratigrafía y Sedimentación. Segunda Edición. Editorial UTEHA. pp. 778.

KRYNINE, P. D., 1941. Differentiation of Sediments During the Life History of a Landmass (abstr.): Bull. Geol. Soc. -- Amer., V. 52, p. 1915.

-----, 1942. Differential Sedimentation and its Productos During one Complete Geosynclinal Cycle: An. Congr. Panamericano Ing. Minas Geol. Santiago, Chile, pp. 536-561.

-----, 1943. Diastrophism and the Evolution of Sedimentary -- Rocks;Pensylvania Min. Ind. Tech. Paper. 84-A.

-----, 1945. Sediments and the Search for Oil: Producers Monthly, V. 9, pp. 17-22.

LE PICHON, X., 1968. Sea-Floor Spreading and Continental ---- Dift: J. Geophys. Res., 73 (12): 3661-3697.

LOGAN, B. W., 1969. Carbonate Sediments and Reefs, Yucatan -- Shelf, Mexico. Part. 2. Coral Reefs and Banks, Yucatan - Shelf, Mexico (Yucatan Reef Unit): Am. Assoc. Petroleum-Geologist, Memoir 11, p. 129-198.

-----, J. L. HARDING, W.
SHEAD, 1969. Carbonate Sediments and Reefs, Yucatan Shelf, Mexico, Part. 1. Late Quaternary Carbonate Sediments-of Yucatan Shelf, Mexico: Am. Assoc. Petroleum Geologust Memoir 11, p. 5-120.

LOPEZ-RAMOS E., 1973. Geología de México. Tomo III, Segunda - Edición. pp. 269-301.

-----, 1983. Geología de México, Tomo III. Tercera Edición -- pp. 263-293.

MACK, G. H., 1984. Exceptions to the Relationship between Plate Tectonics and Sandstone Composition: Journal of Sedimentary Petrology, V 54, No. 1, p. 0212-0220.

MARTINEZ-BRINGAS, A. y C. JAVIER-CASTRO, 1982. Sedimentología Litoral de los Estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán y Guerrero, México. Tesis Profesional, Fac. Ingeniería, Univ. Nal. Autón. México, 154 p.

MARTINS, L. R., 1965. Significance of Skewness and Kurtosis in Environmental Interpretation: Jour. Sed. Petrology, V. 28, p. 211-226.

NORDSTROM F. K., 1977. The Use of Grain Size Statistics to distinguish between High and Modetate Energy Beach Environments: Journal of Sedimentary Petrology. V. 47, No. 3, p. 1287-1294.

PETTIJOHN, F. J., 1943. Archean Sedimentation: Bull. Geol. Soc. Amer., V. 54, pp. 925-972.

-----, y P. E. Potter, 1964. Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures, Berlin-Göttingen-Heidelberg-New York, Springer, p. 370.

-----, 1975. Sedimentary Rocks. Third Edition, Harper & Row, Publishers New York, Evanston San Francisco and London.

PULIDO-VALDEZ, J. J. R., 1985. Estudio Regional sobre los Sedimentos Litorales de las playas de Tamaulipas, México. --

Tesis Profesional, Fac. de Ingeniería, Univ. Nal. Autón. México, 44 p.

RAISZ, E., 1964. Landforms of Mexico: Cambridge, Mass. Geographic Branch of Office of Naval Research, 2nd Edition.

SAHU, B. K., 1964. Depositional Mechanism from the Size Analysis of Clastic Sediments: Jour. Sed. Petrology, V. 34. - p. 73-83.

SANSORES - MANZANILLA, E., 1959. Breves Notas sobre la Geología de la Península de Yucatán: Asoc. Mex. Geol. Petrol. Excursión C-7 Bol. VII, Nos. 7-8, p. 485-491.

SCHWAB, F. L., 1976. Modern and Ancient Sedimentary Basins: - Comparative Accumulation rates: Department of Geology -- Washington and Lee University, V. 4, p. 723-727.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1982. Atlas Nacional del Medio Físico. 224 p.

-----, 1982. Geología de la República Mexicana. Coordinación-General de los Servicios Nacionales de Estadística e Informática. pp. 82.

SELLEY, R. C., 1976. Medios Sedimentarios Antiguos. H. Blume Ediciones, Rosario 17, Madrid 5, p. 251.

SHEPARD, F. P., 1973. Submarine Geology, Harper and Row, New York p. 517.

STODDART, D. R., and CAN, J. R., 1965. Nature and Origin of-Beach Rock: Sed. Petrol. 33: 243-247.

TAMAYO, L. J., 1974. Geografía Moderna de México, Octava Edición , Editorial Trillas.

TERCIER, J., 1940. Dépts Marins Actuels et Séries Géologi---ques: Eclogae Geologicae Helvetiae, V. 32. pp. 47-100.

VINIEGRA, F., 1981. El Gran Banco Yucateco. Revista de la Facultad de Ingeniería No. 1, pp. 20-44.

WARD, W. C., 1970. Diagenesis of Quaternary Eolianites of NE Quintana Roo, Mexico: PhD dissert., Rice University, -- 205 p.

-----, 1973. Influence of climate on the Early diagenesis of Carbonate Eolianites: Geology, v. 1, p. 171-174.

-----, 1974 a. Carbonate Sand and Gravel on the Shallow shelf Northeastern Yucatan Peninsula: in Field Trip 2, Annual-Meeting of the Geol. Soc. of America, p. 106-122.

-----, 1974 b. Collector's Guide to Carbonate Cement Types, - Northeastern Yucatan Peninsula: in Field Trip 2, Anual - Meeting of the Geol. Soc. of America, p. 175-178.

WARD, W. C. and M. J. BRADY, 1973. High Energy Carbonates on-the Inner Shelf, Northeastern Yucatan Peninsula, Mexico: Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans., V. 23, p. 226-238.

WARD, W. C. and J. L. WILSON, 1974. General Aspects of the - Northeastern Coast of the Yucatan Peninsula: in Field -- Trip 2, Annual Meeting of the Geol. Soc. of America, p.- 96-105.

WILHELM, O. y M. EWING, 1972. Geology and History of the Gulf-of Mexico; Geol. Soc. Am. Bull.,83 (3): 575-600.

WILSON, J. L., W. C. WARD y M. J. BRADY, 1969. Al noreste de-la Península de Yucatán, República Mexicana, se descubre una nueva Area para el estudio de Sedimentos de Evaporitas- Carbonatos: Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol., Vol. XXI, Nos. 1-6, p. 16-25.

A N E X O S

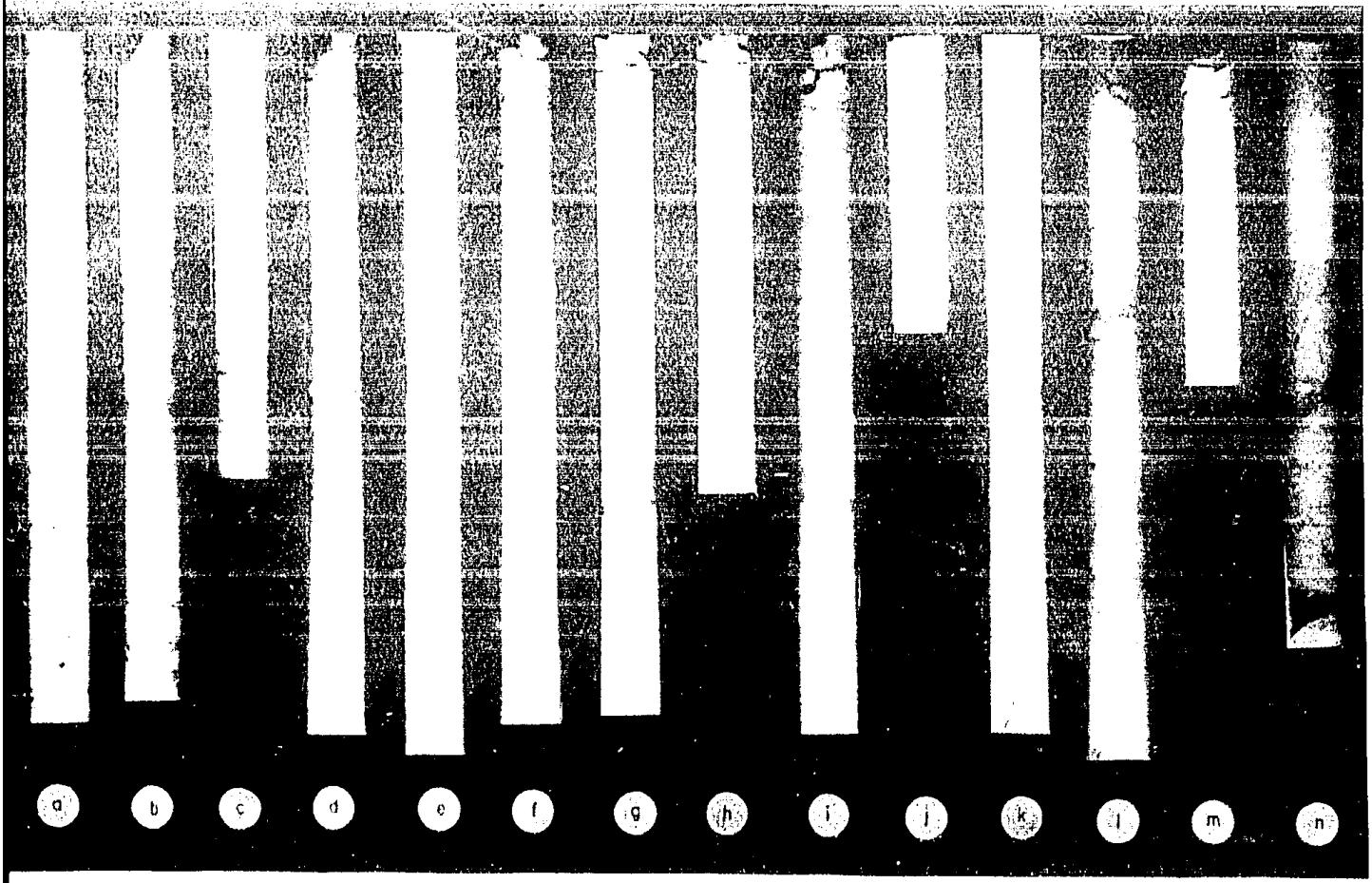
L A M I N A S

Lámina I.- Láminas Delgadas. a) y b) Oolitas superficiales en sedimentos de playa en Cancún, Q.R.; c) Espícula de --- equinodermo en Akumal, Q.R.; d) Briozoario en Playa del -- Carmen, Q.R.; e) Foraminíferos en Akumal, Q.R.

Lámina II.- Estructuras Sedimentarias. a) Trinchera en zona supralitoral con estratificación masiva en Cancún, Q.R.; b) Rizaduras por viento sobre dunas fijadas por plantas en zona supralitoral en playa La Punta, Yuc.; c) Trinchera en zona supralitoral con estratificación paralela presentando un horizonte de conchas; d) Marcas de reflujo en V en zona mesolitoral y marcas de oleaje en la parte superior. Playa Telchac, Yuc.; e) Marcas de oleaje y presencia de conchas en zona supralitoral. Playa La Punta, Yuc.

a
b
c
d
e

Lámina III.- Radiografías de los Núcleos Tomados en las Playas de Yucatán y Quintana Roo, México. a) Celestún, Yuc.; - b) Sisal, Yuc.; c) Chicxulub, Yuc.; d) Telchac, Yuc.; e) Dzilam de Bravo, Yuc.; f) La Punta, Yuc.; g) Cancún, Q.R.; --- h) Puerto Morelos, Q.R.: i) Playa del Carmen, Q.R.; j) Chacmol, Q.R.; k) Punta Allen, Q.R.; l) Mahuahual, Q.R.; m) Puerto Angel, Q.R.; n) San Manuel, Q.R.


a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k
l
m
n