

2
2 Guzmán

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

**Características Texturales y Mineralógicas de los
Ambientes Sedimentarios Modernos del Litoral
de Punta Guelaguichi, Oaxaca, México.**

T E S I S

Que para obtener el título de:
Ingeniero geólogo
p r e s e n t a n :

LUCIANO CARDONA GARCIA

MIRIAM GUADALUPE ANDRADE GUZMAN

MEXICO, D. F.

1985



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.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	i
I. Introducción	1
I.1. Antecedentes y Objetivos	4
I.2. Area de Estudio	9
I.3. Método de Trabajo	12
II. Morfología Litoral	19
III. Sedimentología de los Ambientes de Depósi to	30
IV. Comparación Sedimentológica de los Ambien tes	53
V. Relaciones de los Ambientes Sedimentarios con la Geología Regional	65
VI. Aplicaciones Económicas de los Depósitos- Litorales	76
VII. Conclusiones	84
Bibliografía	89
Apéndice (Láminas)	99

INDICE DE FIGURAS

	Entre Páginas	
Fig. 1	Mapa de localización	9 y 10
Fig. 2	Mapa fisiográfico	10 y 11
Fig. 2'	Rosa de los vientos correspondien- te al área de Salina Cruz	12 y 13
Fig. 3	Ubicación de los perfiles topográ- ficos de muestreo	15 y 16
Fig. 4	Levantamiento a plancheta de pla- ya y duna	17 y 18
Fig. 5	Histogramas de las muestras del - ambiente de playa	41 y 42
Fig. 6	Histogramas de las muestras de -- playa-barrera	35 y 36
Fig. 7	Histogramas del ambiente de duna.	47 y 48
Fig. 8	Histogramas del ambiente de lagu- na	52 y 53
Fig. 9	Variograma longitudinal de las -- características texturales de los sedimentos	53 y 54
Fig. 10	Variograma transversal de las ca- racterísticas texturales de los - sedimentos	54 y 55
Fig. 11	Diagrama triangular de composi- ción mineral para la nomenclatura de los sedimentos	55 y 56
Fig. 12	Porcentaje de partículas por meca- nismos de transporte	56 y 57
Fig. 13	Gráfica ternaria con la asocia- ción textural del coeficiente de clasificación, la asimetría y el tamaño promedio, de los sedimen- tos en los ambientes de depósito.	57 y 58

Entre Páginas

Fig. 14	Gráficas de distribución por tamaño de clase en los ambientes de depósito	62 y 63
Fig. 15	Plano geológico regional	66 y 67
Fig. 16	Mapa de tectónica regional	68 y 69
Fig. 17	Mapa de epicentros	69 y 70
Fig. 18	Mapa fotogeológico del área de estudio	70 y 71

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características meteorológicas de la Región Suroriental de Oaxaca, México,	23
Tabla 2. Características Anuales del Viento	25
Tabla 3. Porcentaje de ocurrencia de altura de olas y direcciones	27
Tabla 4. Parámetros texturales, mineralógicas y poblaciones de transporte de los sedimentos de Playa-barre-ra.	32
Tabla 5. Parámetros texturales mineralógicos y poblaciones de transporte de los sedimentos de Playa frente a las dunas	38
Tabla 6. Parámetros texturales, mineralógicos y poblaciones de transporte de los sedimentos de Dunas	44
Tabla 7. Parámetros texturales, mineralógicos y poblaciones de transporte de los sedimentos de Laguna	49

RESUMEN

En Ensenada Guelaguichi, ubicada en la costa noroccidental del Golfo de Tehuantepec, se realizó un estudio de los sedimentos superficiales cuyo objetivo fue la caracterización, análisis y comparación de estos sedimentos a través de las características texturales y de composición mineral de los ambientes de playa, barra, dunas y laguna; para lo cual se llevó a cabo el reconocimiento de la morfología litoral, así como el estudio de la influencia de la geología y tectónica sobre los sedimentos recientes en estos ambientes de depósito.

Morfológicamente en Ensenada Guelaguichi se encuentran tres ambientes sedimentarios, comprendidos por un campo de dunas, una playa y una laguna. El tamaño gráfico promedio, la moda y la mediana para el ambiente de playa es sobre todo, de arena mediana, moderadamente bien clasificada, una asimetría hacia los tamaños gruesos y una curtosis que varía de leptocúrtica a mesocúrtica; clasificándose texturalmente como submaduras. Las características que presenta el ambiente de dunas, marcaron una tendencia a la madurez textural en comparación con la playa, por presentar un tamaño de arena mediana a fina; una buena clasificación, una asimetría positiva y una curtosis de mesocúrtica a platicúrtica; por último, el ambiente de laguna presenta un tamaño de arena de mediana a gruesa en los extremos y arena fina a arena muy fina en su parte central, con sedimentos mal clasificados y asimetría positiva, siendo en comparación, la más inmadura. Mineralógicamente, las muestras presentan una distribución lineal, en donde las más inmaduras (litarrenitas) corresponden al ambiente lagunar; y las más maduras (subfeldsarenitas) al ambiente de dunas.

Existe una interacción entre los ambientes de playa y duna, pues tienen la misma fuente de aporte, rocas cristalinas al occidente de la Ensenada, no así para la laguna, cuya fuente es el complejo metamórfico al norte de la región. Por último se observa que la inestabilidad tectónica no se relaciona con la textura de los sedimentos de playa y duna, afectando solo a los de la laguna, la composición mineral de todos ellos y la morfología litoral.

Al estudiar los minerales accesorios en los sedimentos se observa una concentración anómala, 18% en promedio, que corresponde a playa (19%), dunas (26%) y laguna (9%). Por lo que podría ser una zona económicamente explotable.

INTRODUCCION

Este estudio se llevó a cabo en la porción noroccidental de la costa del Golfo de Tehuantepec, en donde se pueden observar rasgos morfológicos característicos de puntas rocosas que sobresalen del litoral y que en sus flancos poseen acumulaciones arenosas transportadas tanto por -- agentes marinos y eólicos las cuales destacan por su tamaño.

Estas puntas están situadas en los extremos de bahías muy amplias y de forma asimétrica, ya que la proyección de las puntas de roca sobre el mar es oblicua con respecto a la línea de costa.

En el extremo suroccidental de una de estas bahías, en Punta Conejo sobre el Litoral de Guelaguichi, destaca un depósito de dunas de 60 metros de altura sobre la playa, que tiene la forma de barra y que delimita a un cuerpo lagunar. Esta área presenta en su morfología varios depósitos litorales característicos de la costa oaxaqueña, que a su vez, son especiales en el litoral Mexicano del Pacífico, ya que depósitos modernos como los de esta zona, por sus dimensiones son poco frecuentes en las costas occidentales del país.

El estudio del área se dirigió al reconocimiento y comparación de las características texturales y de composición mineral de los sedimentos superficiales de los depósitos de barra, playa, dunas y laguna.

El objetivo de este estudio es la caracterización, análisis y comparación de los sedimentos superficiales a través de las características texturales y de composición mineral de los ambientes; para lo cual se llevarón a cabo los siguientes pasos:

- a) Reconocimiento de la morfología litoral;
- b) Caracterización de los sedimentos superficiales en los ambientes de playa, barra, dunas y laguna, a través de los parámetros texturales de la moda y mediana, tamaño gráfico promedio, coeficiente de clasificación, asimetría gráfica de tamaños y curtosis gráfica;
- c) Análisis y comparación de las características de madurez textural y composición mineralógica de los sedimentos;
- d) Investigación de la influencia de la geología y de la tectónica regional sobre los sedimentos en los ambientes de depósito del área de estudio;
- e) Ejemplificación de otros ambientes de depósito en la costa, que sean económicamente explotables, considerando posibilidades similares para el ambiente litoral del área de estudio.

Este trabajo realizado en el área de Guelaguichi, con carácter preliminar, representa una contribución más al conocimiento de los litorales mexicanos, en cuanto a la caracterización de sedimentos depositados en la superficie de sus formas acumulativas más comunes, como son playas, barras, dunas y lagunas en el litoral del Golfo de Tehuantepec. Se llevó a cabo con un muestreo superficial de corto espaciamiento entre estaciones topográficas en los depósitos litorales, siendo sensible a los cambios del relieve del área. Desde el punto de vista de aplicación-económica, se pretende contribuir a la prospección super

ficial por minerales útiles, como son ilmenita, magnetita, esfena y wollastonita, que en condiciones propicias de acumulación, pueden tener interés para emprender la exploración a profundidad de depósitos costeros.

ANTECEDENTES

El área de estudio se encuentra en una región costera dentro de la cual existe escasa información geológica local; los trabajos geológicos desarrollados son en su mayoría a escala regional y con objetivos tectónicos, por ejemplo - el de Ortega-Gutierrez (1981) sobre la tectónica del Sur de México; así mismo Carfantán (1983) realizó estudios en los dominios Geológicos del Sur de México y América Central. Cerca de esta zona, hacia el occidente, se cuenta con un trabajo de prospección minera elaborado por Cárdenas (1971) en el que se describen las rocas de Ensenada - Chipehua.

La geología superficial del área de estudio la realizó el Consejo de Recursos Naturales no Renovables (hoy Consejo de Recursos Minerales) en la Hoja San Vicente (1969) en un estudio de prospección regional para minerales metálicos en el Estado de Oaxaca; posteriormente, en la Hoja Villahermosa de la Secretaría de Programación y Presupuesto (1980) se describió con mayor detalle la geología superficial que comprende la región del Istmo de Tehuantepec e incluye al área de Guelaguichi.

Entre las contribuciones publicadas para el conocimiento sedimentológico de los litorales mexicanos y que, por su contenido, se encontró afinidad con este estudio, figura el trabajo de Inman y Ewing (1966) sobre las dunas costeras de Guerrero Negro, Baja California, en donde se efectuaron observaciones de más de tres años sobre el desplazamiento de las dunas, desde el litoral hacia el continen

te, sobre una franja arenosa que atraviesa una laguna.

En la región del Istmo de Tehuantepec Carranza-Edwards - (1980) realizó un trabajo de investigación sobre ambientes sedimentarios en la llanura costera, en el que se -- analizaron las características texturales de los ambientes sedimentarios de playa-barrera, fluvial, lagunar, la lagunar deltáico y de duna, en donde se encontró una relación más sensible entre los efectos de la tectónica regional en los ambientes de playa-barrera, fluvial y lagunar deltáico. En este estudio se sugiere que los ambientes de playa-barrera y fluvial pueden tener una importancia económica, por tener concentraciones más altas de minerales pesados que en los otros ambientes.

Martín-Barajas y Osuna (1982) realizaron un trabajo sedimentológico de minerales pesados en la Playa de La Ventanilla en la costa de Oaxaca, en donde encontraron una -- concentración de minerales pesados con ilmenita, rutilo, leucoxeno y circón. El tamaño de la arena en este depósito es de grano mediano y bien clasificado; estos minerales de interés económico se encontraron en las fracciones de grano fino a muy fino.

Martínez-Bringas y C. Xavier (1982) en un estudio regional de sedimentos superficiales en las playas de los Estados de Jalisco, Nayarit, Michoacán y Guerrero, determinaron que el mayor número de las muestras de sedimentos tuvo una composición mineral correspondiente a feldsarenitas líticas, subfeldsarenitas, litarenitas feldespáticas y feldsarenitas; el grado de madurez textural fue de submaduras, su clasificación estándar de moderadamente bien clasificadas, y el intervalo de tamaño promedio fue

entre arena mediana y arena fina, caracterizando de esta forma a los sedimentos del litoral del Pacífico Central del país.

Velázquez-Simental (1982) efectuó un trabajo de investigación en Playa Escondida y en la Laguna Guelaguichi, -- Oaxaca. Este trabajo se llevó a cabo en dos épocas del año, antes y después de las lluvias y trató sobre el análisis cualitativo de organismos macrobentónicos, análisis textural de los sedimentos en playa y laguna y análisis hidrológico de la misma.

Díaz García (1984) en el estudio sedimentológico del litoral de Chipechua en la costa de Oaxaca, señala que los sedimentos superficiales de los ambientes de playa y dunas presentan un intervalo de tamaño promedio que corresponde a arena mediana, siendo más gruesos los de playa; la clasificación de los sedimentos es moderadamente buena en ambos ambientes pero los valores en las dunas muestran mejor clasificación; los sedimentos de río tienen un tamaño promedio de grava y se encuentran mal clasificados. La composición mineralógica para los ambientes de playa y duna caen dentro del clan de feldsarenitas, y la de los ríos en los clanes de litarenita feldespática y feldsarenita lítica. No obstante, entre la playa y las dunas la distinción por composición mineral se encontró por la diferencia en el contenido de minerales accesorios y fragmentos de roca. La escasa diferencia textural entre playa y dunas, se debe a las circunstancias naturales de Chipechua, poca distancia de la playa a las dunas y muy alta energía del viento. Los ríos son muy inmaduros texturalmente y contienen gravas principalmente; el suministro de la arena proviene esencialmente de la co-

rriente costera del occidente, que va siguiendo el contorno litoral y por el aporte fluvial local, que en menor -- proporción contribuye también a la sedimentación en el -- área de Mazatán.

Localmente, dentro de los trabajos de ingeniería civil, - destacan los efectuados por la S.A.R.H. (1981) dentro de los estudios generales que se realizaron para la construcción del Puerto Industrial de Salina Cruz, en Oaxaca; la Coordinación General de Programas de Puertos Industriales realizó un proyecto conceptual de diseño de obras para la protección contra el peligro de inundaciones del Puerto de Salina Cruz y de la zona de influencia portuaria; en este estudio se analizaron los aspectos físicos del área, como la fisiografía, la geología y metereología junto con los aspectos socioeconómicos de la región.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes y The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (1981) - realizaron un trabajo para estudiar la planeación, construcción, operación y mantenimiento de este puerto a corto y largo plazo. En este estudio se analizaron detalladamente las condiciones climáticas que ocurren en la región costera de Salina Cruz con una información meteorológica de 10 años. Asimismo se estudiaron las condiciones batimétricas, de oleaje y sedimentos en la bahía de Salinas del Marqués.

Por último, dentro de los estudios oceanográficos y de -- geología marina realizados en el Golfo de Tehuantepec, en las inmediaciones de la costa noroccidental, se encuentran los trabajos de Jiménez-Loo (1978) y Villalobos (1984), - en los cuales se describen las características de los se-

dimentos marinos de la plataforma de Oaxaca y su contenido microfaunístico, así como las especies bentónicas capturadas; el trabajo de Martín-Barajas (1982), en donde se presenta un estudio sedimentológico del depósito de arenas titano-ferríferas en El Cayacal, Guerrero; así como el de Cromwell (1985) en donde se estudian los procesos sedimentarios antiguos y recientes en la Laguna Superior, Chiapas, México.

AREA DE ESTUDIO

La Ensenada Guelaguichi se localiza sobre el litoral del Estado de Oaxaca, en la margen occidental del Golfo de Tehuantepec, en las coordenadas geográficas $16^{\circ}06'10''$ Latitud Norte y $95^{\circ}17'45''$ Longitud Oeste (fig. 1). Así mismo, el área de estudio queda comprendida entre las coordenadas geográficas $16^{\circ}06'50''$ y $16^{\circ}05'30''$ Latitud Norte y $95^{\circ}17'30''$ y $95^{\circ}18'25''$ Longitud Oeste (Hoja Salina Cruz, S.P.P., 1984), que corresponde al límite suroccidental de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (Raisz, 1964).

La población más cercana al área es el poblado de San Miguel de Guelaguichi, localizado a un kilómetro al norte de Playa Escondida. La comunicación de esta población -- con el exterior se realiza a través de la Carretera Federal No. 200, que parte del Puerto de Salina Cruz al Puerto de Acapulco. A la zona estudiada se llega por un camino de terracería de dos kilómetros de longitud que principia a partir de la Carretera Federal antes del Río de Guelaguichi (fig. 1).

Este lugar, al igual que Playa Azul localizada a tres kilómetros al oriente sobre el litoral, es un sitio turístico para los habitantes de Salina Cruz, pues se halla a menos de 12 km. de ésta última.

La descripción geográfica más antigua que se conoce del área de Guelaguichi, fué la realizada por García-Cubas -

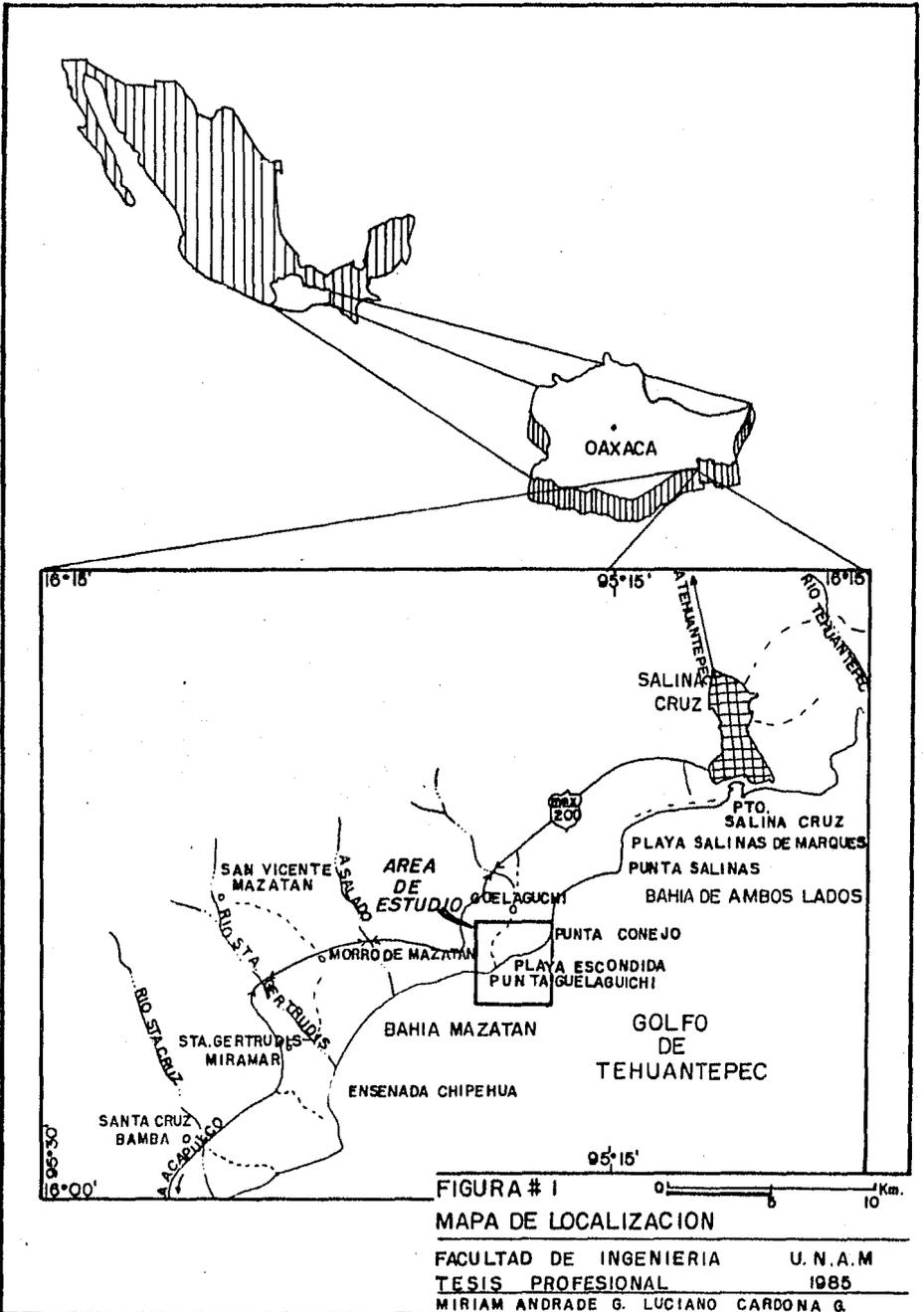
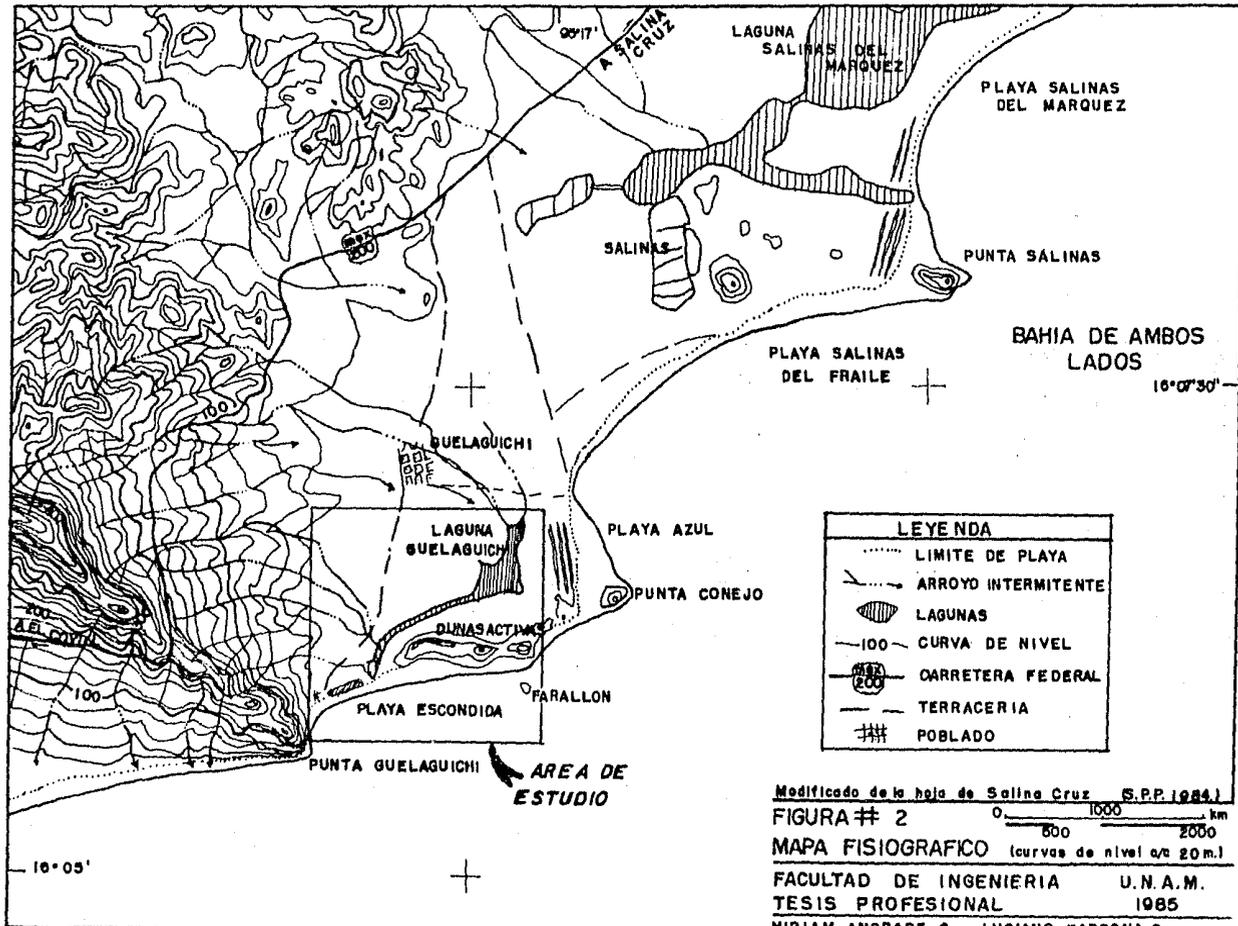


FIGURA # 1
 MAPA DE LOCALIZACION
 FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M
 TESIS PROFESIONAL 1985
 MIRIAM ANDRADE G. LUCIANO CARDONA G.

en 1888, quien la describe como una ensenada corrida, baja y totalmente desabrigada, con un promontorio o elevación formando una curva convexa hacia el noreste.

En la región donde se localiza la Ensenada Guelaguichi, - existe un clima cálido-humedo (García E., 1970); la temperatura del mes más frío es aproximadamente de 18°C, -- siendo la máxima temperatura extrema de 39.6°C y la míni ma de 16°C, con un promedio de 22.9°C; la precipitación- máxima total anual es de 953.4 mm. y la mínima anual de- 117.3 mm., de acuerdo a la información obtenida en el -- Atlas Nacional del Medio Físico (S.P.P., 1981) y Over--- seas Coastal Development Institute of Japan (S.C.T., --- 1981) (tabla 1); la vegetación esta localizada rodeando- la laguna y la parte norte de las dunas y esta constitui da por la variedad mangle botoncillo.

Como se pudo observar durante la etapa de reconocimiento geológico y de muestreo en la Ensenada Guelaguichi, se - presentaron vientos muy intensos que suelen ser muy comu nes en el invierno en esta porción del Golfo de Tehuantepec. En el estudio realizado para la construcción del - Puerto Industrial de Salina Cruz (O.C.D.I. y S.C.T., --- 1981), se menciona que para el área de Salinas de Marqués y sus alrededores, los vientos del norte tienen una frecuencia anual del 61% con una velocidad media de 10.10 - m/s y una velocidad máxima de 19.5 m/s (tabla 2). Roden (1961) describe que las ondas frías del norte que pasan- a través del Istmo de Tehuantepec, llegan a una atmósfe- ra más cálida y producen vientos de descenso de gran ve locidad, los cuales son más frecuentes en invierno y su efecto sobre el mar se refleja en el empuje del agua ha- cia el sur (fig. 2').



Las corrientes superficiales cercanas al litoral en el área de estudio fueron descritas por Cromwell y Bennett (1959) en diferentes épocas del año, lo cual se utilizó para conocer la dirección de estas corrientes en la costa noroccidental del Golfo de Tehuantepec en este estudio.

METODO DE TRABAJO

El presente estudio se llevó a cabo en tres etapas: la primera de ellas fue realizada en el campo con el objeto de reconocer el área de estudio, recolectar las muestras de sedimentos superficiales y obtener los datos geológicos, topográficos, meteorológicos y marinos necesarios para su elaboración. La segunda etapa consistió en un trabajo de gabinete en el cual las muestras fueron separadas por tamaños, se realizaron cálculos para la obtención de parámetros granulométricos y se estudió su mineralogía. En la última etapa se analizaron y compararon los datos con el fin de obtener las características texturales y mineralógicas de los ambientes modernos.

En el campo, el reconocimiento de la geología superficial de la zona de interés se apoyó en fotografías aéreas de vuelo bajo a escala 1:80,000 (DETENAL, 1979); este reconocimiento consistió en la identificación de la litología de los afloramientos, siguiendo las descripciones de la Hoja Villahermosa (S.P.P., 1981). Para la descripción de los afloramientos de roca que no fueron reconocidos en esta hoja geológica, se llevó a cabo su identificación por medio de laminas delgadas analizadas al microscopio petrográfico.

Para el muestreo de los sedimentos en Playa Escondida se diferenciaron cuatro áreas que se identificaron por sus características morfológicas y de condiciones ambientales y que a su vez, correspondieron a medios sedimenta-

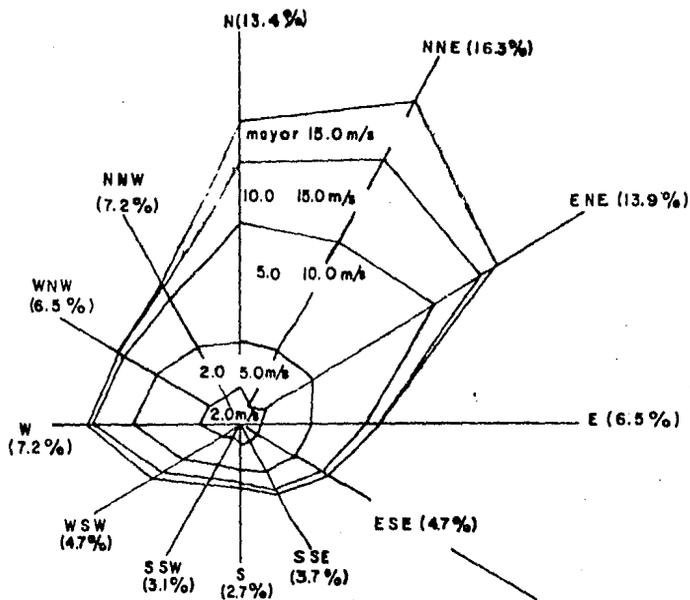


FIG. 2' ROSA DE LOS VIENTOS CORRESPONDIENTE AL AREA DE SALINA CRUZ

rios litorales por las condiciones que las distinguen -- (Davis, 1985; Schwartz, 1982). De esta manera las áreas - reconocidas en Playa Escondida fueron:

- a) playa-barrera,
- b) playa frente a las dunas,
- c) dunas y
- d) laguna.

El área de playa-barrera se extiende a partir del promontorio rocoso occidental hasta el extremo oriental de la boca de la laguna sobre la playa, en el límite con las dunas; el área de playa frente a las dunas está limitada por la playa-barrera en su parte occidental y por el farallón en la porción oriental; el área de dunas consiste en cuatro dunas barchanoides que se encuentran localizadas en la porción oriental de Ensenada Guelaguichi, mientras que la laguna se ubica en la parte posterior de las dunas (fig. 2).

Tanto en la playa-barrera como en la playa frente a las dunas se llevó a cabo una subdivisión en tres zonas para el muestreo de sedimentos, tomando en cuenta el criterio de las subdivisiones de Komar (1976) y adaptándolo - para este estudio:

- Zona de rompiente o marejada: es la zona de máxima -- energía y comienza en la base de la rompiente y termina en el nivel medio del mar.
- Zona de vaivén o cara de la playa: empieza en la mínima bajamar y termina en la máxima pleamar durante el día.
- Zona de berma o postplaya: comienza desde la máxima -

pleamar hasta la base de las dunas en la playa, o en la laguna para el área de playa-barrera.

En el caso de las dunas, el muestreo se realizó en las zonas activas como la cresta y el flanco de sotavento, tanto en el valle como en los cuernos, así como en la base de las dunas. No se estudio el flanco de barlovento, ya que más de la mitad de esta zona se encuentra cubierta por vegetación.

Para el área de la laguna, el muestreo de sedimentos se llevó a cabo en el cuerpo lagunar de mayor extensión, en el canal longitudinal paralelo a la costa y en la boca de la laguna cercana a la playa.

El muestreo de sedimentos superficiales consistió en la recolección de 75 muestras, de las cuales 33 corresponden al ambiente de playa frente a las dunas, 23 al ambiente de dunas, 14 al ambiente de playa-barrera y cinco muestras al ambiente de la laguna. La localización de los lugares de muestreo se ubicó en un mapa a escala 1:10,000 (fig. 3) que se obtuvo de la ampliación del mapa topográfico (Hoja Salina Cruz, S.P.P., inédita).

Las muestras en el ambiente playa-barrera se ubicaron a lo largo de perfiles topográficos levantados con la ayuda de brújula, telémetro óptico y estadal. En este ambiente estos perfiles se trazaron perpendicularmente a la línea litoral y se ubicaron con un punto fijo común, farallón, localizado en el mapa (fig. 2), donde se llevaron a cabo tres perfiles (G, M y K) distribuidos a lo largo de este depósito (fig. 3). Estos perfiles se trazaron desde la zona de rompiente y terminaron en la --

postplaya, al borde de la laguna frente a la barra. Para la ubicación de las muestras de playa frente a las dunas se realizó un mapa topográfico escala --- 1:10,000 (fig. 4), con estaciones en los puntos de muestreo comprendiendo nueve perfiles (L', A, L, B, C, D, E, F' y F). El levantamiento topográfico de esta área abarcó desde la zona de la rompiente hasta la cresta de las dunas y se realizó con ayuda de una plancheta autorreductora y estadales.

Tanto en el ambiente de playa como en el ambiente de dunas, el muestreo del sedimento se efectuó donde se presentaba un cambio de relieve en el perfil topográfico; este método se realizó con la finalidad de determinar variaciones texturales y minerales en la superficie de los depósitos, de acuerdo a su distribución espacial y morfológica. La muestra representativa del sedimento superficial en cada sitio de muestreo correspondió a un volumen de 15 cm. de lado y 5 cm. de profundidad. En este muestreo se tomaron en cuenta los criterios de Otto (1938) y Apfel (1938) para la determinación de la unidad sedimentaria.

El muestreo de los sedimentos del ambiente lagunar se realizó con ayuda de una draga Van Been de dos litros de capacidad, recolectándose muestras en sitios diversos de la laguna, de acuerdo a su fisiografía y profundidad, para lo cual se contó con el apoyo de fotografías aéreas.

Para reconocer la dirección y la velocidad del viento en Playa Escondida se utilizó un anemómetro de mano con brújula y veleta. Las lecturas de velocidad y dirección

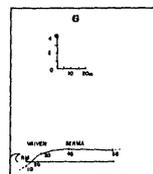
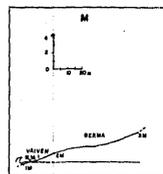
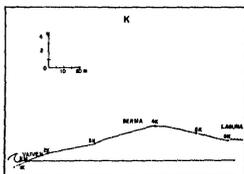
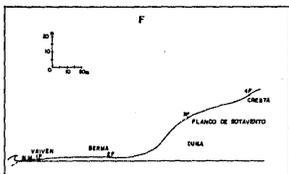
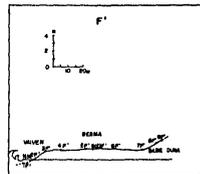
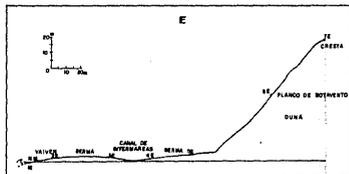
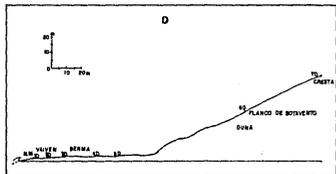
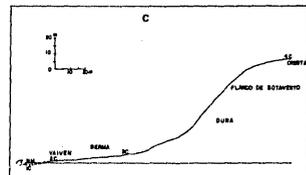
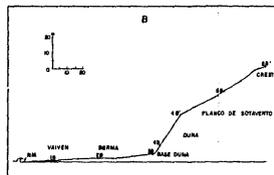
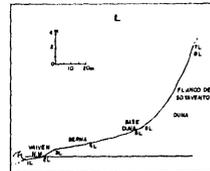
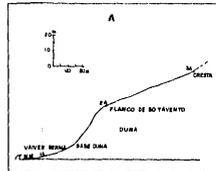
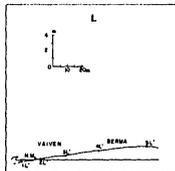
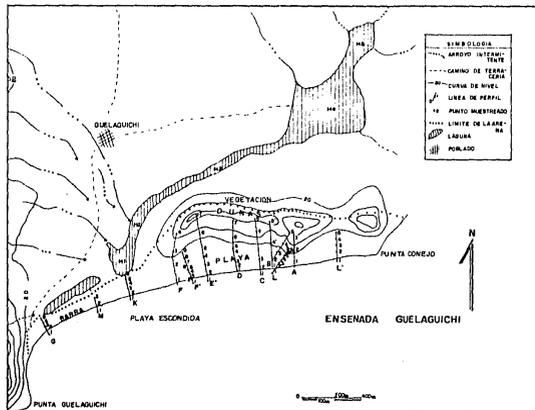


Fig-3 - UBICACION DE LOS PERFILES TOPOGRAFICOS DE MUESTREO.

fueron tomadas durante el levantamiento topográfico y el muestreo de sedimentos; estas lecturas se llevaron a cabo a intervalos de 10 minutos, en un punto fijo sobre la playa cerca de las dunas. Las condiciones del viento que prevalecieron durante el muestreo en los meses de marzo y agosto coinciden con la obtenidas por la S. C. T. y el O. C. D. I. (1981) (tabla 1).

La dirección de la corriente litoral próxima a la playa se observó con ayuda de boyas de plástico que se lanzaron atrás de la rompiente.

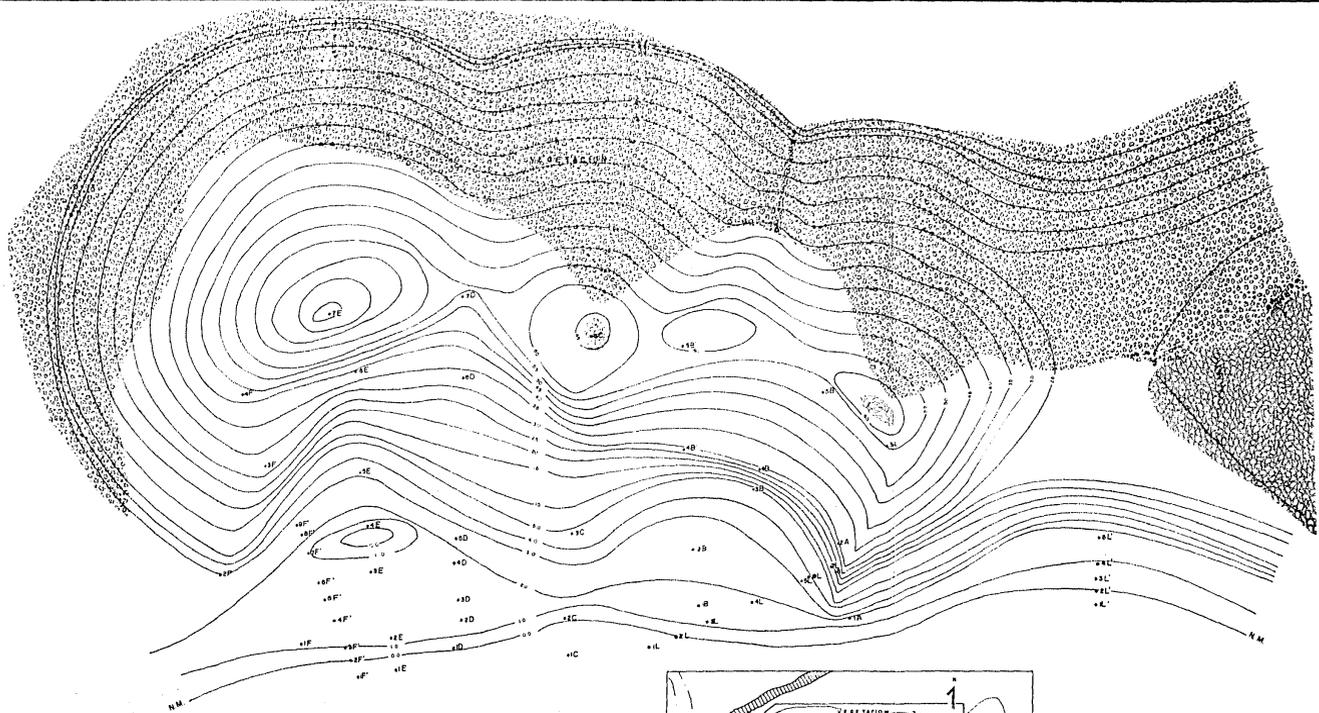
Durante la etapa de gabinete de este estudio, de cada muestra de sedimento obtenida se tomó una porción de 40 gr. que fue analizada en forma individual en el laboratorio de sedimentología del I.C.M.L. de la U.N.A.M., de acuerdo a las técnicas sugeridas por Folk (1974) con intervalos de clase a cada $1/4$ de ϕ (\emptyset), utilizando tamices U.S.A. Standard Sieve de dos pulgadas de altura y ocho pulgadas de diámetro; la agitación de los tamices se llevó a cabo en un Ro-Tap Tyler mod. "B", durante 15 minutos; la arena retenida en los tamices en cada intervalo de clase se pesó en una balanza analítica Mettler 2000 de 0.001 gramos de precisión. Así mismo, se identificaron las fracciones de grava, arena y lodo en cada muestra de sedimentos; de este análisis se obtuvieron los parámetros estadísticos de la granulometría: moda (M_o), mediana (M_d), tamaño gráfico promedio (M_z), desviación estándar gráfica inclusiva (σ_i), grado de asimetría gráfica inclusiva (S_{kg}) y curtosis gráfica inclusiva (K_g); a su vez, se obtuvieron los porcentajes de las poblaciones de partículas de sedimentos transpor-

tadas por diferentes mecanismos de transporte (tracción, saltación y suspensión) que se interpretaron de acuerdo a lo sugerido por Visser (1969).

En la separación de tamaños, se obtuvieron las fracciones con un intervalo de clase de $1/4\phi$ por muestra para su identificación mineralógica por cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca y minerales accesorios o pesados; para ello se contó con la ayuda de un microscopio binocular. Esta identificación se efectuó con el apoyo de los criterios de comparación de granos minerales por estimación óptica de Terry y Chillingar (1955), Folk y otros (1970). Así mismo con el objeto de clasificar la composición mineral de los sedimentos, se adoptó la clasificación de sedimentos terrígenos en clanes mineralógicos para areniscas propuestas por Folk y otros (1970), utilizada por Carranza-Edwards (1980).

Para la identificación de minerales accesorios o minerales pesados se estudió el intervalo de tamaño de clases y que varía un rango entre 3.25ϕ a 3.75ϕ , en donde se encontró la mayor concentración de ellos (fig. 14). Esta submuestra se sometió a una separación de clases magnéticas, a intervalos de 0.1 amperes en un separador magnético Franz Isodynamic de acuerdo a la técnica sugerida por Parfenoff, Pomeroy y Tourenq (1970). Esta separación magnética fue aplicada a las muestras de playa (playa-barra y playa frente a las dunas) y dunas por presentar una mayor cantidad de dichos minerales en ese intervalo de tamaño.

Con el objeto de identificar a los minerales retenidos -



SIMBOLOGIA
 --- Curva de nivel
 *AA Lugar de muestreo de sedimentos
 AA Alineamiento de raso
 [V] Vegetación

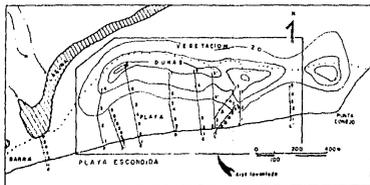


FIGURA # 4
 LEVANTAMIENTO A PLANCHE-
 TA DE PLAYA Y DUNA
 FACULTAD DE INGENIERIA U.R.A.M.
 TESIS PROFESIONAL 1988
 MIRIAM ANDRADE S. LUCIANO CARDONA G.

en clases magnéticas se tomó una muestra de cada clase y se le sometió a su identificación por microscopía electrónica con microsonda de barrido del Consejo de Recursos Minerales; el residuo no magnético se analizó con la ayuda de una lámpara de luz ultravioleta y se identificaron los minerales con ayuda de las tablas de minerales fluorescentes de Gleason (1972).

Por último, con los datos obtenidos en campo y en gabinete se interpretaron las características texturales y de composición mineral de los sedimentos superficiales de las áreas de playa frente a las dunas, playa-barrera, dunas y laguna, con ayuda del reconocimiento de su morfología superficial, con el fin de investigar si existen distinciones o similitudes entre los sedimentos de estas áreas para poder identificar ambientes y, por otra parte, analizar la procedencia de los sedimentos en base a sus características, teniendo en cuenta las condiciones ambientales del área de estudio y los mecanismos de transporte identificados en los sedimentos.

MORFOLOGIA LITORAL

La costa noroccidental del Golfo de Tehuantepec se caracteriza por una serie de puntas rocosas que se proyectan del continente hacia el mar en forma de ganchos. Entre estas puntas, se han formado bahías con depósitos de playa-barrera, ya que es común encontrar, entre la planicie costera y la playa, lagunas, esteros y cordones litorales. Las puntas rocosas tienen una altitud de 200 msnm y están constituidas por cuerpos graníticos alineados NW-SE, los cuales, en ocasiones tienen una cubierta sedimentaria cerca de la costa. Hacia el continente, atrás de los cuerpos graníticos, se encuentran montañas mayores de 1,000 m de altitud y que de acuerdo con la geología de la Hoja Villahermosa (S.P.P., 1981), están compuestas por rocas sedimentarias, volcánicas y metamórficas (fig. 15).

En la costa occidental del Golfo de Tehuantepec, el desarrollo de la planicie costera es incipiente, pues aparece solo entre las puntas rocosas en forma de pequeños valles aluviales. La diferencia de esta margen occidental del Golfo de Tehuantepec con la margen oriental es muy notable, ya que en el primer caso se trata de una costa rocosa de acantilados, depósitos eólicos y pequeños valles costeros, que de acuerdo con la clasificación de costas de Shepard (1973), es una costa primaria o juvenil con zonas de transición a costas formadas por procesos marinos; en cambio, la margen oriental posee una planicie bien desarrollada con cuerpos lagunares delimitados por barreras

arenosas y de gran extensión, lo cual corresponde a costas secundarias por depositación marina. Así mismo, los depósitos marinos, como son las playas-barrera, se localizan en bahías y además presentan rasgos que se consideran de acresión litoral por el desarrollo sucesivo de -- cordones litorales paralelos a la línea de playa, siguiendo los criterios de fisiografía litoral de Bird (1968) y Snead (1982).

El área de estudio se encuentra ubicada en el extremo suroccidental de la Bahía de Ambos Lados. Esta bahía presenta puntas rocosas oblicuas al desarrollo de la costa, por lo que morfológicamente se le considera de forma asimétrica (Schwartz, 1982). La Bahía de Ambos Lados está limitada al noreste por el Puerto Industrial de Salina Cruz, al noroeste por Punta Conejo y en su parte central se encuentra el promontorio de Punta Salinas; litológicamente, el Puerto Industrial de Salina Cruz está construido sobre granito, mientras que Punta Conejo y Punta Salinas consisten en tactitas o skarns. Al norte de Salina Cruz se encuentran serranías formadas por cuarcitas y algunos afloramientos de esquistos, en tanto que al norte de Punta Conejo las elevaciones montañosas están constituidas por granitos. Los depósitos litorales en la bahía están formados principalmente por playas-barrera y lagunas, a excepción de la playa situada al norte de Punta Conejo, Playa Azul, en la cual la postplaya constituye un depósito muy extenso, ya que el promontorio rocoso -- crea una sombra al oleaje que favorece la acumulación de arena en la playa (fig. 2); en su límite con la postplaya se encuentran antiguos cordones de dunas estabilizadas por la vegetación.

Hacia el surponiente de Punta Conejo esta la Ensenada -- Guelaguichi, (fig. 18) limitada al oriente sobre el litoral por un lomerío rocoso compuesto por conglomerados de color rojo; y hacia el occidente, por un acantilado formado por la Sierra del Carmen, cuya litología es de cuarcitas y limolitas interestratificadas. Con una litología similar, frente a la zona de dunas existe un farallón -- que destaca por su forma con estratos buzantes hacia el océano (hacia el SE).

De acuerdo a los criterios utilizados por Shepard (1973) la parte oriental de Playa Escondida se puede clasificar como:

I. Costa Primaria
 I.A. Costa de depósito subaéreo
 I.A.1. Costa por depositación eólica
 I.A.1.a. Costa de dunas,
 mientras que en su parte occidental sería la siguiente:

II. Costa Secundaria
 II.A. Costa por depósito marino
 II.A.1. Costa barrera
 II.A.1.a. Playa-barrera ó
 II.A.1.b. Bancos-barrera.

Para la primera clasificación, Costas Primarias o costas por configuración debida a procesos no marinos, aparecen los promontorios rocosos de origen tectónico, los cuales dan lugar a playas semiprotegidas por bahías abiertas. Se dice además que es una costa de depósito subaéreo por acción eólica siendo una costa de dunas, ya que el campo de dunas está bordeado por una playa angosta. Para la --

porción occidental de Playa Escondida, se pueden observar características de una costa de depósito marino, como es la laguna y la barra; observando estas características, en especial la barra, se puede clasificar como playa-barrera, ya que sólo cuenta con una loma simple, o bien un banco-barrera, porque está unido a la porción principal de tierra.

Siguiendo los criterios de Inman y Nordston (1971) y -- Kenneth (1982), la costa se puede clasificar de acuerdo a su origen tectónico como una costa activa de márgenes de colisión de tipo convergente, ya que frente a esta costa se encuentra la Trinchera Mesoamericana, que es una zona de subducción entre la placa continental y la placa oceánica (De Cserna, 1960; Molnar y Sykes, --- 1969).

Bagnold (1941) propone que las dunas se forman por remolinos de viento; la acción de éstos sobre su cara de sotavento es la de depositar arena, mientras que sobre la cara de barlovento y en sus flancos es de erosión, de tal manera que el conjunto de dunas formadas por estos remolinos de viento, tienen una traza parabólica perpendicular a la dirección de éste. En el área de estudio y durante la época de muestreo se observó que el viento alcanzó velocidades hasta de 19 m/s provenientes del -- norte (tabla 1); estos vientos, son los que predominan durante casi todo el año en el Istmo de Tehuantepec. La rosa de los vientos para el área de Salina Cruz en donde se incluye Ensenada Guelaguichi, según estudios de la S.C.T. y O.C.D.I. (1981) se muestra en la figura 2' y en la tabla 1. Como se puede observar, para el área de estudio los vientos dominantes provienen en su mayor

MES	TEMPERATURA DEL AIRE C°			LLUVIA			VIENTO											NUMERO DE DIAS CON											
	Media	Media máxima	Media mínima	Precipitación (mm)	Días de lluvia	Precipitación máxima en 24 hrs. (mm).	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	PORCENTAJE DE OBSERVACIONES											Calmas	Vientos intensos	Tormentas	Granizo	Niebla	Cielo despejado	Cielo nublado			
									Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste	Calmas	Calmas	Vientos intensos								Tormentas	Granizo	Niebla
ENERO	24.4	28.5	21.0	1.0	1	0.0	5.14	35.4	57	24	2	2	4	5	1	1	4	21.4	20	0.1	0	0.1	24.0	0.6					
FEBRERO	25.0	27.0	22.0	7.6	1	10.2	8.74	33.7	44	25	1	3	10	9	1	1	6	15.5	14	0.3	0	0.5	22.0	0.6					
MARZO	26.6	29.5	23.3	0.8	1	2.5	8.90	36.2	34	20	1	5	16	15	1	1	7	17.2	12	0.2	0.04	0.4	22.0	1.0					
ABRIL	27.5	30.5	24.5	11.9	2	33.0	8.90	33.4	27	18	1	4	20	20	1	1	8	13.0	0	1.1	0	0.8	22.2	0.6					
MAYO	27.5	31.0	25.0	83.1	8	137.2	6.69	28.2	25	18	2	6	19	19	1	1	9	11.2	7	3.5	0	0.2	12.8	3.1					
JUNIO	26.6	29.5	23.0	299.7	18	142.2	0.25	21.0	31	9	3	5	10	11	8	8	15	6.4	4	8.0	0	1.2	4.4	12.7					
JULIO	28.0	29.5	24.0	111.8	11	50.8	5.92	20.6	52	29	1	3	4	4	1	3	6	13.2	10	7.8	0	0.3	3.0	11.7					
AGOSTO	28.0	32.0	24.0	165.4	12	86.4	5.92	24.6	44	37	2	2	2	4	1	2	6	12.5	10	7.7	0	0.4	4.6	10.4					
SEPTIEMBRE	26.6	30.0	23.0	178.6	11	212.0	4.37	20.9	40	26	2	2	5	8	2	2	13	8.2	4	5.3	0	0.8	7.6	12.3					
OCTUBRE	26.6	29.5	23.0	102.1	6	114.3	6.28	35.0	50	25	1	2	5	7	1	2	7	12.5	10	1.7	0	0.2	10.9	9.4					
NOVIEMBRE	26.0	29.5	22.0	1.0	2	17.8	8.38	33.3	55	28	2	2	3	3	(1)	2	4	21.2	21	0.3	0	0.2	20.6	1.7					
DICIEMBRE	25.0	29.0	21.0	3.0	1	7.6	8.80	32.2	57	26	1	2	4	4	(1)	2	3	18.1	10	0.0	0	0.0	25.4	0.3					
PROMEDIO	26.6	30.0	23.0	----	--	----	7.36	----	43	25	1	3	8	9	1	2	8	----	--	----	-	----	----	----					
TOTAL	----	----	----	----	72	----	----	----	--	--	-	-	-	-	-	-	-	172.7	140	35.9	0.04	4.9	177.0	164.3					
LIMITES	----	----	----	----	--	212.0	----	36.2	--	--	-	-	-	-	-	-	-	----	--	----	-	----	----	----					
NUMERO DE AÑOS OBSERVADOS	10			24	21	12	9	9	10											10	10	24	24	31	9	9	(Posición de la Estación 16°12'N, 95°12' 11" W)		

Tomado de S.C.T. y O.C.D.I. (1981)

TABLA 1. Características meteorológicas de la Región Suroriental de Oaxaca, México.

parte del NNE con velocidades mayores a los 15 m/s, lo que causa un transporte de arena desde Playa Azul hasta el campo de dunas de Ensenada Guelaguichi, que al pasar sobre las crestas de éstas a la pendiente de sotavento, favorece la acumulación en esta última zona. Estas características meteorológicas en Guelaguichi se encontraron semejantes a las investigadas por Hoyt (1965) en Sudáfrica, quien llevó a cabo estudios sobre el movimiento del viento y de la arena en el sotavento de dunas costeras, donde se presentaban vientos con velocidades de 16.6 m/s a 22.2 m/s. La orientación de las dunas de Ensenada Guelaguichi es casi de oriente a poniente, paralelas al litoral y transversales a la dirección del viento (NNE). La altura máxima de las dunas durante la época de muestreo en su porción occidental fue de 75 msnmm, mientras que en la porción oriental tienen 60 msnmm. Este campo de dunas tiene una superficie aproximadamente rectangular de 18.14 km^2 , con una extensión longitudinal de 6.15 km y un ancho máximo de 2.95 km (fig. 4).

Las dunas en Guelaguichi se originaron por una acumulación arenosa que forma un depósito de sotavento activo, cuya estructura primaria consiste en un conglomerado rojo que actúa como soporte de este depósito eólico. El conglomerado rojo hizo posible la formación del campo de dunas, ya que sin éste la arena transportada de Playa Azul sería depositada directamente en el mar. El flanco de sotavento tiene una pendiente de 5.92% y el de barlovento se encuentra estabilizado hasta su parte media por vegetación, dejando la cresta de este flanco en actividad para el transporte de los sedimentos.

Dirección	Ocurrencia Total %	Ocurrencia en la Velocidad del Viento					Velocidad Máxima (m/s)	
		Menor a 2.0(m/s)	2.0-5.0(m/s)	5.0-10.0(m/s)	10.0-15.0(m/s)	Mayor a 15.0(m/s)		
N	13.43	12.19	23.65	30.52	19.48	14.16	30.0	35.0
NNE	16.29	5.40	16.80	33.67	25.78	18.35	25.0	30.0
ENE	13.88	9.58	26.60	38.72	17.58	7.52	25.0	30.0
E	6.54	15.13	35.46	39.83	8.40	1.18	20.0	25.0
ESE	4.67	20.71	44.47	29.41	4.94	0.47	15.0	20.0
SSE	3.65	23.50	45.18	28.31	2.41	0.60	20.0	25.0
S	2.73	30.65	43.15	22.58	3.22	0.40	15.0	20.0
SSW	3.13	22.11	44.56	26.67	5.26	1.40	15.0	20.0
WSW	4.73	21.16	46.05	28.14	4.19	0.46	15.0	20.0
W	7.20	26.26	43.36	27.02	2.90	0.46	15.0	20.0
WNW	6.45	24.02	45.14	27.26	2.90	0.68	20.0	25.0
NNW	7.21	18.75	38.11	33.54	7.01	2.59	20.0	25.0
Total	89.91	13.98	29.18	28.87	11.48	6.40	30.0	35.0

Tomado de S.C.T. y O.C.D.I. (1981).

TABLA 2. Características Anuales del Viento

Campos de dunas como el de Playa Escondida también se encuentran en Punta Chipehua (Díaz, 1984) y Punta Ayuta. - Díaz García (1984) considera que la formación de estos campos de dunas con dimensiones poco usuales en el litoral oaxaqueño, son casos anómalos formados por la gran intensidad del viento en la región del Istmo.

El área de la playa frente a las dunas de Ensenada Guelaguichi, tiene una fisiografía variable según su ubicación sobre el litoral. La pendiente de la playa es suave con un valor de 0.89% y la altura de las olas no es mayor a 3 m con una dirección principal de SE, S y SW (O.C.D.I. 1980). La altura de éstas así como su dirección y porcentaje de ocurrencia se muestran en la tabla 3.

La parte oriental de la playa (perfil A) es muy reducida debido a la existencia de un farallón; la pendiente de esta zona es de .81%, mientras que en la parte central - (perfiles B y C) se observa un incremento en la amplitud de la playa y posteriormente una disminución de ésta. En esta zona, la pendiente es tenue, con un valor aproximado de .45%. En la zona occidental de la playa frente a las dunas (perfiles D, E y F) se encuentra el máximo ensanchamiento de la playa, cuya pendiente es de .30%; ésta se ve interrumpida por pequeñas depresiones, con un desnivel de hasta 2.0 m. En la parte central de la -- playa se encuentran cuspilitos que presentan, como característica principal, un tamaño de grano muy grueso (gravas) en las crestas y en los valles un tamaño de arena fina; el ancho de la playa se ve afectado principalmente por la topografía de las dunas, ya que se ensancha en -- los valles y se angosta en los cuernos (fig. 4).

Altura de olas (m)								
Dirección	0-0.60	0.61-1.20	1.21-1.80	1.81-2.40	2.41-3.00	3.01-4.50	Mayor a 4.50	Total
SE	8.4	15.3	8.9	3.1	0.8	0.3	0.0	36.77
S	3.6	6.7	4.2	1.4	0.6	0.3	0.0	16.71
SW	9.2	16.2	9.2	3.3	0.8	0.3	0.0	39.00
W	3.3	3.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.52
Total	24.5	41.3	22.9	7.8	2.2	0.9	0.0	100.00

Modificado de S.C.T. y O.C.D.I. (1981).

TABLA 3. Porcentaje de ocurrencia de altura de olas y direcciones

Al occidente del área de estudio se encuentra la zona de playa barrera o barra, la cual separa a la Laguna -- Guelaguichi del mar. Esta barra tiene 1 km de longitud y 150 m de ancho, con una pendiente de 3.0% que se ve interrumpida por un escalón de playa de aproximadamente 0.30 m de altura y 5.0 m de longitud. Esta barra permaneció cerrada durante la época de muestreo y de acuerdo a la información de los habitantes de la región no se abre al mar en forma natural, sino solamente cuando los nativos la abren con el fin de evitar inundaciones en el pueblo.

La Laguna Guelaguichi se extiende casi paralelamente a la línea de costa por detrás del campo de dunas hacia la planicie costera y el extremo occidental presenta un canal que la comunica a la barra arenosa (fig. 2). La laguna se encuentra alimentada por arroyos torrenciales que descienden de las elevaciones montañosas más próximas. También se considera que esta laguna recibe aporte del manto freático de la planicie costera, ya que este nivel en el área es muy cercano a la superficie; cabe mencionar que en un perfil topográfico en la parte media de la barra (perfil K) y orientado del mar hacia la laguna, se observó una diferencia entre el nivel promedio del mar durante el día y el nivel promedio de la laguna durante el mismo período, de aproximadamente 2.5 m. La laguna mide de la barra a la parte más interior, hacia la planicie costera, 2.4 km, teniendo 400 m de longitud de la boca al inicio del canal; 920 m de longitud del canal y 720 m de longitud máxima del cuerpo de la laguna, el ancho del canal es 40 m y el ancho máximo del cuerpo de la laguna es de 400 m. En la región de la

boca y del canal la laguna se encuentra circundada por manglares en la variedad de mangle rojo (Velázquez-Simental, 1982).

SEDIMENTALOGIA DE LOS AMBIENTES DE DEPOSITO

Las características texturales y de composición mineral de los sedimentos de playa, playa-barrera, dunas y laguna se presentan a través de sus parámetros granulométricos y en el porcentaje de los minerales que lo constituyen. Además de los parámetros granulométricos que se emplearon, como la media, mediana, moda, desviación estándar, asimetría y curtosis (Folk, 1974), se analizaron los porcentajes de las poblaciones de tamaños de grava, arena y lodo (Wentworth, 1922), se identificó la redondez del cuarzo (Powers, 1953) y se obtuvo el grado de madurez textural en base a los atributos granulométricos (Folk, 1974); la clasificación por composición mineral de sedimentos terrígenos para areniscas en clanes mineralógicos (Folk y otros, 1970; Carranza-Edwards, 1980) se utilizó en la interpretación de la composición de los sedimentos de este estudio; se determinó el porcentaje de los minerales pesados por muestra y por último, se identificaron las poblaciones de partículas por mecanismos de transporte (Visher, 1969) en saltación, tracción y suspensión.

La interpretación de los datos granulométricos y de composición mineral en Playa Escondida se dividió por áreas de muestreo de la siguiente forma:

I. PLAYA: Como se mencionó anteriormente, se llevó a cabo una separación de los sedimentos de playa en dos ---

áreas, es decir, los sedimentos de playa frente a las dunas y los de playa-barrera o barra para el resto del ambiente de depósito, ya que además de que éstas presentan una morfología diferente, las condiciones ambientales observadas permitieron distinguirlas entre sí, no obstante que representan áreas de depósito contiguas. A su vez, los sedimentos en las zonas de la playa se dividieron en tres zonas por su ubicación (fig. 3): la zona de rompiente o marejada, la zona de flujo y reflujo o vaivén y la zona de berma o postplaya (Komar, 1976) esta división se muestra a continuación:

I. PLAYA

I.a. Barra

I.a.1. Rompiente

I.a.2. Vaivén

I.a.3. Berma

I.b. Playa frente a las dunas

I.b.1. Rompiente

I.b.2. Vaivén

I.b.3. Berma

I.a. Barra: El área para el ambiente de barra está comprendida por los perfiles K, M, G (fig. 3). Los sedimentos de la barra presentan en sus parámetros granulométricos una disminución de tamaño de grano en su media, mediana y moda a lo largo del litoral a partir de Punta Guelaguichi, hacia el extremo oriental (fig. 9). (tabla 4).

I.a.1. La zona de rompiente o marejada tiene sedimentos en el intervalo de arena mediana (1.170 a 1.680) y es-

MUESTRA Y PERFIL	UBICACION DE LOS SEDIMENTOS	TAMÑO GRAFICO PROMEDIO (Mm)	COEFICIENTE DE CLASIFICACION (V)	ASIMETRIA (Sk)	CURTOSIS (K)	MEDIANA (M)	MODA (Mo)	REDONDEZ DEL CUARZO	GRADO DE MADUREZ TEXTURAL	PORCENTAJE DE POBLACIONES POR TAMAÑO			PORCENTAJE DE POBLACIONES DE TRANSPORTE			CLAN MINERALOGICO*	PORCENTAJE DE MINERALES**			
										GRAVA	ARENA	LODO	TRACCION	SALTACION	SUSPENSIÓN		Qz.	Fp.	Rx.	Mp.
1G	Rompiente	1.170	0.825	-0.290	1.590	1.230	1.50	subanguloso	submaduro	5.52	94.46	0.02	2.50	97.04	0.06	L	39	9	38	14
2G	Valián	1.750	0.680	0.160	1.180	1.640	1.50	subanguloso	submaduro	0.59	99.41	----	1.00	98.95	0.05	L	31	6	35	28
3G	Berna	1.410	0.720	-0.001	1.030	1.450	1.50	subanguloso	submaduro	0.16	59.83	0.01	0.17	99.79	0.04	LF	38	17	21	24
4G	Berna	0.460	0.860	-1.170	0.110	1.660	0.75	subanguloso	submaduro	3.46	96.51	0.03	0.80	99.17	0.03	L	40	9	37	14
5G	Berna	-0.390	2.040	-0.530	0.660	0.620	-3.00	redondeado	submaduro	32.54	65.80	0.66	22.00	77.10	0.90	L	34	8	47	11
1K	Rompiente	1.680	1.412	-0.452	1.155	2.333	2.75	anguloso	submaduro	4.81	92.93	2.26	10.40	89.60	----	L	31	10	48	11
2K	Valián	2.360	0.787	-0.249	1.550	2.624	2.75	subanguloso	submaduro	-----	97.50	2.50	----	97.55	0.45	L	46	3	20	31
3K	Berna	2.627	1.266	-0.189	1.695	2.458	2.75	anguloso	submaduro	2.38	96.22	1.40	----	100.00	----	L	30	3	40	27
4K	Berna	2.288	1.036	-0.391	1.513	2.667	3.00	subanguloso	submaduro	-----	97.08	2.92	7.50	89.50	3.00	LF	59	14	12	14
5K	Berna	2.249	0.980	-0.343	1.658	2.667	2.75	subanguloso	submaduro	-----	96.90	3.10	----	96.90	3.10	FL	39	9	22	30
6K	Berna	2.152	1.074	-0.326	1.492	2.583	2.75	subanguloso	submaduro	-----	96.57	3.23	----	96.50	3.50	L	43	4	16	37
1M	Rompiente	1.560	0.670	-0.630	1.030	1.590	1.50	subredondeado	submaduro	0.49	99.38	0.13	----	99.81	0.19	LF	40	8	23	34
2M	Berna	1.740	0.570	0.040	0.990	1.720	1.75	subanguloso	submaduro	-----	99.88	0.12	----	99.83	0.17	FL	56	12	12	20
3M	Berna	1.600	0.560	0.060	1.070	1.650	1.75	subanguloso	submaduro	-----	99.86	0.14	----	99.83	0.17	LF	55	12	15	18

* L- Litarenita
LF- Litarenita foliospática
FL- Foliosarunita lítica

** Qz- Cuarzo
Fp- Foliospartos
Rx- Fragmentos de roca
Mp- Minerales accesorios

TABLA 4. Parámetros texturales, mineralógicos y poblaciones de transporte de los sedimentos de Playa-barrera.

la zona que presenta mayor energía por la turbulencia de la rompiente. En esta zona la heterogeneidad de tamaños es común (fig. 9); no obstante el contenido de gravas en esta zona de la barra es pobre (0.49% a 5.5%), dando lugar a una población arenosa de mayor proporción (92.2 a 99.3%) y una precaria cantidad de lodos (0.02% a 2.26%).

El mecanismo de transporte que prevalece es el de la saltación (89.6% a 99.81%) sobre el de tracción (0% a 10.4%) y suspensión (0% a .19%); esto se debe principalmente a que las muestras de sedimentos se tomaron sobre la superficie del depósito (fig. 12), las cuales reflejan las características texturales del sedimento depositado, que es de tamaño grueso (grava y arena), más no de los tamaños finos (arena muy fina y lodos), que por lo general está en suspensión por la turbulencia de esta zona.

La clasificación estándar (σ) de los sedimentos en esta zona de la barra varía en un intervalo de moderadamente bien clasificado ($M_1 = 0.670$) a mal clasificado ----- ($K_1 = 1.410$) en el extremo oriental de la barra, que corresponde a la parte media de Playa Escondida. Esta clasificación responde también a la distribución heterogénea de tamaños; así mismo la polimodalidad también puede observarse en estos sedimentos (fig. 6). Los valores de la asimetría son negativos (-0.45 a -0.02), por la población de sedimentos de tamaño grueso. Los valores de la curtosis varían de mesocúrticos a muy leptocúrticos en la distribución a lo largo del litoral en esta zona siendo la muestra de sedimento que está en el extremo occidental de la barra muy leptocúrtica ($G_1 = 1.59$) y mesocúrtica la que se encuentra en el extremo oriental -----

($M_1 = 1.08$), notándose con ello una disminución en la moda a lo largo de la barra (1.50Ø a 2.75Ø).

Con esto también se puede apreciar una distribución de - tamaño por competencia del transporte litoral, que tiene la capacidad de transportar granos gruesos a medianos en mayor proporción con una mediana de 1.23Ø para G_1 y de - 1.59Ø para M_1 , cerca del promontorio occidental; conforme las olas se alejan de él el transporte tiene capaci- dad para llevar en su carga a los gruesos que quedaron - atrás, en las cercanías de las rocas, por lo que van a - prevalecer los tamaños medios y finos conforme se alejan de la punta a lo largo de la playa ($K_1 = 2.33Ø$).

La madurez textural en los sedimentos de esta zona tiene el grado de submaduro y su clasificación por contenido - mineral corresponde al clan de litarenitas y litareni- tas feldespáticas por su alto contenido en fragmentos de roca. Los minerales pesados tienen una concentración en- la parte central de la barra ($M_1 = 34\%$) mientras que en- los extremos disminuye ($K_1 = 11\%$, $G_1 = 14\%$).

I.a.2. Zona de vaivén. Los sedimentos que componen esta- zona presentan un intervalo de tamaño gráfico que varía de arena gruesa ($M_2 = 1.74Ø$) arena fina ($K_2 = 2.56Ø$). -- Siendo esta una zona de baja energía, se encontró una - predominancia de arena mediana; sin embargo, la presen- cia de sedimentos de arena gruesa, se debe a que la --- muestra M_2 fue recolectada en la cresta de un cusplito. En esta zona la homogeneidad de tamaños es común, con -- predominancia en arenas (97.4% a 99.8%) y muy poca canti- dad de lodos (0.12% a 2.50%), siendo el por ciento de gra

vas casi nulo (0.58), respondiendo al por ciento de tamaños, el principal mecanismo de transporte es el de sal-tación (97.55% a 99.82%) mientras que los de tracción - y suspensión son casi despreciables (fig. 12).

Como debía de esperarse, el grado de clasificación fluctúa entre arena moderadamente bien clasificada y arena moderadamente clasificada (.57 ϕ a -0.78 ϕ). Estas muestras son homogéneas, por lo que son unimodales (fig. 6), el valor de su moda no es muy variable (1.50 ϕ a 1.75 ϕ); - su asimetría tiene una tendencia de asimétricos hacia -- gruesos ($K_2 = 0.24$) en la parte oriental de la barra, y asimétricos hacia finos ($G_2 = 0.16$) en la zona cercana - al promontorio rocoso.

Las muestras de la zona de flujo y reflujo en la zona - de barra son leptocúrticas (1.07 a 1.55). El grado de ma-durez textural de estos sedimentos es submaduro, y de -- acuerdo a su clasificación por el contenido mineral, co-rresponden a clan de litarenitas y feldsarenitas líti-cas. El por ciento de minerales accesorios, sin importar la posición de las muestras, varía del 20 al 31 (fig.14). (tabla 4).

I.a.3. En la zona de la berma, perteneciente a la playa-barrera, la variación del tamaño promedio fluctúa de -- acuerdo a su posición en los perfiles; en la parte ubica-da junto a la playa frente a las dunas (perfil K), es - de arena mediana (2.62 ϕ a 2.15 ϕ); en la parte media de-la barra es arena mediana (1.60 ϕ) y junto al promontorio rocoso es de arena fina a arena gruesa (1.41 ϕ a 0.39 ϕ); - además se observa una heterogeneidad de tamaños de acuer-do a su cercanía con la punta rocosa y, a diferencia de-

HISTOGRAMAS DE LAS MUESTRAS DEL AMBIENTE DE PLAYA-BARRERA

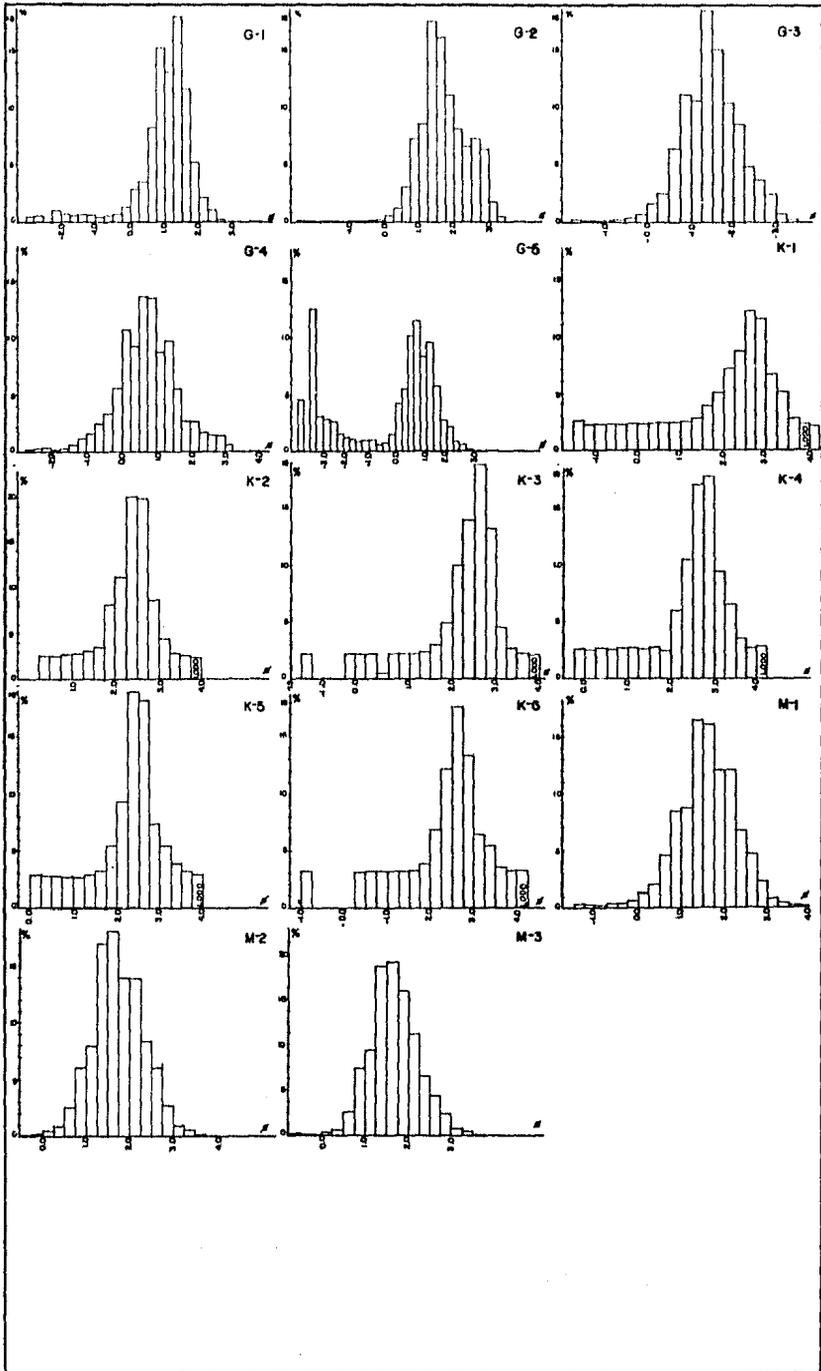


Fig-6

las zonas de rompiente y vaivén, el agente de mayor energía es el viento, por lo que el porcentaje de gravas se incrementa al acercarse al promontorio de rocas (0.0 a 32.54), mientras que los porcentajes de arena y lodos disminuyen de 96.22% a 66.80% y de 3.22% a 0.03%, respectivamente.

El porcentaje de partículas transportadas por tracción aumenta de 0.0% a 22.0% en las cercanías de la punta rocosa, el de saltación es muy variable, de 77.12% a 100.0% y el de suspensión es muy pobre en esta zona de la berma, (fig. 12), el cual aumenta un poco en la parte media de la barra, de 0.9% a 3.5%. En la zona de la berma, la clasificación de los sedimentos varía de mal clasificado a moderadamente bien clasificado, en la parte media, perfil K, es moderadamente clasificado (0.98 ϕ a 1.26 ϕ); en los otros dos perfiles (M y G), varía de moderadamente bien clasificado a mal clasificado, de acuerdo a su cercanía con la punta rocosa (0.56 ϕ a 2.04 ϕ).

En esta zona, sólo hay una muestra que es bimodal (G_5), mientras que las demás muestras son unimodales (fig. 6); su asimetría tiene valores casi simétricos en la parte media de la barra y de asimetría hacia gruesos en los extremos de ésta, sus coeficientes varían de 1.17 a -0.53; los valores de las modas fluctúan de 0.75 ϕ a -3.00 ϕ , con excepción de la muestra G_5 que tiene una moda de -3.00 ϕ , y es muy platicúrtica, mientras que las otras presentan poca variación puesto que son leptocúrticas y mesocúrticas (1.65 a 1.08). Con respecto a su madurez textural los sedimentos en esta zona son submaduros y, en función de su contenido mineral se clasifican como li

tarenitas, litarenitas feldespáticas y feldsarenitas líticas; su contenido de minerales pesados fluctúa de -- 11% a 37% (fig. 14) sin que se presenten variaciones a lo largo y a lo ancho de los perfiles (tabla 4).

I.b. Playa frente a las dunas. Esta área se ubicó en la parte oriental del depósito de playa, comprendiendo nueve perfiles topográficos (A, B, C, D, E, F, F', L y L'), distribuidos a lo largo de la misma, los que están limitados por el farallón en la porción oriental y hacia el occidente por la parte media de la playa donde comienza la barra, en las cercanías de la laguna, que es el límite de la extensión de las dunas en este lugar (fig. 3).

I.b.1. Zona de rompiente o marejada. Esta zona tiene se dimentos que varían en el intervalo de tamaños de arena muy gruesa a arena mediana (-1.04Ø a 1.88Ø); los perfiles L y L', cercanos al promontorio rocoso y al farallón, junto con el perfil F', tienen un rango de arena mediana; las muestras en la parte central (C₁ y E₁), -- presentan el rango de arena gruesa que se debe a la pre presencia de cuspilitos con crestas de gravas en los depósitos de la rompiente por la convergencia de la corriente litoral (Díaz-García, 1984).

La población de tamaños aumenta en dimensiones hacia la parte media de la playa y disminuye hacia los extremos; el porcentaje de gravas varía de 0.81% a 41.12%, el de arenas 58.87% a 98.99% y el de los lodos de 0.0% a 2.00%. El mecanismo de transporte que prevalece en esta zona es el de saltación (87.30% a 99.80%) seguido por el de-

MUESTRA Y PROFIL	UBICACION DE LOS SEDIMENTOS	TAMANO GRAFICO PROMEDIO (µ)	COEFICIENTE DE CLASIFICACION (σ)	ASIMETRIA (Skg)	CURTOSIS (Kq)	MEDIANA (Ml)	MODA (Ms)	REINDEZ DEL CUARZO	GRADO DE MADUREZ TEXTURAL	PORCENTAJE DE POBLACIONES POR TAMANO			PORCENTAJE DE POBLACIONES DE TRANSPORTE			CLAS. MINERALOGICA*	PORCENTAJE DE MINERALES**			
										GRASA	ARENA	LODO	TRACCION	SALTACION	SUSPENSION		Qz.	Fp.	Rx.	Mp.
1A	Vaivén	1.583	0.324	0.121	0.930	1.667	1.75	subanguloso	maduro	-----	100.00	-----	0.55	99.94	-----	LF	56	10	11	23
1B	Vaivén	0.874	1.171	-0.501	2.013	1.333	1.50	subredondeado	submaduro	14.33	85.54	0.01	11.30	88.12	0.58	L	42	10	37	11
2B	Berna	1.638	1.650	-0.525	1.053	1.605	1.50	subredondeado	submaduro	23.84	76.13	0.03	0.31	99.36	0.30	L	49	8	41	12
1C	Rompiente	-1.041	1.167	0.663	2.650	-0.917	-0.75	redondeado	submaduro	41.13	58.87	0.01	9.20	99.80	-----	IF	49	13	30	8
2C	Vaivén	-1.014	0.314	-0.092	1.024	-0.917	-0.75	subredondeado	supermaduro	41.44	58.56	-----	-----	100.00	-----	L	46	14	29	9
3C	Berna	1.305	0.665	0.074	0.870	1.500	1.50	subanguloso	submaduro	0.17	99.73	0.14	0.39	99.61	-----	IF	53	13	17	17
1D	Berna	1.629	0.390	0.054	1.059	1.750	1.75	subanguloso	maduro	0.46	99.54	-----	1.30	98.70	-----	L	45	10	37	8
2D	Berna	0.874	0.766	-0.016	1.016	1.083	1.30	subanguloso	submaduro	0.72	99.28	-----	-----	99.98	0.02	IF	52	11	26	9
3D	Berna	1.277	0.791	-0.186	1.025	1.458	1.50	subanguloso	submaduro	-----	99.96	0.04	-----	99.20	-----	LF	48	13	15	24
4D	Berna	0.527	0.884	0.024	1.045	0.583	1.00	subredondeado	submaduro	2.70	97.25	0.05	3.00	97.00	-----	IF	45	12	33	10
5D	Berna	-2.625	2.208	0.528	1.476	2.313	-2.50	subredondeado	submaduro	76.25	23.65	0.13	73.80	26.20	-----	L	45	15	30	10
1E	Rompiente	-0.930	0.853	0.184	1.349	-0.708	-1.00	redondeado	submaduro	39.71	60.29	-----	87.80	12.20	-----	IF	50	11	28	11
2E	Vaivén	-0.611	1.534	-0.006	0.720	-0.250	-1.50	subanguloso	submaduro	39.38	60.48	0.01	46.00	53.80	0.20	L	47	9	33	11
3E	Berna	-0.208	1.948	-0.453	0.550	0.750	-3.00	subredondeado	submaduro	45.64	54.31	0.05	44.00	55.82	0.18	L	39	10	41	10
4E	Berna	1.125	1.233	-0.215	1.920	1.310	1.50	subanguloso	submaduro	11.95	88.04	0.01	10.00	89.88	0.12	L	38	9	43	10
1F	Vaivén	1.008	0.195	1.179	0.292	0.00	0.00	subredondeado	submaduro	0.48	99.50	0.02	40.00	59.98	0.02	LF	49	12	28	11
2F	Rompiente	-0.090	1.560	-0.310	1.910	0.110	0.25	subredondeado	submaduro	20.41	79.58	0.01	23.75	76.22	0.03	L	53	10	28	9
3F	Vaivén	1.520	0.540	-0.127	1.094	1.570	1.75	subredondeado	submaduro	-----	99.97	0.03	-----	99.50	0.50	LF	55	12	19	14
4F	Berna	1.530	1.070	-0.039	1.340	1.560	1.50	subredondeado	submaduro	-----	100.00	-----	-----	100.00	-----	IF	58	13	8	21
5F	Berna	0.720	0.680	-0.090	1.120	1.746	0.75	subanguloso	submaduro	1.92	98.08	-----	2.80	97.18	0.02	L	41	9	34	16
5F1	Berna	1.680	0.460	0.040	0.920	1.660	1.75	subanguloso	maduro	-----	99.98	0.02	3.00	96.60	0.40	IF	56	13	14	17
5F2	Berna	1.580	1.050	-0.220	1.640	1.600	1.50	subredondeado	submaduro	6.91	92.98	0.10	4.50	95.30	0.20	FL	43	9	32	16
6F	Berna	1.650	0.910	0.116	1.370	1.460	1.75	subanguloso	submaduro	16.65	83.30	3.05	15.50	79.50	5.00	L	47	11	33	9
7F	Berna	1.610	0.540	-0.080	2.930	1.600	1.50	subredondeado	submaduro	-----	99.99	0.01	1.60	98.40	-----	L	64	12	12	12
1L	Rompiente	1.130	0.710	0.050	1.060	1.110	1.50	subanguloso	submaduro	0.81	98.99	0.20	-----	99.63	0.37	IF	50	14	20	16
2L	Vaivén	1.630	0.380	-0.160	1.180	1.600	2.00	subanguloso	submaduro	-----	99.85	0.15	-----	99.78	0.22	IF	57	12	8	23
3L	Vaivén	1.510	1.410	0.080	3.333	1.470	1.50	subanguloso	submaduro	9.49	84.98	0.04	9.10	84.40	6.50	L	39	5	38	15
4L	Berna	-1.520	1.714	0.700	0.450	1.310	-1.50	subanguloso	submaduro	59.77	40.47	0.13	61.00	37.15	1.85	L	45	10	25	10
1L	Rompiente	1.881	0.815	-0.411	1.548	2.233	2.50	subanguloso	submaduro	3.04	93.56	2.01	10.00	87.30	2.70	L	38	5	36	21
2L	Vaivén	1.650	1.253	0.465	1.454	2.317	2.50	subanguloso	submaduro	4.49	93.49	2.02	9.50	86.40	2.10	L	38	9	38	15
3L	Vaivén	2.138	0.685	-0.117	1.750	2.333	2.50	subanguloso	submaduro	-----	97.59	2.45	-----	97.20	2.80	SFA	57	3	1	43
4L	Berna	1.680	1.271	-0.518	1.596	2.250	2.50	subanguloso	submaduro	-----	100.00	-----	-----	100.00	-----	SFA	58	4	1	37
5L	Berna	2.550	0.901	-0.482	1.787	2.917	3.00	subanguloso	submaduro	-----	98.00	2.00	4.30	93.77	-----	SFA	40	6	6	48

TABLA 5. Parámetros texturales, mineralógicos y poblaciones de transporte de los sedimentos de Playa frente a las dunas

* L- Litarenitas
FL- Litarenitas feldespáticas
IF- Felsarenitas ílicas
SFA- Subfelsarenitas

** Qz- Cuarzo
Fp- Felsopatos
Rx- Fragmentos de roca
Mp- Minerales accesorios

tracción (0.0% a 10.0%) y por último, el de suspensión - con un porcentaje de 0.0% a 2.70% (fig. 12).

El grado de clasificación de los sedimentos de la rom--- piente de la playa frente a las dunas, se presentan en un intervalo que varía de moderadamente bien clasificado ($L_1 = 0.71\emptyset$) en el extremo oriental, a mal clasificado - ($F'_1 = 1.56\emptyset$) en el extremo occidental. Esta clasificac--- ión responde a la distribución heterogénea de tamaños, - por lo que se presenta polimodalidad en los sedimentos- (fig. 5).

Los valores de asimetría muestran gran variación, ya que van desde muy asimétricos hacia gruesos (-0.41) a muy -- asimétricos hacia finos (0.66), debido a que la moda de las muestras se encuentra tanto en valores positivos como negativos (de $2.50\emptyset$ a $-1.00\emptyset$), en la parte central de esta zona de la rompiente la asimetría es positiva y en los extremos, cerca del farallón y en la parte media de - Playa Escondida la asimetría es negativa. Así también -- por la variación de las modas de estas muestras la curto sis también es variable ya que tiene valores de mesocúr--- ticos a muy leptocúrticos (1.06 a 2.65), estos últimos - localizados en la parte central de la zona de marejada.

Estas variaciones en los parámetros granulométricos son--- causadas por la presencia de cuspilitos, que como antes se mencionó, tienen como característica principal, tama--- ños gruesos en sus crestas y tamaños finos en sus valles.

La madurez textural encontrada en las muestras de esta - zona es homogénea ya que todas ellas son submaduras. Por lo que respecta al clan mineralógico se observa que en -

los extremos de esta zona se presentan litarenitas (L'_1 y F'_1) mientras que las muestras centrales caen en el intervalo de litarenitas feldespáticas. Los minerales accesorios disminuyen de la parte oriental, cerca del farallón, hacia el límite con la playa-barrera (21% a 8%) (fig. 14 tabla 5).

I.b.2. Zona de vaivén. El tamaño gráfico promedio para la zona de flujo y reflujó va de arena mediana a arena muy gruesa; los perfiles L' , L , A y B , en la parte oriental de Playa Escondida, son los que tienen un tamaño de arena mediana (0.87 a 2.13 ϕ), en la zona ubicada en la parte central de este ambiente, en los perfiles C , E y F , el tamaño promedio es de arena gruesa (0.09 ϕ a 1.01 ϕ), con excepción del perfil F' , en el cual se encuentra un tamaño gráfico promedio de arena mediana ($F'_2 = 1.52\phi$), debido a la existencia de un valle donde hay erosión por aumento de energía del oleaje. El porcentaje de gravas va en aumento en la parte oriental (0.0 a 4.4) y cerca del farallón a la parte central (0.0 a 41.43), el porcentaje arenoso también es variable (58.56 a 100.0) y muy precario el porcentaje de lodo (0.0 a 2.45). Esta situación también se refleja en el mecanismo de transporte, ya que con el aumento de gravas aumenta el porcentaje de partículas de transporte por tracción (0.0% a 46.0%), mientras que la saltación varía de 56.8% a 100% y es escasa la suspensión (0.0% a 2.8%). (fig. 12).

Debido a la presencia de cuspiditos en esta zona el grado de clasificación es muy variable, ya que oscila entre muy bien clasificado a mal clasificado (0.31 ϕ a 1.53 ϕ), debido a que el muestreo se realizó en los va-

lles (tamaños finos) y en las crestas (tamaños gruesos); como se hizo mención, por la presencia de cuspiditos, el grado de asimetría tiene una tendencia positiva en los valles y negativa en las crestas, por lo que van de muy asimétricos hacia gruesos (-0.50) a muy asimétricos hacia finos (1.41); tres de estas muestras son polimodales (L'_3 , B_2 y E_2) y el resto son unimodales (fig. 5). La moda encontrada en ellas es variable, ya que va de 1.50ϕ a 2.50ϕ ; y su curtosis, por lo antes ya propuesto, es de -platicúrtica ($C_2 = 0.72$) a muy leptocúrtica ($E_1 = 1.34$).

Debido al contenido de lodo, al grado de clasificación y a la redondez del cuarzo, la madurez textural de las muestras varía de submadura a madura; mientras que por su contenido mineral el clan corresponde a litarenitas, litarenitas feldespáticas y subfeldsarenitas. El porcentaje de minerales accesorios encontrado en las muestras de vaivén disminuye conforme se aleja del farallón, de 43 en la muestra L'_2 hasta 11 en la muestra F_1 (fig. 14). (tabla 5).

I.b.3. Berma. La zona de la berma comprendida entre la línea de máxima pleamar y la base de las dunas, se encuentra en un depósito de sedimentos en el cual se presenta una variación de tamaños que va de gránulo ----- ($L_4 = -1.52\phi$ y $D_5 = -2.62\phi$) hasta arena fina ($C_5 = 2.55\phi$); sin embargo, en la mayoría de las muestras se observó una tendencia a los tamaños de arena mediana, El grado de clasificación es muy variable, debido a que las muestras están bien clasificadas (D_1) a muy mal clasificadas (D_5), con unos coeficientes de 0.39ϕ y 2.20ϕ , respectivamente.

HISTOGRAMA DE LAS MUESTRAS DEL AMBIENTE DE PLAYA

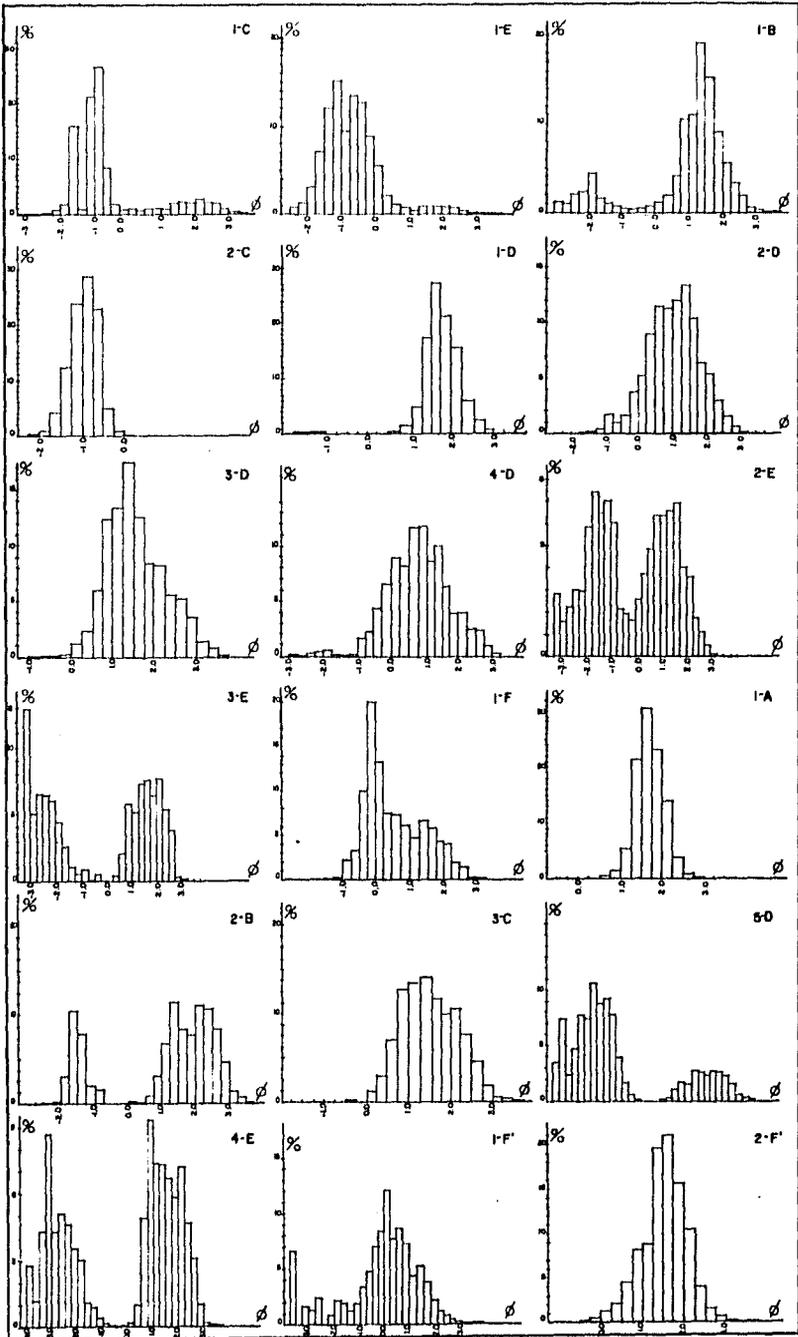


Fig - 5

HISTOGRAMA DE LAS MUESTRAS DEL AMBIENTE DE PLAYA

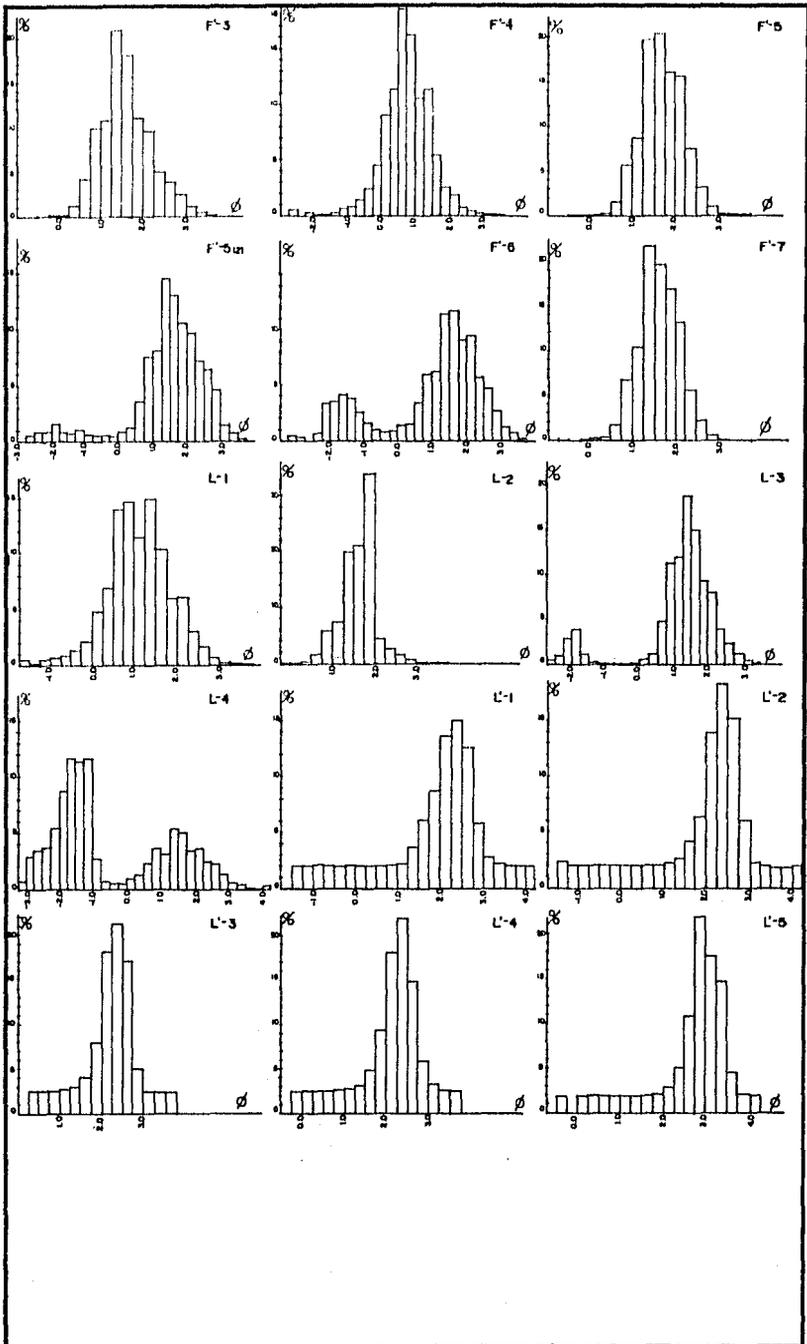


Fig-5 (continuación)

Esta variación, tanto en tamaño como en grado de clasificación se debe a la posición de muestreo, puesto que se encuentran tamaños gruesos así como una mala clasificación en la porción adyacente a la línea de máxima pleamar y también en la porción de la berma protegida por los cuernos de las dunas, a excepción de la muestra E_4 , que tiene un tamaño gráfico promedio de 1.12 ϕ que corresponde a arena mediana, con una mala clasificación ----- (1.23 ϕ), ya que se recolectó en un antiguo canal de intermareas; el resto de las muestras se ubican en la porción central de la zona de berma, teniendo un tamaño -- promedio de arena mediana y una buena clasificación.

Del análisis realizado en las muestras de esta zona se observó que el contenido de arena es predominante (54% a 100%), excluyendo la muestra D_5 , en la que el contenido de grava es del 76%, mientras que el contenido de arena en esta muestra fué tan solo del 23%. En todas las muestras el contenido de lodo (tamaño menor a 4.00 ϕ) calculado, varía de 0.0% a 3.0%.

De los mecanismos de transporte observados en esta zona, el más importante fué el de saltación, con un porcentaje del 55 al 100, seguido por el de tracción (2.8% a 73.0%) y por último, el de suspensión (0.0% a 1.85%) (fig. 12). Estos mecanismos de transporte varían de acuerdo al contenido de grava, arena y lodo.

En el estudio de madurez textural, se encontró que las muestras tienen un grado que va de submaduro a maduro y de acuerdo al clan mineralógico, se clasificaron como litarenitas, litarenitas feldespáticas y subfeldsarenitas.

El contenido de minerales pesados varía de 8% a 48%. Por su heterogeneidad en la distribución de tamaños las muestras presentan polimodalidad, por lo que su asimetría -- tiene una tendencia hacia tamaños gruesos, excluyendo -- las muestras L_4 y D_5 , que tienden hacia los tamaños finos (-0.52 a 0.18). La curtosis de estas muestras está -- en relación con las modas (-3.00 ϕ a 3.00 ϕ) la cual varía de muy platicúrtica (0.55) a muy leptocúrtica (2.93) --- (Fig. 9). (tabla 5).

II. Dunas. Los sedimentos del ambiente de dunas fueron -- divididos en tres zonas:

- II.a. Base de las dunas
- II.b. Flanco de sotavento de las dunas
- II.c. Cresta de las dunas.

II.a. Base de las dunas. En esta zona se observó una homogeneidad de tamaños, ya que el total de las muestras -- de sedimento analizadas cae dentro del intervalo de arena mediana (1.27 ϕ a 1.61 ϕ), con la excepción de la muestra B_3 , que tiene un tamaño gráfico promedio de 2.09 ϕ , -- por lo que se clasifica como arena fina. En el estudio -- de la moda y la mediana se observó que estos valores se encuentran en el mismo intervalo, de 1.25 ϕ a 2.25 ϕ . En -- los porcentajes de grava, arena y lodo, predominó casi to-- talmente arena (99.54 a 100.0), con cantidades insignifi-- cantes de lodo de (0.17% a 0.01%) y una ausencia total -- de grava.

Los valores de clasificación son cercanos a cero, tales-- como 0.67 ϕ como máxima y 0.29 ϕ como mínimo, es decir, --

MUESTRA Y PERFIL	UBICACION DE LOS SEDIMENTOS	TAMANO GRAFICO PROMEDIO (φ)	COEFICIENTE DE CLASIFICACION (σ)	ASIMETRIA (Sk)	CURTOSIS (Ks)	MEDIANA (M)	MODA (M)	REDONDEZ DEL CUARZO	GRADO DE MADUREZ TEXTURAL	PORCENTAJE DE POBLACIONES POR TAMAÑO			PORCENTAJE DE POBLACIONES DE TRANSPORTE			CLAS. MINERALOGICA*	PORCENTAJE DE MINERALES**			
										GRAVA	ARESA	LODO	TRACCION	SALTACION	SUSPENSION		Qz.	Pp.	Rx.	Mp.
2A	Flanco	2.083	0.574	0.010	0.956	2.208	2.25	subanguloso	maduro	-----	100.00	-----	0.50	99.48	0.02	SFA	59	12	--	29
3A	Cresta	1.944	0.466	0.077	0.867	2.083	2.00	subanguloso	maduro	-----	99.91	0.06	0.35	99.65	-----	LF	54	12	17	16
3B	Base	2.097	0.297	0.112	0.582	2.167	2.25	subanguloso	maduro	-----	100.00	-----	-----	98.72	1.20	LF	58	11	14	17
4B	Flanco	1.430	0.590	0.382	1.182	1.542	1.50	subredondeado	submaduro	-----	99.82	0.18	-----	99.85	0.15	LF	51	10	6	33
4B*	Flanco	2.125	0.460	-0.080	0.695	2.292	2.25	subredondeado	supermaduro	-----	100.00	-----	0.03	99.56	0.01	SFA	44	7	--	49
5B	Cresta	1.791	0.462	0.139	1.010	1.917	1.75	subredondeado	supermaduro	-----	100.00	-----	-----	100.00	-----	SFA	40	10	15	25
5B*	Cresta	1.916	0.427	0.099	0.966	2.042	2.75	subanguloso	maduro	-----	100.00	-----	0.02	99.59	-----	FL	50	12	11	27
6C	Cresta	0.956	2.247	-0.625	1.393	1.750	2.25	redondeado	submaduro	22.35	77.53	0.32	18.00	82.00	-----	L	30	7	53	10
6C	Cresta	1.722	0.420	0.196	0.874	1.833	1.75	subanguloso	maduro	-----	100.00	-----	-----	99.59	0.01	SFA	59	9	--	32
6D	Flanco	0.500	2.385	-0.747	2.504	2.063	2.25	subredondeado	submaduro	20.74	79.29	0.06	18.70	81.30	-----	L	30	5	50	15
7D	Cresta	2.278	0.337	0.018	1.006	2.375	2.50	subanguloso	maduro	-----	100.00	-----	-----	99.87	0.03	SFA	62	15	2	21
7E	Base	1.611	0.510	-0.048	0.883	1.792	2.25	subanguloso	submaduro	-----	99.97	0.03	-----	99.59	0.01	SFA	53	14	2	31
6E	Flanco	2.347	0.274	0.083	1.002	2.417	2.50	subredondeado	supermaduro	-----	100.00	-----	0.02	99.96	0.02	SFA	64	7	--	29
7E	Cresta	2.052	0.305	0.122	1.025	2.125	2.25	subanguloso	supermaduro	-----	100.00	-----	-----	99.59	0.02	SFA	52	10	3	35
2F	Base	1.278	0.543	0.196	0.819	1.417	1.50	subredondeado	submaduro	-----	99.91	0.01	0.09	99.88	0.03	LF	44	10	27	19
3F	Flanco	2.319	0.240	0.025	1.169	2.375	2.25	subredondeado	maduro	-----	100.00	-----	-----	99.52	0.01	SFA	44	9	--	47
4F	Cresta	2.472	0.244	0.025	0.973	2.542	2.75	subanguloso	maduro	-----	99.93	0.07	-----	99.94	0.06	SFA	50	10	--	40
8F*	Base	1.380	0.350	0.212	1.090	1.350	1.50	subanguloso	maduro	-----	99.56	0.04	0.04	99.52	0.04	FL	63	17	6	14
5F*	Flanco	1.570	0.420	0.230	1.030	1.500	1.50	subanguloso	maduro	-----	99.95	0.05	0.07	99.68	0.25	FL	54	16	8	22
5L	Base	1.510	0.630	0.210	0.920	1.410	1.50	subredondeado	submaduro	-----	99.74	0.26	-----	99.50	0.10	FL	58	15	12	15
6L	Base	1.540	0.670	0.080	0.850	1.500	1.50	subanguloso	submaduro	-----	100.00	-----	-----	100.00	-----	FL	54	14	6	26
7L	Flanco	2.620	0.240	0.100	1.150	2.610	2.75	subanguloso	maduro	-----	99.90	0.10	0.58	99.29	0.13	SFA	43	12	1	24
8L	Flanco	2.670	0.280	0.010	1.120	2.680	2.75	subredondeado	maduro	-----	99.83	0.17	1.30	98.20	0.50	SFA	54	9	1	36

TABLA 6. Parámetros texturales, mineralógicos y poblaciones de transporte de los sedimentos de Luna.

* L- Litarenitas
 LF- Litarenitas feldespáticas
 FL- Feldesarenitas líticas
 SFA- Subfeldesarenitas

** Qz- Cuarzo
 Pp- Feldespatos
 Rx- Fragmentos de rocas
 Mp- Minerales accesorios

que el intervalo de variación es de moderadamente bien clasificado a bien clasificado, siendo la muestra B_3 la que tiene mejor clasificación debido a que fué muestreada en la base de las dunas protegida por los cuernos de éstas (fig. 4). El análisis de los parámetros estadísticos indica que estas muestras tienden hacia los tamaños finos, ya que tienen unos coeficientes de asimetría de -0.04 a 0.21 , mientras que los valores de la curtosis son cercanos a la unidad (1.09 a 0.85), es decir de mesocúrticos a platicúrticos.

En lo que corresponde al mecanismo de transporte de partículas, se encontró un predominio en la saltación, con una variación de 99.78% a 100.0% , mientras que los valores de tracción y suspensión variaron de 0.09% a 0.04% y de 1.20% a 0.28% , respectivamente (fig. 12). El grado de madurez textural de estas muestras superficiales de las dunas es de submaduro a maduro, mientras que en el clamineralógico, las feldsarenitas líticas se encontraron en mayor proporción (L_5 , L_6 y F'_8), seguidas por litarenitas feldespáticas (B_3 y F_2), y por último la muestra E_5 que corresponde a una subfeldsarenita; los resultados obtenidos, como se ha mencionado, son de acuerdo a los porcentajes de cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca, determinados por Folk (1974).

Los porcentajes de minerales accesorios (pesados) no presentan relación con respecto a su ubicación, pues varían del 14% al 31% (fig. 14). (tabla 6).

II.2. Flanco de sotavento de las dunas. Para el flanco de sotavento de las dunas el tamaño de grano promedio va

ría de arena fina a arena mediana (1.430 a 2.670), valores que coinciden con los obtenidos para la mediana y la moda, ya que se hallan dentro del intervalo de 1.500 a 2.680 para la mediana y para la moda de 1.500 a 2.750; - se exceptúa la muestra D_6 , de la cual su tamaño gráfico-promedio es de 0.050 y se clasificó como arena gruesa. - La desviación estándar de estas muestras fluctúa de muy bien clasificado a moderadamente bien clasificado, con unos coeficientes de 0.240 a 0.590; la muestra D_6 está fuera de este intervalo, ya que está muy mal clasificada con un coeficiente de 2.380, además de contener un 20.73% de grava, que es mucho mayor del resto de las muestras, ya que en éstas no se presenta la grava, predominando la arena (98.82% a 100.0%); la muestra anómala (D_6), tiene un contenido de arena de 79.20%; la cantidad de lodo es mínima en todas las muestras, puesto que varía de 0.0% a 0.25%.

Esta anomalía en la muestra D_6 , tanto en los valores de tamaño gráfico promedio y coeficiente de clasificación - se debe a que el área muestreada recibe aporte de material grueso proveniente de las crestas rocosas de las dunas. Los valores de la asimetría determinadas para estas muestras, están cercanos a cero (0.28 a 0.01) con una tendencia hacia el tamaño fino, excluyendo la muestra D_6 con un coeficiente de asimetría de -0.74, es decir muy asimétrica hacia gruesos; también es la única muestra que presenta bimodalidad (fig. 7) por lo que el valor de la curtosis es de 2.5, el cual no se ha podido interpretar, ya que Folk (1974) no considera estos casos de polimodalidad tan acentuada, con dos poblaciones de tamaño tan disímiles. El resto de las muestras caen en el límite de mesocúrtico a platicúrtico, con valores en-

tre de 0.98 a 1.18.

El mecanismo de transporte predominante en esta zona es la saltación, con valores de 81.0% para la muestra D₆, y de 98.2% a 99.995% para el resto de las muestras, seguido por el de tracción, que varía entre 0.02% a 1.30%, en contradicción con la muestra D₆, cuyo porcentaje es de 18.7%. El mecanismo de suspensión en todos los casos es mínimo, ya que varía de 0.005% a 0.25% (fig. 12). En lo que respecta a la clasificación mineralógica del --- flanco de sotavento de las dunas, estas rocas pertenecen al clan de litarenitas (D₆) a subfeldsarenita (A₂, L₇, L₈, B'₄, E₆ y F₃) y feldsarenita lítica (F'₉), con un porcentaje de minerales accesorios que varía de 15.9% a 48.75%. Texturalmente las muestras se clasifican de submaduras a supermaduras, con una predominancia de las maduras (fig. 14). (tabla 6).

II.c. Cresta de las dunas. En esta zona las muestras -- presentan un tamaño gráfico promedio de arena mediana - a arena fina (1.72Ø a 2.74Ø) con excepción de la muestra C₄ cuyo coeficiente de tamaño es de 0.39Ø y está -- clasificada como arena gruesa; los valores de la mediana y la moda coinciden con los valores antes obtenidos, ya que tienen una variación de 1.75Ø a 2.54Ø para la mediana y 1.75Ø a 2.75Ø para la moda. El contenido de arena oscila de 99.94% a 100.0%, excluyendo a la muestra C₄, que por encontrarse muy cerca del conglomerado rojo tiene un gran aporte de sedimentos gruesos, por lo que el contenido de grava es de 22.0% y el porcentaje de -- arena de 77% mientras que el de lodo es nulo en las demás muestras el lodo es mínimo ya que varía de 0.0% a 0.31%.

HISTOGRAMA DE LAS MUESTRAS DEL AMBIENTE DE DUNA

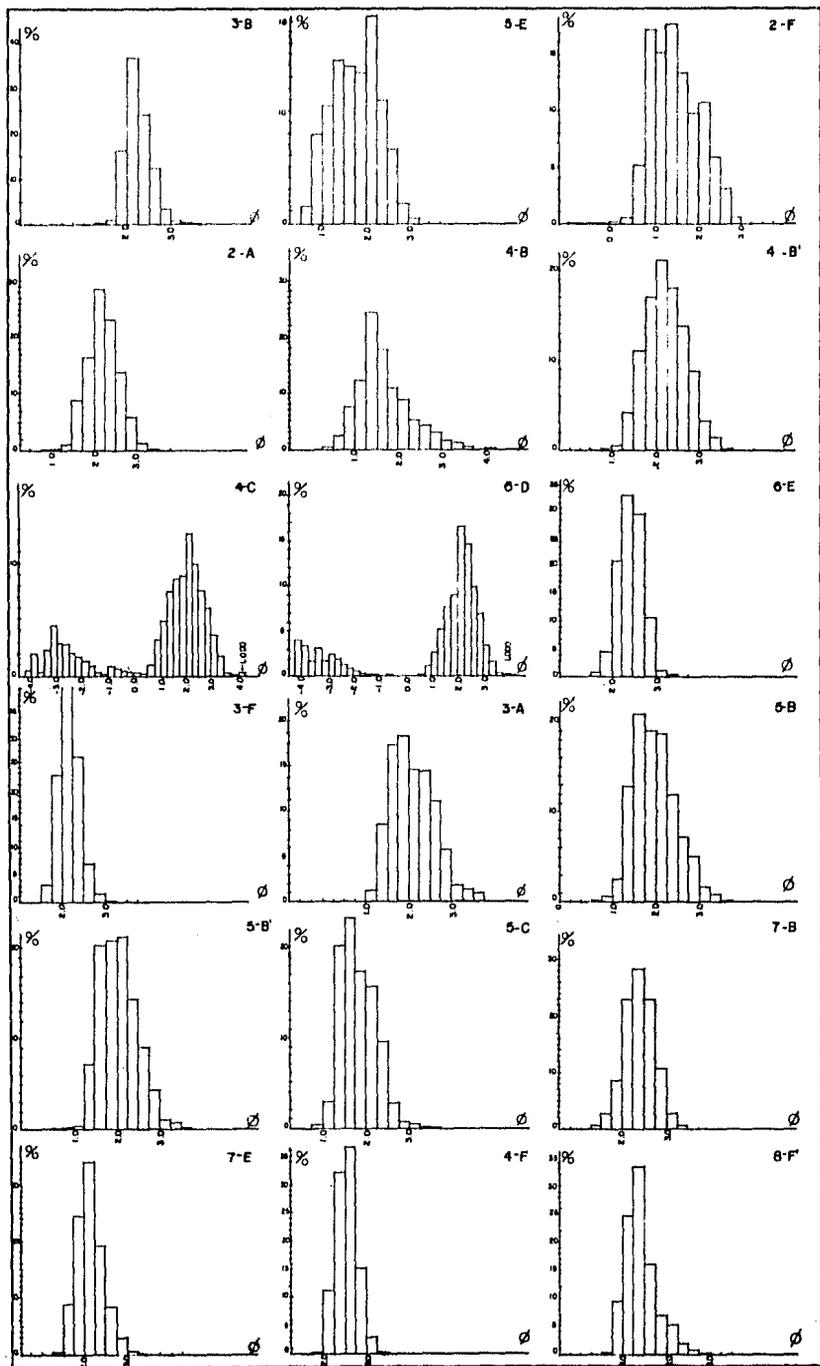
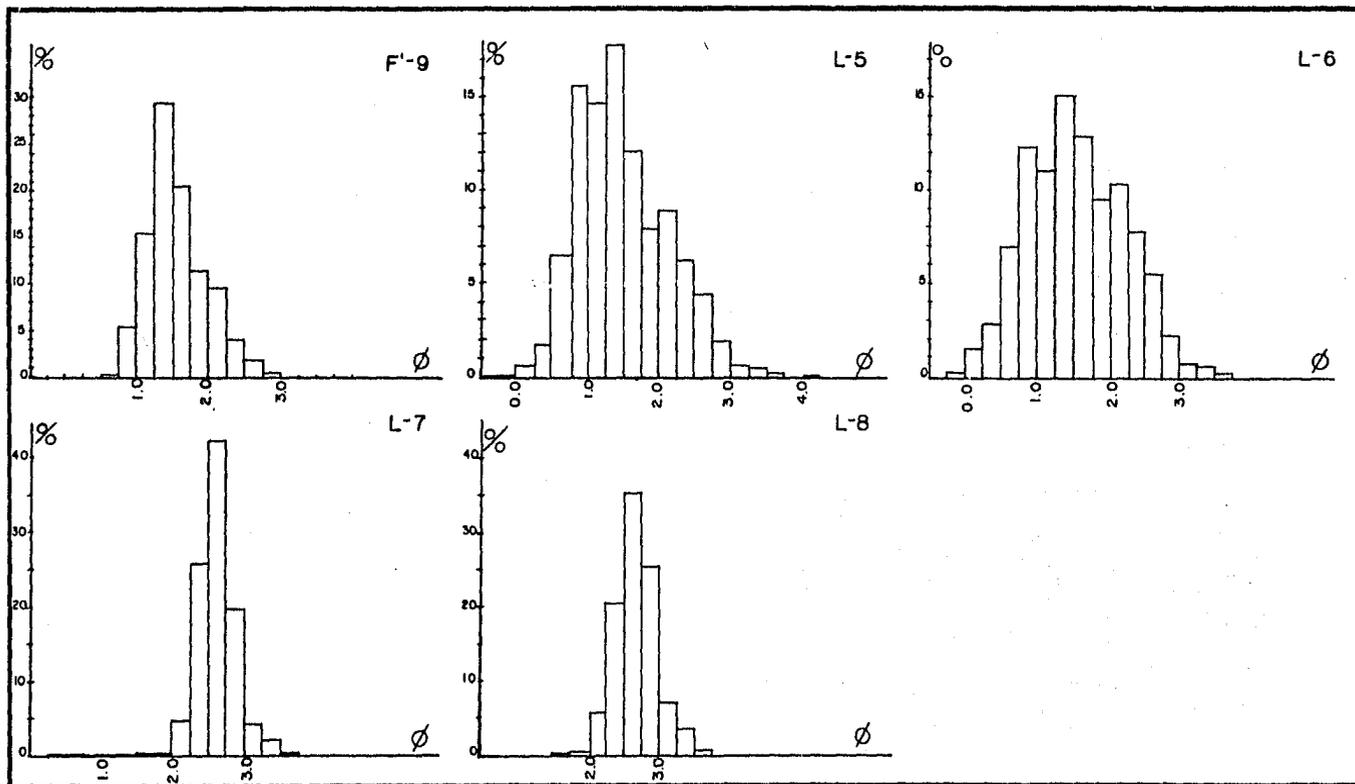


Fig.7

HISTOGRAMA DE LAS MUESTRAS DEL AMBIENTE DE DUNA



La totalidad de las muestras tienen un coeficiente de clasificación de 0.250 a 0.460 lo cual las ubica de muy bien clasificadas a bien clasificadas, exceptuando la muestra C_4 , cuyo coeficiente de clasificación es de 2.240 y por lo tanto está muy mal clasificada. En las muestras de las crestas de las dunas, se observa una tendencia de los tamaños finos, con unos coeficientes de asimetría que varían de 0.01 a 0.19, sin contar con el caso anómalo de la muestra C_4 que tiene un coeficiente de -0.62, es decir, muy asimétrico hacia gruesos. Esta muestra presenta bimodalidad (fig. 7), por lo que su coeficiente de curtosis no es representativo; para el resto de las muestras oscila de 0.87 a 1.02 por lo que varía de mesocúrtico a platicúrtico.

El mecanismo de transporte de menor importancia es el de la suspensión (0.0% a 0.06%), el de tracción sólo se efectúa en el caso de la muestra C_4 , con un 18% y, para el resto de las muestras es insignificante; por último la saltación es el mecanismo de transporte de mayor importancia, pues sus valores son de 82.3% como mínimo y 100.0% como máximo (fig. 12). En esta zona de las dunas se tiene una madurez textural que va de submadura a supermadura, esta última incluye una sola muestra (C_4).

El clan mineralógico encontrado varía de litarenita (C_4), feldsarenita lítica (B'_5) y para las demás muestras tienen un clan de litarenitas feldespáticas y subfeldsarenitas. El porcentaje de minerales accesorios varía sin importar su ubicación de 9% a 40%. (fig. 14). (tabla 6).

III. Laguna. Los sedimentos del ambiente lagunar se muestrearon de acuerdo a la morfología y a la profundidad de

MUESTRA Y PERFIL	UBICACION DE LOS SEDIMENTOS	TAMÑO GRAFICO PROMEDIO (μ m)	COEFICIENTE DE CLASIFICACION (σ)	ASIMETRIA (Sk)	CURTOSIS (K _g)	MEDIANA (μ m)	MODA (μ m)	REDONDEZ DEL CUARZO	GRADO DE MADUREZ TEXTURAL	PORCENTAJE DE POBLACIONES POR TAMAÑO			PORCENTAJE DE POBLACIONES DE TRANSPORTE			CLAS. MINERALOGICO*	PORCENTAJE DE MINERALES**			
										GRAVA	ARENA	LODO	TRACCION	SALTACION	SUSPENSION		Qt.	Fp.	Rx.	Ap.
III	Boca al mar	-0.830	1.580	-0.214	0.826	-1.500	-2.50	subanguloso	submaduro	-----	99.26	0.74	----	98.00	1.10	LF	55	10	17	18
2II	Canal	2.030	4.080	0.285	1.150	1.210	2.75	subanguloso	inmaduro	66.77	35.22	0.01	23.00	76.77	0.23	L	35	1	63	1
3II	Canal	3.320	3.050	0.230	0.301	2.560	1.75	subanguloso	inmaduro	27.35	49.06	23.59	----	77.00	23.00	L	56	1	36	7
4II	Porción central	2.790	2.100	0.280	0.950	2.020	1.00	subanguloso	inmaduro	5.58	68.57	25.85	----	75.00	25.00	L	45	--	45	10
5II	Canal superior	1.090	0.560	0.150	1.070	1.060	-4.00	subanguloso	submaduro	16.57	43.24	40.19	----	55.00	45.00	L	55	4	29	12

TABLA 7. Parámetros texturales, mineralógicos y poblaciones de transporte de los sedimentos de Engana

* L- Litarenita
LF- Litarenita feldespática

** Qt- Cuarzo
Fp- Feldespatos
Rx- Fragmentos de roca
Ap- Minerales accesorios

la laguna. De las muestras obtenidas, H_1 corresponde a la porción occidental cercana a la barra; H_2 , H_3 y H_4 a la porción central, tanto en el canal como en el cuerpo principal y la muestra H_5 al canal superior (fig. 3).

El tamaño gráfico promedio de estas muestras es heterogéneo, ya que varía de arena muy gruesa (-0.83 ϕ) hasta arena muy fina (3.92 ϕ), lo cual se debe a la ubicación de los sitios de muestreo en las diversas zonas de la laguna, ya que la porción occidental de ésta, cerca de la barra y en el canal superior se encuentran sedimentos de tamaño de arena gruesa y arena mediana, y en la porción central, así como en la parte central del canal, se encuentran los sedimentos finos (de arena fina a muy fina-fig. 9). La mediana y la moda se comportan de manera similar, puesto que la primera tiene valores, para la parte occidental de la laguna y para el canal superior, de --- 0.50 ϕ y 1.60 ϕ respectivamente; mientras que en la parte central del canal es de 2.56 ϕ . Los valores límites para la moda son de -4.00 ϕ a 1.00 ϕ , donde el primero corresponde al extremo superior y el segundo a la parte central del canal.

Al observar los porcentajes de grava, arena y lodo, la mayor cantidad de las primeras se encuentran en las muestras más cercanas al mar (66.76%) disminuyendo hasta cero en el canal superior; el porcentaje de arenas se encuentra comprendido dentro del rango de 35.22 como mínimo en la porción occidental y 99.26 en el canal superior; la mayor cantidad de lodo se presenta en la porción central (40.19%) disminuyendo hacia los extremos de la laguna (0.01% en la muestra cercana a la barra y 0.74% en el

canal superior) (fig. 3). Esta distribución de tamaños - se debe a diversos factores como son la pérdida de energía hacia la parte central, en donde se localizan los ta maños finos; el aporte de material gruesos por los arroyos torrenciales en el canal superior, así como las arenas gruesas transportadas por el viento de la playa-barrera a la laguna en su parte occidental, donde se presenta este tamaño. (tabla 7).

Los sedimentos de la laguna se encuentran muy mal clasificados en la parte media (4.08 ϕ en el canal, 3.05 ϕ en la porción central y 2.10 ϕ en la parte central del canal), variando de mal clasificados (1.58 ϕ) en la porción occidental y moderadamente bien clasificados en el canal superior con un coeficiente de 0.56 ϕ . De las cinco muestras obtenidas, cuatro de ellas tienden hacia los tamaños finos (H_2 con un coeficiente de 0.285, H_3 de 0.23, H_4 de 0.28 y H_5 de 0.15), mientras que la muestra H_1 ubicada en las cercanías de la playa-barrera, tiende hacia gruesos con un coeficiente de -0.214.

En lo que respecta a la curtosis los coeficientes son variables ya que las muestras son polimodales exceptuando a la muestra H_1 , que es unimodal (fig. 8), con un coeficiente de curtosis de 0.82; el mecanismo de transporte con más influencia en este medio es el de saltación, con valores que varían del 75% al 98.9%, el de suspensión ac tua principalmente en la parte central, así como en el canal de la laguna, con unos valores de 90.6% para el cuerpo principal (H_4) y de 23% y 25% para el canal (H_2 y H_3), la tracción sólo se presenta en la muestra H_1 con un porcentaje del 23% (fig. 12).

En el estudio de la madurez textural se observó que las muestras de los extremos de la laguna (H_1 y H_5) son -- submaduras mientras que en la porción central son inmaduras. De acuerdo con su composición de estas muestras se clasifican como litarenitas, exceptuando la H_5 , que se clasificó como litarenita feldespática; siguiendo el estudio mineralógico, el porcentaje obtenido para los minerales accesorios fue para la muestra H_1 de 0.32%, - para H_2 de 65.0%, para H_3 de 10.09%, para H_4 de 12.25% y para H_5 de 17.78%. (fig. 14) (tabla 7).

HISTOGRAMAS DE LAS MUESTRAS DEL AMBIENTE DE LAGUNA

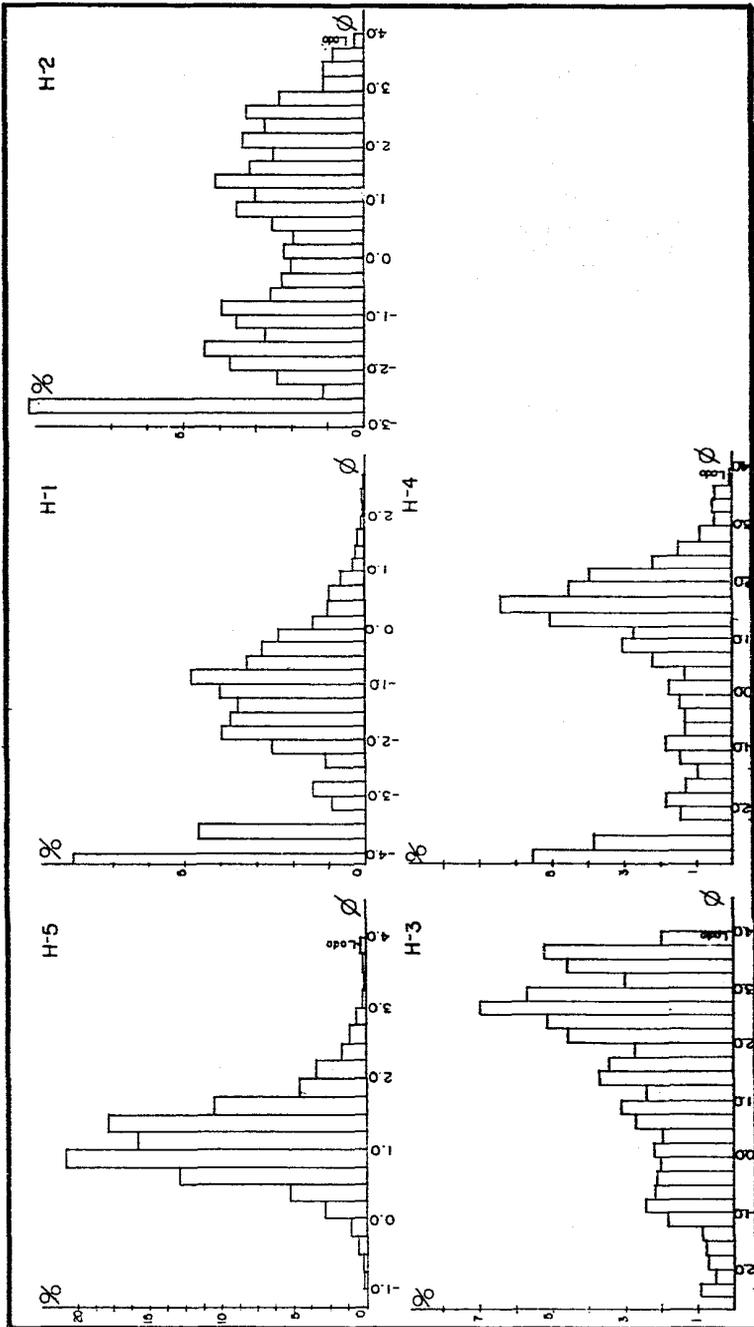


Fig 8

COMPARACION SEDIMENTOLOGICA DE LOS AMBIENTES

La caracterización textural entre los ambientes de depósito en Ensenada Guelaguichi se llevó a cabo de acuerdo al análisis comparativo entre los parámetros texturales de los sedimentos de playa (frente a las dunas y playa-barrera), dunas y laguna.

Esta comparación de los parámetros texturales se realizó por medio de dos variogramas. En el primero de ellos --- (fig. 9), se compararon los parámetros texturales de las muestras por zonas (rompiente, vaivén, berma, base de las dunas, flanco de sotavento y cresta de las mismas); es decir, se realizó una comparación longitudinal del ambiente litoral, mientras que el segundo variograma se utilizó para la comparación transversal de los sedimentos (por perfil). (fig. 10).

Al analizar los parámetros texturales de las zonas que comprenden el ambiente de playa, se encontró que en la zona de la rompiente, que es la de mayor energía, el tamaño gráfico promedio varía de arena mediana en la barra a arena muy gruesa en la playa frente a las dunas. La desviación estándar de esta zona está en el intervalo de moderadamente clasificada a mal clasificada, sin distinción entre la playa frente a las dunas y la playa-barrera; mientras que la asimetría en la barra tiende a tamaños gruesos y en la playa frente a las dunas hacia los tamaños finos. En esta zona, existe gran selección de las poblaciones de tamaño, por lo que estas muestras son leptocúrticas a muy leptocúrticas.

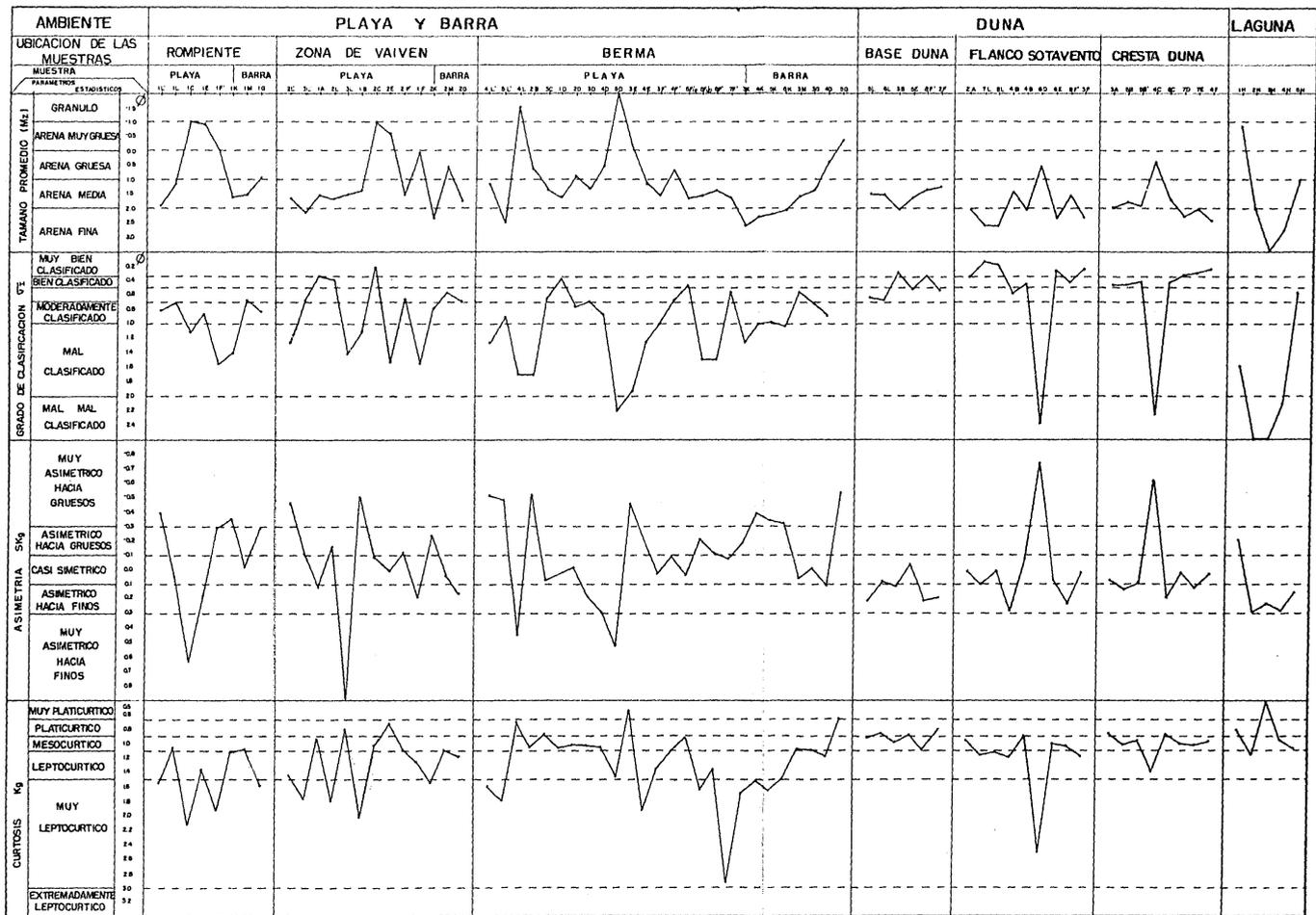


Fig-0 . - VARIOGRAMA LONGITUDINAL DE LAS CARACTERISTICAS TEXTURALES DE LOS SEDIMENTOS .

La zona de vaivén, que es la inmediata superior en la cara de la playa y que está sujeta a la acción del flujo y reflujo, muestra un aspecto similar a la zona de rompiente, en el tamaño promedio tanto en la playa frente a las dunas como en la playa-barrera, por lo que no existe una distinción en cuanto al tamaño promedio. El grado de clasificación muestra gran variación en sus valores, ya que tienen un intervalo de bien clasificado a mal clasificado; en esta zona, la asimetría presenta un intervalo muy amplio de valores, que van de muy asimétricos hacia gruesos, hasta muy asimétricos hacia finos y la curtosis con valores leptocúrticos a muy leptocúrticos. De acuerdo a estos últimos parámetros, asimetría y curtosis, se puede decir que no existe una selección adecuada de tamaños.

En la zona de la berma se encuentran una gran variedad de tamaños de partículas a lo largo de la playa, tanto frente a las dunas como en la playa-barrera. El depósito de esta zona ha sido formado por la interacción de procesos eólicos y marinos, por lo que los sedimentos tienen un amplio intervalo de valores texturales, como la asimetría que tiene valores desde muy gruesos a muy finos y la curtosis, de platicúrticos a leptocúrticos.

En el ambiente de dunas, se encontró que en su base presenta un tamaño selectivo de arena mediana en los flancos y arena mediana y fina en las crestas.

Los sedimentos de la base de las dunas se encuentran menos seleccionados que los sedimentos de los flancos y las crestas, con excepción de dos muestras (D_6 y C_4) que se encuentran cerca de los afloramientos rocosos, aunque

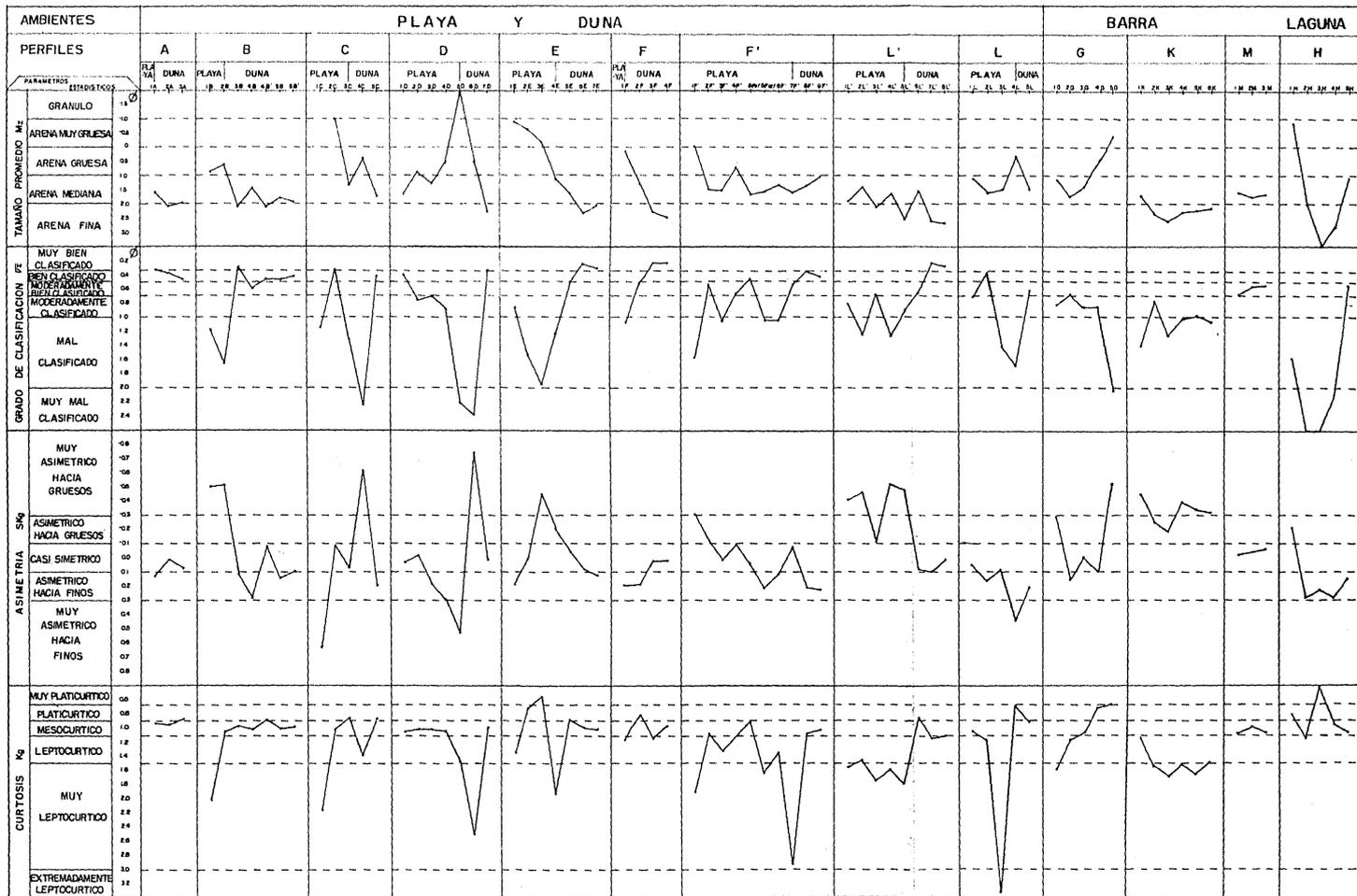
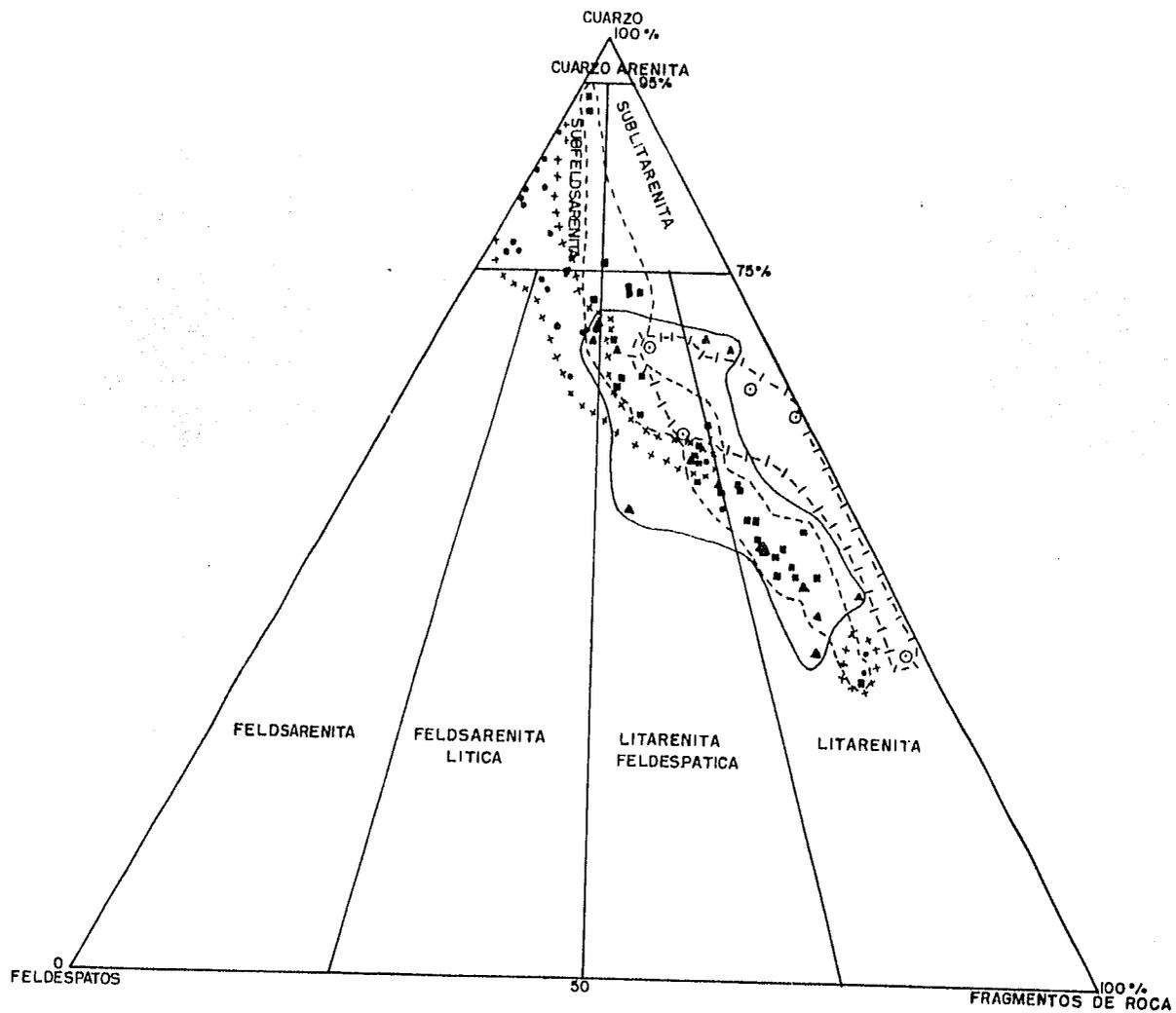


Fig. 10 - VARIOGRAMA TRANSVERSAL DE LAS CARACTERISTICAS TEXTURALES DE LOS SEDIMENTOS

todas ellas caen en el intervalo de moderadamente bien - clasificados a muy bien clasificado. De acuerdo al parámetro de la asimetría, en el ambiente de dunas, las --- muestras de sedimento presentan una variación de valores de casi simétricos a una asimetría positiva y son, además, mesocúrticos, puesto que el agente de transporte -- eólico es más selectivo en este ambiente.

De acuerdo a la comparación por la posición transversal de las muestras a lo largo del litoral, se observó que - el rango de tamaños en los extremos de la Ensenada, tanto oriental como occidental, varían de arena mediana a - arena fina, mientras que en la parte central, el rango - de tamaños es mayor, pues varía desde gránulo hasta arena fina. El resto de los parámetros (grado de clasificación, asimetría y curtosis) tienen gran variación, por - lo que no son significativos para la caracterización de los perfiles.

En el ambiente lagunar se observa que existe una distinción textural, la cual está controlada por las distintas zonas en las que se ubicó el muestreo. El tamaño gráfico promedio de estas muestras aumenta en los extremos de la laguna (H_1 = arena muy gruesa y H_5 = arena mediana), disminuyendo hacia la parte central (H_3 = arena muy fina). - De igual manera, el coeficiente de clasificación varía - de muy mal clasificado en el centro, a bien clasificado en los extremos. Tanto la distribución de tamaños como la clasificación, están controlados por la influencia -- del ambiente de playa-barrera en la parte occidental de la laguna. Las avenidas torrenciales de los arroyos son las que caracterizan la textura de los sedimentos y las



SIMBOLOGIA	
AMBIENTES DE DEPOSITO	
PLAYA	☐
DUNA	⊛
BARRA	⊙
LAGUNA	⊙

ADAPTADO DE CARRANZA E. (1980.).

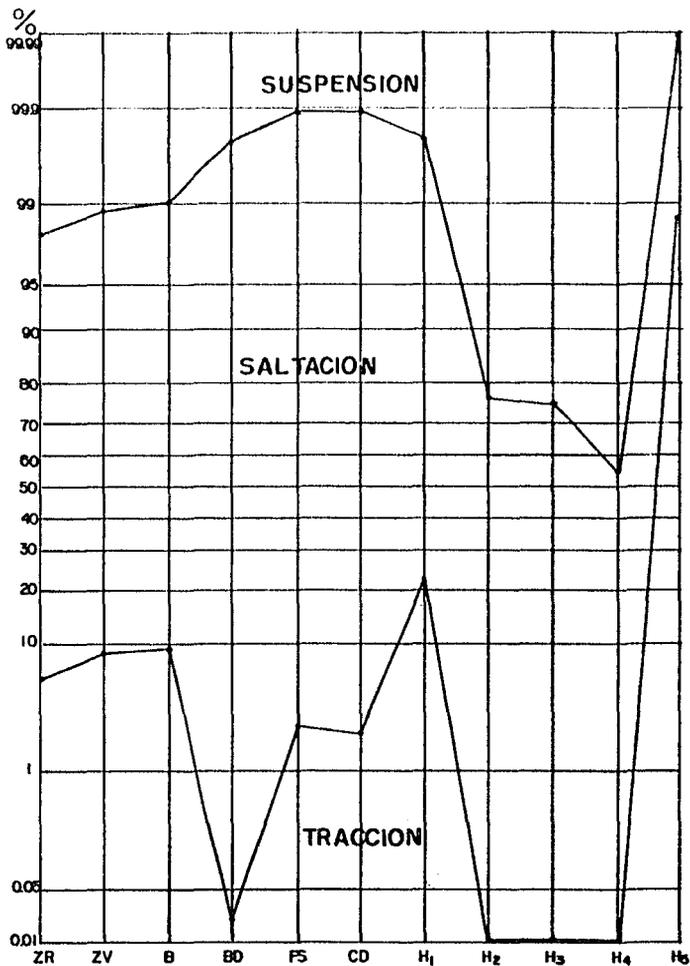
FIG. II DIAGRAMA TRIANGULAR DE COMPOSICION MINERAL PARA LA NOMENCLATURA DE LOS
SEDIMENTOS.

condiciones de quietud en el canal central de la laguna propician la acumulación de sedimentos finos en esta zona.

Las muestras de la parte central y del canal superior son asimétricas hacia finos, y la muestra de la parte occidental cercana a la barra tiende hacia los tamaños gruesos. Debido a la polimodalidad que presentan las --muestras de este ambiente, la curtosis muestra una variación de leptocúrtico a muy platicúrtico.

Los procesos de los mecanismos de transporte son similares en la zona de playa y barra, es decir, un bajo porcentaje de tracción (hasta 10%), una predominancia de saltación (92%) y una escasa población de sedimentos --transportados por suspensión (menor al 2%). En cuanto a la zona de las dunas, se encontró que en la base disminuye la tracción (menor al 0.01%) y aumenta la tracción y la suspensión y disminuye la saltación; entre estas dos zonas no existen grandes variaciones en los mecanismos de transporte. (fig. 12).

Asimismo en la laguna se observó que en los extremos de la misma, en la parte occidental y en el canal superior, se incrementa la tracción, predominando en el canal superior (98%); y en la parte occidental de la laguna se encuentran condiciones de transporte similares a las condiciones de la playa; para las muestras centrales (H_2 , H_3 y H_4) existe un incremento en el porcentaje de partículas por mecanismo de suspensión hasta del 40%; la saltación no presenta cambios y el transporte por tracción es nulo, esto se debe a que en esta porción de la laguna --hay poca energía y no se presentan partículas gruesas, a diferencia del canal superior, en donde la suspensión ca



SIMBOLOGIA	
ZR	- ZONA DE ROMPIENTE
ZV	- ZONA DE VAIVEN
B	- BERMA
BD	- BASE DUNA
FS	- FLANCO DE SOTAVENTO
CD	- CRESTA DUNA
H	- LAGUNA

Fig.-12 .- PORCENTAJE DE PARTICULAS POR MECANISMOS DE TRANSPORTE.

si desaparece como la demuestra el tamaño grueso de los granos.

De acuerdo a la comparación de los parámetros texturales y los mecanismos de transporte, se observa que en el ambiente de playa frente a las dunas y en el de playa-barrera, las zonas no se distinguen entre sí, de tal manera que pueden representar una zona común. Con lo que respecta a las dunas, se puede decir que es un ambiente más selectivo y que sí existe distinción entre sus zonas. Al comparar el ambiente de playa y el ambiente de dunas, para el primero se tiene que es más inmaduro texturalmente y tiene poca selectividad en sus agentes de transporte; contrario a lo que sucede en las dunas, donde actúa un agente de transporte más selectivo (eólico), por lo que las muestras de este ambiente presentan una mayor madurez textural que hace posible la distinción, entre otras características, de estos ambientes.

Para hacer más evidente una diferencia textural y al mismo tiempo, caracterizar con mayor detalle a los sedimentos de los ambientes litorales de el área de estudio, se empleó el diagrama ternario propuesto por Aguayo en 1980, en el cual se utilizaron las asociaciones de los parámetros más sensibles para discriminar ambientes sedimentarios. El tamaño gráfico promedio, el coeficiente de clasificación y la asimetría estuvieron asociados. En el diagrama ternario (fig. 13), la distinción textural entre los ambientes de playa (playa frente a las dunas y playa-barrera), dunas y laguna fue más notoria, deduciéndose además una posible fuente de aporte (Playa

Azul) de sedimentos marinos hacia la playa y las dunas de Playa Escondida (fig. 2).

En esta gráfica ternaria, se observan cuatro conjuntos - que corresponden a los ambientes de depósito estudiados. El que presenta menor dispersión es el de las dunas, ya que está controlado por el tamaño gráfico promedio (Mz) - y por la desviación estándar gráfica inclusiva, los cuales, a diferencia de los conjuntos de playa frente a las dunas y playa-barrera, tienen mayor dispersión y están controlados por la asimetría (SK_1) y la desviación estándar gráfica inclusiva (σ). Las dunas presentan una tendencia a los tamaños más finos y mejor clasificados, es decir, estos sedimentos son más maduros texturalmente, mientras que los conjuntos de playa y playa-barrera son más inmaduros, pues presentan una mayor dispersión en los coeficientes de tamaño, clasificación y asimetría; esto obedece también a la polimodalidad de los sedimentos.

El conjunto que representa al ambiente lagunar es el que muestra mayor dispersión, pues se encontrarán en él un intervalo de tamaños que va de arena muy fina a arena -- muy gruesa; su clasificación estándar varía de extremadamente mal clasificado a bien clasificado y su asimetría fluctúa de asimétricos hacia gruesos hasta asimétricos - hacia finos.

Al estudiar la interacción que existe entre los ambientes de depósito con una de las posibles fuentes de aporte de sedimentos (Playa Azul) en el diagrama ternario, se observa que, efectivamente los sedimentos de Playa Azul son el aporte para la formación del campo de dunas, pues en

ella se encuentra un tamaño gráfico promedio de 1.83 ϕ -- (arena media) con un coeficiente de clasificación de --- 0.70 ϕ (moderadamente clasificado) a 0.40 ϕ (bien clasificado) y una asimetría que va de casi asimétricos (0.03)- a asimétricos hacia gruesos (-0.11), los cuales, al graficarse en el diagrama ternario, caen dentro del conjunto de las dunas. La única variable que presentan es que, mientras que estos tienden hacia gruesos, la mayoría de las muestras de duna tienden hacia los tamaños finos, lo cual se explica por la selección que sufren los sedimentos durante el proceso de transporte eólico de Playa --- Azul hacia el campo de dunas, éstas a su vez, aportan se dimentos a la playa, en mayor cantidad a la playa frente a las dunas y en menor proporción a la playa-barrera, -- que también recibe aporte de los sedimentos del mar.

Por último, la laguna recibe aporte de sedimentos de la playa-barrera en la parte occidental de ésta, lo cual se observa en el diagrama ternario como un subconjunto dentro de el conjunto de playa-barrera (fig. 13).

De acuerdo a la composición mineralógica de las muestras de sedimentos de los ambientes estudiados, se puede decir que en términos generales muestran una tendencia hacia la madurez química, ya que en el triángulo de clanes por composición mineralógica (fig. 11) se presenta una - distribución que va del clan de las litarenitas hacia el de subfeldsarenitas pasando por litarenitas feldespáti-- cas y feldsarenitas líticas.

En el ambiente de dunas se encontró que la mayoría de las muestras caen dentro del rango de subfeldsarenitas, lo - cual indica que presentan la mayor madurez química de --

los sedimentos superficiales de Punta Guelaguichi. Al comparar la composición mineralógica del ambiente de dunas con el de Playa Azul, que es una de las fuentes de aporte de sedimentos más cercano, se observa una similitud química (fig. 11) y textural (fig. 13) de sus muestras, sobre todo en la zona de la berma de Playa Azul.

Las muestras del ambiente de playa frente a las dunas marcan un conjunto que tiende a depurarse químicamente, ya que su rango de variación es de litarenita a subfeldsarenita y tienen una distribución lineal en el triángulo de composición mineralógica, por lo que tienden hacia una selectividad química. Para la playa-barrera se observa un incremento de líticos y una tendencia hacia las litarenitas. A diferencia de la playa frente a las dunas, éstas muestran mayor grado de madurez química. Por medio de la composición mineralógica se observó una diferencia entre el ambiente de playa frente a las dunas y el de playa-barrera, mientras que en el estudio textural no se hizo evidente.

En el ambiente lagunar se presentó la mayor cantidad de fragmentos de roca, por lo que los sedimentos corresponden en composición mineral a litarenitas a excepción de una muestra, por lo que se considera como inmaduro químicamente (fig. 11).

Por otra parte se puede decir que mineralógicamente existe una interacción entre los sedimentos superficiales de Playa Azul y los sedimentos del campo de dunas, el cual dentro de Ensenada Guelaguichi es el que presenta mayor madurez química seguido por el ambiente de playa frente a las dunas, con una mayor tendencia hacia la se

lectividad composicional que el ambiente de playa-barrera, el cual tiende hacia la inmadurez en la composición de sus sedimentos y por último, el ambiente lagunar es químicamente el más inmaduro.

Al interpretar y comparar los resultados obtenidos, se puede mencionar que las dunas son una fuente de aporte de sedimentos para la playa frente a las dunas y también para la playa-barrera; así mismo, se observa que la playa frente a las dunas recibe un aporte importante de sedimentos cuya procedencia son las corrientes marinas del SW Cromwell y Bennett (1959) pues en este ambiente se encuentra que la moda para el cuarzo es más gruesa (fig. 14) que en los ambientes de barra y duna. La barra recibe sedimentos de la playa frente a las dunas, los cuales son transportados por ráfagas de viento que se forman al pasar éste entre el farallón y las dunas, con velocidades aproximadas de 19 m/s, en dirección oriente-poniente.

La abundancia de fragmentos de roca en la playa, se debe a que éstos son acarreados por las corrientes marinas. La procedencia de minerales accesorios debe ser semejante para los ambientes de playa, dunas y barra, ya que se comportan textural y mineralógicamente de forma muy similar, a excepción de la abundancia, ya que en las dunas se presentan en mayor cantidad, seguidos por la barra y por último en la playa (26.16%, 21.47% y 16.57% respectivamente). La corriente litoral, es en este caso el principal agente de transporte de estos minerales, los cuales son depositados en Playa Azul y posteriormente acarreados por el viento hacia el campo de dunas de Playa Escondida; ya que en cuanto a su composición y caracte-

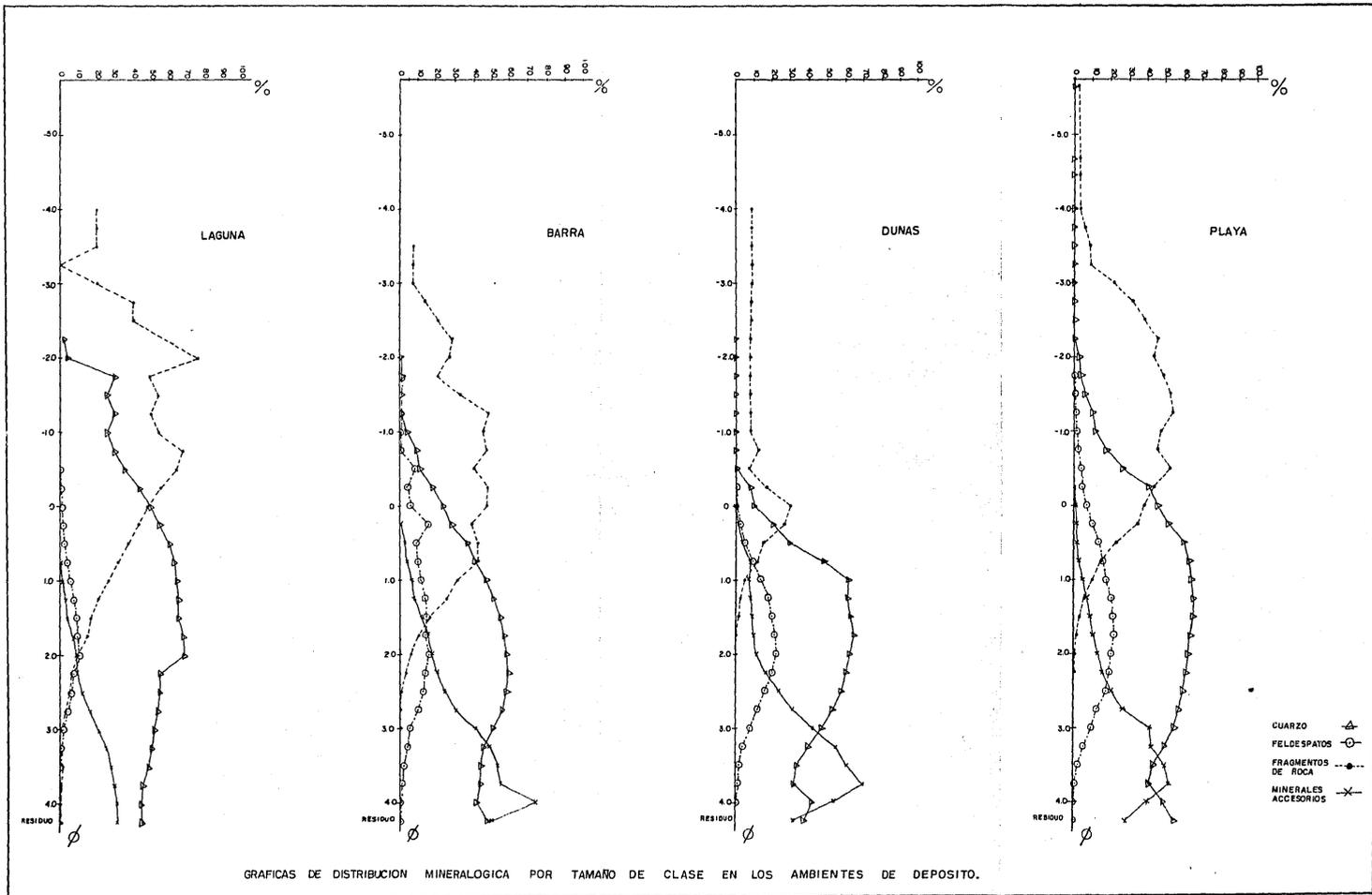
rísticas granulométricas resultan similares a los encontrados en Punta Chipehua (Díaz García, 1984).

En la laguna la fuente principal de sedimentos es diferente a la de los ambientes anteriores, ya que en ella los minerales accesorios son principalmente, grossularita y piroxenos que provienen de las elevaciones cercanas, en tanto que en la playa y en las dunas predominan la magnetita, hematita, ilmenita, esfena y andradita.

De acuerdo a la variación de tamaños del contenido mineral (fig. 14) se observa que en el ambiente de playa el cuarzo es el mineral más abundante, con una moda de 1.23 ϕ y un rango de -2.75 ϕ a 4.00 ϕ , seguido por los fragmentos de roca cuya moda es de -1.25 ϕ y un rango que varía de 5.60 ϕ a 2.00 ϕ ; los minerales accesorios tienen una moda de 3.75 ϕ y un rango de 0.00 ϕ a 4.00 ϕ ; por último, en orden de abundancia, se encuentran los feldespatos con una moda de 1.75 ϕ y un intervalo que va de -1.50 ϕ a 3.75 ϕ .

Para las dunas se presenta un caso similar, es decir, que el cuarzo es el mineral más abundante con una moda de 1.75 ϕ y un rango de -0.50 ϕ a 4.00 ϕ , disminuyendo en los fragmentos de roca con una moda de 0.00 ϕ y un rango de -4.00 ϕ a 1.75 ϕ , en este ambiente, la distribución de minerales accesorios es semejante a la del ambiente de playa, pues también presentan una moda de 3.75 ϕ y un rango de 0.00 ϕ a 4.00 ϕ ; para los feldespatos se obtuvo una moda de 2.00 ϕ y un intervalo de -0.25 ϕ a 4.00 ϕ .

En el ambiente de barra, la moda para el cuarzo es de --



GRAFICAS DE DISTRIBUCION MINERALOGICA POR TAMAÑO DE CLASE EN LOS AMBIENTES DE DEPOSITO.

2.250, para los fragmentos de roca es de -1.250, para -- los minerales accesorios de 4.000 y para los feldespatos de 2.000 cuyos intervalos son de -2.000 a 4.000, de ---- -3.500 a 2.500, de 0.250 a 4.000 y de 01.750 a 3.750, -- respectivamente.

El ambiente de la laguna, donde, por orden de abundancia mineralógica, se encontraron: el cuarzo con una moda de 2.000 y un rango que va -2250 a 4.000, los fragmentos de roca, con una moda de -2.000 y un rango de -4.000 a ---- 4.000, los minerales accesorios con una moda de 4.000 y un rango de 0.750 a 4.000 y, los feldespatos con una moda de 2.000 y un rango de -0.250 a 3.500. Los minerales-accesorios encontrados en este ambiente son diferentes a los identificados en los ambientes de playa, playa-barrera y duna.

Los feldespatos se comportan con una distribución normal en los cuatro ambientes estudiados (fig. 14), por lo que se puede decir que su fuente de aporte es la misma. La - abundancia absoluta del cuarzo para los ambientes de playa (playa frente a las dunas y playa-barrera), dunas y - laguna fue de 47.25%, 39.98%, 47.01% y 49.58%, respectivamente, teniendo un promedio para este ambiente litoral de 45.9%.

Los feldespatos, minerales que se presentan en menor cantidad tienen un porcentaje para el ambiente de playa --- frente a las dunas de 10.26%, para la playa-barrera de - 9.05%; para las dunas de 9.08% y para el ambiente laguna de 3.4%, con un promedio de 9.3%.

Los fragmentos de roca presentaron unos porcentajes de 25.92%, 29.50%, 17.65% y 37.95% para los ambientes de --playa frente a las dunas, barra, dunas y laguna, respectivamente, y el promedio para todo este ambiente litoral es de 26.36%.

Por último, para los minerales accesorios o pesados, se determinó un porcentaje en la playa frente a las dunas de 16.57%, en la barra de 21.47%, en las dunas de 26.16% y en la laguna de 9.43% y un promedio total de 18.37%.

De acuerdo a los resultados obtenidos en estas gráficas- (fig. 14), se puede decir que los ambientes de playa frente a las dunas playa-barrera y dunas, están relacionados por medio de la misma fuente de aporte de sedimentos (la corriente litoral y Playa Azul), mientras que el ambiente lagunar presenta diferencias sustanciales, tanto en las modas de sus minerales como en los porcentos de éstos, lo cual indica, como se había mencionado anteriormente, una fuente distinta de aporte de sedimentos.

RELACIONES DE LOS AMBIENTES SEDIMENTARIOS CON LA GEOLOGIA REGIONAL

Ensenada Guelaguichi, según Erwin Raisz (1964), queda comprendida en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur. Presenta cambios topográficos notables, ya que sus límites occidental, septentrional y oriental se ubican en zonas montañosas, y en la parte central de la misma y hacia el sur, se define la planicie costera con una llanura aluvial y una zona de marismas.

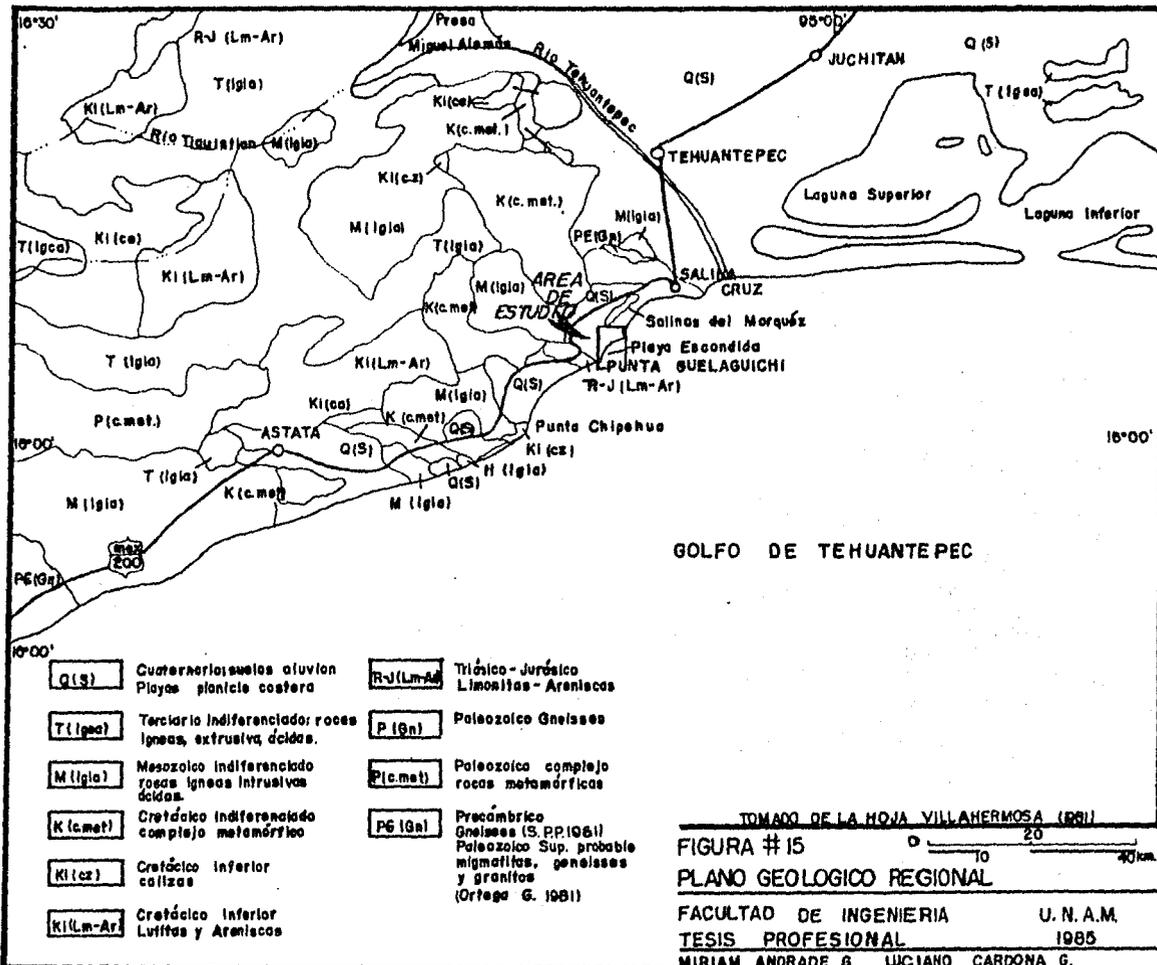
Esta zona ha sufrido una serie de movimientos que van desde el Paleozoico hasta el Reciente (De Cserna, 1969); estos movimientos dieron formación varias de las estructuras que aún se observan en el lugar. En el Paleozoico estuvo afectada por el batolito de la Sierra Madre de Chiapas y en el Cretácico Superior se vió afectada nuevamente por intrusivos ácidos que afloran en el área, los cuales forman parte del Batolito del Sur. Parte de esta región queda comprendida dentro del Complejo Oaxaqueño y otra -- corresponde a las estribaciones de la Sierra Cristalina de Chiapas.

En el mapa geológico (Hoja Villahermos, S.P.P., 1981) se observan fallas predominantemente de tipo normal con una dirección similar a la de las sierras, es decir, este-oeste y noroeste-sureste, con un desplazamiento hacia el sur; mientras que las rocas sedimentarias, en general presentan una ligera orientación hacia el oriente.

Litológicamente en la región circundante al área de estudio se observan todos los grupos de rocas: metamórficas, ígneas extrusivas e intrusivas y sedimentarias (Hoja Villa hermosa, S.P.P., 1981). También se encuentran suelos de todos tipos, de acuerdo con su origen: aluviales, palustres, lacustres, residuales y litorales (Atlas Nacional de Medio Físico, 1981) (Fig. 15).

Los principales afloramientos del complejo metamórfico-paleozoico se localizan hacia la parte noreste del sitio estudiado (C.R.M., 1978; S.P.P., 1981). El Paleozoico (Ortega-Gutierrez 1981; S.P.P., 1981) está representado por rocas metamórficas como son esquistos, pizarras y gneisses, por rocas ultramáficas y por rocas intrusivas ácidas, intermedias y básicas. Las rocas ígneas intrusivas que afloran en las inmediaciones de Guelaguichi corresponden a granitos, dioritas y gabros (Cardenas, 1971; S.P.P., 1981 y Díaz-García 1984) que se encuentran en la base de las elevaciones montañosas y en las puntas de roca sobre el litoral.

Las rocas sedimentarias en el área pertenecen al Mesozoico y son calizas (S.P.P., 1981), las cuales van del Jurásico Superior al Cretácico Medio; éstas son masivas y en algunos lugares de la costa están ligeramente metamorfoseadas por contacto con cuerpos graníticos. También se encuentran cuarcitas, limolitas y areniscas, éstas últimas del Cretácico Inferior (S.P.P., 1981), y afloran en cuerpos de gran tamaño en las cimas de las elevaciones montañosas, como en la sierra que se encuentra al norte de la Laguna de Salinas del Marqués y en lomeríos que se localizan al norte de La Ventosa.



El Cenozoico (C.R.N.R., 1970) está representado por depósitos sedimentarios y rocas ígneas extrusivas. Estas rocas afloran en las elevaciones de las sierras ubicadas al norte de la zona estudiada y se considera que se originaron en el Terciario Medio-Superior (S.A.R.H., 1981 y C.R.N.R., 1970) las cuales comprenden gravas y piroclastos de composición ácida, intermedia y básica.

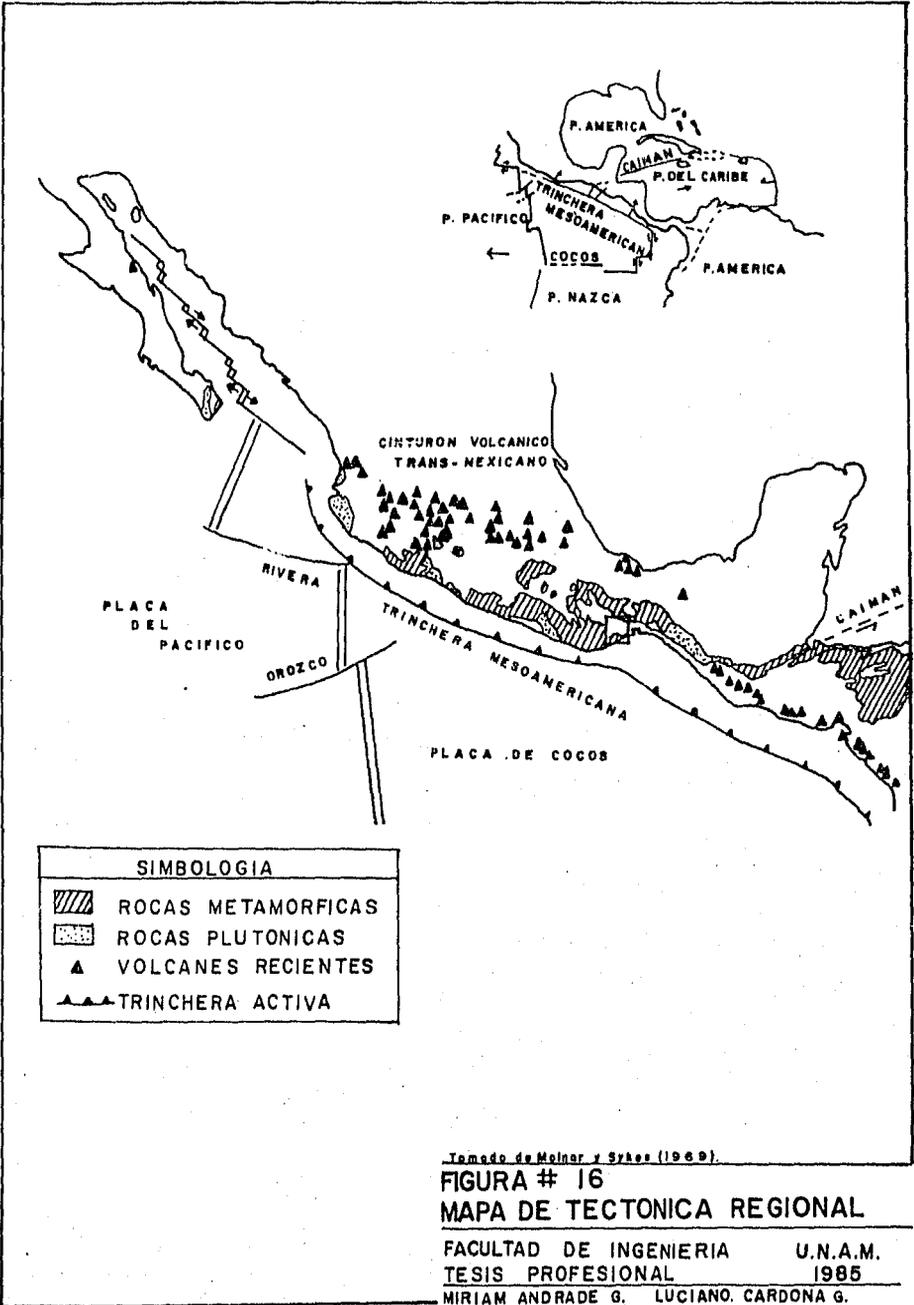
Los conglomerados de color rojo se observan como cuerpos que se encuentran separados o intercalados. Forman relieves bajos y sus fragmentos están redondeados, poco cementados y se ubican principalmente al oeste de Salina Cruz a lo largo del litoral como en Punta Guelaguichi.

Del Cuaternario, también existen afloramientos de conglomerados, los cuales se forman por erosión y depósito de las corrientes fluviales (S.A.R.H., 1981). Estos cuerpos forman terrazas pequeñas y lomeríos con pendientes suaves y drenaje dendrítico; se localizan en pequeños afloramientos en la zona de transición de montaña a llanura aluvial.

Tectónicamente la región se ve afectada principalmente por la Trinchera Mesoamericana, la cual se encuentra a 135 km hacia el sur de las costas oaxaqueñas en el área de estudio. La trinchera Mesoamericana se extiende paralelamente a lo largo de la costa suroccidental del país, con una dirección NW-SE, desde Cabo Corrientes hasta Costa Rica en Centroamérica; esta trinchera marca el límite entre la Placa de Cocos y la Placa de las Americas (Placa Norteamericana y Sudamericana) (fig. 16).

Los límites entre estas placas han sido estudiados por - Molnar y Sykes (1969) en base al análisis de la actividad sísmica ocurrida a lo largo de la Trinchera Mesoamericana y regiones circundantes; esta actividad forma un cinturón de alta sismicidad el cual encierra regiones -- asísmicas (fig. 17); la actividad sísmica en los límites de la Placa de Cocos, más específicamente a lo largo de la Trinchera Mesoamericana, es el resultado de la interacción de esta placa con otras placas rígidas (hacia el norte con la Placa de las Americas, hacia el este con la Placa del Pacífico, hacia el sur con la Placa de Nasca y al oeste con la zona de fracturas de Panamá). De los eventos sísmicos estudiados dentro de la zona de la trinche- ra, la mayoría se encuentra sobre el talud continental y sus focos ocurren dentro del manto a profundidades menores de los 100 km, según Molnar y Sykes (1969) una actividad sísmica con estas características es causada por - la subducción de una placa oceánica por debajo de una -- placa continental; estos autores así como Karig y otros- (1978) y Bradley y Drake (1978), obtuvieron la dirección de la subducción entre la Placa de Cocos y la Placa de - las Americas por medio de vectores, la cual es aproximadamente N35°E a N45°E (fig. 17); mientras que la velocidad obtenida para el desplazamiento de las placas varía-- según el método utilizado:

METODO DE CALCULO	cm/año
- A partir de sismicidad (Brune, 1968)	2.0
- A partir de la longitud de la zona - sísmica y su profundidad (Isacks y -- otros, 1968)	2.0-2.5



Tamado de Molnar y Sykes (1969).

FIGURA # 16
MAPA DE TECTONICA REGIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
 TESIS PROFESIONAL 1985

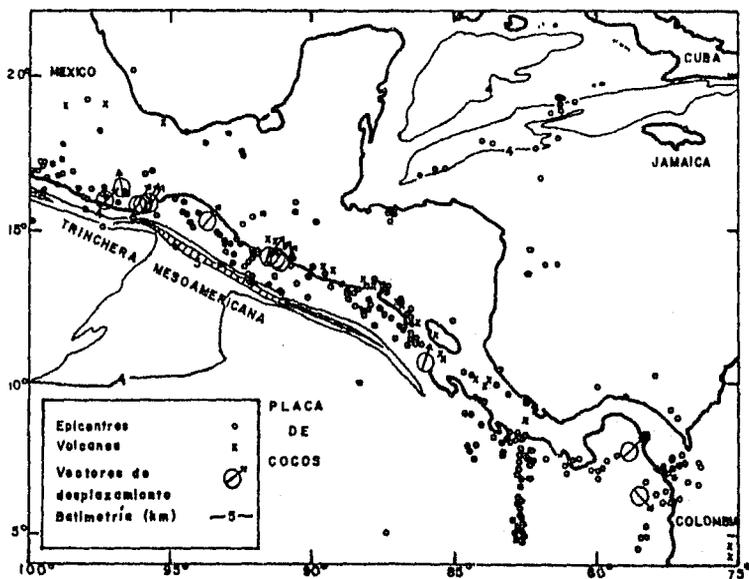
MIRIAM ANDRADE G. LUCIANO. CARDONA G.

METODO DE CALCULO

cm/año

- Según la dirección de subducción en
Centroamerica (Molnar y Sykes, 1969) 9.1

Según De Cserna (1960) y King (1969), la convergencia entre la Placa de Cocos y la Placa Norteamericana ha ocurrido intermitentemente por más de 100 m.a. dando como resultado el plegamiento del Geosinclinal de la Faja Tectónica Mexicana, y la subsecuente actividad magnética la cual está constituida por extrusiones e intrusiones ígneas; así como por la presencia de un cinturón metamórfico a lo largo de la costa. El contacto abrupto de este cinturón metamórfico con la placa oceánica es explicada por De Cserna (1967) como un fallamiento a gran escala que permitió recortar el extremo meridional del Continente Americano; mientras que Karig y otros (1968) dicen -- que es debido a un "astillamiento" de la margen continental por un desplazamiento lateral derecho resultado de una subducción oblicua, o bien, por erosión tectónica en el caso de una subducción perpendicular a la línea de costa. Otro de los efectos de la subducción es la elevación del continente, la cual ha sido estudiada por Grivel y Arce (1970) a través de observaciones mareográficas a partir de un punto fijo en la Costa de Puerto Angel, Oaxaca, el resultado obtenido de estas observaciones fue un levantamiento del continente de aproximadamente 2 --- cm/año. La emersión del continente se refleja en la costa oaxaqueña por la formación de cuerpos lagunares como son: Laguna de Salinas del Marqués, Laguna del Fraile y Laguna Guelaguichi entre otras; así como la presencia de antiguas líneas litorales (Lankford, 1977 y Zenkowitz, 1952).



Tomado de Molnar y Sykes (1969).

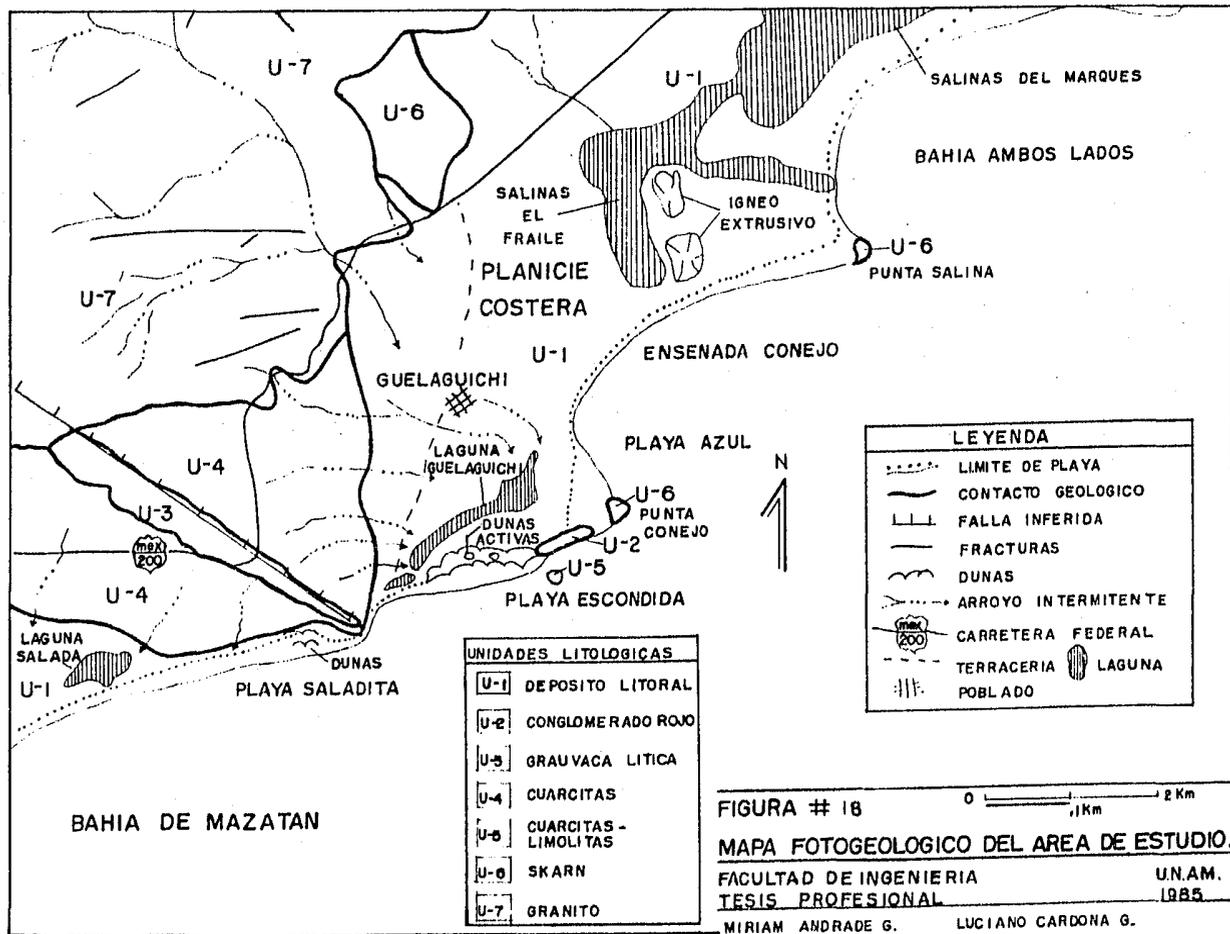
FIGURA# 17
MAPA DE EPICENTROS

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
 TESIS PROFESIONAL 1985
 MIRIAM ANDRADE G. LUCIANO CARDONA G.

La geología del área de estudio, está representada por pequeños afloramientos de cuarcita intercalada con limolita, que están formando Punta Guelaguichi y el farallón de un conglomerado de color rojo compuesto por fragmentos de esquistos y cuarcitas, el cual como se mencionó anteriormente, actúa como soporte del campo de dunas. El conglomerado se extiende hacia el este formando un acantilado que delimita a Playa Escondida. Sobre las cuarcitas y limolitas de Punta Guelaguichi se identificó un afloramiento de grauvacas líticas, las cuales están en contacto litológico; sobre el litoral hacia el noreste se encuentra Punta Conejo, la cual está constituida por skarn de granate, al norte de la zona estudiada aflora un cuerpo de skarn en contacto con un macizo granítico que forma las elevaciones montañosas que se observan al norte de la Ensenada -- Guelaguichi (fig. 18).

Estas unidades litológicas que afloran en el área de estudio se describen a continuación:

- Conglomerado rojo de esquistos y cuarcitas: Presenta un color pardo rojizo al interperismo y rojizo al fresco; está formado por fragmentos de rocas metamórficas(esquistos) y sedimentarias (cuarcitas); los primeros se encuentran de angulosos a subangulosos y en mayor cantidad, los fragmentos de cuarcitas aparecen más redondeados y de menor tamaño que los esquistos, estos fragmentos se encuentran poco cementados por una matriz arcillosa rica en óxidos de hierro dando al conglomerado el color rojizo. Según la clasificación para conglomerados de F.J. Pettijohn, (1975) se clasificó como un ortoconglomerado polimíctico por contener más del 10% de fragmentos de roca metaestables y una matriz menor al 15%.



- Cuarcitas: Se encuentran intercaladas con limolitas con un espesor de los estratos de 30 cm. aproximadamente y todo el paquete de rocas se encuentra metamorfoseada -- por contacto, estas cuarcitas presentan un rumbo de --- S50°E con una inclinación de 60°. El color que presentan al intemperismo es pardo grisáceo y al fresco gris claro, macroscópicamente presenta fenocristales de cuarzo; en lámina delgada se observa que el contenido de este mineral es del 97% mientras que el otro tres por ciento está representado por minerales pesados como la magnetita, ilmenita y hematita. Presenta cuarzo monocristalino, aunque también se encuentra policristalino, los cristales presentan una extinción ondulante, engolfados y se encuentran en continuidad óptica y cristalográfica con el cementante silíceo.
- Limolitas: Presentan un color gris claro al intemperismo y gris oscuro al fresco, como ya se dijo, se encuentran intercaladas con las cuarcitas y tienen un espesor de los estratos de 10 cm. aproximadamente.
- Grauvacas líticas: Son de color gris oscuro al fresco y gris pardo al intemperismo, con una matriz mayor al 15%; en lámina delgada se observa un 40% de cuarzo con extinción oblicua y subangulosa; los feldespatos se encuentran muy alterados en una cantidad menor al 10% y el resto está constituido por líticos, estos son difíciles de identificar debido a su tamaño.
- Cuarcita: Presenta las mismas características de la --- cuarcita antes descrita, a excepción de que se presenta en forma masiva.

- Skarn de granate: Tiene un color verde claro al intemperismo y verde griseceo al fesco, en muestra de mano se observan fenocristales de grossularita, los cuales presentan una ligera orientación hacia el oriente.

En el área, los sedimentos de playa y duna tienden a la madurez textural, teniendo la playa-barrera un tamaño de arena mediana, la playa frente a las dunas arena mediana a arena fina y las dunas, arena fina principalmente, la desviación estándar varía de moderadamente clasificada a bien clasificada para las dunas.

Mineralógicamente, esta tendencia a la madurez se conserva, presentando dentro del triángulo para la clasificación de las areniscas (fig. 11) una distribución lineal, donde las dunas se encuentran en el rango de feldsarenitas, es decir las más maduras, y la playa-barrera dentro de los rangos de litarenitas y litarenitas feldespáticas, predominando estas últimas; en la parte intermedia entre playa-barrera y dunas, se encuentra la playa frente a las dunas. Por lo que se puede observar en el diagrama ternario (fig. 14) existe una relación entre estos ambientes, no así para el ambiente de laguna en el cual los sedimentos están mal clasificados y su tamaño varía de gravas y arenas muy gruesas hasta arena muy fina y lodo.

Los ríos del área de estudio, son torrenciales y aportan sedimentos de tamaños gruesos, líticos, y en menor proporción arenas y lodos. Por lo que se puede decir que éstos contribuyen escasamente en el desarrollo de los depósitos sedimentarios de playa y dunas de Ensenada Guelaguichi, mientras para el ambiente lagunar forman un aporte importante de sedimentos.

De acuerdo con las características texturales de playa y duna, se puede deducir que la fuente más importante de estos sedimentos es la corriente litoral. Al comparar los sedimentos de Ensenada Guelaguichi y los de Punta -- Chipehua (Díaz-García, 1984), se observa que hay gran si militud textural y mineralógicamente entre los ambientes de playa y duna de ambas áreas, por lo que se puede considerar la posibilidad de una fuente común de sedimentos, esta fuente, según Díaz-García (1984), está vinculada -- por la descarga de los ríos que no son torrenciales y -- que se localizan al occidente de esta zona, a una dis-- tancia superior a los 50 km; como son los ríos Coyul, -- Huamelula y Copalita. Los ríos que desembocan hacia el -- oriente del área, no se toman en consideración pues en -- el mapa de corrientes superficiales cercanas a las cos-- tas de Oaxaca de Cromwell y Bennett (1959) y las corrien-- tes tomadas dentro de Playa Escondida se observa que es-- tas corren en dirección E-W, por lo que el aporte de se-- dimentos es acarreado en sentido contrario a Ensenada -- Guelaguichi.

El sedimento de grano fino puede estar relacionado en su origen con rocas de textura fina (Folk, 1974) sin embar-- go, a lo largo de las costas de Oaxaca afloran cuerpos -- batolíticos de granito y rocas de metamorfismo regional-- (Ortega-Gutierrez, 1981), que aportan sedimentos de tex-- tura gruesa; por lo que en el caso de Ensenada Guelagui-- chi la fuente de sedimentos debe ser distante y los sedi-- mentos transportados por las corrientes litorales, lo -- que relaciona los sedimentos de tamaño medio y fino en -- la playa a un sedimento que ha sufrido un transporte por -- corrientes litorales de gran distancia (Ingle, 1966), -- por lo cual el sedimento disminuye mecánicamente su tama

ño y se le dosifica. A nivel textural otros de los procesos que influyen en estas características son los agentes de transporte, pues al ser depositado el sedimento en Playa Azul y posteriormente transportado por el viento hacia el campo de dunas de Playa Escondida, el sedimento es seleccionado adquiriendo una mejor clasificación y una dominancia de tamaños finos. Por lo anterior, se puede decir que en los sedimentos de los ambientes de playa y dunas están relacionados esencialmente con las rocas del Complejo Xolapa, es decir que tienen una procedencia regional, mientras que para los sedimentos de la laguna, que como ya se hizo mención, tienen unas características texturales y mineralógicas distintas a los de playa y dunas; la procedencia de los sedimentos es local, que se infiere por la presencia de tamaños gruesos, gran abundancia de líticos y dentro de los minerales accesorios, un gran contenido de grossularita.

En Ensenada Guelaguichi se encuentra una costa tectónicamente activa (Molnar y Sykes, 1969), y por lo propuesto por Folk (1974) cabría encontrar sedimentos inmaduros que cayeran en el rango de filarenitas y filarenitas volcánicas, lo cual solo sucede en el ambiente lagunar; mientras que para el ambiente de playa, los sedimentos tienden a ser más maduros, tanto textural como mineralógicamente y en el ambiente de duna, esta madurez es más evidente ya que se encontraron sedimentos de tamaño fino, muy poca presencia de líticos, bien clasificados y mineralógicamente caen en el rango de feldsarenitas; lo cual Pettijohn, Potter y Siever (1973) y posteriormente Folk (1974), proponen que esta textura es propia de ambientes tectónicamente estables. La presencia de sedimentos con estas características de madurez en Playa Escondida, se puede explicar debido a factores como son la --

distancia recorrida por los sedimentos y los agentes de transporte que intervienen; lo anterior concuerda por lo propuesto por Krynine (en Folk, 1974), el cual señala que el ambiente de depósito ejerce un control más grande que el tectonismo en depósitos sedimentarios modernos, y que además, es un factor de control inmediato sobre la madurez textural; mientras que el tipo de actividad tectónica determina una asociación preferente de un área como fuente litológica además de controlar la morfología de lugar.

Casos similares como los del área de estudio, en los ambientes de playa y duna fueron encontrados por Carranza-Edwards (1980) en un estudio realizado en la llanura costera del Istmo donde observó una madurez textural en los sedimentos de submaduro y un clan mineralógico de subfeldsarenitas principalmente; de igual manera Díaz-García -- (1984) encuentra sedimentos submaduros y subfeldsarenitas en una región tectónicamente activa (Punta Chipehua); Martínez y Xavier (1982) en la región de las Playas de Jalisco, Nayarit, Michoacan y Guerrero obtuvieron sedimentos con características similares; así como Márquez y Morales (1984), en las arenas de la plataforma continental del Estado de Guerrero.

APLICACIONES ECONOMICAS DE LOS DEPOSITOS LITORALES

Con el incremento de la demanda de recursos para la industria de los metales, la atención se ha dirigido para localizar y estudiar a los placeres marinos; básicamente aquellos donde se localizan minerales pesados, así llamados porque su peso específico, individual, es mayor (sobre 2.85) que los minerales ligeros (Moore, 1978).

En la naturaleza, estos minerales pesados pueden acumularse, raramente a grado de yacimiento, através de procesos de selección y separación por los cuales los minerales ligeros son removidos de los pesados.

Ejemplos de minerales típicos formadores de placeres y su ocurrencia de interes económico son el oro nativo, el platino nativo (incluyendo al osmio, paladio y otros minerales del grupo del platino), casiterita (estaño), cromita (cromo), wolframita (tungsteno), rutilo e ilmenita (titanio), circón (circonio) y tierras raras.

Los placeres de playa se forman a lo largo del litoral debido a los efectos concentradores de la acción de las olas sobre la costa. Las corrientes costeras acumulan materiales a lo largo del litoral, en donde los más ligeros son desplazados más rápidamente y a mayor distancia que los pesados, razón por la cual estos se acumulan. Al mismo tiempo, actúa la acción de las olas; el embate de éstas, arroja materiales a las playas, el salto del agua y la resaca arrastran a los más ligeros y finos, que a -

su vez se desplazan a lo largo de la costa; y los de mayor tamaño y peso se concentran en las playas libres.

La aportación de minerales de placer para su concentración en la playa, puede efectuarse por los siguientes medios (Bateman, 1979): a) ríos que desembocan en la costa; b) erosión de las olas sobre las terrazas marinas; c) cruce de las corrientes sobre antiguas terrazas fluviales próximas a la costa y d) erosión de las costas rocosas por las olas.

Se puede concluir que existen tres componentes necesarios para la formación de placeres marinos:

- 1.- Una roca madre de la cual los minerales económicamente explotables sean derivados;
- 2.- Un medio de transporte donde estos minerales sean mecánicamente separados; y
- 3.- Una cuenca de depósito en la cual los minerales sean acumulados.

Así, el primer paso para determinar la presencia de un placer es estudiar la geología dentro de la cuenca de drenaje para encontrar una posible fuente de aporte; de igual importancia que el conocimiento de la naturaleza y distribución de la fuente de aporte, es la comprensión de la historia geológica reciente de erosión y depósito dentro del área; incluyendo las aguas costeras (naturaleza de los depósitos del fondo oceánico, profundidad del agua, dirección y velocidad de las corrientes y variaciones de marea). Como regla general, los eventos geológicos gobiernan la erosión, transporte y depósito de los minerales.

Históricamente (Moore, 1978), los placeres marinos han sido explotados desde el año de 1900, sin embargo no están documentados en la literatura científica, en ellos se extraía oro y casiterita de arenas de playa en Sudamérica y el sureste de Asia. La primera explotación comercial de placeres marinos fueron los de Nome en Alaska, a principios del presente siglo; otros ejemplos de explotación de placeres de antaño, es la extracción de oro de las costas de California y de Carolina del norte, las cuales se dejaron de explotar porque solo había oro en los tamaños muy finos. A finales de la Segunda Guerra Mundial, se les presta mayor atención a este tipo de depósitos, incrementándose la exploración y la explotación de placeres marinos. En la década de los 60's, se confirma la presencia de oro en el piso oceánico de Bluff, Alaska; Raymond, Thompson identificó placeres marinos explotables en aguas someras de Alaska; (Tin City, estaño; York, oro y tungsteno; Bahía de Goodnews y Bahía de Chagvan, platino). A principios de la pasada década, el bureau of Mines y U.S. Geological Survey, desarrollaron un programa para descubrir placeres en Nome, Alaska y en las costas del norte de California.

En la actualidad se extrae oro de las arenas de playa en Alaska. En las Playas de Travancore y Kilon, India existen grandes concentraciones de ilmenita, rutilo y monacita; los mismos minerales se encuentran en menor concentración, en las áreas costeras de Florida, Redondo Beach (California), Carolina del norte, Senegal, Ceylán, Argentina, Brasil, Evanshead y Ballina (Australia) y en Nueva Zelanda.

El circón ha alcanzado gran concentración en las playas-

del Brasil, donde las arenas tienen un 51% de óxido de circonio, junto con titanio, itrio y cerio; las arenas de las playas de Australia contienen hasta un 75% de este mismo mineral. En Oregon, California, Brasil y Nueva Zelanda se han formado extensos placeres de arenas negras de magnetita, que contienen también ilmenita, cromita y otros minerales pesados. De acuerdo con Moore (1978), las áreas estudiadas con potencial para la explotación de placeres marinos en el mundo son aproximadamente 200, aunque existe muchas sin estudiar, donde las más importantes son: Las aguas costeras de Japón; las aguas costeras del Mar de Bering, Alaska; Cornwall y Wales, Irlanda; las aguas someras de California del Norte; las arenas negras de Costa Rica y Honduras; Columbia Británica; las aguas costeras de Siberia; las costas de Mozambique; Nueva Zelanda; los placeres del pleistoceno del complejo del Río Amazonas; la costa este y oeste de Australia y las costas de Filipinas, entre otras.

En el mismo estudio se encontró que existe una relación entre los elementos químicos y el tamaño de grano que los contienen:

ELEMENTOS QUIMICOS	TAMAÑO DE GRANO
Cobre	Grava
Cobalto	Gránulo
Manganeso	Arena muy gruesa
Cromo	Arena gruesa
Vanadio	Arena media
Molibdeno	Arena fina
Niquel	Arena muy fina
Plata	Lodo (limos gruesos)

ELEMENTOS QUIMICOS

TAMAÑO DE GRANO

Cinc	Limos (finos)
Hierro	Arcillas

Por otra parte la explotación mineral marina en México; - consiste actualmente, en la obtención de sal común en -- las llamadas salinas en tierra firme en Guerrero Negro - Baja California, de magnesio en Tampico por procesos realizados sobre las mismas aguas (Acosta, 1972) y de fosforita en las costas del Pacífico en Baja California (Acosta, 1972).

La exploración marina en México tiene pocos años de ha-- berse iniciado, principalmente en las Costas del Pacífico, en Baja California, descubriéndose depósitos de fosforita marina, arenas conteniendo micronódulos de fosforita y conchas marinas fosfatizadas, ambos tipos con importancia económica; y también en el Golfo de California, en búsqueda de yacimientos de óxidos y sulfuros de cobre, cinc y plomo (Acosta, 1972).

En los estudios sobre la plataforma continental del Golfo de California, realizados por la Compañía Minerales - Marinos Mexicanos, S.A. (1967) diversas muestras revelaron tener anomalías en el contenido mineral de mercurio, cobre y cinc. Los minerales pesados que se encuentran en este Golfo son los siguientes en orden de abundancia decreciente: hornblenda, augita, esfena, magnetita, hematita, ilmenita, leucoxeno, topacio, hiperstena, epidota, - granate, biotita, glauconita, vidrio volvánico, colofano, rutilo, circón, andalucita, apatito, diópsido, olivino, - psillimanita, fluorita, limonita, turmalina, clorita y -

estauroлита. Los minerales ligeros que forman parte de los sedimentos, consisten de cuarzo y feldespatos (ortoclasa y plagioclasa). La proporción de minerales pesados varía entre 1% y 7% con un promedio de 1.6%.

En la zona costera del Mar Caribe, dadas las características geológicas no hay ríos que arrastren minerales de interés económico provenientes de la desintegración de las rocas; lo contrario de lo que sucede en el Pacífico y en la vertiente del Golfo, puesto que la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur están altamente mineralizadas y los ríos que drenan a esas zonas acarreamos junto con sus sedimentos minerales de valor económico -- que pueden concentrarse a su vez, en un depósito de placer como sucede en la desembocadura de los Ríos Grijalva y Usumacinta, en la región de los Tuxtlas y de Alvarado en el Golfo de México; encontrándose minerales económicamente explotables como magnetita, ilmenita, esfena y circón; también se han encontrado concentraciones de estos minerales en las costas de los Estados de Colima --- (Acosta, 1972; Lancin y Carranza, 1976), en Jalisco y Nayarit (Martínez y Xavier, 1982), en Oaxaca (Martín y Ozu na, 1982; Díaz García, 1984) y en Guerrero (Martín, ---- 1982).

Del análisis sedimentológico de las muestras de Playa Escondida se detectó que la concentración más importante de minerales ligeros para playa y dunas empieza a partir de 0.25Ø y termina en 3.00Ø, mientras que la concentración de minerales pesados comienza en 2.25Ø y termina en 4.00Ø, no obstante que el cuarzo y los feldespatos se presentan también. En la fracción de minerales pesados-

se pudo observar que el contenido de cuarzo y feldespatos son en promedio mayor al 70% del contenido total de la muestra de sedimentos para estos ambientes, según se puede observar en el triángulo de composición mineral -- (fig. 11) y en las gráficas de distribución mineralógica por tamaño de clase (fig. 14).

En el análisis de la fracción de minerales accesorios de las muestras de playa y duna se presentó un porcentaje -- para la playa frente a las dunas de 16.57%, aumentando -- hasta un 21.47% en la playa-barrera y un 26.16% en las -- dunas. Estos minerales se presentan en el tamaño de arena fina con una moda que varía de 3.75Ø a 4.00Ø. Además -- en este estudio para los mismos ambientes, se empleó un -- separador magnético con el fin de encontrar la intensidad de corriente necesaria para la separación de minerales de la fracción pesada de las muestras de sedimento, -- de acuerdo al criterio de susceptibilidad magnética de -- los minerales de Roseblum (1958). Posteriormente se -- identificaron por medio de la microsonda de barrido a -- los minerales retenidos en cada clase magnética. Las intensidades de separación fueron 0.05 amp, 0.2 amp, 0.4 -- amp, 0.6 amp y 1.8 amp; el resultado de esta separación -- indicó que para la primera intensidad se concentraron -- los minerales de mayor contenido de hierro tales como la magnetita; para 0.2 amp la ilmenita; a 0.4 amp esfena, -- granate y piroxenos; a 0.6 amp anfíboles, piroxenos y mica blanca; y a 1.8 amp se presentó el cuarzo, feldespatos y circón como residuo no magnético.

En la fracción pesada de los sedimentos de la laguna, -- predominó la concentración mineral de color verde (grossu larita) con un porcentaje total de las muestras de arena

de 9.43% y con un rango que va de 1.000 a 4.000.

Dentro del área de estudio se encuentra un porcentaje de minerales accesorios (pesados), con un promedio total de 18.37%; el cual podría ser económicamente explotable. -- Sin embargo, para tener una idea del potencial económico real que pueda presentar este depósito, es necesario llevar a cabo una evaluación a profundidad en los depósitos sedimentarios de Ensenada Guelaguichi.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en este estudio sedimentológico, se resumen a continuación:

- a) Ensenada Guelaguichi se ubica en la porción suroccidental de la Bahía de Ambos Lados en el Golfo de Tehuantepec. En ella se encuentran tres ambientes sedimentarios: playa, duna y laguna. En su parte oriental se encuentra un campo de dunas, el cual por su tamaño y altura hace sobresalir a Playa Escondida del resto de la morfología circundante. Este campo de dunas fue formado por sedimentos de Playa Azul acarreados por los vientos del norte, los cuales son retenidos por una barrera formada por un conglomerado rojo que es el soporte de las dunas. Frente a la cara de sotavento del campo de dunas, se extiende una playa de pendiente suave, que hacia el occidente cierra la boca de la laguna hacia el mar; por sus características morfológicas, la playa fue dividida en playa frente a las dunas y playa-barrera. La laguna es casi paralela a la línea de costa y se extiende por detras del campo de dunas hacia la planicie costera, su parte occidental presenta un canal que la comunica con la playa-barrera. Por sus características morfológicas, Ensenada Guelaguichi se clasificó en su porción oriental como costa primaria o costa formada por procesos no marinos y en su parte occidental, como costa secundaria o costa formada por procesos marinos.

b) Texturalmente, el ambiente de playa no presenta diferencias entre playa frente a las dunas y playa-barre-ra, como tampoco en sus zonas, ya que en ellos existe una predominancia de arena mediana, lo cual se ve --- afectado por la presencia de cuspiditos; por ello el grado de clasificación varía de moderadamente bien -- clasificado a mal clasificado; mientras que la asimetría tiene una tendencia hacia gruesos en la mayoría de las muestras y la curtosis de mesocúrtica a muy -- leptocúrtica. En el ambiente de dunas se observa una tendencia para la moda, mediana y tamaño gráfico promedio de arena mediana a arena fina, los sedimentos - tienen buena clasificación, una asimetría hacia los - tamaños finos y una curtosis cercana a cero (de mesocúrtico a platicúrtico). El ambiente lagunar presenta características texturales variables de acuerdo a la ubicación de las muestras, para los extremos de la laguna se observan tamaños de arena mediana a arena --- gruesa, mientras que en la parte central y en el canal se encuentran sedimentos de arena fina a muy fina; la clasificación estándar varía de muy mal clasificada a mal clasificada, exceptuando la muestra del canal superior, la cual se encuentra moderadamente bien clasificada; la asimetría tiene coeficientes positivos y presentan una curtosis variable.

La madurez textural del ambiente de playa es sumadura, debido al poco contenido de lodos y a la redondez del cuarzo (subanguloso), el mecanismo de transporte que predominó en este ambiente, fue el de saltación; sin embargo, en las zonas de vaivén y berma de la playa frente a las dunas se observa un incremento en la tracción. El ambiente de dunas presentó una tendencia ha-

cia la madurez textural, en donde la base de las dunas son submaduras y la cresta es madura; mientras que el mecanismo de transporte que predomina, es el de saltación en todas las zonas. Por último, el ambiente lagunar presenta un grado de madurez en los extremos de submaduro, mientras que en la porción central es inmaduro, de igual manera el mecanismo de transporte en los extremos es el de saltación y en el centro de la laguna predomina la suspensión.

- c) La composición mineral de los sedimentos de playa-barrera varía de litarenita a feldsarenita lítica, predominando las litarenitas feldespáticas, mientras que para el área de playa frente a las dunas disminuyen las litarenitas y aumentan las subfeldsarenitas, es decir, que hay un incremento de madurez química en la playa frente a las dunas. Las muestras que presentan mayor madurez química son las del ambiente de duna, pues la mayoría de ellas caen en el intervalo de subfeldsarenitas y en el ambiente lagunar se encuentra la mayor inmadurez, ya que todas las muestras recolectadas en este ambiente se clasifican como litarenitas.
- d) De acuerdo a la comparación de los parámetros texturales, se observó que el ambiente de dunas es el más maduro que los ambientes de playa y laguna, esto se debe a que en las dunas el agente de transporte es el viento. Entre la playa frente a las dunas y playa-barrera no existe diferencia a nivel textural, mientras que la laguna es el ambiente más inmaduro. Al estudiar la interacción entre los ambientes de depó-

sito, se puede mencionar que las dunas son fuente de aporte para la playa frente a las dunas y playa-barrera; además, la playa frente a las dunas también recibe aporte de sedimentos por las corrientes marinas y éstas a su vez aportan material a la playa-barrera. Por su parte, la laguna tiene una fuente de sedimentos diferente a los ambientes anteriores, pues presenta características texturales y mineralógicas diferentes.

- e) Dentro del área de estudio se encuentran afloramientos de cuarcitas intercaladas con limolitas que forman Punta Guelaguichi y el farallón frente a las dunas; un conglomerado rojo que aflora en las crestas de las dunas; sobre la carretera se localizan cuarcitas masivas y grauvacas líticas; al este, en Punta Conejo, un skarn de granate y por último, formando las elevaciones montañosas se encuentra un macizo granítico. De acuerdo con la textura y mineralogía de los ambientes de playa y dunas, se observa que los sedimentos han sufrido gran transporte por lo que se le atribuye una fuente de sedimentos a las rocas cristalinas situadas al occidente de la zona estudiada. Para el ambiente lagunar, la fuente principal de aporte son los arroyos torrenciales que desembocan en ella. Por último, se observó que la actividad tectónica de esta región se refleja claramente sobre la textura de los sedimentos de playa y duna, sino únicamente en los de la laguna; por otra parte, esta actividad si ejerce su influencia en la composición mineral de los sedimentos, así como en la morfología de los depósitos litorales.

f) Dentro del área de estudio se encontró en los sedimentos superficiales una concentración importante -- (18.37%) de magnetita, ilmenita, esfena y grossularita; distribuídos en playa (19%), dunas (26%) y laguna (9%); lo cual podría ser económicamente explotable; sin embargo, es necesario realizar una evaluación para tener idea del potencial económico de Ensenada Guelaguichi.

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA DEL CAMPO, C. 1972. Los recursos minerales de México Anales del Consejo de Recursos Minerales, PP. 45-60.
- AGUAYO C., J.E. 1980. Representación gráfica ternaria - de parámetros estadísticos y su aplicación en el análisis de ambientes sedimentarios. Inst. Mex. Petrol. Revista, 12 (1), PP. 8-13.
- APFEL, E.T. 1938. Phase sampling of sediments. J. Sedim. Petrol., 8 (2), PP. 67-68.
- BAGNOLD, R.A. 1941. The physics of blown sand and ---- desert dunes. Chapman and Hall. London. 265 p.
- BASCOM, W. 1959. The relationship between sand size and beach face slope. In: Fisher, J.S. y R. Dolan (Eds.) Beach processes and - coastal hydrodynamics. Benchmark papers in Geology. Downen, Hutchinson and - Roos, Inc. Pennsylvania, No. 39, PP. - 307-315.
- BAYLEY, B. 1968. Introduction to petrology. Prentice - Hall Inc. New Jersey 371 p.
- BIRD, E.C.F. 1968. Coasts. An introduction to sistematic geomorphology Vol. 4. M.I.T. Press. - London. 246 p.
- BIGARELLA, J.J. R.D. BEACHER 1969. Coastal dunes ---- structures from Parana (Brazil). Mar: Geol. 7 (1), pp. 5-55.

- BIGARELLA, J.J. 1972. Eolian environments: Their characteristics, recognition, and importance; in: Recognition of ancient sedimentary environments. Ed: Rigby, J. - special Publ. 16, A.A.P.M., pp. 12-62.
- BRADLEY, W.D. and DRAKE, CH. L. 1978. Focal mechanism-solutions and tectonics of The Middle America Arc. J. Geology Vol. 86, pp.-111-127.
- CARDENAS, V.J. 1971. Informe geológico de la zona mine-
ralizada de Punta Chipehua. Agencia -
de Sta. Gertrudis Miramar, municipio-
de Tehuantepec, estado de Oaxaca, De-
partamento de Exploraciones. Gerencia
de Exploración. C.R.N.N.R. Inédito. -
México. 10 p..
- CARFANTAN, J.C. 1983. Les ensembles géologiques du Me-
xique Meridional. Evolution géodynami-
que durant le Mesozoïque et le Cénozoï-
que. Geof. Int. 22 (1) pp. 9-37.
- CARRANZA-EDWARDS, S. 1980. Ambientes sedimentarios re-
cientes de la llanura costera sur del
Istmo de Tehuantepec. An. Centro ----
Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. -
Autón. México. 7(2), pp. 13-66.
- CONSEJO DE RECURSOS MINERALES NO RENOVABLES 1969. Ex-
ploración de yacimientos minerales me-
tálicos con la colaboración de las Na-
ciones Unidas. Geología regional de -
la Hoja San Vicente. Esc. 1: 50,000,-
Hoja 19-20.
- CONSEJO DE RECURSOS MINERALES NO RENOVABLES 1970. Pla-
no geológico del Estado de Oaxaca. --
Esc. 1: 200,000. Depto. de Cartografía
México.
- CROMWELL, J.E. 1985. Marine geology of Laguna Superior,
Mex. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.
Univ. Nal. Autón. México 12(1), pp. -
71-98.

- CROMWELL, T. y E. BENNETT 1959. Cartas de la deriva de superficie para el Océano Pacífico -- Oriental Tropical. Boletín de la Comisión Interamericana de Atún Tropical. La Joya, California. Vol. III, (5), - pp. 217-237.
- DAVIS, R.A. 1985. Coastal sedimentary environments. Second Revised and Expanded Ed. 1985. - Springer-Verlag. New York. 716 p.
- DE CSERNA, Z. 1960. Orogenesis in time and space in -- México. Sonder druck aus der Geologischen Rundschau Band Vol. 50, pp. 595--605.
- DE CSERNA, Z. 1969. Tectonic framework of southern México and its bearing on the problem - of continental drift. Bol. Soc. Geol. Mex., T.XXX.n.2, pp. 159-168.
- DETENAL. 1979. Fotografías aéreas, zonas: 32A.36A. Esc. 1:80,000. R-193 D.F. 153, 38 FEB. 79. L 16 B. Fotos: 003-007.
- DIAZ-GARCIA, V.M. 1984. Estudio sedimentológico del -- litoral de Chipehua, Oaxaca. Tesis de Maestría. Fac. de Cienc. Univ. Nal. - Autón. México. 90 p.
- FIGUEROA-ABARCA. 1975. Sismicidad en Oaxaca. Inst. Ingeniería. Univ. Nal. Autón. México. - Bol. 360. pp. 1-8.
- FOLK, R.L. 1971. Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson desert, Northern Territory, Australia; Geomorphology and grain size relationship. Sedimentology, 16(1), pp. 5-54.
- FOLK, R.L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemipill Pub. Co. Austin Texas. 182 p.
- FOLK, R.L.; P.B. ANDREWS y D.W. LEWIS. 1970. Detrital-sedimentary rocks classification and nomenclature for use in New Zealand. - N. Zea. J. Geol. Geoph. 13, pp. 937--968.

- FOLK, R.L. y W.C. WARD. 1957. Brazos river bar: a study of the significance of grain size para metros. *J. Sedim. Petrol.* 34 (1), pp. 5-17.
- GARCIA, E. 1970. Sistema de clasificación climática de Köppen, modificada por E. García en 1964, para adaptarla a condiciones particulares de la República Mexicana. Carta de climas, Hoja 15-A-VII, Esc. 1:500 000. Com. Estud. Territorio Nal. Mex.
- GARCIA-CUBAS, A. 1891. Diccionario Geográfico, Histórico y Bibliográfico de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Fomento. Antigua Imprenta de Murgía. México, T. 5, 564 p.
- GLEASON, S. 1972. Ultraviolet guide to minerals. A complete working manual for the use of ultraviolet light in recognizing minerals. Ultraviolet Products. Inc. California. 244 p.
- GOLDSMITH, V. 1982. Coastal dunes and eolian sedimentation. In: Swartz, M.L. (Ed). *The Encyclopedia of Beaches and Coastal Environments*. Encyclopedia of Earth Sciences, Vol. XV. Hutchinson and Ross Publishing Co. Pennsylvania, pp. 235-242.
- GRIVEL-PINA, F. y R. ARCE. 1971. Levantamiento de la corteza terrestre en Puerto Angel, Oax., detectado por observaciones mareográficas. *Geofis. Int.* 11(4), pp. 163-174.
- HANUS, V. y J. Vanek. 1977-78. Subduction of The Cocos Plate and depp active fracture zones of México. *Geofis. Int.* (1), pp. 14-53.
- HOYT, J.H. 1966. Air and sand movements to the lee of dunes. *Sedimentology* 7(1), pp. 137-143.
- INGLE Jr., J.C. 1966. The movement of beach sand. Elsevier Pub. Co. Amsterdam. 221 p.

- INMAN, D.L. y EWING, G.C. 1966. Coastal sand dunes of -
Guerrero Negro, Baja California, Méxi-
co. Geol. Soc. Amer. Bull. 77, pp. --
787-802.
- INMAN, D.L. y R.T. GUZA. 1982. The origin if swash cups
an beaches. Mar. Geol. 49(1), pp. 133-
148.
- INMAN, D.L. y C.E. NORSTROM. 1971. On the tectonic and -
morphologic classification of coast. -
Jour. Geol. V. 79, no. 1, pp. 1-21.
- JIMENEZ-LOO, C. 1978. Estudio sedimentológico y microfau-
nístico del Golfo de Tehuantepec. Tesis
de Licenciatura. Ciencias de la Tierra-
Escuela Superior de Ingeniería y Arqu-
itectura. I.P.N. México, D.F. 100 p.
- KARIG, D.E.; CARDWELL, R. y MOORE, G. 1978. Late Cenozoic
subduction and continental margin trun-
cation along the northern Middle Ameri-
ca Trench. Geol. Soc. America Bull. V.-
89, pp. 265-266.
- KING, C.A.M. 1972. Beaches and Coast. Edward Arnold Pu---
blishiers Co., London. 570 p.
- KOMAR, P.D. 1976. Beach processes and sedimentation . ---
Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, -
New Jersey, 729 p.
- KENETT, J. 1983. Marine Geology. Prentice Hall, Inc. New-
Jersey 580 p.
- LANKFORD, R.R. 1977. Coastal lagoons of México, their --
origin and classification. Estuarime --
Processes. Vol. 2.1. p. 182-215.
- LANCIN, M. y A. CARRANZA-EDWARDS. 1976. Estudio geomorfo-
lógico de la bahía y de la playa de San-
tiago en Manzanillo, Colima. Inst. Geol.
Univ. Nal. Autón. México. Rev. 2, pp. -
43-65.

- LEFOND, S.J. 1975. Industrial minerals and rocks. rth. Ed. American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers. Inc. New York. 1360 p.
- MARTIN-BARAJAS, A. 1982. Estudio sedimentológico del depósito de arenas titano-ferríferas de El Cayacal, Guerrero. Tesis profesional Fac. de Ingeniería, UNAM. México. 60 p.
- MARTIN-BARAJAS, A. y J. OSUNA. 1982. Estudio sedimentológico y de minerales pesados de la Playa La Ventanilla, Oaxaca, Mex. Geomimet -- 3a Ep. Nov.-Dic. 120, pp. 45-57.
- MARTINEZ-BRINGAS, A. y C. XAVIER. 1982. Sedimentología de los estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán y Guerrero, México. Tesis profesional. Fac. Ingeniería UNAM. México. 150 p.
- MARQUEZ, G.A. y E. MORALES. 1984. Estudio sedimentológico de la plataforma continental del Estado de Guerrero, México. Tesis profesional Fac. de Ingeniería, UNAM. México. W. 100 p.
- MASON, C.C. Y R.L. FOLK. 1958. Differentiation of beach, dune and geolian flots by size analysis. Mustang Island, Texas. J. Sedimen. Petrol. 28 (2), pp. 211-226.
- MOIOLA, R.J. y D. WEISER. 1968. Textural parameters: an evaluation. J. Sedim. Petrol., 38(1), pp. 46-53.
- MOLNAR, P. y L. SIYES. 1969. Tectonics of The Caribbean and Middle America region from focal mechanism and seismicity. Geol. Soc. America. Bull., V. 80, pp. 1639-1684.
- MOORE, J.R. 1978. Marine placers: exploration problems and sites for new discoveries In: Off-shore Mineral Resources Proceedings. --- Germinál. Grope d'Etude et de Recherche de Miné Talisations An Larg Seminaire International. Documents du BRGM No. 7-p. 131-163.

- ORTEGA-GUTIERREZ, F. 1981. Metamorphic belts of southern México and their tectonic significance. *Geof. Int.* 20(3), pp. 177-202.
- OTTO, G.H. 1938. The sedimentation unit and its use in-- field sampling. *J. Geol.* 46(4), pp. 569-582.
- PARFENOFF, A. y POMEROL, C. *Lex mineraux en grains. --- Methodes de'etude et determination.* Ma-- son et Cie., edit. Paris, 571 p.
- PETTIJOHN, F.J. 1975. *Sedimentary rocks.* 3rd. Ed. Harper and Row, Pub. New York. 628 p.
- PETTIJOHN, F.; POTTER, P. y R. SIEVER. 1973. *Sand and --- Sandstone* Springer Verlag. New York. -- 618 p.
- POWERS, M.C. 1953. A new roundness scale for sedimentary- particles. *J. Sedim. Petrol.* 23(1), pp. 117-119.
- RAISZ, E. 1964. *Landforms of México.* Map with text. --- Office of Naval Research. Cambridge Mass. E.U.A.
- RODEN, G.I. 1961. Sobre la circulación producida por el viento y sus efectos sobre las tempera- turas superficiales. *Geof. Int.* 3(1) - pp. 170-173.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1981.- Estudios generales para la construcción del Puerto Industrial de Salina Cruz. - Coordinación general de programas de -- Puertos Industriales. México, D.F. 50 p.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1970. - Zonas de las Costas de Guerrero y Oaxa- ca. *Boletín hidrológico* 31; *Regiones Hi- drológico* 19, 20, 21 y 22. 3 tomos, Mé- xico.
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. 1981. Proyec- to de obras exteriores para el Puerto - Industrial de Salina Cruz, Oax. Informe Ejecutivo. Subsecretaría de Puertos y - Marina Mercante. Dirección General de - Obras Marítimas, México 32 p.

- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES Y THE OVER SEAS COASTAL ARE DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. 1981. - TUM y Módulo Polivalente de Salina -- Cruz, Puerto Industrial, México. Di-- rección General de Obras Marítimas, - pp. 136-146.
- SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL. 1965. Hoja Tequisi-- tlán, 15 Q-J (10). Carta topográfica, Esc. 1:100,000. Dept. Cartográfico Mi-- litar (D.C.M.), México.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. Hoja Ju-- chitán, E 15-10, D15-1. Carta topogrã-- fica. Esc. 1:250 000. Coord. Gen. --- Ser. Nal. Est. Geog. e Informat. Méxi-- co.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. Hoja Vi-- llahermosa. Carta geológica. Esc. --- 1:100 000. Coord. Gen. Ser. Nal. Est. Geog. e Informat. México.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. Atlas - Nacional del Medio Físico, Talleres - Litográficos de la Nación. México. -- 223 p.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Inédito. Hoja Salina Cruz. Carta topográfica. Esc.- 1:50 000. Coord. Gen. Ser. Nal. Est.- Geog. e Informat. México.
- SHEPARD, F.P. y R. YOUNG. 1961. Distinguishing between-- beach and dune sands. J. Sedim. Petrol. 31(2), pp. 196-214.
- SHEPARD, F.P. 1973. Submarine Geology. Harper and Row - Pub. New York, 517 p.
- SIDDIQUIE, H.N. y RAJAMAICKAM. 1978. Surficial mineral-- deposits of the continental shelf of-- India In Offshore Mineral Resources - Proceedings. Germinal Grope d'Etude - et de Recherche de Miné ralisation Au Large. Seminaire International Docu-- ments du BRGM No. 7, p. 233-256.

- SNEAD, R.E. 1982. Coastal landforms and surface features. A photographic atlas and glossary. Hutchinson Ross Publishing Co. Pennsylvania, 247 p.
- SCHWARTZ, M.L. 1982. The Encyclopedia of Beaches and Coastal Environments. Ed. Maurice L. Schwartz. Hutchinson Ross Publishing Company. Stroudsburg, Pennsylvania. 940 p.
- TERRY, R.D.; CHILLINGAR G.V. 1955. Summary of "Concerning some additional aids in studying sedimentary formations" by M.S. Shuetsov. J. Sedim. Petrol. 25(3); pp. 229-324.
- TIXERONT, M. 1978. La démarche de la France dans la recherche des placers, Offshore Minerals Resources; International seminar, pp. 165-184.
- VISHER, G.S. 1969. Grain size distribution and depositional processes. J. Sedim. Petrol., 39(3), pp. 1074-1106.
- VELAZQUEZ-SIMENTAL, L.C. 1982. Análisis cualitativos de macrobentos y sedimentos de la playa La Escondida e hidrología de la Laguna Guaguichí, Oaxaca. Tesina, Univ. Autón.-Metro. Ixtapalapa. 30 p.
- VILLALOBOS, J.L. y HERNANDEZ, A. 1984. Estudio preliminar de la fauna de crustáceos decápodos y estromatópodos del Golfo de Tehuantepec. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. -- E.N.E.P. Iztacala, México. 148 p.
- WARREN, A. 1979. Aeolian process. In: Emberton, C. (Ed). Process in geomorphology. Edward Arnold Publishers. London. pp. 325-351.
- WENTHWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class terms-- for clastic sediments. J. Geol. 30, pp. 377-392.
- ZENKOWITCH, V.P. 1952. On the genesis of cusped spits -- along lagoon shores. Institute of Oceanology, U.S.S.R. pp. 269-277.

ZENKOWITCH, V.P. 1967. Processes of Coastal development.
Edinburg Oliver and Voyd, New York. --
738 p.

APENDICE



Lámina 1. Panorámica de Escheda Chelagutchi, con vista hacia el suroeste, en donde se observa el flanco de burlovento del campo de dunas y la laguna.



Lámina 2. En primer plano se presenta el ambiente de Playa (olaya-barrera) y playa (frente a las dunas), y al fondo el ambiente de Duapa.



Ítem 3. A la izquierda se observa el ambiente izquierdo, el cual se extiende hacia la parte posterior del campo de dunas.



Ítem 4. A la izquierda se observa un afloramiento de conglomerado rojo, el cual actúa como soporte al campo de dunas. A la derecha se observa el fersifón que está constituido por cuarcitas intercaladas con limolitas. Con un buzamiento de los estratos hacia el NE.



Lámina 5. La Laguna de Cu'agut'chi está rodeada -- por vegetación la cual se clasificó como Suelo Puro de la variedad Botocuillo.



Lámina 6. La presencia de cuajilites en la zona de várzea a lo largo del ambiente de playa, causa la acumulación de sedimentos de tipo macrófitos en las crestas y fino en los valles "c" ostras.



Lámina 7. Escalón de playa en la zona de Varzea del Suelo Puro de Playa-herrera.



Lámina 8. Afloramientos de cuarzo intercalada -- con limonita, se observan al occidente de Playa Escondido así como en el Suroeste al oriente de ésta.