

03060

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
CIUDAD UNIVERSITARIA
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SEDIMENTOS Y MORFOLOGIA DE LA
PLATAFORMA CONTINENTAL DEL SUROCCIDENTE DE LA
PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
(GEOLOGIA)

P R E S E N T A :

Sergio Pedrín Avilés

México, D.F.

Enero 2005

m 340036



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue llevado a cabo en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (CIBNOR), Institución de investigación del sistema Centros SEP-Conacyt y su parte terminal en el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El autor recibió una Beca-crédito del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), durante el desarrollo de los estudios de la Maestría en Ciencias (Geología) en la Facultad de Ciencias de esa Universidad, a quienes se patentiza un profundo agradecimiento.

También se desea expresar un reconocimiento especial al Dr. Mario Martínez-García, Director General del CIBNOR, S. C., por su invaluable apoyo para la culminación del presente estudio.

Al Dr. J. Eduardo Aguayo-Camargo, Director de esta tesis, por su valiosa orientación en todo momento, sus sugerencias, comentarios y todo el apoyo proporcionado.

A los Drs. Víctor Manuel Malpica-Cruz y Mario Arturo Ortiz-Pérez, un reconocimiento especial por sus valiosos comentarios, sugerencias, apoyos incondicionales y críticas que condujeron a mejorar en gran medida este trabajo.

Al M. en C. Víctor Manuel Dávila-Alcocer quien dispuso valiosos comentarios y recomendaciones sobre una versión del texto original.

Al Dr. Arturo Carranza-Edwards, quién revisó y criticó acertadamente varias versiones, aportando valiosos comentarios y sugerencias que mejoraron en gran forma la idea original.

A los revisores designados para el examen de grado, Drs. José Ortega-Ramírez, Elena Centeno-García y José C. Guerrero-García, por sus valiosas críticas y acertados comentarios.

Al Oceanólogo Raymundo Lecuanda-Camacho del ICMYL de la UNAM, por brindar acertadas críticas al manuscrito original.

Un reconocimiento especial a las autoridades y Tripulación del B/O "El Puma" del ICMYL de la UNAM, por su eficiencia y gran disposición al trabajo en las travesías sobre la plataforma continental del Occidente de Baja California.

A todos los compañeros del CIBNOR, S.C. especialmente al B. M. Edgar S. Amador-Silva, G.M. Ernesto Díaz-Rivera, G. M. Gustavo Padilla-Arredondo, Ing. Mario Virgilio Villalobos-García, M.C. José Fernando Aceves Quesada e Ing. Fernando Dorado-Villanueva, se les agradece ampliamente su enorme compañerismo y su colaboración tanto en los muestreos como en análisis de Laboratorio.

Se agradece sinceramente también, a los profesores y compañeros del Instituto de Geología de la UNAM por su valiosa ayuda en alguna de las etapas de este estudio.

CONTENIDO

Página

Resumen.....	7
I. Introducción.....	8
I. 1. Objetivo general.....	12
I. 2. Objetivos específicos.....	12
II. Antecedentes.....	13
III. Area de Estudio.....	15
III. 1. Ubicación.....	15
III. 2. Clima.....	16
III. 3. Corrientes.....	16
III. 4. Fisiografía.....	16
III. 5. Geología Histórica.....	19
III. 6. Geología local.....	20
III. 6. 1. Rocas volcánicas del Mioceno.....	21
IV. Método de Trabajo.....	23
IV. 1. De Mar.....	23
IV. 2. De Laboratorio.....	24
IV. 3. De Gabinete.....	26
V. Resultados.....	27
V. 1. Subregión de Bahía Sebastián Vizcaíno.....	27
a. Morfología.....	27
b. Granulometría.....	32
c. Materia Orgánica.....	34
V. 2. Subregión de Punta Abrejos-Cabo San Lázaro.....	36
a. Morfología.....	36
b. Granulometría.....	39
c. Materia orgánica.....	41
V. 3. Subregión de Cabo San Lázaro-Cabo Falso.....	42
a. Morfología.....	42
b. Granulometría.....	45
c. Materia orgánica.....	46
d. Carbonatos totales.....	48
VI. Conclusiones.....	50
a. Sedimentos.....	50
b. Morfología.....	52
VII. Recomendaciones.....	55
VIII. Referencias bibliográficas.....	56
IX. Anexos.....	65

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Localización del área de estudio.....	15
Figura 2. Bosquejo geológico del suroccidente de la Península de Baja California.....	22
Figura 3. Contornos batimétricos de Bahía Sebastián Vizcaíno, perteneciente a la subregión Norte.....	29
Figura 4. Perfil A-A' de Bahía Sebastián Vizcaíno.....	30
Figura 5. Perfil B-B' de Bahía Sebastián Vizcaíno.....	30
Figura 6. Modelo tridimensional de Bahía Sebastián Vizcaíno (subregión Norte). La plataforma continental, destaca con su bahía central extensa y llana.....	31
Figura 7. Distribución del tamaño gráfico promedio (Mz), de los sedimentos superficiales de la subregión Norte. El Mz, se expresa en unidades	33
Figura 8. Clasificación textural de los sedimentos superficiales de la Bahía Sebastián Vizcaíno.....	34
Figura 9. Distribución de materia orgánica (%), de los sedimentos superficiales de Bahía Sebastián Vizcaíno.....	35
Figura 10. Contornos batimétricos de la subregión Central. Las isolíneas se expresan en m. b. n. m.....	36
Figura 11. Perfil batimétrico C-C' de la subregión Central	38
Figura 12. Modelo tridimensional de la subregión Central. La plataforma continental muestra sus características morfológicas.....	39
Figura 13. Distribución del tamaño gráfico promedio (Mz), de los sedimentos para la subregión Central. El Mz, se expresa en unidades phi	40
Figura 14. Clasificación de los sedimentos superficiales de la Subregión Central (San Juanico-Cabo San Lázaro).....	41
Figura 15. Distribución de materia orgánica (%), en los sedimentos superficiales de la subregión Central.....	42
Figura 16. Contornos batimétricos de la subregión Sur. Las isolíneas se expresan	

en m.b.n.m.m.....	43
Figura 17. Modelo tridimensional de la subregión Sur. La plataforma continental es más estrecha que la Norte y Central.....	44
Figura 18. Distribución del tamaño gráfico promedio (Mz), de los sedimentos superficiales, para la subregión Sur. El Mz, está expresado unidades phi.....	45
Figura 19. Clasificación de los sedimentos superficiales de la Subregión de Los Cabos con base al triángulo de Folk (1954).....	46
Figura 20. Distribución de materia orgánica (%), en los sedimentos superficiales de la subregión Sur.....	47
Figura 21. Distribución de Carbonatos de calcio en los sedimentos superficiales de la subregión Sur.....	49
Figura 22. Clasificación textural de los sedimentos superficiales de la plataforma continental suroccidental de Baja California, para las tres Subregiones	52
Figura 23. Modelo tridimensional del Margen continental oeste de Baja California.....	54

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1. Posición y profundidad de las estaciones de muestreo en la plataforma continental Sur Occidental de la Península de Baja California, Cruceros de Investigación Oceanográfica EP- 8807 y EP- 8907. Se incluyen los datos tomados de la carta Topohidrográfica de la US Army, 1978.....	65
Tabla 2. Parámetros obtenidos en el Crucero EP-8907.....	68
Tabla 3. Parámetros obtenidos en el Crucero EP-8807.....	68
Tabla 4. Parámetros estadísticos de los sedimentos estudiados.....	69

RESUMEN

El presente trabajo es una investigación sobre la caracterización textural y del contenido de materia orgánica de los sedimentos superficiales del piso marino de la zona infralitoral de la plataforma continental del sur occidente de la península de Baja California, así como de los principales rasgos morfológicos encontrados en el área de estudio. Con datos colectados a bordo del B/O "El Puma" del ICMYL de la UNAM, se subdividió a la plataforma continental en tres subregiones diferenciadas entre sí.

La subregión Norte, comprende a la plataforma continental de la Bahía Sebastián Vizcaíno, con un cuerpo de agua somero (30 metros de profundidad promedio), con una pendiente suave en su mayor parte, el área explorada fue de 2, 734 kilómetros cuadrados aproximadamente. La subregión Central, abarca desde el sur de Punta Abreojos hasta las inmediaciones de Cabo San Lázaro. Presenta una batimetría de aguas someras con una profundidad promedio de 35 metros en su porción norte y sur donde se estrangulan las isobatas, el área explorada fue de 11, 324 kilómetros cuadrados aproximadamente.

La subregión Sur, comprende de Cabo San Lázaro a Cabo Falso en la porción austral de la Península, es la más angosta de todas, su mayor anchura se detectó en la porción suroeste de Isla Santa Margarita con 32 kilómetros.

En las subregiones de la plataforma de Sebastián Vizcaíno y de Punta Abreojos a Cabo San Lázaro se detectó una sedimentación típica de arenas en las porciones más someras de la costa y lodo arenoso en la zona Central, continuando con sedimentos más finos hacia el talud continental. La materia orgánica particulada en el sedimento de Bahía Vizcaíno varía entre 0.369 % como mínimo y 2.82 % como máximo, mientras que en la segunda subregión los valores fluctuaron entre 0.496 % y 3.98 %. En ambos casos existe una relación directa entre el tamaño de grano y el contenido de materia orgánica, al encontrarse las mayores concentraciones de materia orgánica en los sedimentos más finos, mientras que las menores abundancias se localizan en áreas con sedimentos gruesos. La materia orgánica presente en el sedimento con partículas vegetales y de microorganismos.

Para la subregión Sur se realizaron análisis de carbonatos totales, encontrándose valores de 5 a 45 % con las mayores abundancias en sedimentos gruesos, con alta cantidad de bioclásticos, en especial de moluscos (pelecípodos y gasterópodos) y de foraminíferos calcáreos.

Con base en la interpretación de los datos batimétricos, se observa una clara diferencia entre la disposición de las isóbatas registradas en cada una de las subregiones. En la Norte, las isolíneas son ligeramente paralelas a la costa, mientras que en la central la disposición se muestra perpendicular a las anteriores. Esto se puede deber a la diferencia en la orientación de la línea de costa.

La distribución de la materia orgánica obedece más bien al comportamiento batimétrico, pero también es clara la influencia de los aportes terrígenos por medio de los arroyos para las tres subregiones de la plataforma continental.

A pesar de las diferencias morfobatimétricas para las tres subregiones existen condiciones ambientales para el desarrollo ecológico de organismos de hábitat bentónico, detritófagos en los sedimentos finos y filtradores en los sedimentos gruesos.

Se podría considerar que este estudio es una base para continuar con aspectos morfológicos y de distribución de sedimentos en la plataforma continental del suroccidente de Baja California.

I. INTRODUCCION

El estudio sedimentológico de las provincias continentales, transicionales y marinas comprenden la identificación, caracterización y el entendimiento de factores: físicos, químicos, biológicos, mineralógicos y geológicos del medio ambiente de depósito, su tipo y distribución, así como también de los procesos que dieron origen a estos factores. La obtención de esos factores es esencial para la identificación de ambientes sedimentarios antiguos. Conociendo los sedimentos de ambientes modernos, se pueden establecer relaciones de similitud y diferencias que ayuden al reconocimiento de los ambientes antiguos equivalentes en sus características y procesos. (Pettijohn et al. 1972).

Durante los últimos 100 años, el océano ha adquirido gran relevancia como factor del desarrollo socioeconómico en los países del primer mundo, y en los últimos 30 años en los países subdesarrollados; lo cual se refleja en la prioridad que actualmente le dedican a los océanos y a sus recursos. Debido a tal situación se han desarrollado métodos sofisticados que ayudan grandemente a la observación, medición y toma de muestras que amplían la capacidad de explorarlos, evaluarlos y aprovecharlos en forma integral (Ayala-Castañares, 1982).

En la prospección y evaluación de recursos naturales marinos, bióticos y abióticos es estratégico el estudio de los ambientes sedimentarios, puesto que existe en primera instancia una fuerte relación entre el medio biótico y el abiótico, aprovechables por el hombre (Pettijohn, 1975).

Navarro y Aguayo (1982) mencionan que los recursos marinos no renovables de México, representan un potencial energético cuya evaluación requiere de extensos estudios oceanográficos y, al mismo tiempo, los clasifican en energéticos (hidrocarburos, geotermia y zonas geopresurizadas), y minerales de interés económico (minerales pesados, fosforitas, azufre, evaporitas, glauconita, sulfuros metálicos, nódulos de manganeso y gemas preciosas y semipreciosas). Sin embargo, establecen que su presencia en el mar depende de la evolución geológica que hayan tenido las rocas de las cuales provienen, así como de las zonas en las que se depositan, por lo cual es indispensable conocer geológicamente a las provincias, así como las rocas que afloran adyacentes a las plataformas continentales y las subyacentes, ya que los

sedimentos recientes que cubren la parte superficial del lecho marino, revelan solamente el último evento geológico.

En las plataformas continentales existe un buen número de recursos naturales, tanto bióticos como abióticos (renovables y no renovables) de los cuales, para ser explorados y evaluados, es necesario determinar sus características generales, tales como: rasgos topográficos de las regiones donde se ubican, tipos de corrientes que la afectan, estructuras sedimentarias más importantes, además de la composición y distribución de los sedimentos.

En 1953, después de la segunda guerra mundial, surgió un gran interés por los recursos marinos tanto renovables (alimento), así como no renovables (minerales), por lo que la Comisión Internacional de Investigadores (Emery, 1970), definió la plataforma continental y el borde de la plataforma como: "Una zona alrededor del continente que se extiende desde la línea de baja marea, hasta la profundidad en la cual existe un marcado incremento en la pendiente del terreno", por consiguiente a esa mayor profundidad donde ocurre ese incremento, se le denomina "borde de la plataforma", y que a la vez lo limita otra pendiente mayor, hasta la terraza abisal, denominada "talud continental".

Convencionalmente, este borde se ha considerado en promedio mundial a 100 brazas (200 m), aunque según algunos autores el incremento de la pendiente ocurre en diversos sitios geográficos a más de 200 m ó menor a los 130 m. En concordancia con Emery (1965), la plataforma continental es una superficie amplia, uniforme, de pendiente suave. Posteriormente, mar adentro ocurre un notorio cambio de pendiente del terreno, que marca el inicio del talud continental, cuya pendiente promedio de 5°, que contrasta notoriamente con la pendiente de la plataforma de menos de 3°. El llamado margen continental termina entonces en el pie de continente, el cual separa a la plataforma y el talud de la zona de planicies abisales. La transición entre la plataforma y el talud continentales, es conocido como "borde de la plataforma."

Boillot (1984), en su Tratado de los Márgenes Continentales, define a la plataforma continental como una región que bordea a las tierras emergidas y que se extiende levemente al interior del Océano, con amplitudes relativamente anchas de 70 a 80 kms, en promedio, a profundidades

que varían entre 0 y -130 ó -180 m, donde se localiza el talud continental, el cual tiene una pendiente promedio de 4° ó 5° muy superior, comparativamente al de las plataformas que tienen una pendiente promedio de 1°.

Lecuanda y Ramos-López (1996) revisan críticamente la terminología en áreas submarinas, equivalente al Límite Exterior de Plataforma Continental (LEP), proponiendo un modelo conceptual con una revisión de la terminología para el margen continental, donde consideran que después de la plataforma, existe un “quiebre de plataforma” (QP) que se manifiesta como una zona de transición, equivalente al “Reborde continental” (Lecuanda, op cit.) el cual existe entre la plataforma y el talud continental. En este modelo conceptual conciben a la plataforma continental como una porción del margen continental separada del talud adyacente como una zona de transición que permite elaborar términos y conceptos mas precisos. Sugieren que el vocablo “quiebre de plataforma” sea usado exclusivamente a la línea que marca el LEP, y el “reborde continental” para denominar a la zona de carácter transicional comprendida entre la plataforma y el talud. El término “quiebre de talud” define a la línea que marca la frontera “reborde-talud”. Tanto el modelo adaptado como los términos propuestos implican que la plataforma no es adyacente al talud continental.

Se conoce que en las plataformas existen distintos niveles de energía hidrodinámica, y que en cada uno de ellos se presenta diferente tipo de depósito. De éste modo, Selley (1976, 1988) hace incapie que abajo del nivel base de las olas predomina un medio de baja energía, lo que permite el depósito de sedimentos limo-arcillosos. En donde el nivel base de las olas corta el fondo marino, y se pueden depositar arenas limpias. Según este mismo autor, en ciertas regiones litorales que se asocian indirectamente con la plataforma, se tienen medios de baja energía donde ocurren sedimentos de grano fino (limo-arcilla) y depósitos evaporíticos en ambientes lagunares y de planicies de marea.

Kulm et al. (1975) realizaron un estudio muy completo sobre la sedimentación en la plataforma continental de Oregón, E.U.A , en donde concluyen que los principales factores que controlan los procesos sedimentarios en ésta plataforma y sobre parte del talud continental son: la descarga de los sedimentos fluviales, los sistemas de circulación en las lagunas y estuarios, la

dimensión y dirección del oleaje, las corrientes superficiales y de fondo, la estratificación por densidad de la columna de agua, y la actividad de organismos bentónicos.

Shepard (1932) y Emery (1967), entre otros, proponen que la distribución de los sedimentos sobre la Plataforma Continental, en general, es debida a las corrientes de fondo, exposición a las grandes olas, proximidad a las desembocaduras de los ríos y lagunas, abundancia de organismos calcáreos y a la presencia de sedimentos relictos.

Lankford (1977) menciona tres de los eventos más relevantes en la formación de los rasgos costeros a nivel mundial, y considera su segundo evento como el relacionado con el máximo de la etapa de la glaciación Wisconsin, cuando el nivel del mar descendió aproximadamente 130 m, bajo el nivel actual hace 18,000 años. La plataforma continental actual, en algunas regiones del sur de la Península de Baja California, se considera que fue entonces expuesta a procesos de denudación; en ese entonces, valles y cañones fueron labrados, la sedimentación fluvial se desarrolló en meandros y abanicos aluviales; además se produjeron zonas de suelo, Sirkin et al (1984) promontorios topográficos y otros rasgos tales como lagunas costeras (Pedrín-Avilés et al. 1990).

La última glaciación del Pleistoceno, hace aproximadamente 18,000 años, produjo y transportó un gran volumen de sedimentos de los litorales hacia la plataforma y el talud continental. Emery, (op cit.), menciona que casi el 70 % de las plataformas continentales poseen sedimentos relictos, lo cual es importante reconocerlos, puesto que se podría interpretar incorrectamente los medios ambientes de depósito.

Por su parte, Dietrich (1963) menciona que las plataformas de relieves uniformes son típicas de las zonas que se encuentran comprendidas en latitudes intermedias, con arrecifes de coral, lagunas costeras y estuarios entre otros. Mientras que en las latitudes altas y bajas, la plataforma generalmente es irregular, por causa de las fluctuaciones climáticas ocurridas durante el Cuaternario.

Los procesos de erosión y de acumulación que actúan sobre la plataforma, por lo general ocurren simultáneamente, con intensidades que varían localmente. Con relación a la sedimentación que se presenta en la plataforma continental, Emery (1965) propone que los sedimentos detríticos disminuyen de tamaño mar adentro, aumentando su diámetro en el borde

externo, debido a la concentración de minerales autigénicos, biogénicos y relictos.

Carranza-Edwards, (1980; 1986 et al.; 1988 et al.; 1996 et al.; 1998 et al.) estudiaron diversos aspectos de los sedimentos en áreas contiguas del Pacífico mexicano concluyendo que en el caso de las playas predominan las arenas gruesas a finas, mientras que en áreas de dunas la predominancia es unimodal hacia las arenas de tamaño medio, indicando que existe un probable buen potencial de minerales económicos en algunas de ellas.

El Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), llevo a cabo un estudio de la costa occidental de la Península de Baja California (figura 1), para obtener información sobre el estado actual de los recursos marinos y su relación y aplicación con algunos parámetros abióticos del medio ambiente de la plataforma y parte del talud continentales, por medio de campañas oceanográficas de los cruceros de investigación: EP-8807 y EP-8907 de julio de 1988 y julio de 1989 respectivamente y para muestrear las provincias sedimentarias sistemáticamente.

I.1. Objetivo general:

Conocer las principales características sedimentológicas del piso marino infralitoral y su relación con la morfobatimetría de la plataforma y talud continental del margen peninsular del suroccidente de Baja California.

I.2. Objetivos específicos:

1.- Caracterizar y entender la distribución granulométrica sedimentaria del fondo marino en la porción suroccidental de la Península de Baja California.

2.- Identificar los rasgos morfobatimétricos y las estructuras geológicas mayores en la zona de estudio.

II. ANTECEDENTES

Los estudios realizados que traten aspectos sedimentológicos en la plataforma continental del occidente en las cercanías del área de la presente investigación, son notoriamente escasos. En la zona costera, Emery et al. (1957), estudiaron los sedimentos de más de 1350 muestras en las Bahías de Sebastián Vizcaíno, San Cristobál y Todos Santos en la Costa Occidental de la península de Baja California, encontrando que guardan entre si las mismas características climáticas durante su depósito, y que se encuentran circundadas por áreas de fuentes rocosas composicionalmente semejantes. Sin embargo, los sedimentos de estas bahías difieren texturalmente entre sí, indicando la gran importancia de los detalles topográficos en el control de los tipos y distribución de los mismos. Los autores también establecieron que probablemente el tipo de sedimentos que componen cada bahía y en otras partes de la plataforma continental dependen fundamentalmente del aporte y la capacidad de dispersión, que estarán en función de los procesos de depositación y de erosión respectivamente. Los sedimentos detríticos tienden a ser acarreados al mar por corrientes, con menor influencia del que produce la erosión de las olas en los cantiles marinos, por vientos o por otros agentes. El volumen de sedimentos (dispersión) está en relación de la tasa con la cual el sedimento es distribuido hacia afuera de la costa a su depositación final y por consiguiente está en función de la capacidad de transporte, que dependen de las condiciones hidrodinámicas locales y regionales en cada área en particular.

A D'Anglejan (1965) se le reconoce como el primer investigador que tomó muestras de sedimento en la plataforma continental que abarca desde el sur de Punta Abreojos a las cercanías de Cabo San Lázaro. Su muestreo estuvo enfocado principalmente a estudios de la fosforita en sus aspectos químicos, mineralógicos y petrográficos. Las fosforitas fueron estudiadas por difracción de rayos X, y del contenido de apatita en los sedimentos. La apatita se presenta en los sedimentos con concentraciones que varían entre 2 y 40 % en peso del total en la plataforma. El autor encontró que las altas concentraciones están en la región marginal de las playas de barrera, dunas, lagunas costeras y en regiones que se extienden fuera de la costa a profundidades de alrededor a los 100 m. También muestra que la presencia de apatita en este

lugar no es el resultado de la precipitación directa del agua marina, aunque es un reemplazamiento diagenético de material sólido, preferentemente rico en carbonatos que se presentan en una discordancia erosional sobre rocas del Mioceno medio. En otro trabajo el mismo D'Anglejan (1967), expone formalmente una teoría de la génesis de los depósitos de fosforitas en la costa occidental de Baja California, área de San Juanico donde describe la formación del Fósforo (P), como la consecuencia de un conjunto de factores geológicos que dieron lugar a un ambiente propicio para la formación de estos depósitos sedimentarios.

En una prospección preliminar de la plataforma continental occidental de Baja California Sur, Pedrín-Avilés y Padilla-Arredondo (1993), encontraron una gradación de sedimentos de la costa al talud que varía de arenas a limos finos con alternancia de lentes arenosos y detectaron que Bahía Magdalena al Sur del área de estudio, actúa como una trampa sedimentaria la cual aporta buena cantidad de sedimento y de materia orgánica a la plataforma interior del occidente de la Península.

Carranza-Edwards, et al. 1998, estudiaron las playas arenosas del oeste de Baja California, encontrando altos índices de madurez por transporte en el litoral adyacente a la zona de estudio.

En lo que respecta al material orgánico, Trask (1939) realizó estudios de materia orgánica en sedimentos recientes que revelan un contenido promedio de materia orgánica de 2.5 % para sedimentos terrígenos (cerca de la costa). En contraste, los sedimentos en la zona abisal contienen únicamente 1% de materia orgánica. En los sedimentos de la plataforma continental del Pacífico, Trask (1939), encontró en general valores desde 2 a 3 % de materia orgánica, aunque altos valores desde 5 a 10 %, prevalecen en los sedimentos de grano fino depositados en partes bajas locales (downwarps) en la superficie de la plataforma y sobre la pendiente ó talud continental. Trask (1932), también explica la abundancia de vida en la plataforma continental en el Pacífico, en parte debido a las surgencias de las aguas del fondo a lo largo de las laderas y paredes del talud continental, en la parte exterior de la plataforma, por tanto concluye que la configuración del piso marino, es importante para el establecimiento de diversas comunidades biológico-pesqueras.

III. AREA DE ESTUDIO

III.1. Ubicación

El área de estudio se localiza en el margen continental Pacífico, frente a las costas suroccidentales de la península de Baja California. Se divide en tres subregiones: la Bahía Sebastián Vizcaíno, en la porción norte, la subregión Central comprendida del sur de Punta Abreojos hasta las proximidades de Cabo San Lázaro; la tercera subregión Sur que comprende de Cabo San Lázaro a Cabo Falso en el extremo más meridional de la Península. Geográficamente el área de estudio se encuentra aproximadamente entre las coordenadas $28^{\circ} 50' 56''$ y $22^{\circ} 53' 09''$ de latitud norte y $115^{\circ} 24' 07''$ y $110^{\circ} 52' 02''$ de longitud oeste (Figura 1)

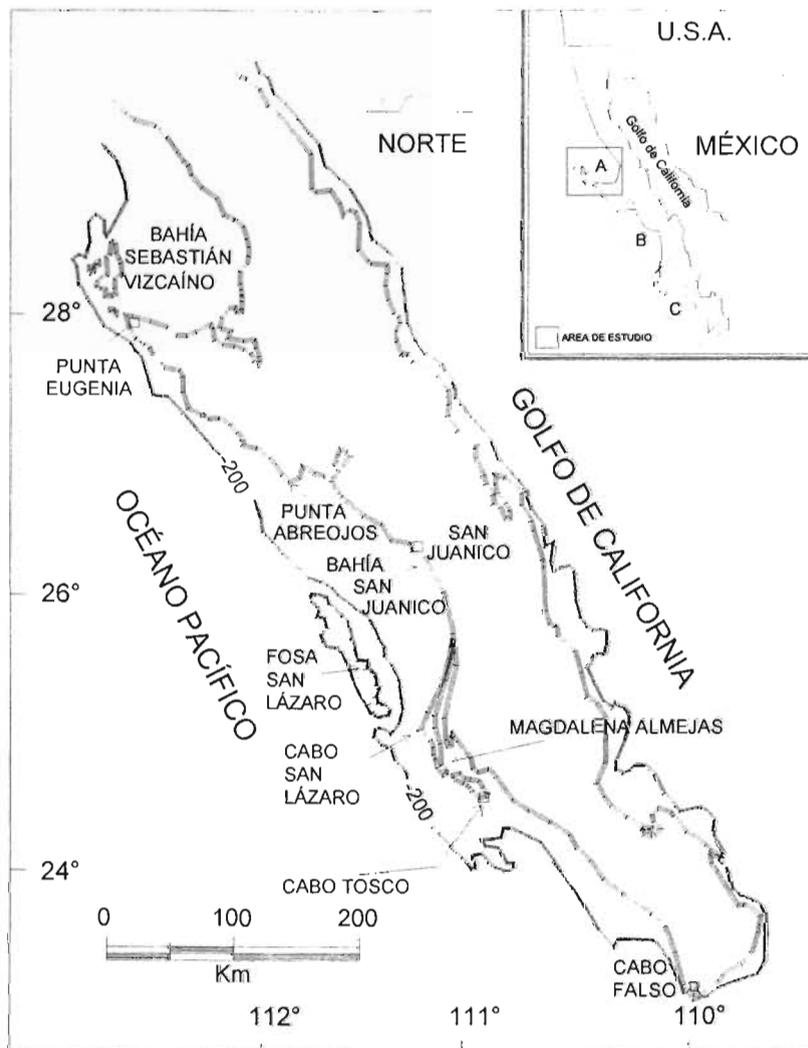


Figura 1. Localización del área de estudio

III.2. Clima

La región peninsular adyacente al área de estudio ha sido descrita climáticamente por la clasificación de Koppen, modificada por García (1973), como semiseco o semiárido Bw (h') hw (e), que lo describe como un clima seco o desértico, cálido con temperatura media anual entre 22° C y 24° C, con régimen de lluvias en verano y una precipitación promedio anual menor a 200 mm. Los vientos dominantes de marzo a agosto son del sur y se les denomina localmente como "Coromueles"; de octubre a febrero los vientos provienen del noroeste y se les denominan "Collas". También existe la influencia de perturbaciones atmosféricas (ciclones) durante los meses de julio a octubre.

III.3. Corrientes

La región de la plataforma continental del occidente de Baja California Sur, es considerada como una zona de transición entre esta parte del océano Pacífico y el Golfo de California y se encuentra bajo la influencia del Sistema de la Corriente de California (SCC), la contracorriente Meridional y un gran número de surgencias a lo largo de la costa, las cuales presentan fluctuaciones temporales y espaciales. La corriente de California está caracterizada por poseer condiciones bajas en salinidad y temperatura. Estas características predominan frente a la costa occidental de Baja California, aunque cerca de la costa existen variaciones a causa de surgencias y contraflujos (Gómez-Váldez y Vélez, 1982).

III.4. Fisiografía

La Península de Baja California en su parte centro-sur se caracteriza por dos provincias morfológicas contrastantes. Por un lado la oriental, que consiste de un conjunto de sierras y mesetas con orientación Noroeste-Sureste, entre las que destaca la Sierra de la Giganta, conformada por rocas volcánico-sedimentarias, afectado por fallas normales con dirección Norte-Sur y Nornoroeste-Sursureste, que se expresan como montañas en bloque (S.P.P., 1984). Por otra parte, en la occidental se extienden las planicies del Vizcaíno y el valle de Santo

Domingo. Ambas planicies corresponden estructuralmente a dos depresiones denominadas Cuenca del Vizcaíno y Cuenca Purísima-Iray- Magdalena. Estas se encuentran divididas por un bloque de rocas ofiolíticas que se manifiestan a profundidad con una orientación perpendicular a la Península ente los paralelos 27° y 28° latitud norte (Lozano-Romen, 1975). Este bloque corresponde al área de Punta Eugenia, que a su vez separa a las bahías de Sebastián Vizcaíno y de San Juanico (ver figura 1). La línea de costa en ésta zona se caracteriza por la presencia de acantilados y playas rocosas.

La porción continental de mayor influencia hacia la zona de la plataforma continental comprende fundamentalmente a la provincia fisiográfica de Baja California (Raisz, 1964), en donde más específicamente según (López-Ramos, 1985) corresponde al Desierto de Sebastián Vizcaíno y la porción occidental a la subprovincia Tierras Bajas ó Llanos de Magdalena. De acuerdo con Lugo-Hubp (1985, 1990) el área de estudio del presente trabajo queda comprendida en la “ Márgen Submarina de Baja California ”, en términos generales reconoce que la zona de estudio se ubica en una plataforma de anchura intermedia. Ortiz-Pérez y Espinoza-Rodríguez (1990), clasificaron geomorfológicamente a las costas de México. Proponen que la costa occidental de Baja California son “costas abrasivo-acumulativas” (mixtas), que son aquellas que presentan una alternancia espacial y temporal de formas acumulativas intercalándose con las erosivas. En esta región varias zonas de costas rocosas están constituidas de depósitos cineríticos y lávicos de los conos volcánicos, y de rocas sedimentarias de abanicos aluviales. Estos últimos forman un segundo subtipo de costas con entrantes, ensenadas o bahías con depósitos de playa, que alternan con salientes o puntas rocosas.

En la franja costera de Bahía Sebastián Vizcaíno de la plataforma continental, el desarrollo de la planicie costera es muy notoria, ya que esta planicie, forma parte del Desierto de Vizcaíno y se ha desarrollado desde las puntas rocosas denominadas Punta Blanca hasta Punta Eugenia y éstas forman pequeños valles aluviales. Las Características de ésta margen de la Bahía de Sebastián Vizcaíno con relación a la Segunda zona ó Central es muy parecida y se desarrolla desde Punta Santo Domingo y San Juanico, hasta los afloramientos rocosos del Cabo San Lázaro del Mesozoico. La diferencia de éstas dos zonas con la tercera ó zona Sur es muy

notable, ya que mientras en las subregiones norte y central se conforman como planicies costeras bien desarrolladas, con cuerpos lagunares paralelos a la costa y de gran extensión, lo cual correspondería a una costa secundaria por depositación marina de acuerdo a la clasificación de costas propuesta por Shepard (1973), mientras que en la región Sur se trata por lo general de una costa rocosa de grandes acantilados, depósitos eólicos y pequeños valles que de acuerdo a la clasificación anterior se considera una costa de origen primario ó juvenil, con algunas zonas de transición a costas formadas por procesos marinos.

La subregión Centro-Oeste, se caracteriza por una dominancia de puntas rocosas (Punta San Juanico, Santo Domingo), rematando en la región del Cabo San Lázaro, las cuales se proyectan del continente hacia el mar en forma de ganchos ó salientes rocosas, en medio de éstas salientes se han formado algunos rasgos geomorfológicos importantes tales como las lagunas costeras, esteros, canales, mientras que más al sur se ha formado lo que vienen constituyendo el gran complejo lagunar de Magdalena-Almejas, con depósitos de playas de barrera, y donde es común localizar cordones litorales y extensas barreras arenosas.

Las puntas rocosas de la porción norte de ésta región son de baja altitud y no rebasa a los 50 metros (San Juanico y Santo Domingo) y están constituidas por material rocoso de origen volcánico (Sawlan y Smith, 1984), alineados en dirección NW-SE, los cuales en ocasiones y cerca de la costa tienen una cobertura sedimentaria, como en el caso particular de poblado de San Juanico, que se encuentra asentado sobre una terraza marina del Pleistoceno (Ortlieb, 1990). Hacia el continente aumenta la altura del cuerpo volcánico (Ortega-Gutiérrez, et al 1992).

Al Sur remata el Cabo San Lázaro de 300 m.s.n.m., constituido por un cuerpo de rocas metamórficas en especial por ofiolitas. Tal Cabo forma y protege de la acción eólica los cuerpos lagunares de San Gregorio y de Santa Maria.

Hacia el continente, detrás de los cuerpos ofiolíticos, se encuentra la extensa planicie costera de Magdalena ó llanos de Iray, la cual se encuentra formada por lomeríos de escasos 10 m. de altura, con material aluvial (Secretaria de Programación y Presupuesto, SPP. 1982).

III.5. Geología Histórica

En la región occidental de la Península de Baja California, particularmente entre los paralelos de 23ª y 29ª latitud norte, afloran unidades litológicas desde el Mesozoico hasta el Reciente. De forma general, ofrecen una alta complejidad estructural y de afloramientos rocosos, lo cual dificulta la reconstrucción de la columna estratigráfica y los sucesos que dieron origen a la Península. (López-Ramos, 1980).

Para poder comprender la antigua distribución de tierras y mares, hay que partir del hecho de que la península formó parte del continente americano durante la mayor parte de su historia geológica. Al finalizar la Era Mesozoica, la Península de Baja California se encontraba unida al continente, y ocurría la subducción de la placa paleopacífica en lo que actualmente es la costa occidental de la península. Durante la Era Mesozoica tuvo lugar una serie de eventos geológicos que han quedado registrados en las secuencias litológicas que constituyen las formaciones, San Hipólito, Eugenia, Alisitos, Rosario y Formación Valle. Es necesario destacar que las formaciones de San Hipólito y Eugenia tienen una distribución limitada a la Península de Vizcaíno y no formaban parte del continente americano, sino de una paleocuenca de un océano extinto llamado Pantalasia (Lozano-Romen, 1975). Hausback (1984) sugiere que Baja California fue una plataforma estable en el Terciario temprano, que recibió detritos del arco volcánico calcoalcalino activo de la Sierra Madre Occidental, al oeste de México. Durante este tiempo se depositaron, la Formación Tepetate y la Formación Báteque de ambiente marino. Durante el Mioceno Inferior y Medio ocurrieron grandes transgresiones marinas. A este periodo corresponden las formaciones Tortugas, San Gregorio e Isidro. El Mioceno Superior se caracterizó por un levantamiento regional acompañado por una intensa actividad volcánica (derrames lávicos y aporte de vulcanoclastos), que dio origen a la Formación Comondú. Esta etapa culminó con la separación parcial de la Península del continente. De esta manera se formó lo que se conoce como protogolfo. Es probable que en esta época el fenómeno de la subducción haya cesado con la colisión de la cresta del Pacífico contra el borde occidental de Baja California (Anderson, 1971). A este fenómeno le siguió la unión de la Baja California y parte de la Alta California a la actual placa del Pacífico. López-Ramos (1980) comenta que durante el Plioceno superior se inició el desprendimiento de la

Península, con un desplazamiento en dirección noroeste, siguiendo el sistema de fallas de San Andrés, evento que perdura hasta nuestros días. El mismo autor señala que durante el Plioceno ciertas áreas de las cuencas Vizcaíno y Purísima-Iray, cercanas a la costa, volvieron a ser invadidas por el mar y se depositaron las formaciones Almejas y Salada. Después de un período de depósito, que duró aproximadamente de dos a cuatro millones de años, las regresiones y transgresiones permitieron la formación de terrazas marinas pleistocénicas, que se observan con frecuencia en el margen costero de la Península.

La alternancia de períodos glaciales e interglaciales produjo variaciones del nivel del mar en el Cuaternario. El actual período interglacial, de alto nivel del mar, hace suponer que los litorales encontrados a alturas superiores a unos 10 metros de altitud, indican levantamientos sucesivos regionales, llamados epeirogénicos ó bien locales producidos por efectos tectónicos (Ortlieb, 1987).

Se han desarrollado depósitos aluviales, eólicos, lacustres y litorales durante el Cuaternario. En la región costera se localizan las acumulaciones eólicas, lacustres y litorales, la historia tectónica de la zona debe explicarse en términos de la evolución de la Península de Baja California.

III.6. Geología local

La plataforma continental de occidente de Baja California es una extensión de las tierras emergidas adyacentes. El aporte de sedimentos proviene de dicha región por lo que, es necesario reconocer su geología asociada (Figura 2). Esta región pertenece a la provincia fisiográfica de Sierras de Baja California (Alvarez, 1961, Ordoñez, 1964); la cual está formada por montañas complejas constituidas por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Más específicamente se sitúa dentro de la subprovincia de tierras bajas ó llanos de Magdalena (López-Ramos, 1985). Los sistemas fluviales en ésta región son muy precarios, a pesar de la cantidad de sedimentos que es drenado por la vertiente del Pacífico que aporta sedimentos terrígenos con una granulometría variada procedentes estos de la llanura costera Magdalena-Santo Domingo, y que se encuentra constituida por depósitos de aluvión, médano,

salitrales y terrazas marinas del Cuaternario; y de la zona montañosa formada por rocas ígneas del Cenozoico Superior, sedimentarias del Cenozoico y sedimentarias y metamórficas del Mesozoico (Ortega-Gutiérrez, et al 1992).

III.6.1. Rocas volcánicas del Mioceno

La Sierra de la Giganta conocida también como Cinturón Volcánico Peninsular (CVP) presenta una orientación NW-SE forma un potente paquete volcánico, suave al poniente, y de pendiente abrupta al oriente. Su máxima elevación es de 1780 m.s.n.m. en las cercanías de Loreto. Se encuentra disectada por valles angostos de origen tectónico que han sido modelados por la erosión (SPP, 1982, carta San Juánico).

La costa adyacente del Sur Occidental de la península de Baja California que fué estudiada presenta diversas características morfológicas que se relacionan con sus aspectos geológicos particulares.

En la subregión norte-área adyacente a la bahía de Sebastián Vizcaíno, se presenta una planicie típica del desierto, constituida por sedimentos aluviales y al sur existe los prominentes terrenos metamórficos, ofiolitas, parcialmente esta protegida por las islas de Cedros, Natividad y el pequeño complejo insular de las San Benito, que se encuentran formadas por terrenos tectonoestratigráficos, Boles (1984).

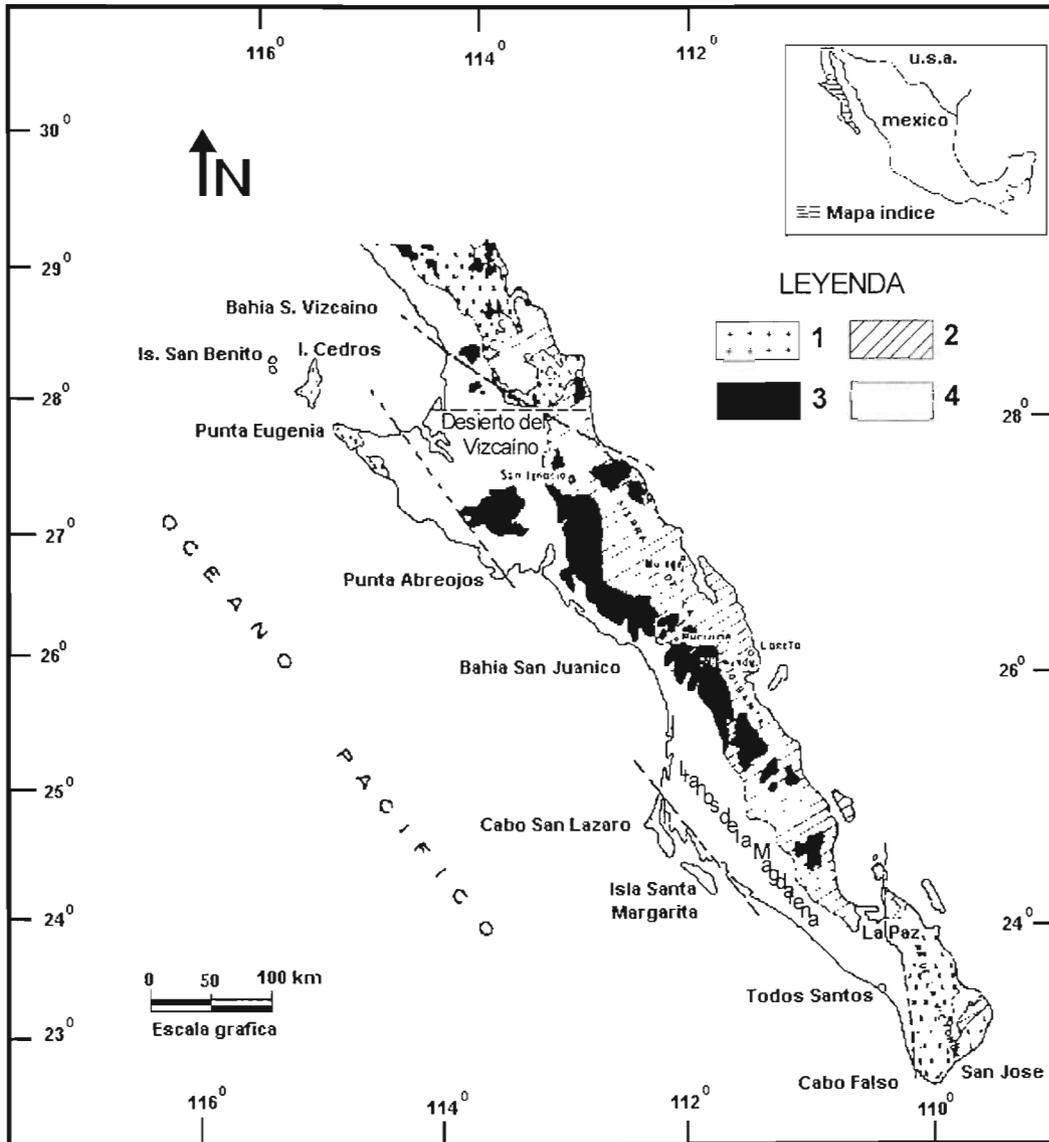


Fig. 2: Bosquejo geológico del Sur Occidente de la Península de B. C. Modificado de Demant (1975)

- 1.- Intrusivos (granitos, dioritas) con formaciones metamórficas asociadas (esquistos, gneiss)
En Vizcaíno y Cabo San Lázaro: Rocas del complejo ofiolítico (basaltos toleíticos y rocas verdes).
- 2.- Rocas volcánicas del Mioceno (Grupo Comondú).
Cinturón Volcánico Peninsular (c.v.p.).
- 3.- Volcanismo Plio-Cuaternario.
- 4.- Desierto del Vizcaíno y llanos de la MAGDALENA (Planicie costera)
Aluvión, Medanos, Salitrales.

IV. METODO DE TRABAJO

El presente trabajo se sustenta en el estudio y análisis de un total de 42 muestras de sedimentos superficiales de dos cruceros oceanográficos el EP-8807 y EP-8907 (EP, es acrónimo de El Puma), celebrados en julio de 1988 y julio de 1989, a bordo del buque oceanográfico "El Puma" del ICMYL de la UNAM. En la subregión Norte, en la Bahía Sebastián Vizcaíno, del EP- 8907 fueron 13 muestras, para la subregión central de Punta Abreojos a Cabo San Lázaro un total de 17 muestras, correspondiendo 12 al EP- 8907 y 5 muestras al EP- 8807, mientras que para la subregión Sur de Cabo San Lázaro a Cabo Falso un total de 12 del EP-8807 (Tabla 1). Para la elaboración de los mapas tridimensionales de las tres subregiones, se usaron los datos de profundidad colectados en los cruceros y que se muestran en la tabla 1, además de que se tomaron 10 datos de profundidad para la subregión Norte, 10 para la subregión Central y 20 para la subregión Sur, de la carta topohidrográfica de la armada de Estados Unidos de Norteamérica (1978). Para generar la batimetría se uso el programa llamado "Kriging" (mallado) el cual es una técnica espacial multivariada.

Esta investigación se dividió en tres etapas de trabajo tal como se describe en las siguientes líneas.

IV.1.- Trabajo en el Mar.

Las campañas oceanográficas constaron de 42 estaciones de muestreo de sedimentos con draga y a la vez se apoyaron las operaciones de arrastre biológico-pesquero previamente seleccionadas; al inicio y final de cada arrastre se colectaron las muestras.

Las coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo fueron ubicadas con apoyo de equipo satelital instalado a bordo del buque oceanográfico, mientras que las profundidades se determinaron por medio de ecosonda, una de ellas se encuentra colocada en la sala principal de instrumentos y otra en el puente de mando. Se utilizó el sonar de tipo SIMRAD del mismo Laboratorio, el cual muestra los rasgos fisiográficos del fondo marino en los ecogramas obtenidos. En ocasiones se utilizó el perfilador sísmico superficial EDO-WESTERN con

frecuencia de 3.5., 7.0 y 40 kh, con una potencia variable de 0 a 10 kw, por medio del cual se observaron los rasgos morfobatimétricos y características sedimentarias del fondo marino. Los sedimentos superficiales se colectaron mediante dragas de almeja tipo Van Veen y Smith-McIntyre, esta última es considerada de las más eficientes para colectar sedimentos, además de que prácticamente no lo mezcla. Con esta draga se obtiene un volumen de sedimento equivalente a 5 litros, aún en fondos ó sustratos ligeramente compactos de una área superficial de aproximadamente de 30 centímetros cuadrados. Estas dragas son accionadas mediante winches hidrográficos de presión hidráulica, colocados estratégicamente en el área de cubierta del barco. Al tener la draga con sedimento en la plataforma geológica, se procede a medir su temperatura en °C, utilizando un termómetro de cubeta, considerando que este parámetro es correlativo con el agua marina en su interfase agua-sedimento.

IV.2.- Trabajo en Laboratorio

IV.2.1.- Análisis de materia orgánica

En el Laboratorio de Sedimentología del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) el primer parámetro que se determinó fue el contenido porcentual de carbono orgánico, el cual debido a la inclusión de una constante puede llevarse al término de materia orgánica como tal. Para su determinación ó evaluación existen algunos métodos que proporcionan resultados con diferente grado de exactitud. El método usado fué el de Walkley y Black (1934), el cual involucra el cálculo del carbón orgánico utilizando modificaciones de la técnica de Schollenberger (1927), que consiste en la oxidación con ácido crómico-ácido sulfúrico y el exceso de ácido crómico que no es reducido por la materia orgánica, es titulada con una sal ferrosa standar.

IV.2.2.- Análisis textural

Desde hace algún tiempo los análisis del tamaño de grano de los sedimentos clásticos, han sido utilizados para caracterizar los ambientes de depósito. La tendencia de las investigaciones

actuales es hacia la definición de las muestras individuales de un depósito como un todo por las variaciones de estos parámetros.

Desafortunadamente, ésta definición generalmente no es suficientemente adecuada para la caracterización de depósitos sedimentarios. Más aún, una notable diferencia entre sedimentos recientes y antiguos (Passega, 1964), complica la identificación de paleoambientes sedimentarios.

Los parámetros texturales, sin embargo, proporcionan una información muy útil acerca del medio ambiente de depósito. Friedman (1961) demostró que los parámetros tales como la media, desviación estandar y la asimetría (Ski), le permitió diferenciar entre arenas de playa y arenas de río ó de duna. El mismo Friedman, proporcionó una correlación válida entre el sorteamiento medido por la desviación estandar y el ambiente de depósito de los sedimentos.

Para realizar el análisis granulométrico de las muestras colectadas, se llevó a cabo de acuerdo con la siguiente secuela: Primeramente la materia orgánica contenida en los sedimentos se procede a eliminarla por medio del método de oxidación, mencionado por Folk (1965), usando para ello peróxido de Hidrógeno ($H_2 O_2$) al 30%, enseguida se procede a pasar la muestra por un tamiz con abertura de malla de 0.0625 mm (4 Phi, 230 U.S. Standar Sieve), lavándose con agua destilada a fin de eliminar el exceso de peróxido de hidrógeno y al mismo tiempo separar la fracción gruesa (gravas, arenas) y la fracción fina (limos y arcillas).

Es menester que la materia orgánica contenida en los sedimentos se elimine porque causa que se formen agregados que no se dispersan fácilmente. La fracción de lodos, puede presentar el fenómeno conocido como floculación, el cual consiste en que algunas partículas sedimentarias debido a sus cargas iónicas, tienden a agruparse y formar grumos o pequeños conglomerados, que interfieren notablemente en la medición correcta del tamaño de las partículas. A la fracción fina se le denomina lodo y ésta es una mezcla proporcional de limos y arcillas; esto es que son formadas por granos con diámetro menor de 4 Phi (lo que pasó por el tamiz No. 230) los cuales fueron analizados por el método de la pipeta descrito por Krumbein (1932), siguiendo la técnica propuesta por Folk (1965) y Royse (1970). Folk (op. cit.) también recomienda que el

lodo debe quedar muy limpio, sin objetos extraños tales como sales para evitar que se formen agregados, ya que como se ha mencionado, esa situación es lo que tiende a que se produzca la floculación en los materiales arcillosos, ya que estos actúan como electrolitos, provocando que las laminillas de arcilla tengan atracción entre sí, lo que impediría realizar correctamente el análisis granulométrico. La fracción gruesa está caracterizada por grava y arena, las cuales son partículas con diámetro promedio mayor de 4 Phi, (material que queda retenido en el tamiz No. 230), a la cual después de su limpieza por medio de lavado con agua, su secado y pesado respectivo se procedió a analizarla por el método de tamices a intervalos de malla de medio Phi. Los resultados de estos análisis se muestran en la Tabla 2. La determinación de los carbonatos totales en los sedimentos se realizó en el Laboratorio de Sedimentología del Instituto de Geología de la UNAM para lo cual, se utilizó el calcímetro Bernard, el cual es un método rápido y con buen grado de eficiencia. Los resultados obtenidos con estos análisis se muestran en la Tabla 3.

IV.3.- Trabajo de Gabinete

En conjunto con las autoridades del ICMYL de la UNAM se llevó a cabo la programación de las campañas de Investigación oceanográfica con el B /O El Puma, para la ejecución del proyecto, "Evaluación de los Recursos Biológico-Pesqueros de la costa Occidental de la Península de Baja California" ; subproyecto de sedimentos y morfología de la plataforma continental, de donde se derivó la presente información. Posteriormente se realizó una revisión bibliográfica relacionada con la plataforma continental. Todos los mapas batimétricos y tridimensionales fueron elaborados con los datos de profundidad (tabla 1) obtenidos mediante la ecosonda del B/O "El Puma" y las cartas topohidrográfica de la U.S Army (1978) y la batimétrica S.M. 010, escala 1: 1'601 538 en latitud 27° 22.5`N y la S.M. 604, escala 1: 667, 680 en latitud 24° (1983), publicados por la Secretaria de Marina a través de la Dirección General de Oceanografía, (DGO).

Se elaboraron los mapas georreferenciados, batimétricos y de distribución de litofacies para cada una de las Subregiones del estudio, empleando software de dominio público, se usó el paquete computacional Surfer 32, versión 6.04, los modelos tridimensionales fueron

terminados con Auto Cad 14. Se integraron las tres zonas de estudio tridimensionalmente con el objetivo de visualizar los cambios morfobatimétricos generales y fisiográficos de las subregiones estudiadas.

V. RESULTADOS

La plataforma continental suroccidental de la Península de Baja California se clasificó en tres subregiones: la Norte (A), la Central (B) y la Sur (C). La subregión Norte comprende a la Bahía Sebastián Vizcaíno, de aproximadamente 2,734 kilómetros cuadrados; La Central, abarca desde el sur de Punta Abrejos hasta Cabo San Lázaro, con 11,324 kilómetros cuadrados y la Sur que comprende de Cabo San Lázaro a Cabo Falso en el extremo más austral de la Península, con 650 kilómetros cuadrados aproximadamente, éstas subregiones se ubican en una porción del margen continental del oeste de Baja California, presentando características geomorfológicas muy distintas, mientras que sus patrones texturales muestran algunas similitudes en cuanto a su distribución a partir de la zona litoral.

V.1. Subregión de Bahía Sebastián Vizcaíno

a. Morfología

En la subregión Norte, que comprende la plataforma continental de la Bahía Sebastián Vizcaíno, se trazaron las isóbatas con intervalos de 25 metros, se delimitó el talud continental (Figura 3); éstos contornos muestran que la parte central de la bahía es una superficie casi plana ligeramente cóncava, de regular anchura, con una pendiente promedio $<$ de 1° . Esta plataforma se considera que es una extensión del desierto de Vizcaíno, el cual fue alguna vez cubierto por el mar, tal como es documentado por la presencia de terrazas marinas y playas elevadas, las cuales son evidencias que favorecen la distinción entre la provincia morfológica de la plataforma continental y la provincia fisiográfica del desierto de Vizcaíno localizado en la margen continental de la Península (Ortlieb, 1987).

La presencia de las lagunas costeras someras, tales como, Laguna Ojo de Liebre, Laguna

Guerrero Negro y Laguna Manuela, ubicadas en la porción suroeste de la actual línea de costa, sugieren que la zona de planicie ha sido formada principalmente por efectos de la transgresión marina holocénica por transporte lateral con acumulación y formación de barras arenosas que rellenaron esas pequeñas depresiones topográficas costeras dando origen a esas lagunas que se localizan entre playas de baja altitud y de composición arenosa (Phleger, 1969). Las playas arenosas también se extienden a lo largo de la línea de costa septentrional en la Bahía de Santa Rosalía y hasta punta Maria (ver Figura 3). La excepción son las costas acantiladas más al norte de Playa Malarrimo hacia el sur del área de estudio, como en Punta Eugenia y en los márgenes de Isla de Cedros, que poseen abundante material de grava.

El límite del noroeste de la bahía de Sebastián Vizcaíno es Isla de Cedros, con una elevación de 1,250 (m.s.n.m.), y al sureste de Isla de Cedros está Isla Natividad, de tan sólo 5 km de longitud aproximadamente. Estas islas se encuentran separadas una de otra y de Punta Eugenia en la Península, por dos estrechos, que Emery et al. (1957), denominaron estrecho Kellet y estrecho Dewey, respectivamente. El estrecho Kellet presenta una anchura de 15 km de longitud y una profundidad de 45 metros máxima; Emery et al (op cit.), reportan una terraza submarina de aproximadamente 20 m, de la cual concluyó que se extiende desde el sur de isla de Cedros. Hacia el noroeste de Cedros, cerca del quiebre de plataforma están ubicadas las islas San Benito (Figura3), mientras que al norte de ellas se ubica el Banco Ranger constituido como una extensión de la plataforma al norte de Isla de Cedros y el cual contiene depósitos de fosfatos (Emery, 1948, citado en Emery et al., 1957). Al norte y este del Banco Ranger, en las cercanías del quiebre de la plataforma ($28^{\circ} 30'$), termina el área central más amplia y casi plana de la bahía de Sebastián Vizcaíno, a profundidades que varían entre los 175 y 200 m (véase, Figura 3). Hacia las profundidades marinas del rompimiento ó quiebre de la plataforma, esto es, en las cercanías de la Fosa de Cedros (Figura 5), la pendiente del talud continental desciende a profundidades que rebasan los 3,000 metros (Shepard, 1950).

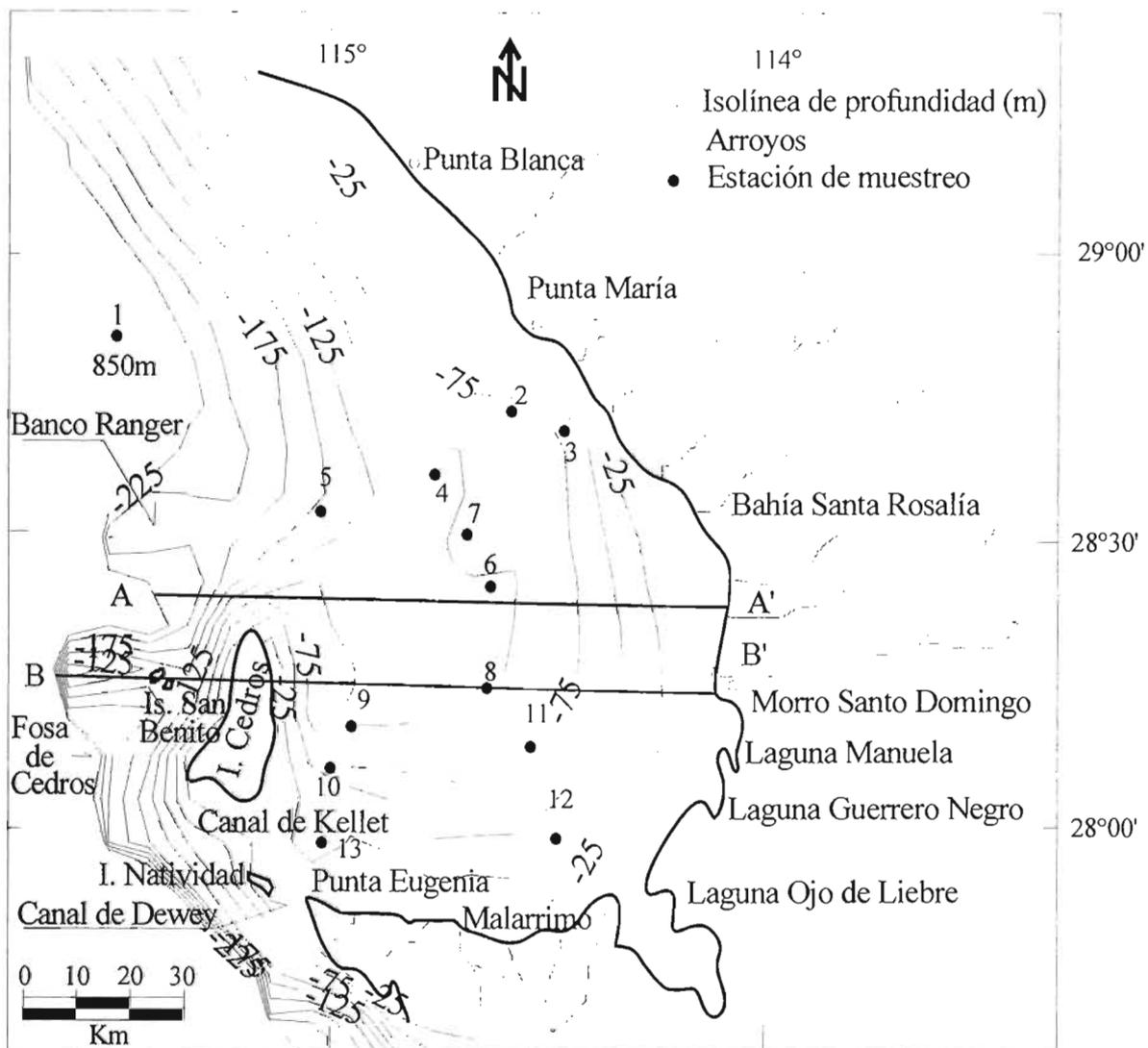


Figura 3. Contornos batimétricos de Bahía Sebastián Vizcaíno, perteneciente a la subregión Norte. Los datos de batimetría se indican en la estación de muestreo y se tomaron por medio de la ecosonda B/O El Puma y 15 valores de profundidad tomados de la carta topohidrográfica de U.S. Army (1978). Los datos se indican en la tabla 1.

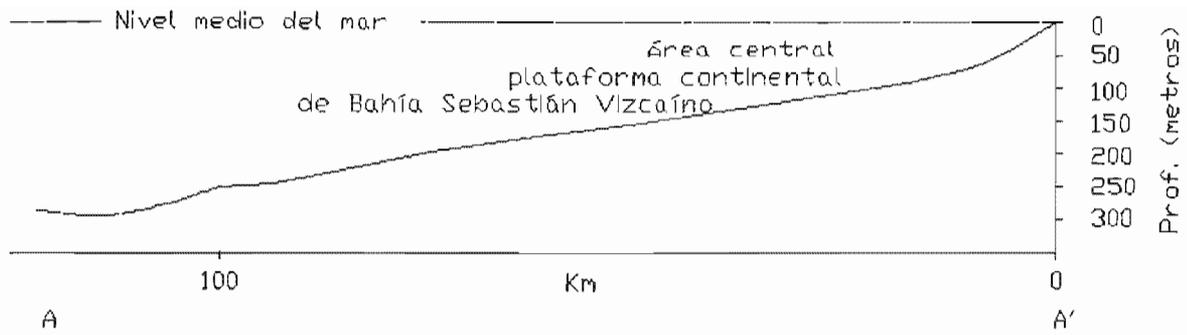


Figura 4. Perfil batimétrico A-A' de la Bahía Sebastián Vizcaíno.

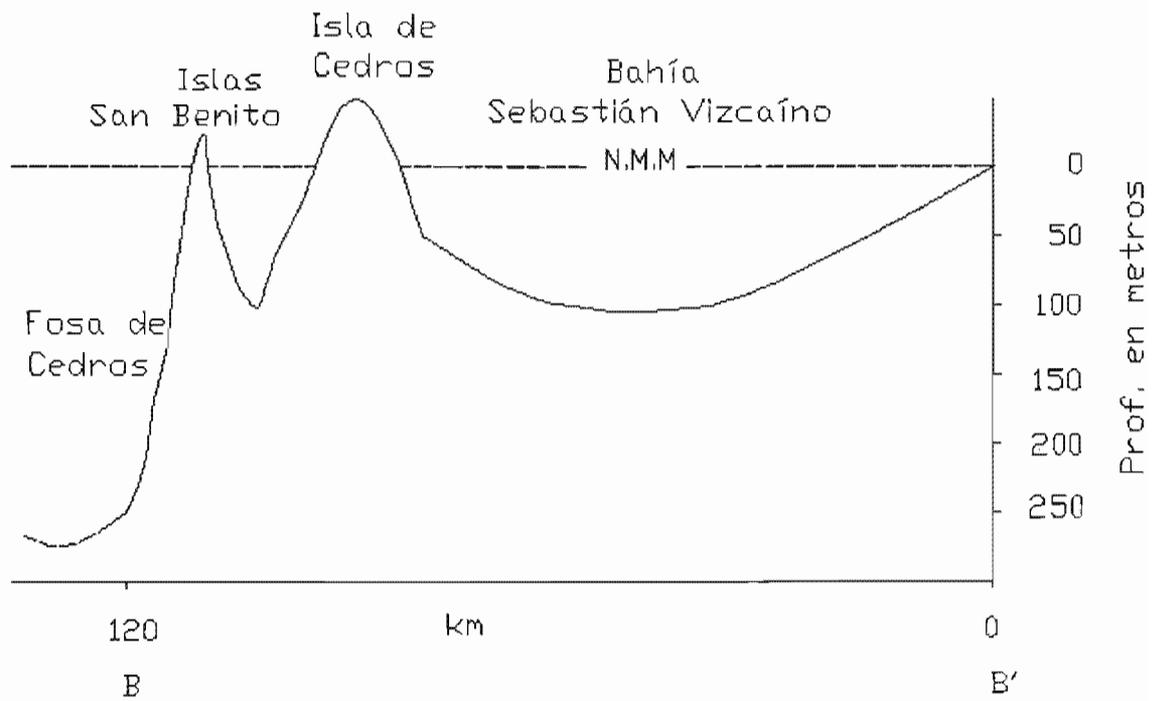


Figura 5. Perfil batimétrico B-B' de la Bahía Sebastián Vizcaíno.

La topografía submarina de la plataforma continental y del talud se puede apreciar en el modelo tridimensional obtenido a partir de los datos mostrados en la tabla 1 para esta subregión (Figura 6), que muestra principalmente morfología llana de la plataforma, con una extensión máxima de 75 km que varía notoriamente con el pie de talud, cerca de la fosa de Cedros e islas San Benito. La profundidad máxima registrada en este cruce de investigación oceanográfica ocurre en la región del talud continental en la estación # 1, con 850 m. de profundidad en las coordenadas de 28° 50'06" latitud norte y 115° 24'07" longitud oeste.

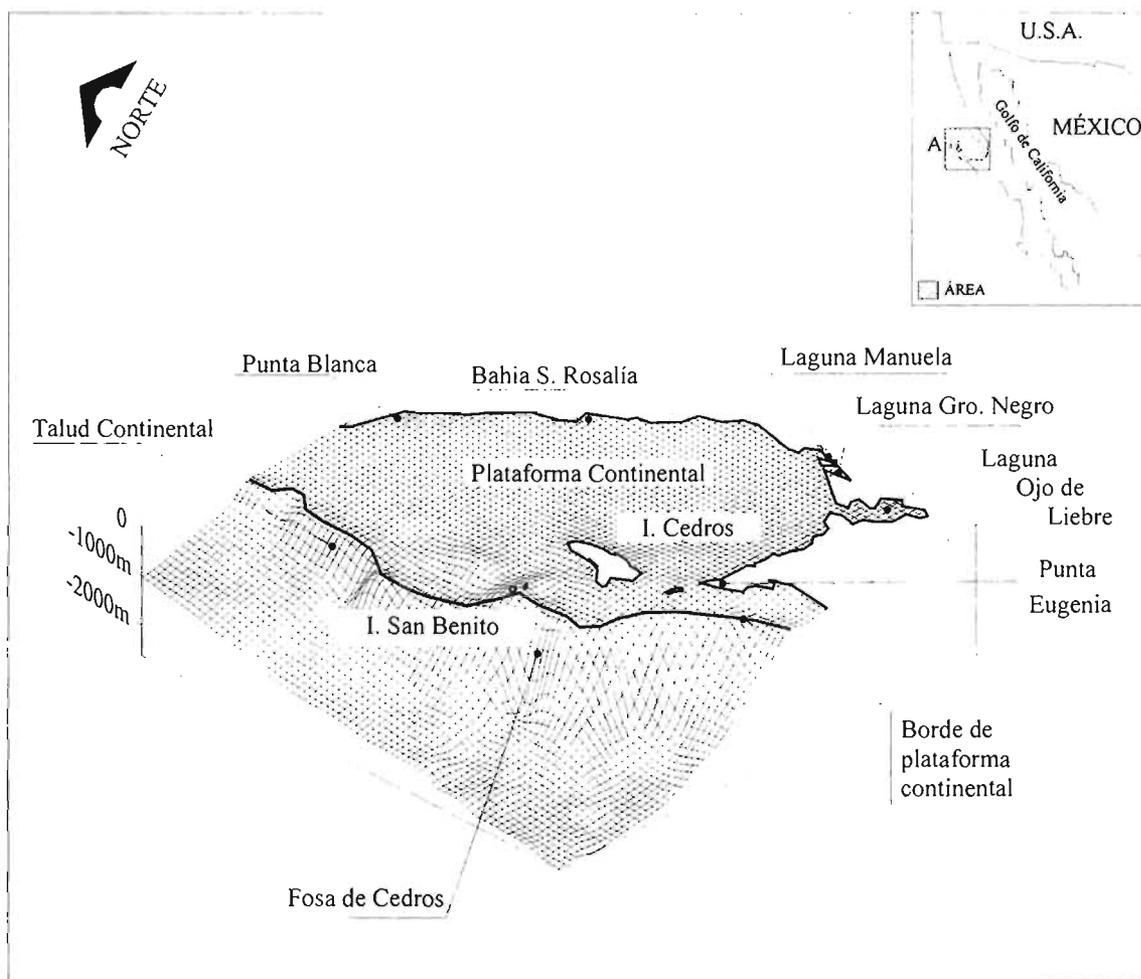


Figura 6. Vista hacia el Este del modelo tridimensional de Bahía Sebastián Vizcaíno (Subregion Norte). La Plataforma continental destaca en su porción central extensa y llana.

b. Granulometría

En la bahía de Sebastián Vizcaíno, correspondiente a la subregión Norte, la distribución de las facies de sedimento superficial, se manifiesta en sedimentos gruesos en la cercanía de la costa (arenas) a un sedimento limo arenoso en mayores profundidades (Figura 7). La disminución gradual de la textura hacia mayor profundidad es notorio en las estaciones 4, 5, 9 y 10. (véase Figura 7 y Figura 8).

Las dunas están presentes en el macizo penínsular de Vizcaíno y consisten de arena de grano fino y de arena bien clasificada (Emery, 1957), tanto ó igual que el material de playa de las cuales se derivan. Las arenas de playa a lo largo del macizo penínsular son de grano fino y bien clasificadas (Emery, op cit.) no como las que se encuentran en las laderas de sotavento de isla de Cedros (Este), debido a su bajo contenido de fragmentos de conchas y su gran exposición a la acción de las olas. Los sedimentos cercanos a la costa constituyen un cinturón arenoso de alrededor de 5 km de amplitud, marcando una zona de transición entre los sedimentos arenosos de la playa y los limos y arcillas del centro de la bahía casi plana. Hacia el interior de la bahía central los sedimentos disminuyen granulométricamente y de forma gradual hacia el borde de la plataforma. En los estrechos del sur de isla de Cedros las fuertes corrientes de marea tienen una ingerencia directa, que impiden prácticamente el depósito de sedimento de grano fino, y a la vez permiten la exposición de lechos rocosos que en ocasiones están cubiertos localmente por parches de bioclásticos y mantos de algas.

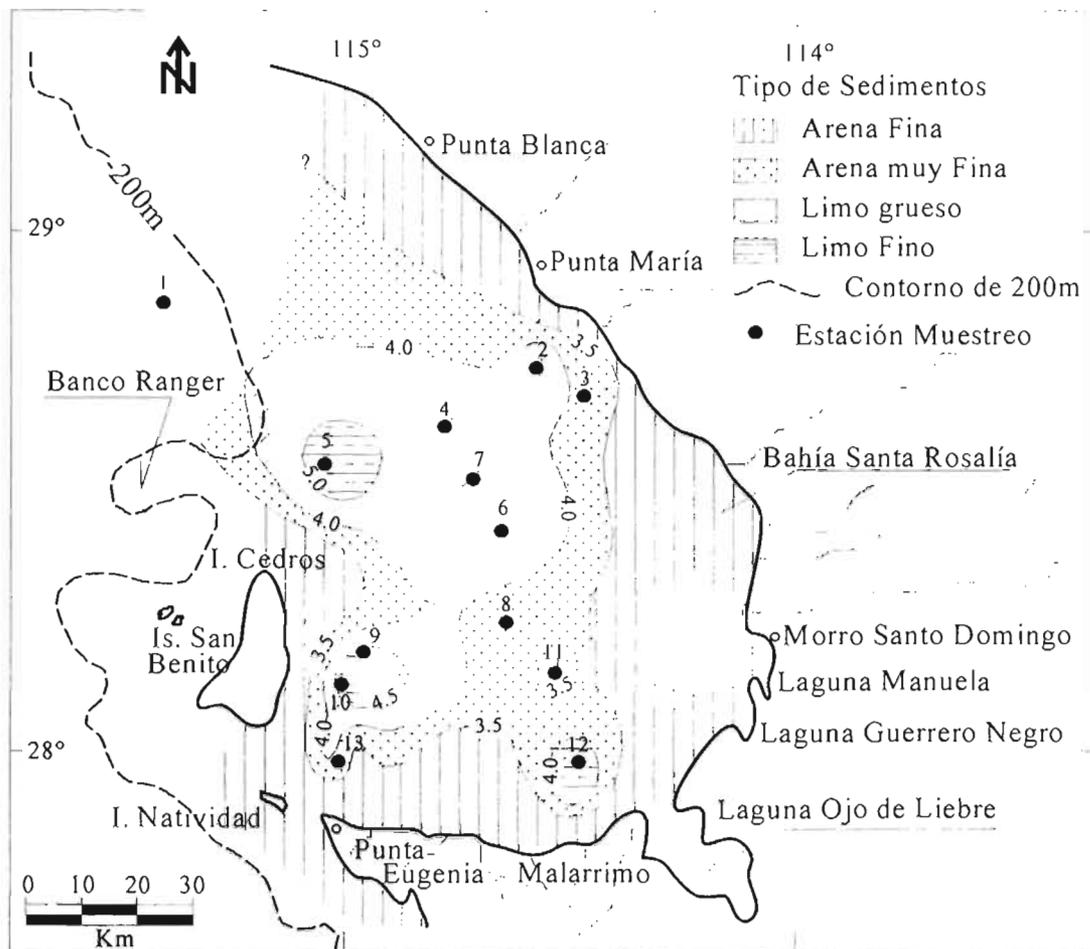


Figura 7. Distribución del tamaño gráfico promedio (Mz), de los sedimentos superficiales en la Bahía Sebastián Vizcaíno. El Mz (unidades phi,) delimita los contornos del tipo de sedimento.

la tendencia que tiende a aumentar la concentración de materia orgánica, para posteriormente disminuir paulatinamente en las cercanías de la costa de Isla de Cedros y Punta Eugenia (Figura 9).

En la zona litoral, la cantidad porcentual de materia orgánica alcance sus valores más elevados, hasta 3 % en las planicies de marea y en las partes relativamente profundas de las lagunas costeras de Guerrero Negro y Ojo de Liebre o Scammon (Phleger, F. B., 1965).

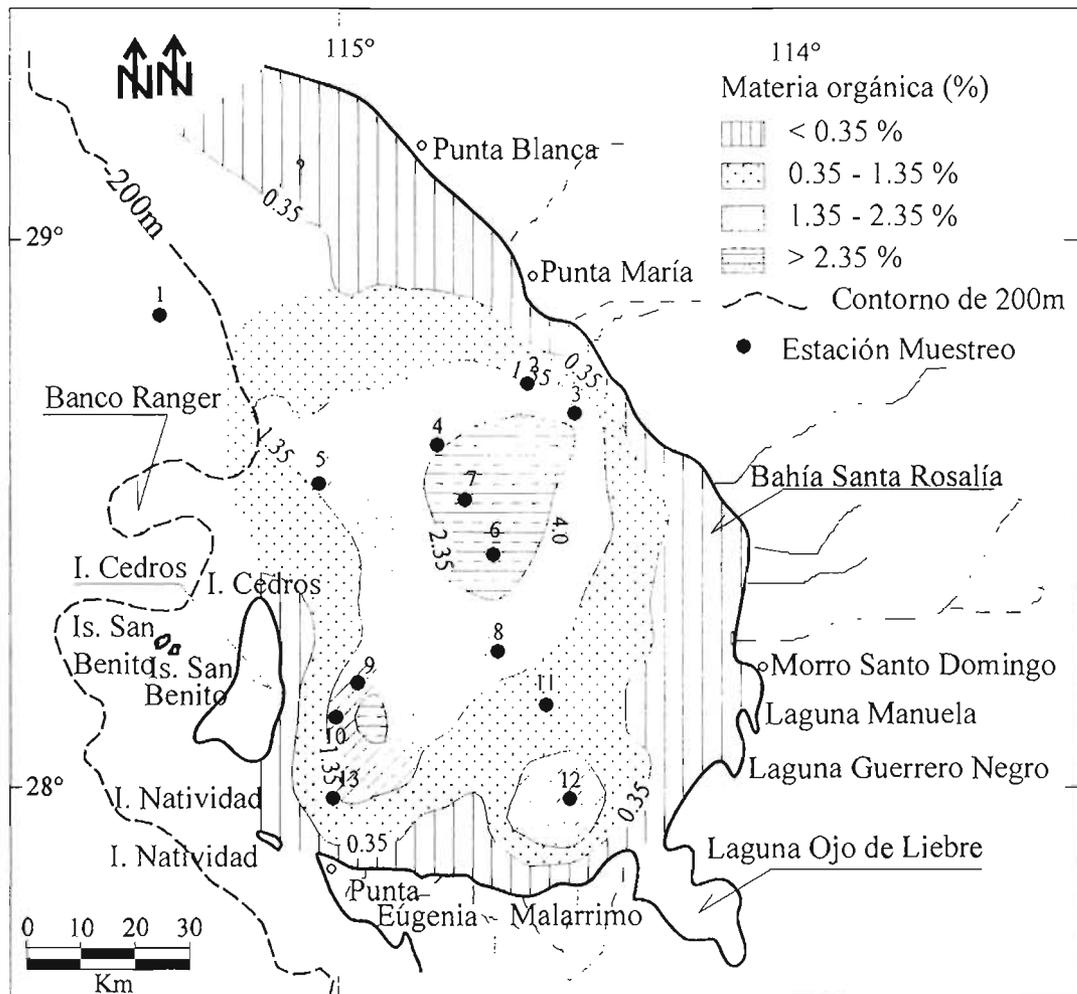


Figura 9. Distribución de la materia orgánica (%) en los sedimentos superficiales de Bahía Sebastián Vizcaíno.

V.2.- Subregión de Punta Abreojos-Cabo San Lázaro.

a. Morfología

El área costera de la Subregión Central se caracteriza por sus puntas o salientes rocosas, tales como: Punta San Juanico, Punta Santo Domingo hasta el promontorio montañoso de Cabo San Lázaro en Isla Magdalena. Estas puntas se proyectan del continente hacia el mar en forma de ganchos ó salientes rocosas. En medio de estas puntas o salientes rocosas se han formado lagunas costeras, esteros y canales. Hacia el sur de ésta punta rocosa se formó el complejo lagunar de Magdalena-Almejas (ver figura 1), con depósitos de playa de barrera, y donde son comunes los depósitos de cordones litorales y de extensas barreras arenosas, orientadas de norte a sur debidas a la persistencia del viento que proviene del noroeste (Figura 10).

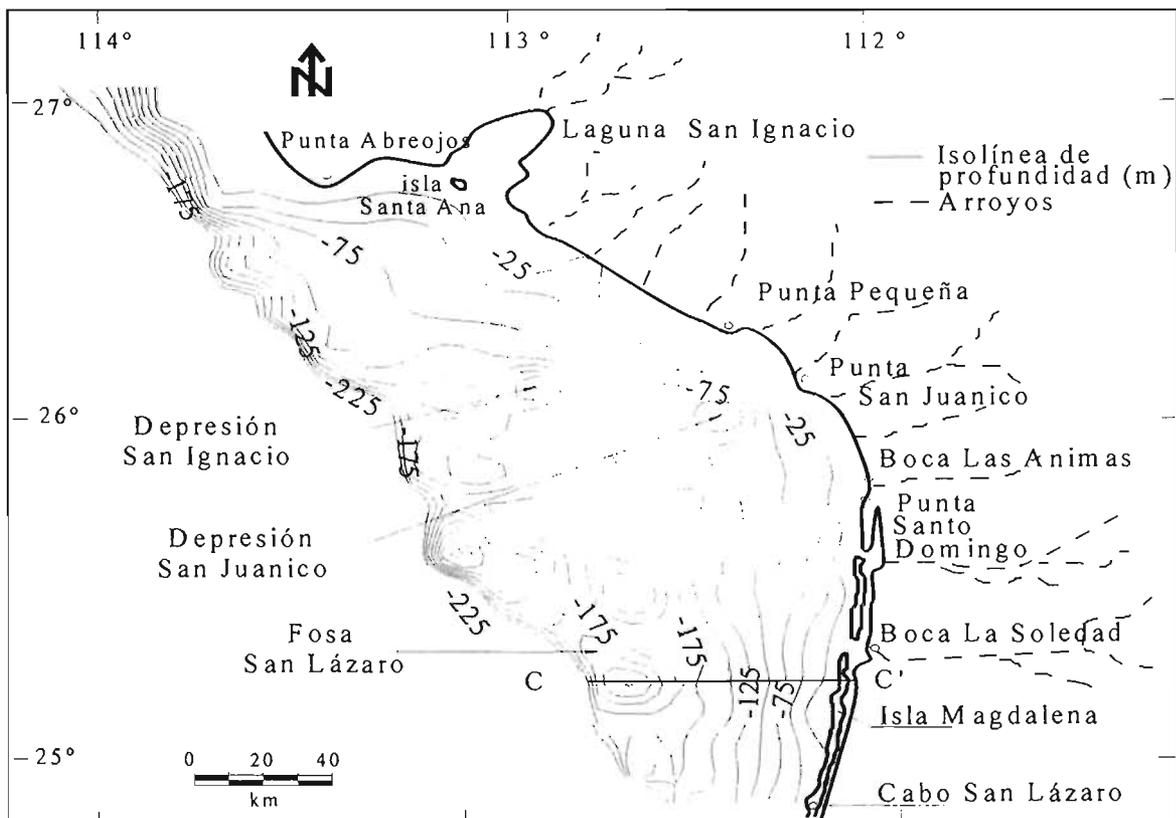


Figura 10. Contornos batimétricos de la subregión Central elaborado con los datos interpolados que se muestran en la tabla 1 para esta subregión.

Las salientes rocosas de la porción Norte en esta subregión, son de baja altitud y no rebasan a los 50 metros (por ej. San Juanico y Santo Domingo) que están constituidas por rocas volcánicas (Sawlan y Smith, 1984) alineadas NW-SE, las cuales en ocasiones y cerca de la costa tienen una cobertura sedimentaria, como es el caso en el poblado de San Juanico, que se encuentra asentado sobre una terraza marina del Pleistoceno (Orlieb, 1987), que sobreyace a los depósitos volcánicos. Hacia el continente sobresalen las rocas volcánicas (Ortega-Gutiérrez, et al. 1992).

La Subregión Central es la más amplia de las otras dos estudiadas y su plataforma continental tiene una anchura de 70-80 km en su parte central, reduciéndose en sus porciones norte y sur. Su pendiente es suave y varía entre $0.2 - 0.4^\circ$. La zona de pendiente más suave se localiza al SW del poblado de San Juanico y al Oeste de Santo Domingo, en donde se tiene una pendiente de 0.2° , en esta zona descargan los arroyos estacionales San Raymundo y Santo Domingo. Probablemente, la amplitud de la plataforma, se encuentra asociada con la acreción de los terrenos tectoestratigráficos y grandes depósitos de sedimentación tipo flysh que ampliaron la extensión de área continental en esta subprovincia (Beck, 1986).

La isobata de los 200 metros delimita a la Fosa de San Lázaro (Figura 10), ubicada a unos 40 km al noroeste de Cabo San Lázaro en Isla Magdalena, en su interior ésta fosa alcanza la máxima profundidad en ésta subregión que es de 284 m (Figura 11). Con base en los datos de profundidad (tabla 1) se obtuvo el modelo tridimensional para ésta subregión (Figura 12), se observa que ésta subregión presenta algunos accidentes topográficos, y se encuentra formada principalmente por promontorios y pequeñas hondonadas, que producen cambios en la topografía superficial.

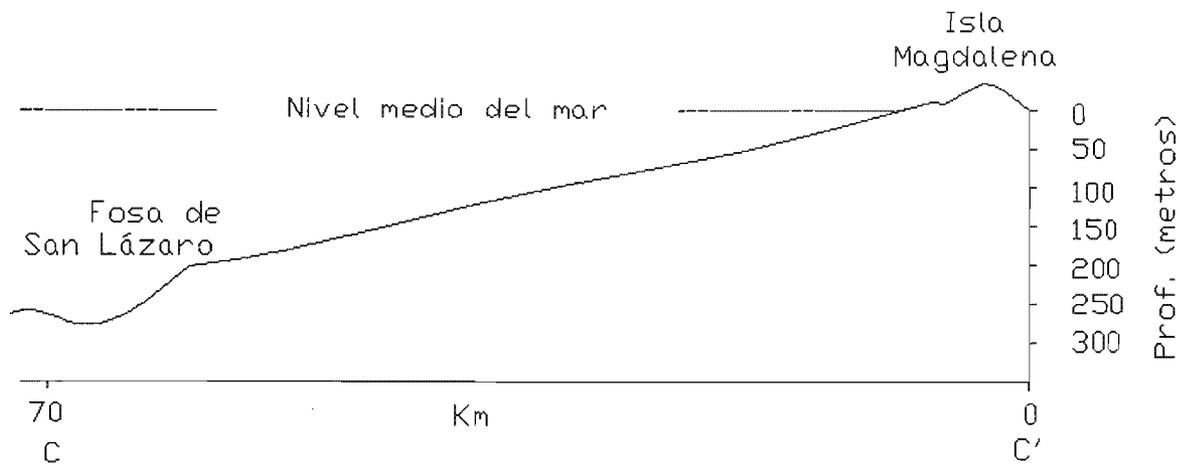


Figura 11. Perfil batimétrico C-C' de la subregión San Juanico- Cabo San Lázaro.

Frente a la laguna costera de San Ignacio las isolíneas presentan la mayor separación, esto es áreas más planas que son influenciadas por las mareas en la Boca de la Laguna. Esta tiene unos 20 kilómetros de anchura, aproximadamente, en la entrada de la laguna se ubica la isla Santa Ana (ver Figura 10), que la resguarda del oleaje parcialmente. Casi frente a esta laguna es notoria la depresión San Ignacio de 225 metros de profundidad en el límite más norteño de la zona y en las cercanías del contacto con el límite externo de la plataforma.

En la porción litoral del sureste se desarrollan más de 100 km de barreras arenosas, que de norte a sur se encuentran en contacto con la Boca las Animas, Boca de Santo Domingo y la más sureña de todas, Boca La Soledad (ver Figura 10). Las barreras arenosas tienen las siguientes longitudes aproximadas: La primera al norte, que inicia de Boca Las Animas a Boca de Santo Domingo (25 km), la segunda al centro, de Boca Santo Domingo a Boca La Soledad (20 km) y la tercera al sur, de Boca La Soledad a Cabo San Lázaro (55 km).

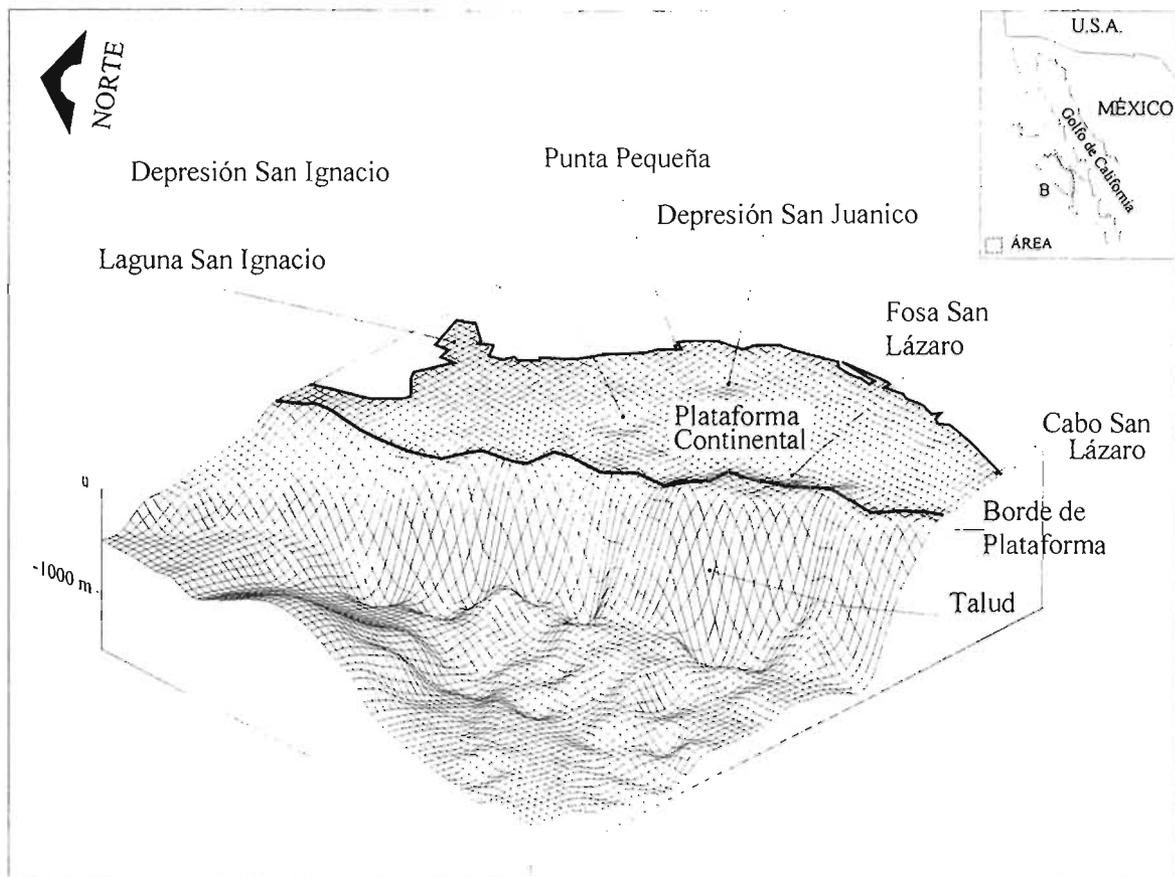


Figura 12. Modelo tridimensional de la subregión Central. La plataforma continental muestra sus características morfológicas.

b. Granulometría

Al sur de Punta Abrejos y Bahía San Juanico hasta Cabo San Lázaro, en isla Santa María Magdalena, de la subregión central, el tamaño del sedimento (Figura 13), presenta un patrón de distribución semejante a la subregión de Vizcaíno, aunque con mayor cantidad de promontorios o lentes arenosos con cantidades variables de conchas fragmentadas, probablemente constituyen antiguas líneas de costa debido a los cambios del nivel marino.

En el área de la plataforma infralitoral predomina notablemente la arena limosa, cubriendo una gran extensión de la franja costera, con tamaños en los intervalos de 3 a 4.5 phi, con zonas aisladas de limo grueso (estación 15) y de limo fino hacia mayores profundidades y alejadas de

la costa en la estación 20 y 21 (Figura 13).

Para la clasificación de las muestras texturales los porcentajes de arena, limo y arcilla se graficaron en el diagrama ternario de Folk (1954) (Figura 14).

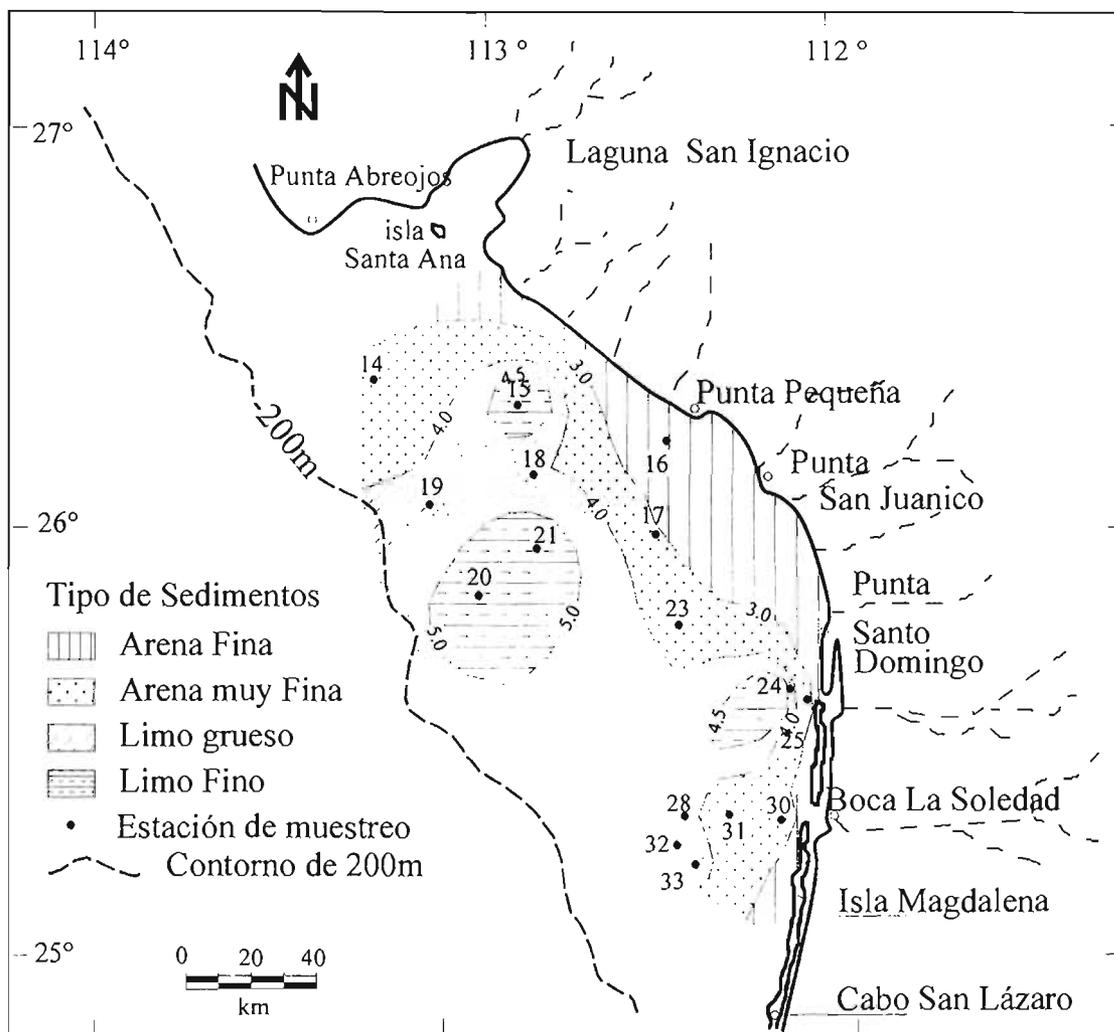


Figura 13. Distribución del tamaño gráfico promedio (M_z) de los sedimentos superficiales para la subregión Central, el M_z se expresa en unidades phi.

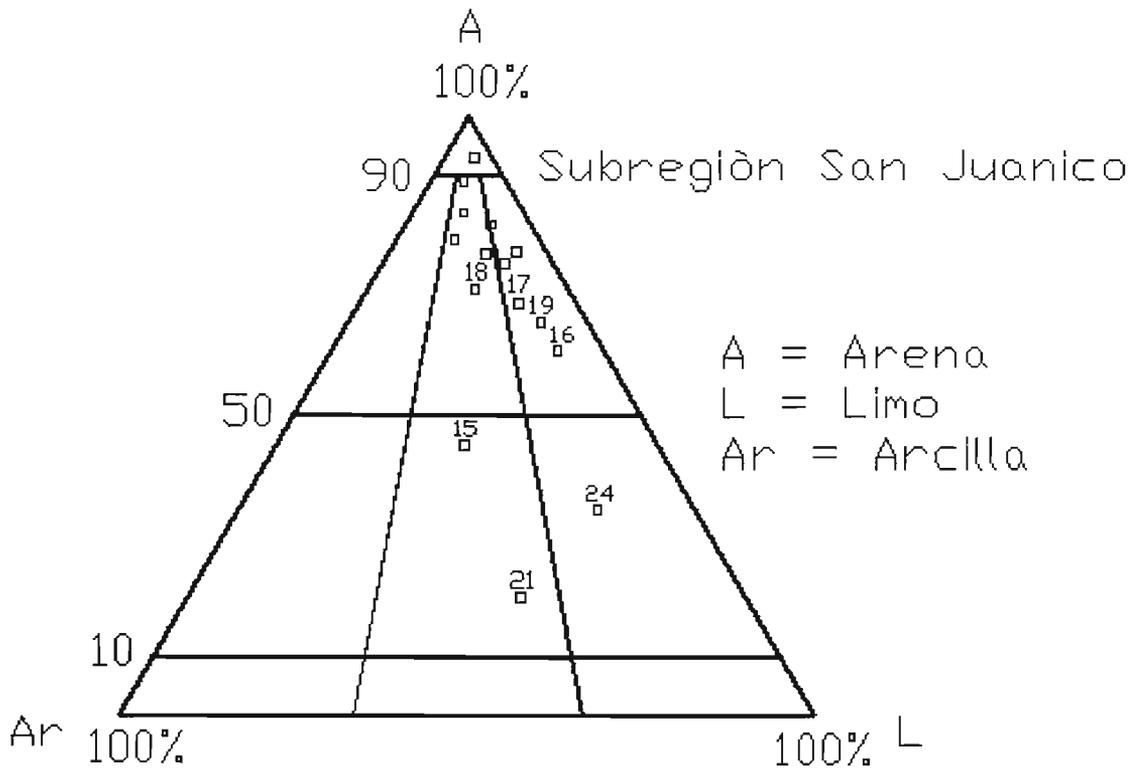


Figura 14. Clasificación textural de los sedimentos superficiales para la subregión Central (San Juanico). De acuerdo al criterio de Folk (1954) en Royse (1970).

c. Materia orgánica

En la subregión Central de Punta Abreojos a Cabo San Lázaro, las concentraciones de materia orgánica fluctuaron entre 0.496 % como mínimo y 3.98 % como máximo, en esta zona también existe la relación directa entre sedimentos finos y mayor concentración de materia orgánica.

Los valores más altos se concentran en una hondonada frente a la Bahía de San Juanico, en las estaciones 18 (limo grueso), 20 y 21 (limo fino) en las profundidades de la isobata de 100 metros (Figura 15).

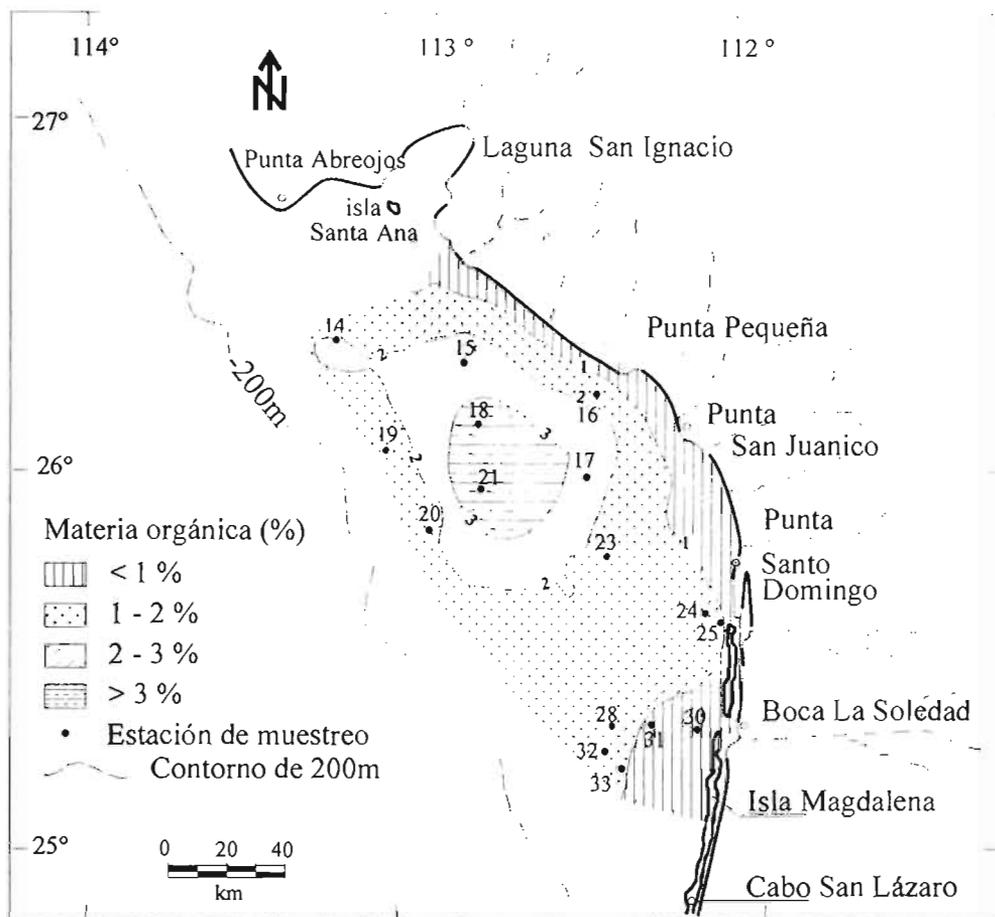


Figura 15. Distribución de materia orgánica (%), en los sedimentos superficiales de la subregión Central.

V.3. Subregión Sur, de Cabo San Lázaro-Cabo Falso.

a. Morfología

La subregión Sur comprende de Cabo San Lázaro a Cabo Falso en la porción más meridional de la Península. Presenta la plataforma continental más angosta de las tres subregiones analizadas, su mayor amplitud es de 32 km en su porción Norte, al sur de isla Santa Margarita, en Boca del Carrizal tiene un ancho de 20 km, mientras que en Todos Santos es inferior a los 4 kilómetros y prácticamente desaparece en la región de Cabo Falso (Figura 16). Hacia esa zona

Sur, la plataforma contiene a los cañones submarinos estudiados por (Shepard 1932) situación que hace muy difícil la toma de muestra de sedimentos (estación 35) (figura 16).

En el modelo tridimensional perteneciente a ésta subregión (Figura 17), se observan varias características morfológicas del margen continental, destacándose cañones submarinos, fosas, planicie abisal y montes submarinos. También se destaca la gran estrechez de la plataforma continental en la zona de donde Todos Santos alcanza unos 3.5 km de ancho, mientras que en los Cabos prácticamente desaparece quedando muy cerca al borde del talud en donde sobresalen los profundos cañones submarinos que conducen sedimentos hacia la dorsal del Pacífico Oriental.

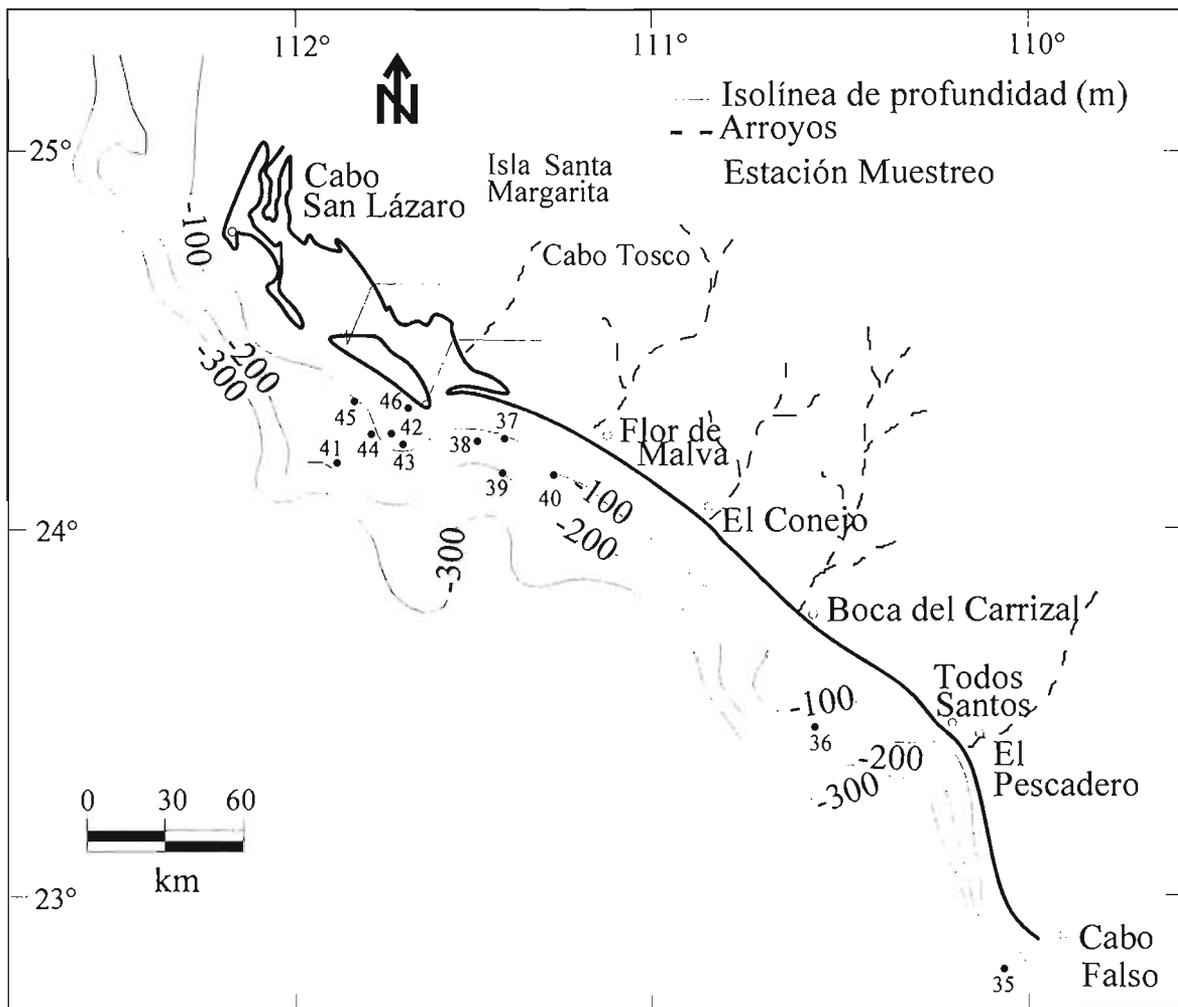


Figura 16. Contornos batimétricos de la subregión Sur configurados a partir de los datos mostrados en la tabla 1.

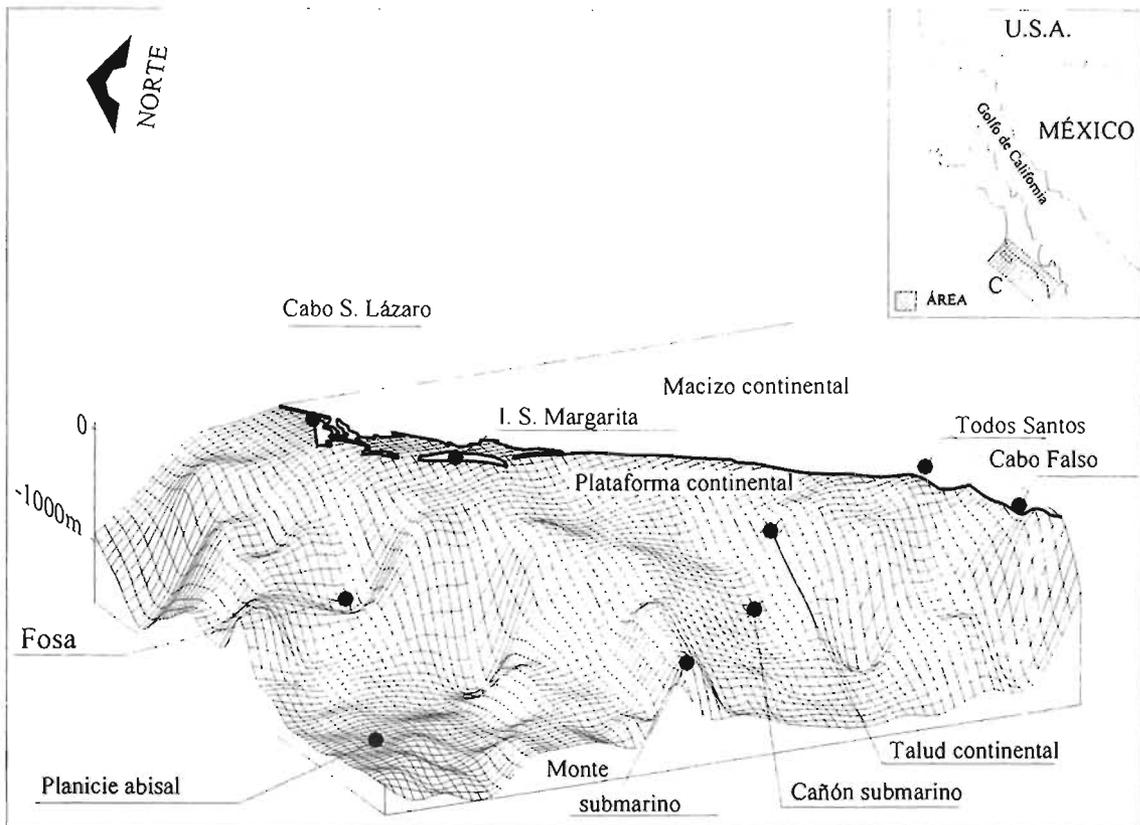


Figura 17. Modelo tridimensional de la subregión Sur, obtenido con datos batimétricos de la tabla 1. La plataforma continental en la zona Sur es la más estrecha que la subregion Norte y Central.

La zona de mayor pendiente observada se encuentra al oeste de la población de Todos Santos donde la plataforma posee una inclinación ligeramente mayor a un grado. Esta parte coincide con una costa formada por paredes acantiladas de basamento granítico como son las estribaciones de la Sierra de la Victoria. En general, esta región forma parte de un rasgo tectónico distensivo asociado con la separación de la Península del macizo continental conformado con fallamiento en bloques, horst y graben (Curry et al. 1982, Fletcher y Munguía 2001).

Existe un buen corredor pesquero de Cabo Falso al Sur de Todos Santos, mientras que de Todos Santos hasta Boca del Carrizal, gravas y grandes masas rocosas dificultan la pesca y la navegación costera, sin embargo, la zona contiene especies marinas de gran valor comercial, tales como el ostión y langosta (Auriolés y Balart, 1995).

b. Granulometría

Para conocer la distribución de los sedimentos superficiales de esta subregión Sur se interpolaron los valores de su Mz obtenido. Los sedimentos son predominantemente arenosos y solamente las estaciones 41 y 45 al suroeste de isla Santa Margarita y la 37 ubicada frente a Boca de Flor de Malva (Figura 18), donde la plataforma continental es de mayor amplitud para esta zona, presentan sedimento ligeramente limoso, los demás sedimentos son predominantemente arenas de tamaño medio a grueso. Esta Subregión Sur, es la que presenta la mayor homogeneidad textural, principalmente arenas (Figura 19).

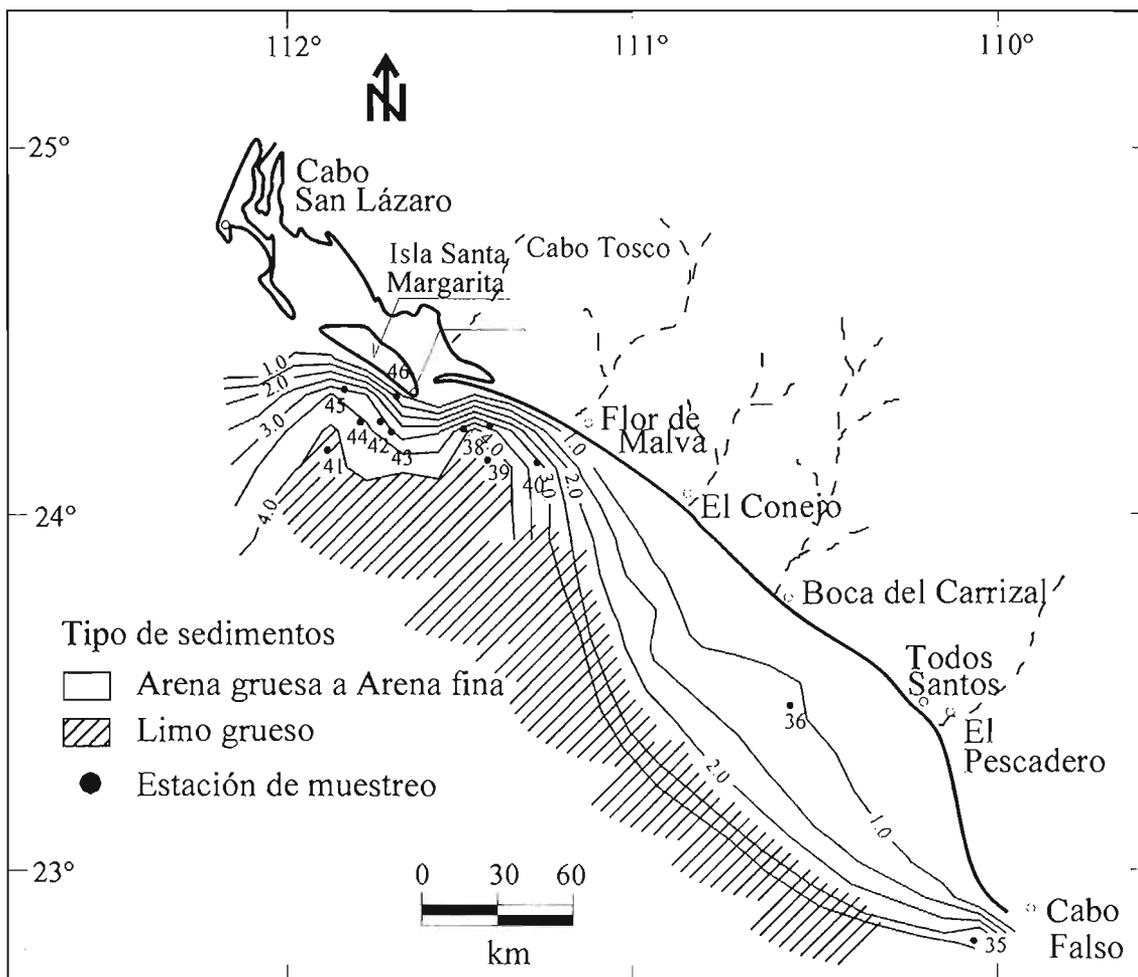


Figura 18. Distribución del tamaño gráfico promedio (Mz), de los sedimentos superficiales, por la subregión Sur. El Mz, es expresado en unidades phi.

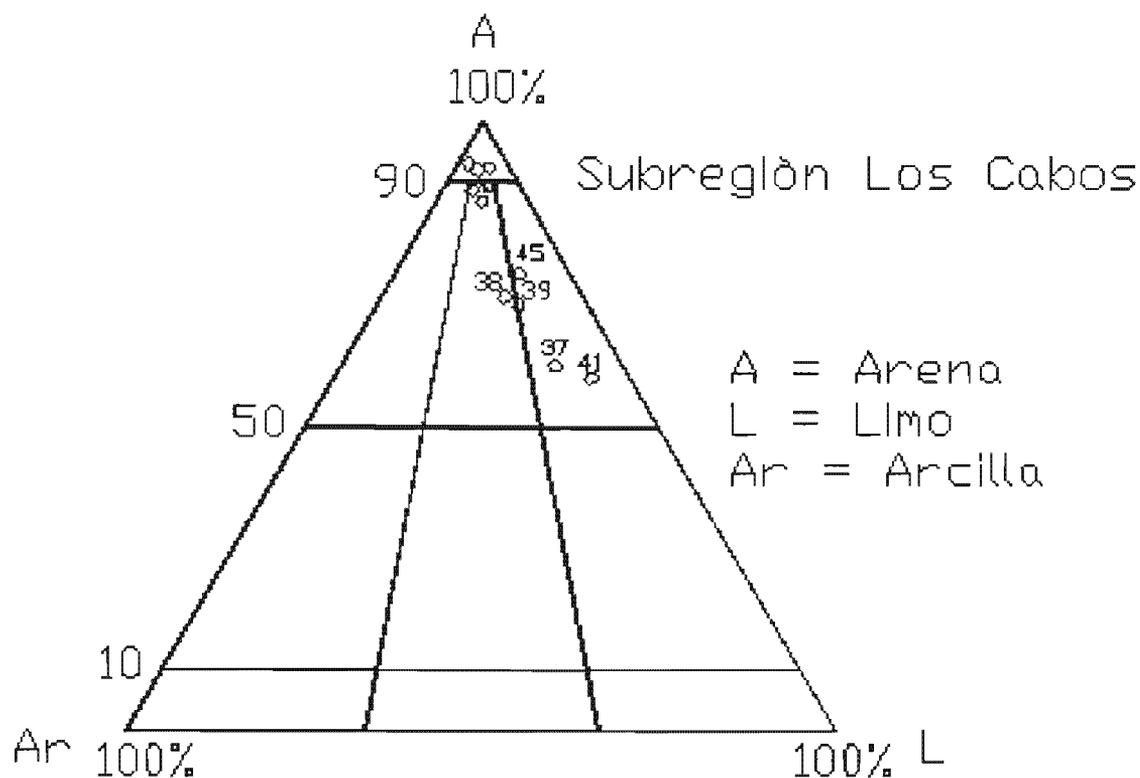


Figura 19. Clasificación textural de los sedimentos superficiales para la subregión Los Cabos. Nótese la característica arenosa de los sedimentos. Según la clasificación de Folk, (1954) en Royse (1970).

c. Materia orgánica

En la Subregión de Cabo San Lázaro a Cabo Falso, los valores de concentración de materia orgánica, fueron los más bajos comparativamente con las otras dos subregiones, fluctuando entre 0.3 % y 0.9 %; contenidos bajos que se asocian a las muestras de textura arenosa (Figura 20).

En la porción norte se ubica el complejo lagunar de Magdalena-Almejas donde se obtuvieron valores de concentración de materia orgánica en Bahía Magdalena que varían de 1.05 a 2.80 % y un promedio de 1.92 %, mientras que para Bahía Almejas varían de 1.07 a 4.78 % con un

promedio de 2.92 % (Pedrín-Avilés y Padilla-Arredondo, 1993 op cit.). El valor más alto se obtuvo en una pequeña depresión ubicada en la porción central de Bahía Almejas. Los valores de materia orgánica son similares a los obtenidos cerca de la zona costera y en la porción central de la Bahía de Sebastián Vizcaíno, aunque son menores a los contenidos en los lodos finos de la parte central de la Bahía Almejas. Se concluye que el área del complejo lagunar actúa como un concentrador y exportador de material orgánico hacia la plataforma continental.

Los sedimentos de grano más fino en la parte media y externa de la plataforma de la subregión Sur y en los lados de los cañones tienen las mayores concentraciones de materia orgánica. Shepard (1932), menciona que el piso de los cañones está cubierto con los sedimentos de grano fino teniendo probablemente valores más elevados de hasta 5.0 %.

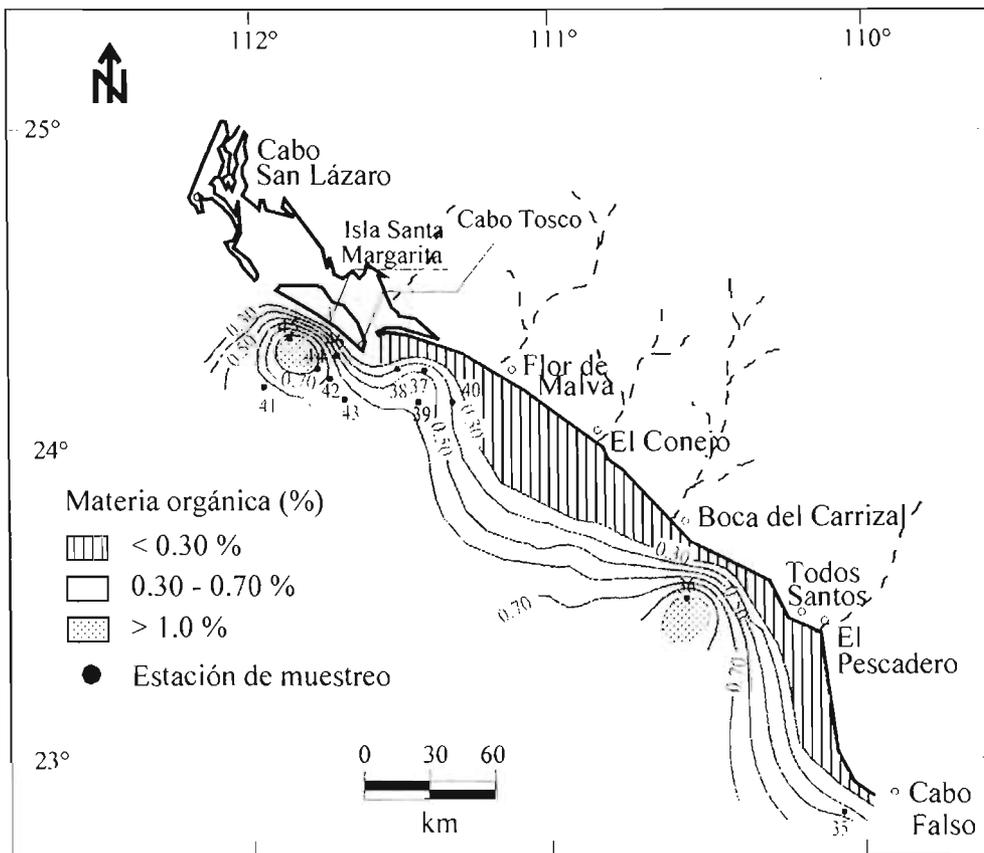


Figura 20. Distribución de materia orgánica (%) en los sedimentos superficiales de la subregión Sur.

d. Carbonatos totales

Los carbonatos totales únicamente se obtuvieron para la Subregión Sur, utilizando el método de acidificación con el calcímetro de Bernard. Los valores obtenidos (Tabla 3) tienen concentraciones que fluctuaron entre 5 y 35 % .

De acuerdo con las concentraciones porcentuales de Ca CO_3 obtenidas y su fuerte relación con los valores de textura más gruesa, además de los resultados de una examinación visual de las muestras, se dividió a la Subregión Sur en tres subzonas, por su variación porcentual diferente de carbonato de calcio: Norte, Central y Sur.

La subzona Norte, con muestras predominantemente arenosas y cercanas a la línea de costa, corresponden a las estaciones de muestreo en arenas: 42 (89.42 % de arena) y 43 (92.23 % de arena); al suroeste de Isla Santa Margarita (Figura 21), presentan los valores intermedios de 12.2 % y 13.2 % respectivamente. Esa subzona de carbonatos también corresponde con las estaciones de muestreo 44 (86.84 % de arena), 45 (75.29 % de arena) y la 46 (89.37 % de arena) con valores respectivos de: 9.0 %, 4.8 % y 10.2 %, promediando 8.0 % de carbonatos de Calcio. Todas las muestras se localizan en el suroeste de Isla Santa Margarita, en las cercanías de Cabo Tosco, las cuales se ubican en la cercanía de uno de los canales de acceso a la Bahía de Magdalena. Se colectaron conchas y fragmentos de conchas de moluscos, derivadas de las grandes poblaciones locales de almejas del pequeño pelecípodo de la especie *Argopecten circularis* y *Chione sp.*, que son abundantes en el complejo lagunar de Magdalena-Almejas. Fragmentos de conchas de otros moluscos también se presentan en las porciones marginales de la parte oeste de Isla Santa Margarita y en una área de corrientes fuertes en el norte de la isla y sur de Isla Magdalena.

En la subzona Central, dentro de un parche areno-limoso y lugar de baja energía, 4 muestras de sedimentos contienen los valores más bajos, y corresponden a las estaciones 37, 38, 39, y 40, con un promedio de 7.45 %, asociados con los sedimentos finos; las testas de foraminíferos, tanto ó igual que las conchas ó fragmentos de moluscos, son fuente principal del carbonato de calcio.

calcio.

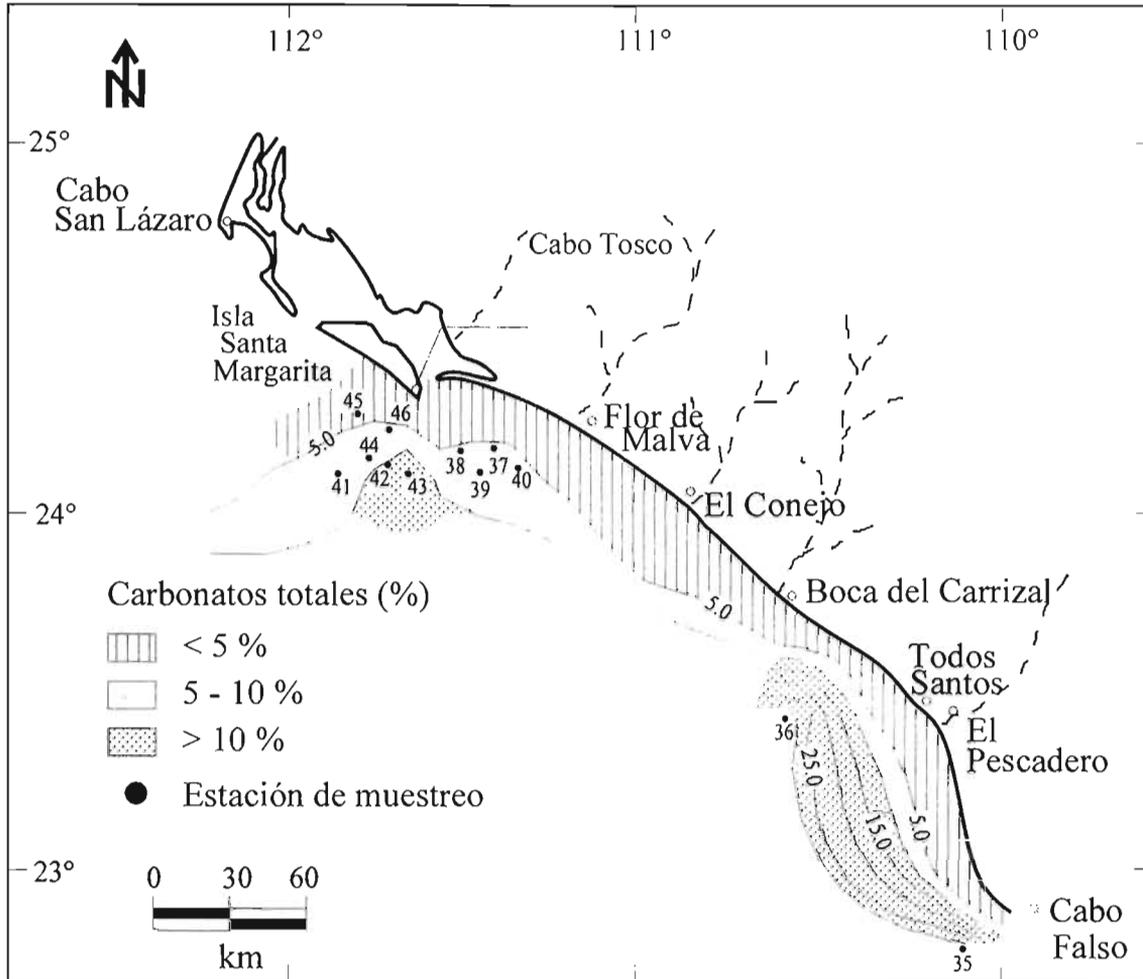


Figura 21. Distribución de Carbonatos de Calcio en los sedimentos superficiales de la subregión Sur.

Los valores más elevados de carbonato de calcio se detectaron en la subzona Sur, estos se asocian con las muestras calcáreo arenosas: la 36 (88.62 % de arena) ubicada al sur de la desembocadura de Boca del Carrizal con 33.60 %; mientras que en la 35 (92.94 % de arena) localizada frente a Cabo Falso con 33.56 % de carbonatos, asociada con las cascadas de arena de los Cabos. Esta subzona presenta una área regular extensión y es de las de mayor pendiente, por lo tanto, la concentración de carbonatos en el sedimento depende de la presencia de organismos calcáreos y de restos de ellos, tales como moluscos y foraminíferos calcáreos.

La muestra de Cabo Falso (Estación 35) es texturalmente de grano más grueso y

probablemente corresponde a las dunas ubicadas en la zona costera. En concordancia con Ottman (1967), el contenido de carbonatos, disminuye cuando se pasa de una zona sublitoral a una playa y ésta a su vez, al ambiente de dunas litorales.

VI. CONCLUSIONES

a. Sedimentos

La distribución de los sedimentos superficiales, en las tres subregiones de modo general, sugiere un patrón en forma de franja ó cinturón a lo largo de la línea de costa, observándose una notoria disminución gradual del tamaño de grano, a partir de la línea de costa hasta el borde de la plataforma. Este patrón sedimentario es afectado por irregularidades fisiográficas y por los patrones hidrodinámicos locales que concentran bioclásticos en zonas con corrientes litorales en esta zona de estudio.

Los depósitos de la plataforma continental de Vizcaíno son los que presentan mayor variación del tamaño de grano, variando de arena a limo de la costa a sus partes centrales, a arenoso en la zona del canal de Kellet y canal de Dewey (ver figura 7).

En la región Subregión Central, los depósitos de plataforma continental de San Juanico son casi en su totalidad de tipo limoso a excepción de la porción sureste, que es más arenosa.

En la estrecha plataforma de los Cabos los sedimentos varían de arenas a arenas limosas y escasos limos en su porción noroeste (al Suroeste de Isla Santa Margarita).

Es importante recalcar que el medio ambiente de la plataforma continental ha sido poco alterado y que mantiene sus características esenciales, debido a la baja actividad de la zona costera, pocos arroyos, escasez de lluvia, las condiciones hidrodinámicas no alteran en demasía los medios ambientes, y el factor marino también es de lenta actividad.

Los promedios de CaCO_3 encontrados de 8.0 % y 7.45 %, son consistentes con los obtenidos de 7 % por Carranza-Edwards et al. (1996), para su segmento 5 de la Bocana a Punta Abreojos. Frente a Boca del Carrizal y Cabo Falso se ubicaron los valores mas altos con 33.6% y 33.56%, respectivamente, correspondientes al predominio de bioclástones en la fracción arenosa (2.08 phi promedio), en áreas de poco aporte y mayor pendiente del terreno.

El alto porcentaje de carbonatos de calcio obtenidos en las muestras 35 y 36 (ver tabla 3) se debe al gran contenido de fragmentos de conchas de moluscos y microforaminíferos calcáreos en los sedimentos.

Para observar la tendencia textural, las muestras de los sedimentos colectados en las tres subregiones, se ubican en el triángulo propuesto por Folk (1954, in Royse, 1970), discriminándose las distribuciones granulométricas para las tres subregiones (Figura 22). Del total de 42 muestras de sedimento analizadas, 10 correspondieron a arena limosa, cuatro a arenas, 16 a arena lodosa, dos a arena arcillosa, tres a lodo arenoso y siete a limo arenoso.

Por medio del método de los momentos estadísticos, las 42 muestras de sedimento, denotan que su tamaño gráfico promedio (M_z), fluctuó entre 1.208 a 6.122 phi correspondiente a la fracción de arena media a limo medio. El grado de clasificación o desviación estandar (D_s) fluctuó entre los valores de 0.624 y 3.661 correspondientes a sedimentos que varían entre moderadamente bien clasificados a muy mal clasificados. El grado de asimetría o sesgo (S_{ki}), varia de + 0.603 a - 0.031 de muy asimétricos hacia los tamaños finos a asimétricos hacia los gruesos, con una predominancia de los del primer tipo. El rango de la curtosis o tipo de curva (K_{gi}), fue de 0.405 a 7.797, con una dominancia de muy leptocúrtica a extremadamente leptocúrtica (Tabla 4).

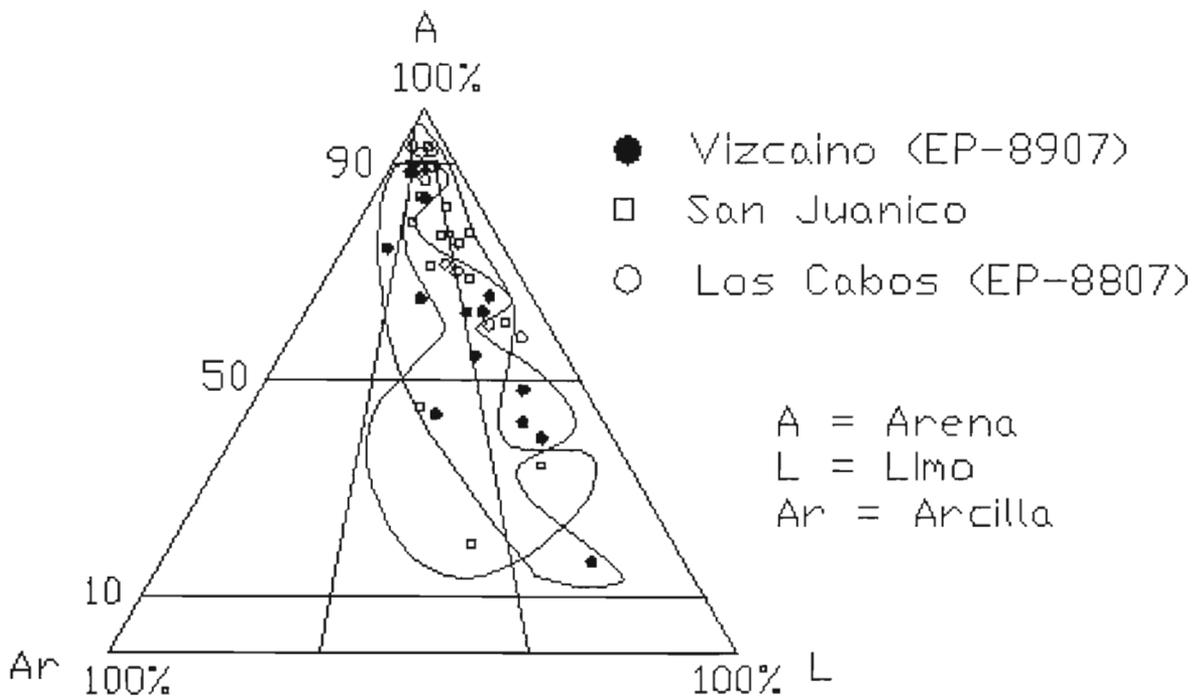


Figura 22. Clasificación textural de los sedimentos superficiales de la Plataforma Continental suroccidental de Baja California, para las tres subregiones. Nótese la característica arenosa de los sedimentos de la región Los Cabos. Según la clasificación de Folk, (1954) en Royse (1970).

b. Morfología

La morfología submarina de las subregiones estudiadas, son parte de la provincia marginal continental del occidente de la Península de Baja California Borderland.

El ancho de la plataforma continental del sur-occidente de Baja California varía notablemente de 70 km en la bahía de Sebastián Vizcaíno (subregión norte) hasta menos de 3 km en Cabo Falso en el extremo Sur. En las subregiones Norte y Central presenta una pendiente suave, con una inclinación que varía de 0.23° a 0.37°. La subregión Sur coincide con áreas de mayor erosión costera, debido al relieve cercano de más de 1,000 metros de la sierra de la Victoria o complejo cristalino del Sur, mientras que las regiones de pendiente o inclinación más suaves, se asocian a planicies aluviales que bajan con pendiente suave de la Sierra de la Giganta.

La plataforma continental con su forma amplia y convexa en la subregión Norte, en la subregión Central con una incipiente forma convexa, mientras que en la subregión Sur, debido a su estrechez tiene un gran linearidad. Sin embargo las tres subregiones presentan diferentes rasgos en los límites de sus diversos ambientes, tales como: en contacto con la línea de costa, cuerpos de lagunas costeras, abanicos aluviales, dunas, islas de barrera y la propia plataforma en sus porciones internas y externas.

Las tres subregiones analizadas pertenecen a la unidad morfoestructural denominada margen submarino Occidental de la Península de Baja California (Figura 23), con variaciones notables en cuanto a su geometría y lineamientos. El Borderland Continental aflorante en el fondo submarino y en la lejanía y hacia el oeste de Bahía Sebastián Vizcaíno y se sugiere su continuación a las otras dos subregiones como una prolongación del Borderland Continental del sur de California en los Estados Unidos de Norteamérica.

Se integraron las tres zonas de estudio tridimensionalmente con el objeto de visualizar los contrastes morfobatimétricos generales y fisiográficos de las subregiones estudiadas (ver Figura 23)

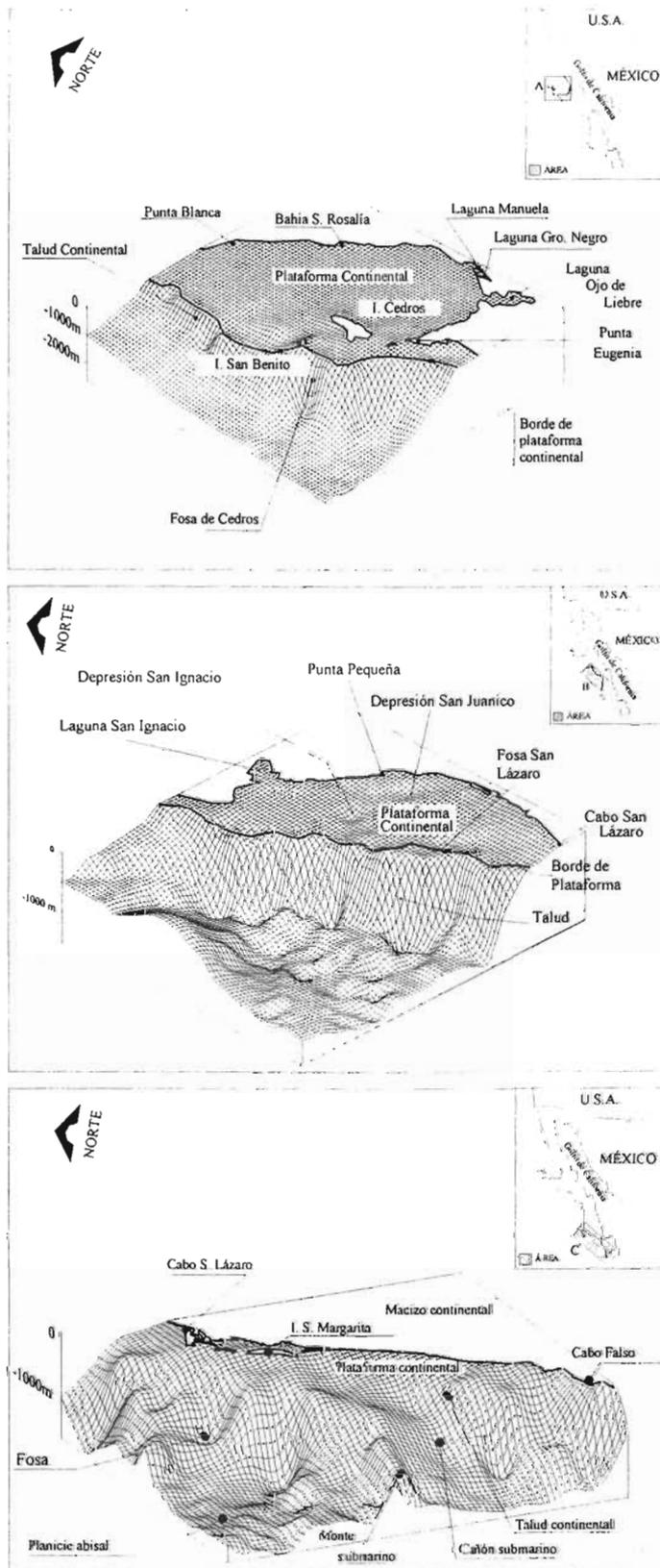


Figura 23 . Modelo tridimensional del Margen Continental oeste de Baja California.

VII. RECOMENDACIONES

Con la generación de la presente información se puede sugerir que constituye una modesta aportación al conocimiento de esta región enmarcada en la Zona Económica Exclusiva de México (ZEE) en el Pacífico mexicano, desconocida prácticamente en varios aspectos de investigación, la cual actualmente podría ser recomendada en su zona infralitoral para fines prácticos de Navegación, y que para la realización de arrastres biológicos ó pesqueros deberá ser necesario efectuar correlaciones con los organismos presentes en el área.

Se sugiere llevar a cabo estudios que continúen dando detalles de aspectos morfológicos y sedimentológicos como la distribución textural y el transporte de sedimentos para relacionarlos con los recursos tanto biológico pesquero así como de minerales, usando nucleadores tanto para conocer la historia geológica de esta plataforma como de la presencia y abundancia de minerales de importancia económica a profundidad.

Se recomienda un estudio detallado de la mineralogía en su fracción fina, para la localización de prospectos mineros potenciales, así como hacer énfasis en la fracción más gruesa que 4 phi, frente a San Juanico-San Lázaro (Subregión Central) encaminada al estudio de la fracción arenosa, donde se sabe que abunda el mineral fosforita (pentóxido de fósforo) mineral de amplio uso principalmente como fertilizantes y otros usos industriales, así como en la búsqueda de otros minerales de importancia económica.

Se sugiere que debe incluir el estudio a detalle de la morfología y sedimentos del talud continental, con fines exploratorios y la de comparación con el presente estudio.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aurioles-Gamboa, D., y Balart-Paez, E. F. 1995, La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 233 p.

Anderson, D. I., 1971, The San Andrés Fault, Scientific American. 22 (5): 53-68.

Alvarez, M. Jr. 1961, Provincias fisiográficas de la República Mexicana. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, vol. 24, núm. 2, p. 3-20.

Ayala-Castañares, A. 1982, Las Ciencias del Mar y el Desarrollo de México. CONACYT. Ciencia y Desarrollo, Marzo-Abril, num. 43, año VIII.

Beck, M.F. Jr. 1986. Model for late Mesozoic early Tertiary tectonics of coastal California and western México and speculations on the origin of the San Andrés fault: Tectonics. v. 5, p. 49-64.

Boillot, G., 1984, Geología de los márgenes continentales, Masson, S.A., Primera Edición, 141 p.

Boles, J. R. and Landis, C.A. 1984, Jurassic sedimentary melange and associated facies, Baja California, México: Geological Society America Bulletin, vol. 95, p. 513-521.

Carranza-Edwards, A., M. Gutiérrez-Estrada y R. Rodríguez-Torres, 1975, Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, vol. 2, núm. 1, p. 81-88.

-----, 1980. Ambientes sedimentarios recientes de la llanura costera Sur del Istmo de Tehuantepec. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional

Autónoma de México, vol. 7, num. 2, p. 13-66.

-----, L. Rosales-Hoz, M.G. Villaseñor-Cabral, R. Lozano-Santa Cruz y Y. Hornelas-Orozco, 1986. Sulfuros metálicos submarinos al Sur de la Península de Baja California México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 13 (1): 287-296.

-----, A. Z. Marqués-García y E.A. Morales de la Garza, 1986. Estudio de sedimentos de la Plataforma Continental del Estado de Guerrero y su importancia dentro de los recursos minerales del mar. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, 13 (3): 241-262.

-----, L. Rosales-Hoz y R. Lozano-Santa Cruz, 1988. Estudio sedimentológico de playas del Estado de Oaxaca, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 15 (2): 23-38.

-----, L. Rosales-Hoz y R. Lozano-Santa Cruz, 1988. Estudio de metales en arenas de Playa de San Antonio del Mar, Baja California Norte, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 15 (1): 215-222.

-----, L. Rosales-Hoz, A. Aguirre-Gómez y A. Galán-Alcalá, 1988. Estudio de metales en sedimentos litorales de Sonora, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 15 (2): 225-234.

-----, L. Rosales-Hoz y S. Santiago-Pérez, 1996, A reconnaissance study of carbonates in Mexican beach sands, *Sedimentary Geology*, v. 101, p. 261-268.

-----, G. Bocanegra-García, L. Rosales-Hoz y L. de Pablo Galán, 1998, Beach sands from Baja California Península, México, *Sedimentary Geology* , v. 119, p. 263-274.

D'Anglejan, B.F. 1965, The Marine Phosphorite Deposit of Baja California, México: Presente Environmentl and Recent History, A Dissertation in the field of Oceanography for the dregree Doctor of Philosphy. University of California, San Diego, California, 149 p. (inérita).

-----, 1967, Origin of Marine Phosphorites off Baja California México, Marine Geology, vol. 5, núm.1, p. 15-44.

Demant, A., 1975, Características químicas principales del vulcanismo Terciario y Cuaternario de Baja California Sur. Relaciones con la evolución del margen continental Pacífico de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología, Serie Divulgación, núm.1, p. 19-69, 9 figuras.

Dietrich, G. 1963 General Oceanography and introduction, John Wiley and Sons, New York, second edition, 226 p.

D.G.O., 1983^a, Carta de batimetría, S.M., 010, escala 1: 1' 601, 538, en latitud 27° 22.5 N: México, D.F., Secretaria de Marina, Dirección General de Oceanografía.

D.G.O., 1983^{ab}, Carta de batimetría, S.M., 604, escala 1: 667, 680, en latitud 24° N: México, D.F., Secretaria de Marina, Dirección General de Oceanografía.

Emery, K.O., 1965, Characteristics of continental shelves and slopes, Bulletin America Association Petroleum Geologist, vol. 49, núm. 9, p. 1379-1384.

-----, 1967, Estuaries and Lagoons in relation to continental shelves, in Lauf, G.H., ed. Estuaries : American Association for the Advancement of Science, Publication 83, p. 9-11.

-----, 1968, Relict sediments on continental shelves of world, Bulletin American Association Petroleum Geologist: vol. 52, núm. 3, p. 445-464.

-----, 1970, Continental margins of the world. The Geology of economic papers: Natural Environmental Research Council, Institute of Geological Sciences, vol. 70/13, p. 3-29.

-----, Gorsline, D.S. Uchupi, E. And Terry, R.D. 1957. Sediments of three bays of Baja California: Sebastián Vizcaíno, San Cristobal and Todos Santos: Journal of Sedimentary Petrology, vol. 27, núm. 2, p. 95-115.

Flemming, B. W. 2000 A revised textural classification of gravel- free muddy sediments on the basis of ternary diagrams. Continental Shelf Research, vol. 20, núm. 10-11, p. 1125-1137.

Folk, R.L. y W.C. Ward, 1957. Brazos River bar, a study in the significance of grain-size parameters. Journal Sedimentary Petrology, vol. 27, p. 3-27.

Folk, R.L., 1965, Petrology of sedimentary rocks: Hemphill's Book Store Co., Austin Texas, 151 p.

-----, 1966. A Review of grain-size parameters: Sedimentology, vol. 6, p. 73-93.

-----, 1969, Petrología de las Rocas Sedimentarias. Traducido por Carmen P. de Schlaepfer y R.M. de Schmitter, México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 405 p.

Friedman, G.M. 1961. Distinction between dune, beach and river sand from their textural characteristics, Journal Sedimentary Petrology, vol. 4 p. 45- 49.

Gómez-Valdez, J. y H. Vélez (1982), "Variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región costera de la Corriente de California", Ciencias Marinas, México, vol. 8, num. 2, p. 167-176.

Hausback, B.P., 1984, Cenozoic volcanic and tectonic evolution of Baja California Sur, México, In: Frizzell, V. A. Jr., ed, Geology of the Baja California Peninsula: Society of

Economic Paleontologist and Mineralogist, Pacific Section, vol. 39, p. 219-236.

Krumbein, W.C. 1932, The mechanical analysis of fine-grained sediments: Journal Sedimentary Petrology, vol. 2, p. 140-149.

-----, 1934, Size frequency distribution of sediments: Journal Sedimentary Petrology, vol. 4, p. 65-77.

Kulm, L.D. R.C. Roush, J.C. Harlett, R.H. Newdeck, D.M. Chambers and E.J. Rungeu 1975, Oregon continental shelf sedimentation: Interrelationships of facies distribution and sedimentary processes: Journal of Geology, vol. 83, núm. 2, p. 1145-175.

Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoon of México, Their origin and clasification, In: Willey, M.L., ed., Estuarine processes: New York, Academic Press Inc., tomo. 2, p. 182-215.

Lecuanda, R. y Ramos-López, F. 1996, Geografía y Desarrollo, número 13, p. 57-62.

López-Ramos, E. 1985. Geología de México, 3a. edición: México, D.F., edición privada; tomo 2, 454 p.

Lozano-Romen, F. 1975, Evaluación petrolífera de la península de Baja California, México: Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, vol. 27, núms, 4-6, p. 104-329.

Lugo-Hubp, J. 1986, Morfoestructuras del fondo Oceánico Mexicano, Boletín del Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, p. 9-39.

-----, 1990. El Relieve de la República Mexicana: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Geología, Revista, vol. 9, núm. 1, p. 82-111.

Navarro, G.A., y Aguayo C.J. E. 1982. Los recursos no renovables del mar, Revista de Ciencia y Desarrollo, (CONACYT) Marzo-Abril, núm. 43, año VII.

Ordoñez, E. 1964, Principales Provincias Geográficas y Geológicas de la República Mexicana Guía de Explorador Minero. Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México, p. 103-142.

Ortega-Gutiérrez, Fernando, Mitre-Salazar, L.M., Roldan-Quintana, Jaime, Aranda-Gómez, J.J., Morán-Zenteno Dante., Alaniz-Alvarez, S.A., y Nieto-Samaniego, A.F., 1992, Carta Geológica de la Republica Mexicana, Quinta Edición. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología; y Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Consejo de Recursos Minerales, mapa con texto explicativo, escala 1:2' 000,000, 74 p.

Ortiz-Pérez, M. A. y Espinosa-Rodríguez, L.M., 1991, Clasificación Geomorfológica de las costas de México. Geografía y Desarrollo, vol. 2, núm. 6, año 4, p. 1-9.

Ortlieb, Luc. 1987, Neotectonique et variations du niveau marin au Quaternaire dans la région du Golfe de Californie, Mexique: Université de Droit, d'Economic et des Sciences d'Aix-Marseille III Tesis doctoral, tomo 1 (texto). 779 p. (inédita).

Passega, R. 1957. Texture as characteristic of clastic deposition: Bulletin American Association Petroleum Geologist, Tulsa, Oklahoma, vol. 41, p. 1952-1984.

----- . 1963. Analyses granulométriques, outil géologique pratique: Rev. IFP., vol. XVIII, núm. 11, p. 1489-1499, 7 fig.

Pedrín-Avilés, S.; G. Padilla-Arredondo; E. Díaz-Rivera; L. Sirkin y R. Stuckenrath, 1990, Estratigrafía del Pleistoceno Superior-Holoceno en el área de la Laguna Costera de Balandra, Estado de Baja California Sur, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 9, núm. 2, 1990 (1992) p.170-176.

Pedrín-Avilés, S. y G. Padilla-Arredondo. 1993, Sedimentos superficiales de la plataforma continental del occidente de Baja California Sur: Informe interno, Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur (CIBBCS), 12 p. La Paz, Baja California Sur. (inédito).

Pettijohn, F.J., P.E. Potter and R. Sieve, 1972, Sand and sandstones: New York, Springer Verlag, 618 p.

-----, 1975. Sedimentary Rocks. Harper & Row Publishers, New York. Tercera edición. 618 p.

Phleger, F.B., G.C. Ewing, 1962. Sedimentology and oceanography of coastal lagoons in Baja California. México: Geological Society of America Bulletin, vol. 73, p. 145-182.

-----, 1965, Sedimentology of Guerrero Negro Lagoon, Baja California, México. In: Submarine Geology and Geophysics, Colston Research Society, 17 th. Symposium; London, Butterwortj, Inglaterra, vol. 17, p. 206-235.

-----, 1969, Some General Features of Coastal Lagoons: Memoria Simposio Internacional, Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967. México, D.F. p. 5-26.

Raisz, E. 1959, Landforms of Mexico: Cambridge, Mass, edición privada, mapa con texto, escala 1:3' 000, 000.

Royse, C.F. Jr., 1970, An Introduction to Sedimentary Analysis: Phoenix, Arizona State University, 180 p.

Secretaria de Marina, Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo, 1974, Estudio Geográfico de la región de Ensenada, Baja California, 465 p.

Selley, R.C., 1976, Medios ambientes sedimentarios antiguos, H. Blume Ediciones, Madrid Primera Edición, 251 p.

-----, 1988. Applied Sedimentology: Orlando Florida , Academic Press, 446 p.

Sirkin, Les, Padilla-Arredondo, Gustavo, Pedrín-Avilés, Sergio, Díaz-Rivera, Ernesto, Gaitán-Morán, Javier, y Stuckenrath, Robert, 1984, Quaternary marine deposits, raised marine terraces, and tectonism in Baja California Sur, México- a report on research in progress, in Malpica-Cruz, V.M., Celis-Gutiérrez, Socorro, Guerrero-García, J.C., y Ortlieb, Luc, eds., Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California area-a symposium: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Symposium on neotectonics and sea level variations, Hermosillo, p. 319-340.

-----, 1937, Revised classification of marine shorelines: Journal Geology, vol. 45, p. 603-624.

-----, 1954, Nomenclature based on sand-silt-clay ratios, Journal Sedimentary Petrology, vol. 24, núm. 3, p. 151-158.

-----, 1977, Geological Ocenography, Evolution of Coast, Continental Margins, and the deep-sea floor: New York, 214 p.

Sholleberger, C.J. 1927, A rapid approximate method for determining soil organic matter: Soil Science, vol. 24, p. 63-68.

SPP. 1981, Carta batimétrica escala 1:100 000: Hoja Pacífico Norte: Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, Secretaría de Programación y Presupuesto, SPP.

SPP. 1982, Cartas geológicas escala 1'250,000, Hoja San Juánico, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, Secretaría de Programación y Presupuesto, SPP.

Trask, P. D., 1932, Origin and environment of source sediments of petroleum: Gulf Publishing Company, Houston, p. 284.

Trask, P. D., 1939, Organic content of recent marine sediments, in Recent marine sediments: Tulsa, Oklahoma, American Association of Petroleum Geologists, p. 428-435.

U.S. Army, 1978, Carta topohidrográfica de la armada de los Estados Unidos de Norte América.

Walkley, A. y I.A. Black., 1934, An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method: Soil Science, vol. 37, p. 29-38.

IX. ANEXOS

Tabla 1. Posición y profundidad de las estaciones de muestreo en la Plataforma Continental suroccidental de la Península de Baja California, cruceros EP-8807 y EP-8907. Se incluyen los datos tomados de la carta Topohidrográfica de la US Army* (1978).

Subregión Norte

Estación	Latitud (LN)	Longitud (LW)	Profundidad
1	28°50'006"	115°24'007"	850,0
2	28°47'039"	114°34'036"	85,0
3	28°40'006"	114°25'015"	80,0
4	28°39'053"	114°44'043"	103,0
5	28°34'008"	115°03'003"	147,0
6	28°29'018"	114°37'006"	102,0
7	28°30'000"	114°40'000"	88,0
8	28°14'009"	114°40'029"	100,0
9	28°09'043"	114°58'047"	97,0
10	28°07'041"	115°00'040"	85,0
11	28°08'022"	114°34'022"	85,0
12	27°56'042"	114°28'010"	32,0
13	13°59'007"	115°01'004"	65,0
*50	28°48'015"	114°39'022"	82,0
*51	28°35'021"	115°10'012"	149,0
*52	28°34'009"	115°11'040"	160,0
*53	28°32'044"	115°13'002"	180,0
*54	28°31'018"	115°14'009"	185,0
*55	28°30'041"	115°15'033"	190,0
*56	27°57'038"	114°29'012"	35,0
*57	27°56'045"	114°35'019"	47,0
*58	28°10'032"	115°28'002"	225,0
*59	28°12'018"	115°35'045"	198,0

Continuación de la tabla I.

Subregión Central

14	26°18'040"	113°25'036"	85,0
15	26°17'053"	112°56'048"	63,0
16	26°09'005"	12°34'007"	63,0
17	26°01'017"	112°36'009"	70,0
18	26°07'003"	112°51'009"	84,0
19	26°03'029"	113°13'047"	140,0
20	25°53'007"	112°58'032"	123,0
21	25°38'041"	112°58'032"	223,0
22	25°40'007"	112°33'054"	91,0
23	25°37'055"	112°24'004"	83,0
24	25°28'008"	112°14'890	56,0
25	25°27'050"	112°11'031"	30,0
28	25°12'024"	112°32'018"	157,0
30	25°12'010"	112°16'026"	57,0
31	25°11'031"	112°34'007"	100,0
32	25°09'009"	112°34'007"	200,0
33	25°08'060"	112°33'030"	200,0
*60	26°16'032	113°27'012	165,0
*61	26°14'039"	113°25'028"	115,0
*62	26°13'012"	113°10'017"	110,0
*63	26°10'055"	113°09'032"	95,0
*64	26°09'033"	113°05'028"	82,0
*65	25°15'021"	112°06'015"	95,0
*66	25°14'039	112°08'023"	110,0
*67	25°12'012"	112°32'033"	180,0
*68	25°10'019"	112°35'027"	195,0
*69	25°07'032"	112°39'021"	225,0

Subregión Sur

35	22°53'03"	110°52'02"	100
36	23°30'09"	10°36'39"	92
37	24°16'02"	111°32'60"	92
38	24°15'06"	111°34'26"	130
39	111°34'26"	111°33'06"	170
40	24°09'46"	111°05'08"	137
41	24°11'52"	111°59'29"	165
42	24°15'03"	111°50'08"	95
43	24°14'03"	111°49'08"	95
44	24°17'27"	111°52'05"	100
45	24°19'15"	111°54'51"	105
46	24°20'06"	111°47'42"	50
*70	24°30'21"	112°10'51"	315
*71	24°25'35"	112°15'32"	385
*72	24°23'42"	112°17'32"	450
*73	24°22'02"	112°25'11"	420
*74	24°20'32"	112°30'15"	482
*75	24°19'29"	112°35'23"	350
*76	24°17'18"	112°39'29"	285
*77	24°10'05"	112°40'18"	425
*78	24°02'21"	112°42'15"	505
*79	23°55'12"	112°01'22"	515
*80	23°43'55"	112°10'44"	615
*81	23°41'44"	111°25'12"	620
*82	23°38'19"	111°29'19"	780
*83	23°27'33"	111°30'32"	635
*84	23°24'22"	111°33'15"	785
*85	23°20'09"	23°20'09"	780
*86	23°12'25"	111°49'19"	856
*87	22°52'25"	111°09'15"	925
*88	22°57'32"	111°12'19"	965
*89	22°59'12"	111°14'18"	985

Tabla 2. Parámetros obtenidos en el Crucero EP-8907

Estación	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	M.O. (%)
1	48,31	41,56	10,12	1,23
2	42,31	44,41	13,26	2,07
3	62,42	25,39	12,18	2,43
4	39,40	49,07	11,52	2,64
5	16,78	68,31	14,89	1,95
6	65,49	27,61	6,89	2,79
7	62,62	28,00	9,37	2,82
8	83,56	8,33	8,10	1,56
9	43,81	30,01	26,16	2,52
10	54,31	30,84	14,84	2,05
11	88,40	3,49	8,10	0,36
12	65,13	16,81	18,05	1,42
13	74,34	7,01	18,64	1,50
14	79,26	8,35	12,38	1,57
15	45,06	26,90	28,03	2,01
16	71,02	15,45	13,51	1,60
17	77,06	15,13	7,79	2,29
18	77,32	18,30	9,37	2,92
19	76,99	14,00	9,00	1,30
21	19,84	47,71	32,44	3,98
22	93,05	4,20	2,74	1,29
23	89,12	4,70	6,17	1,03
24	34,39	51,55	14,05	1,38
25	83,88	7,31	8,80	0,82

M.O.= materia orgánica

Tabla 3. Parámetros obtenidos en el Crucero EP-8807.

Estación	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	M.O. (%)	CaCO ₃ (%)
28	75,44	17,61	6,94	0,44	7,00
30	68,74	22,91	8,34	0,93	10,40
31	91,91	12,34	5,74	0,55	9,40
32	65,56	27,76	6,67	0,81	9,20
33	60,70	32,60	6,69	1,18	10,80
35	92,94	1,55	5,49	0,41	33,56
36	88,62	4,23	7,14	1,07	33,6
37	60,21	30,24	9,53	0,62	8,4
38	71,40	17,52	11,07	0,52	7,4
39	70,05	20,03	9,90	0,59	7,6
40	91,89	3,39	4,71	0,31	6,4

41	58,03	36,40	5,55	0,57	7,4
42	89,42	6,62	3,95	0,65	12,2
43	92,23	4,89	2,87	0,67	13,2
44	86,84	6,54	6,61	0,77	9
45	75,29	17,66	7,04	1,20	4,8
46	89,37	6,22	4,40	0,64	10,2

M.O.= materia orgánica

Ca CO₃ = carbonato de calcio

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Tabla 4. Parámetros estadísticos de las estaciones de muestreo.

Estación	Promedio (Mz)	Desviación (Ds)	Sesgo (Ski)	Curtosis (Kg)	Tipo de sedimento
1	4,650	2,067	0,293	2,164	Limo, muy pobremente clasificados, asimetría positiva, muy leptokúrtica.
2	4,860	2,217	0,260	1,752	Limo, muy pobremente clasificados, asimetría positiva, muy leptokúrtica.
3	4,303	3,005	0,126	0,828	Limo, muy pobremente clasificados, asimetría positiva, platikúrtica.
4	4,895	1,666	0,342	1,985	Limo, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, muy leptokúrtica.
5	5,585	1,873	0,300	1,546	Limo medio, pobremente clasificados, asimetría positiva, muy leptokúrtica.
6	4,590	1,582	0,460	3,434	Limo, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
7	3,989	2,314	0,517	1,143	Arena muy fina, muy pobremente clasificados, asimetría muy positiva, leptokúrtica.
8	3,499	1,706	-0,082	6,149	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría negativa, extremadamente leptokúrtica.
9	5,502	1,984	0,480	1,182	Limo medio, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, leptokúrtica.
10	5,160	1,856	0,603	1,427	Limo medio, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, leptokúrtica.
11	3,477	1,185	0,123	4,879	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
12	5,192	2,007	0,584	2,178	Limo medio, muy pobremente clasificados, asimetría muy positiva, muy leptokúrtica.
13	5,169	2,070	0,573	4,912	Limo medio, muy pobremente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
14	3,131	2,037	0,364	2,036	Arena muy fina, muy pobremente clasificados, asimetría muy positiva, muy leptokúrtica.
15	5,350	2,416	0,235	0,985	Limo medio, muy pobremente clasificados, asimetría positiva, mesokúrtica.

16	2,300	3,661	0,534	0,405	Arena fina, muy pobremente clasificados, asimetría muy positiva, muy platikúrtica.
17	2,906	2,323	0,186	1,548	Arena fina, muy pobremente clasificados, asimetría positiva, muy leptokúrtica.
18	3,944	1,770	0,260	2,859	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría positiva muy leptokúrtica.
19	4,169	2,241	0,125	6,698	Limo, muy pobremente clasificados, asimetría positiva, extremadamente leptokúrtica.
21	6,122	2,312	-0,155	1,100	Limo medio, muy pobremente clasificados, asimetría muy negativa, leptokúrtica.
22	2,660	1,144	0,214	2,749	Arena fina, pobremente clasificados, asimetría positiva, muy leptokúrtica.
23	3,402	1,169	0,158	4,163	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría positiva, extremadamente leptokúrtica.
24	5,209	1,927	0,209	1,788	Limo medio, pobremente clasificados, asimetría positiva, muy leptokúrtica.
25	3,454	1,376	0,060	3,842	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría muy negativa, extremadamente leptokúrtica.
28	4,023	0,977	0,420	4,561	Arena muy fina, moderadamente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
30	3,851	1,399	0,260	5,333	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría positiva, extremadamente leptokúrtica.
31	3,849	0,981	0,288	3,007	Arena muy fina, moderadamente clasificados, asimetría positiva, extremadamente leptokúrtica.
32	4,133	1,042	0,433	6,135	Limo, moderadamente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
33	4,145	1,049	0,419	5,456	Limo, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
35	2,951	1,202	0,416	2,052	Arena fina, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, muy leptokúrtica.
36	1,208	2,194	0,439	2,048	Arena media, muy pobremente clasificados, asimetría muy positiva, muy leptokúrtica.
37	4,175	1,090	0,435	5,394	Limo, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
38	4,218	1,175	0,487	7,655	Limo, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
39	4,093	1,063	0,440	7,797	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
40	3,762	0,624	0,284	5,127	Arena muy fina, moderadamente clasificados, asimetría positiva, extremadamente leptokúrtica.
41	4,107	0,972	0,389	6,100	Arena muy fina, moderadamente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
42	3,462	1,054	-0,031	3,837	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría muy negativa, extremadamente leptokúrtica.
43	3,549	0,794	-0,108	6,218	Arena muy fina, moderadamente clasificados, asimetría muy negativa, extremadamente leptokúrtica.

44	3,542	1,116	0.135	2,074	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría positiva, muy leptokúrtica.
45	4,060	1,025	0.438	3,670	Arena muy fina, pobremente s clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.
46	3,159	1,037	0.458	3,771	Arena muy fina, pobremente clasificados, asimetría muy positiva, extremadamente leptokúrtica.