



# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

CUANTIFICACION DEL VOLUMEN DE SEDIMENTO  
DEPOSITADO FRENTE AL ROMPEOLAS  
(LADO NO PROTEGIDO)  
DEL PUERTO DE ENSENADA, B.C.



## TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**OCEANOLOGO**

PRESENTA:

KARINA VAN DOOREN OSIO

Ensenada, B.C. Marzo de 1991

## RESUMEN

A raíz de una serie de problemas que se presentaron en el rompeolas del Puerto de Ensenada, principalmente de rebase por oleaje en épocas de tormenta, se realiza un estudio del volumen de sedimento depositado frente al rompeolas con la finalidad de establecer el efecto sobre la estructura.

El volumen de sedimento se cuantifica con la ayuda de mapas batimétricos para los años 1983, 1985, 1987 y 1989, presentándose un máximo volumen de sedimento depositado frente a la estructura en el año 1989.

Se establecen dos periodos de depositación(1983-1985 y 1987-1989) y uno de erosión(1985-1987).

Se determinó la dirección de transporte litoral en el área, siguiendo los criterios de Sunamura y Horikawa.

Para poder interpretar los resultados se realizó una reseña histórica del Puerto de Ensenada, lo que permitió establecer que el rompeolas comenzó a presentar serios problemas por los efectos que tuvo sobre la estructura una tormenta de invierno que se presentó los días 17 y 18 de Enero de 1988.

Esta tormenta provocó el movimiento de un gran volumen de sedimento, parte del cual fué depositado en la base del rompeolas provocando una disminución en la profundidad y una pérdida de porosidad en la estructura.

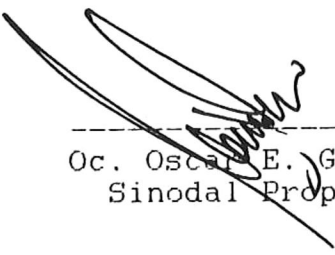
CUANTIFICACION DEL VOLUMEN DE SEDIMENTO DEPOSITADO FRENTE AL  
ROMPEOLAS (LADO NO PROTEGIDO) DEL PUERTO DE ENSENADA, B.C.

TESIS  
QUE PRESENTA:

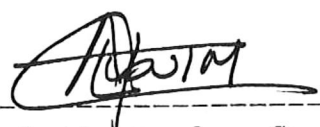
Karina van Dooren Osio.

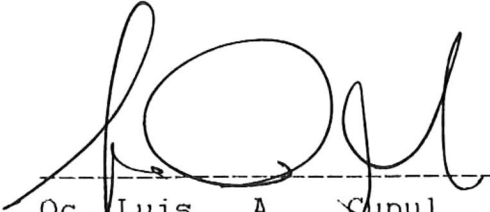
*Guardado France R.*

Oc. Rigoberto Guardado France  
Director de Tesis

  
-----  
Oc. Oscar E. Gonzalez Y.  
Sinodal Propietario

  
-----  
Oc. Lorenzo Gomez-Morin F.  
Sinodal Propietario

  
-----  
Oc. Amilcar L. Cupul M.  
Sinodal Suplente

  
-----  
Oc. Luis A. Cupul M.  
Sinodal Suplente

DEDICATORIA

A mis padres

Joules Louis Josephine van Dooren Emeren.

Rosa María Osio de van Dooren.

por su educación, confianza, cariño y apoyo.

A mis hermanos

Jorge Dizán

María Esther

Julio Emilio

Miriam Fabiola

quienes siempre me han guiado por diferentes  
caminos, como los puntos cardinales,  
partiendo siempre de un mismo punto.

A Rigo

Por su amor.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos por ser y estar.

A mis pequeños sobrinos Ricardo y Jorge. (Liefde)

A mi director de Tesis por su dedicación, confianza, paciencia, brindandome la oportunidad de trabajar con el y por darme la idea para la realización de este trabajo.

Al Almirante Jaime Jaramillo por haberme motivado para estudiar esta carrera.

A la Facultad de Ciencias Marinas por permitirme formar parte de ella, la cual atraves del Proyecto "Evolución de la Zona Costera de Baja California ". Programa No. 0235, me dio las facilidades y apoyo durante el desarrollo del presente.

A mis sinodales Oc. Lorenzo Gómez-Morín F., Oc. Amilcar L. Cupul M., al Oc. Luis A. Cupul M. y de forma especial al Oc. Oscar E. Gonzalez Y. por sus oportunas criticas y opiniones en las correcciones de este trabajo.

Al Ingeniero Jesús D. Reynaga, a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes y a la Comisión Nacional del Agua (S.A.R.H.) por su entusiasta colaboración.

A Pedro Castro por su desinteresada ayuda, y a Alma S. por su mejor disposición en el almacen.

A Christiane Aguilar por su eterna confianza y amistad, a Carolina Molina y Arturo Campos porque siempre me brindaron su mejor sonrisa y amistad.

Al grupo de los 8, Crisanto, Ramón, Mario, Francisco, Martín, Gustavo y especialmente a Rosana por su compañía y entusiasmo.

A la familia Aguilar Rosas, Espino Negrete y Guardado France por permitir que me sienta parte de ellas.

## INDICE

Resumen.....	ii
Aprobación.....	iii
Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de Tablas y Figuras.....	vii
Introducción.....	1
Antecedentes.....	6
Objetivos.....	10
Descripción del Area de Estudio.....	11
Metodología.....	13
Resultados.....	15
Discusiones.....	20
Conclusiones.....	54
Bibliografía.....	56
Anexo .....	60

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA I .-	Volumen de sedimento cuantificado para cada uno de los años evaluados.....	16
TABLA II.-	Volumen de sedimento depositado y erosionado en periodos de 2 años.....	16
TABLA III.-	Parametros estadísticos de las muestras analizadas.....	17
TABLA IV.-	Contenido de materia orgánica y material suspensión en las muestras analizadas.....	19
FIGURA 1.-	Localización del área de estudio , ubicación de los transectos. (Guardado y van Dooren 1990).....	12
FIGURA 2.-	Volumen de sedimento depositado en el área de estudio para los años analizados.....	21
FIGURA 3.-	Volumen de sedimento (+) Depositado (-) Erosionado en los tres intervalos de tiempo establecidos.....	21
FIGURA 4.-	Localización de la zona de relleno, patrón de refracción del oleaje ( dirección 290° y periodo de 16 segundos ) y dirección de transporte litoral.....	24
FIGURA 5.-	Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 2.....	26
FIGURA 6.-	Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 3.....	26

FIGURA 7.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 4.....	27
FIGURA 8.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 5.....	27
FIGURA 9.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 6.....	28
FIGURA 10.-Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 7.....	28
FIGURA 11.-Gráfica de Media vs. Coeficiente de Dispersión para las muestras tomadas entre 8.4 - 12.4 metros de profundidad en los Transectos 2,3,4,5 y 6.....	29
FIGURA 12.- Gráfica de Media vs. Coeficiente de Dispersión para las muestras tomadas entre 12.5-16.5 metros de profundidad en los Transectos 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 y 12.....	29
FIGURA 13.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 8.....	31
FIGURA 14.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 9.....	31
FIGURA 15.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 10.....	32
FIGURA 16.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el Transecto 11.....	32
FIGURA 17.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 metros en el transecto 12.....	33

FIGURA 18.- Perfiles para los años analizados Transecto 2.....	34
FIGURA 19.- Perfiles para los años analizados Transecto 3.....	35
FIGURA 20.- Perfiles para los años analizados Transecto 4.....	36
FIGURA 21.- Perfiles para los años analizados Transecto 5.....	37
FIGURA 22.- Perfiles para los años analizados Transecto 6.....	38
FIGURA 23.- Perfiles para los años analizados Transecto 7.....	39
FIGURA 24.- Perfiles para los años analizados Transecto 8.....	40
FIGURA 25.- Media de tamaño de grano (unidades phi) a lo largo de los Transectos 2,3,4,5 y 6.....	41
FIGURA 26.- Isolíneas de tamaño de grano (phi) a lo largo de la zona de estudio.....	42
FIGURA 27.- Perfiles para los años analizados Transecto 9.....	44
FIGURA 28.- Perfiles para los años analizados Transecto 10.....	45
FIGURA 29.- Perfiles para los años analizados Transecto 11.....	46
FIGURA 30.- Perfiles para los años analizados Transecto 12.....	47

FIGURA 31.- Media de tamaño de grano (unidades phi) a lo largo de los Transectos 7, 8, 9, 10, 11 y 12.....	48
FIGURA 32.- Ecograma de los Transectos 10 y 11 obtenido el día 31 de marzo de 1990.....	50
FIGURA 33.- Contenido de materia orgánica en las muestras analizadas para los Transectos 3,4,5 y 6....	51
FIGURA 34.- Contenido de materia orgánica en las muestras analizadas para los Transectos 7, 8, 9, 10, 11 y 12.....	51
FIGURA 35.- Gráfica de media de tamaño de grano de las muestras (unidades phi) y concentración de materia orgánica (%).....	53
FIGURA 36.- Sedimento en suspensión en los Transectos 2, 3, 4, 5 y 6.....	53

## INTRODUCCION

Los puertos surgen por la necesidad de participar en las corrientes del comercio Nacional e Internacional, aprovechando el medio acuático para transportar personas y bienes.

Actualmente por definición un Puerto es " Un conjunto de obras, instalaciones y organizaciones que permiten al hombre aprovechar un lugar más o menos favorable en la costa para realizar las operaciones de intercambio entre el tráfico marítimo y terrestre, atender las necesidades de los medios de transporte y facilitar el desarrollo; teniendo como función principal dar abrigo a las embarcaciones, ante los fenómenos oceanográficos ", Piña (1986).

Cuando las costas no ofrecen lugares con las condiciones adecuadas de protección para que se construya un puerto, entonces resulta conveniente crearlos formando lo que se ha definido como un puerto artificial. En la realización del mismo se contempla la construcción de obras exteriores o de protección, como rompeolas y espigones. De manera general la obra que comúnmente se asocia a un Puerto es el rompeolas. Un rompeolas, como su nombre lo indica, es la obra de protección que disminuye el oleaje y crea una área marítima abrigada que es la darsena del Puerto, además de retener el avance de los sólidos a lo largo de la costa (Frías, 1988).

En el diseño de un rompeolas se contemplan varios aspectos, como lo son, estudios Topohidrográficos, Geológicos, de Oleaje y de Transporte litoral.

Los estudios arriba mencionados son de suma importancia en el diseño del rompeolas, por ejemplo, los estudios de transporte litoral determinan las fuentes de abastecimiento, las características del material acarreado, los modos y dirección de transporte, el gasto económico de abastecimiento y la pérdida del material( Hernandez, 1983).

Las fuentes de abastecimiento más comunes son el material de las playas adyacentes, el material producido por la erosión del oleaje a la costa expuesta y los materiales sólidos que depositan los ríos en el mar (acarreo fluvial).

La mecánica del transporte litoral aún no se conoce con precisión; Piña (1986) acepta que existen estos tres tipos de transporte:

Material conocido como material de "playa" movido por las olas desde la zona de Estrán bajo un patrón en zig-zag.

Material en suspensión en la zona de rompientes, movido por las corrientes a lo largo de la playa,

Material del fondo, que es movido por el oleaje desplazandose, rodando o saltando en la misma dirección del oleaje.

La dirección del transporte litoral puede cambiar de lugar en lugar, de estación a estación por lo que al determinar las direcciones predominantes, Piña (1986) considera lo siguiente:

Efectos de azolve o erosión en las estructuras existentes.

Formaciones playeras en las cercanías de los Morros.

Configuración de la ribera y lecho de los ríos y su desembocadura.

Análisis estadístico de la energía del oleaje.

Características de los materiales de playa y de fondo.

Medición de las corrientes, particularmente en las entradas de marea, es decir, en desembocaduras de los ríos, en las bocas de las lagunas o puertos y en las aperturas de las barras.

Frías y Moreno (1988) proponen que el objetivo del estudio de transporte litoral es la determinación de la dirección, volumen y velocidad del mismo, con esa información se podrá dar la orientación óptima al rompeolas y evitar problemas de azolvamiento, que originarían grandes costos de operación del futuro Puerto.

En el campo de la ingeniería de costas, siempre se ha buscado la mejor forma de evaluar correctamente el transporte litoral, dada su importancia en el diseño de obras portuarias. Hernandez (1983) menciona que existen varios métodos utilizados hasta la fecha que proporcionan cierto grado de confiabilidad; los procedimientos pueden ser del tipo teórico, con fórmulas que determinen el acarreo en base a datos estadísticos de oleaje junto con otros parámetros físicos conocidos, o de una manera práctica como es el método de perfiles de playa.

Un complemento del estudio de transporte litoral es el estudio sobre oleaje que debe contemplar los regímenes de oleaje normal y extraordinario. El primero es el que ocurre estacionalmente y se repite cíclicamente sin grandes variaciones, de este estudio se obtienen las características de la ola significativa. Las características del oleaje extraordinario, producto de eventos extremos podrán determinarse aproximadamente mediante observación directa o mediante la predicción aplicando fórmulas propuestas por investigadores( Hernandez, 1983).

En el caso de los litorales Mexicanos, principalmente en el Pacífico se presenta una gran incidencia de tormentas o ciclones en un periodo relativamente corto, que debe

considerarse al decidir las características de la ola de diseño. La dirección del oleaje es importante para determinar la dirección de transporte litoral, las presiones sobre las estructuras y la posible penetración del oleaje en el puerto. Su conocimiento es indispensable para definir la posición del rompeolas y su orientación más conveniente. También es conocimiento útil para prever acciones durante la construcción, Piña (1986).

De igual manera, los estudios Topohidrográficos, Geológicos y Meteorológicos intervienen en el proceso de diseño de un rompeolas y de cualquier otro tipo de obra de protección costera.

## ANTECEDENTES

La construcción del Puerto de Ensenada se inició a partir de 1951. (Secretaría de Marina, 1974). De esta fecha hasta el día de hoy se han llevado a cabo una serie de estudios de carácter Oceanográfico en esta zona pero ninguno de ellos se ha enfocado de manera particular al estudio del rompeolas del Puerto de Ensenada.

Dentro de los estudios realizados se tienen los siguientes:

Walton (1955), observa que los sedimentos provienen de los extensos depósitos de aluvión al Norte de la Bahía y del proceso normal de erosión de los arroyos de las partes altas.

Emery et.al. (1957), realizan un estudio sobre la naturaleza y distribución de sedimentos en tres Bahías de B.C., reconociendo que las mareas y surgencias son de menor importancia en la distribución del mismo, y señalan que el oleaje y los arroyos quienes aparentemente controlan la naturaleza y distribución sedimentaria en la Bahía de Todos Santos B.C.

Ippen (1966), señala que en el Puerto de Ensenada para el año 1955 se observa un realineamiento en la línea de costa dentro de la rada en su región Este, esto debido al transporte litoral hacia el interior del Puerto y provocado por la alteración de los patrones de refracción y difracción del oleaje en el lado protegido del rompeolas.

Instituto de Investigaciones Oceanológicas (1967) hace notar en su reporte que los espigones, ya para entonces existentes, cumplen con su función al retener el acarreo de sedimentos, de Sur a Norte producido por la difracción del oleaje, pero no permiten la salida hacia el Sur del sedimento terrígeno aportado por el arroyo Ensenada.

Lizarraga (1976), confirma el papel que juegan los espigones 1 y 2 al detener el transporte Sur-Norte haciendo avanzar la línea de costa hacia mar entre 1961 y 1971.

Ademas del transporte litoral, el aporte terrígeno del arroyo Ensenada juega un papel importante en el azolvamiento del Puerto, Gómez Morín y Lizarraga (1982), llevan a cabo un análisis hipsométrico y concluyen que existe un azolvamiento progresivo desde 1967 a 1981, con un incremento notable en 1978.

Méndez (1982) y Aranda (1983), dictaminan mediante análisis sedimentológicos y mineralógicos respectivamente, la existencia de corrientes litorales predominantes con sentido Norte-Sur en el área externa Oeste de la rada.

Avila (1983), determina el volumen de sedimento aportado por los arroyos El Carmen, Ensenada, El Gallo , San Carlos y Las Animas, así como también la influencia del aporte de sedimento en la Bahía, especialmente en el Estero y en el Puerto.

Pérez y Chee (1984), infieren trayectorias del sedimento en el litoral de la Bahía Todos Santos B. C. utilizando parámetros texturales de los sedimento, concluyendo que en la zona central hay una circulación hacia el Norte en la playa, y hacia el Sur atrás de la zona de rompiente.

Rubio (1987), por medio de perfiles de playa medidos entre el arroyo el Gallo y el Estero de Punta Banda durante un año, presenta las modificaciones en la línea de costa por erosión y depositación en las estaciones verano-otoño y primavera-invierno, concluyendo que las modificaciones presentadas son debidas al ciclo anual y al efecto producido por la construcción de estructuras costeras.

Castillón (1988), cuantifica el volumen de sedimento erosionado y depositado durante el ciclo anual Agosto de 1983 y Julio de 1984, concluyendo que la playa localizada entre el espigón El Gallo y la barra del Estero de Punta Banda, presentó una depositación para la parte Norte y una erosión en la parte Sur, reflejandose una ganancia neta

anual de 62,718 m<sup>3</sup> de sedimento depositado sobre la cara de la playa concluyendo también que el patrón de circulación litoral es de Sur a Norte.

Torres y Gómez Morín (1989), realizan una estimación cuantitativa y cualitativa del azolvamiento en el Puerto de Ensenada determinando que presenta un azolvamiento a partir de 1967, viendose afectado el Puerto en general.

## OBJETIVOS

-Determinar el volumen de sedimento depositado frente al rompeolas ( lado no protegido ) del Puerto de Ensenada, Baja California para el año 1989 y establecer comparaciones con el volumen depositado en años anteriores.

-Determinar los parámetros texturales de los sedimentos que conforman el depósito con la finalidad de caracterizarlo sedimentológicamente.

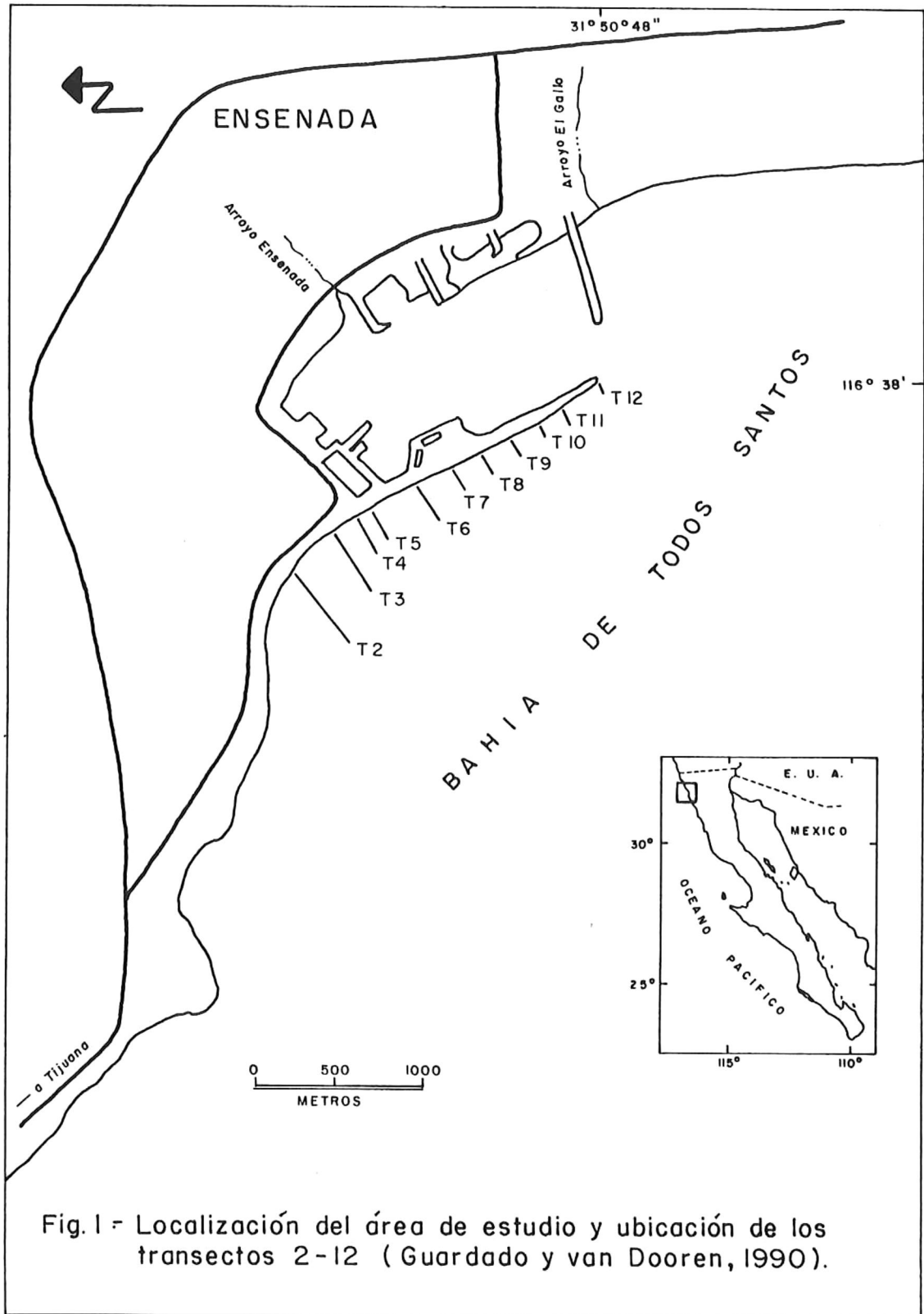
## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Puerto de Ensenada está ubicado a los  $116^{\circ}37'30''$  Oeste y a los  $31^{\circ}51'30''$  Norte. Se localiza en la costa Oeste de la península de Baja California, aproximadamente a 100 km. al Sur de la frontera México-E.U.A. y sobre la margen NE de la Bahía de Todos Santos (Figura 1).

Es un Puerto de altura que cuenta con una área de aproximadamente  $1.982 \text{ km}^2$ . En su región Oeste está protegido por un rompeolas conectado a la costa construido de enrocamiento y que se inicia en lo que fué Punta Ensenada, prolongandose en dirección SE hacia mar adentro.

Limita al Oeste con playas predominantemente rocosas intercaladas con algunas playas de bolsillo donde el tamaño del material va desde arenas a cantos rodados.

Al Sur colinda con una extensa playa arenosa y recta en cuya región proximal desemboca un arroyo estacional denominado "El Gallo". Del Este recibe las descargas intermitentes del arroyo Ensenada y la Zona Norte está destinada al recinto portuario.



## METODOLOGIA

Para la realización del presente trabajo se establecieron 12 transectos en la zona de estudio, (Figura 1). Los días 31 de Marzo y 1 de Abril de 1990 se obtuvieron perfiles batimétricos de cada uno de los transectos con ayuda de una ecosonda marca Raytheon de 208 kHz.

A lo largo de cada perfil se tomaron muestras de sedimento, obteniendo de 1 a 4 muestras dependiendo de la longitud del transecto. En total fueron tomadas 30 muestras, con la ayuda de una draga Dietz-Lafond. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico y etiquetaron para posteriormente ser analizadas en el laboratorio de sedimentología de la Facultad de Ciencias Marinas, al mismo tiempo se obtuvieron muestras de agua superficial (20) con la finalidad de cuantificar el material en suspensión, estas se tomaron en botellas de plástico de un litro y de igual manera se etiquetaron para su posterior análisis.

Las muestras fueron pretratadas (eliminación de materia orgánica y sales) de acuerdo al método descrito por Royce (1970). Posteriormente se analizaron por dos métodos; tamizado (Folk y Ward, 1957) y con el Tubo de Emery (Emery, 1938), dependiendo de la cantidad de sedimento disponible para el análisis.

Para la cuantificación del volumen de sedimento depositado para los años estudiados se utilizaron cuatro mapas batimétricos proporcionados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (1983, 1985, 1987 y 1989).

La áreas bajo cada perfil fueron calculadas como la suma de las áreas de varios trapezoides (Mc.Cracken y Dorn, 1984), ya calculadas las áreas para cada uno de los 12 perfiles se procedió al cálculo del cambio de volumen entre perfiles a lo largo de la zona, considerando el promedio de las áreas de los perfiles 1 y 2, posteriormente 2 y 3 así sucesivamente hasta completar los 12 perfiles y multiplicándolos por la distancia entre cada dos estaciones, por ejemplo:  $V = ((A1+A2)/2) * d$ , (Montes de Oca, 1981 citado en López, 1990).

Para determinar la dirección de transporte litoral se utilizaron los criterios de Sunamura y Horikawa (1971), los cuales se basan en parámetros estadísticos como son la media de tamaño de grano y el coeficiente de dispersión.

Con los resultados obtenidos se elaboraron tablas de volumen de sedimento depositado para los diferentes años estudiados, parámetros texturales, contenido de materia orgánica y material en suspensión; con estos datos se hicieron gráficas para establecer relaciones entre localización, profundidad y parámetros analizados. Se presenta un plano de distribución de tamaño de grano.

## RESULTADOS

En la tabla I se observa el volumen de sedimento depositado frente al rompeolas para los años estudiados observando un máximo para el año de 1989 de 1,354,655.8 m<sup>3</sup>. y un mínimo de 1,124,056.5 m<sup>3</sup>. para el año de 1983.

Se establecieron 3 intervalos de tiempo de 2 años cada uno y estos fueron 1983-1985, 1985-1987 y 1987-1989, como se puede observar en la tabla II, para los periodos 1983-1985 y 1987-1989 se dió una depositación, siendo esta más notoria en el primer periodo, mientras que para el periodo 1985-1987 se observó claramente una disminución en el volumen depositado frente a la estructura.

En la tabla III se observa los resultados del análisis granulométrico llevado a cabo en las muestras obtenidas en los diferentes transectos, de manera general se tiene para la Media un máximo de 3.151 phi el cual se encuentra en el Transecto #8 y un mínimo de 1.132 phi en el Transecto #10, en cuanto a el Coeficiente de Dispersión, se observa un valor máximo de 0.792 en el Transecto #5 y un mínimo de 0.400 en el Transecto #2, siendo estos los parámetros más importantes a analizar en el presente estudio.

TABLA I.-VOLUMEN DE SEDIMENTO CUANTIFICADO PARA CADA UNO DE LOS AÑOS EVALUADOS.

ANO	MES	VOLUMEN METROS <sup>3</sup>
1983	ABRIL	1,124,056.0
1985	ABRIL	1,265,117.0
1987	NOVIEMBRE	1,256,475.0
1989	MAYO	1,354,665.8

TABLA II.-VOLUMEN DE SEDIMENTO DEPOSITADO Y EROSIONADO PARA PERIODOS DE 2 AÑOS.

AÑOS	VOL. DEPOSITADO METROS <sup>3</sup>	VOL. EROSIONADO METROS <sup>3</sup>
1983-1985	+ 141,161.00	
1985-1987		- 8,642.00
1987-1989	+ 49,095.00	

TABLA III.- PARAMETROS ESTADISTICOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

TRANSECTO	MUESTRA	MEDIA UNIDADES (PHI)	MEDIANA	ASIMETRIA	KURTOSIS	COEFICIENTE DE DISPERSION
I-2						
	M1	2.674	2.650	.030	1.457	.703
	M2	2.900	*	*	*	.400
	M4	2.750	*	*	*	.450
I-3						
	M1	3.044	2.981	.128	.976	.520
	M2	2.570	2.534	.076	1.070	.511
	M3	2.494	2.499	-.053	1.139	.579
I-4						
	M1	2.970	2.974	-.025	1.239	.553
	M2	2.657	2.665	.042	1.234	.540
	M3	2.263	2.262	.013	1.086	.540
	M4	2.502	2.544	-.203	1.322	.559
I-5						
	M1	2.635	2.704	-.285	1.356	.655
	M2	2.805	2.812	-.105	1.111	.492
	M3	2.576	2.663	-.343	1.724	.787
	M4	2.538	2.658	-.386	1.743	.792
I-6						
	M1	2.860	2.934	-.232	1.531	.754
	M2	2.743	2.755	-.102	1.395	.482
	M3	2.328	2.358	-.196	1.136	.538
	M4	1.925	1.997	-.334	1.095	.508
I-7						
	M1	2.944	2.921	.012	.973	.418
	M2	2.593	2.657	-.193	1.211	.435
I-8						
	M1	3.151	3.196	-.112	1.238	.439
	M4	2.479	2.509	-.156	1.106	.480
I-9						
	M1	2.859	2.850	-.019	1.181	.656
	M2	2.327	2.339	-.076	1.479	.767
I-10						
	M1	1.131	.990	.108	1.128	.776
	M2	2.615	1.587	.132	1.160	.541
I-11						
	M1	2.506	2.493	.026	1.119	.474
	M2	2.461	2.467	-.154	1.009	.428
I-12						
	M1	2.857	2.877	-.068	1.129	.622

NOTA : \* DATOS PERDIDOS

La tabla IV muestra la cantidad de materia orgánica- (expresada en porcentaje) encontrada en cada una de las muestras analizadas, siendo la máxima de 2.050% en el Transecto #8 y la mínima de 0.078% en el Transecto #3. En la misma tabla se puede observar la cantidad en gr/lt. de material en suspensión encontrado en las muestras de agua superficial con un máximo de 0.048 gr/lt. en el Transecto #3 y un mínimo de 0.005 gr/lt. en el Transecto #6.

TABLA IV.-CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA Y MATERIAL EN SUSPENSION EN LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

TRANSECTO	MUESTRA	MATERIA ORGANICA(%)	MATERIAL EN SUSPENSION(gr/lit)
I-2			
	M1	*	.019
	M2	*	.014
	M3	*	.017
	M4	*	.016
I-3			
	M1-1	.078	.078
	M2-2	.264	.022
	M3-3	.166	.040
	M4	*	*
I-4			
	M1-4	.232	.020
	M2-5	.276	.023
	M3-6	.462	.016
	M4-7	.050	.029
I-5			
	M1-8	.283	.023
	M2-9	.793	.025
	M3	*	.034
	M4	*	.034
I-6			
	M1-10	1.394	.005
	M2-11	.624	.026
	M3-12	.949	.009
	M4-13	.589	.040
I-7			
	M1-14	.230	*
	M2-15	1.700	*
I-8			
	M1-16	.680	*
	M2-17	2.050	*
I-9			
	M1-18	.096	.006
	M2-19	.214	*
I-10			
	M1-20	.920	*
	M1-21	.204	*
I-11			
	M1-22	.925	*
	M1-23	2.159	*
I-12			
	M1-24	1.320	*

NOTA: + MAYOR DE 2.7 MICRONES \* DATOS PERDIDOS

## DISCUCIONES

Al parecer, en el rompeolas del Puerto de Ensenada se presentó una situación en la cual, debido a la acumulación excesiva de sedimento frente a él, la estructura perdió porosidad lo que repercutió en una disminución en la capacidad de disipación de la energía del oleaje lo que trajo consigo una serie de problemas en el puerto.

Como se puede observar en la figura 2 el volumen de sedimento depositado frente al rompeolas del Puerto en los años 1983, 1985, 1987 y 1989, tiende a un aumento a medida que transcurre el tiempo, llegándose a un máximo de  $1,354,665.8 \text{ m}^3$ . en el año 1989. Durante este lapso de 6 años se detectaron dos periodos depositacionales (1983-1985, 1987-1989) y uno erosional (1985-1987)(Figura 3), estos periodos pueden ser asociados a lo siguiente; durante el periodo de 1983-1985 se llevaron a cabo obras de extensión del rompeolas lo que provocó una mayor captación de sedimento, junto con esto, se tuvieron épocas de alta precipitación pluvial  $338 \text{ mm/año}$  en promedio (Anexo ). En el periodo 1985-1987 no se realizaron obras de prolongación del rompeolas y la razón de precipitación pluvial se mantuvo en el orden de  $282 \text{ mm/año}$  (Anexo ), la cual es baja al compararla con el periodo anterior. Como la cantidad de sedimento aportado a la zona por la corriente litoral disminuyó, esto provocó una disminución en el volumen de sedimento depositado frente a la estructura.

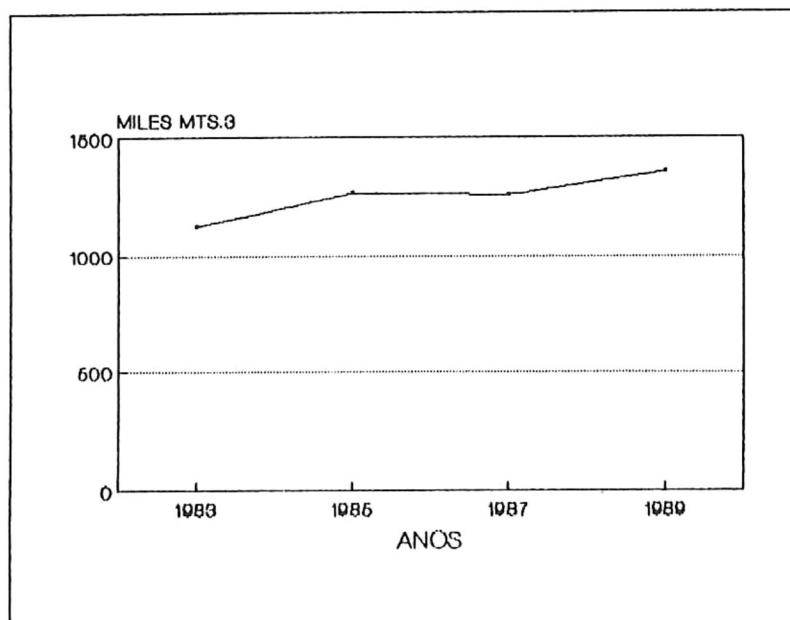


FIGURA 2.- Volumen de sedimento depositado en el área de estudio para los años analizados.

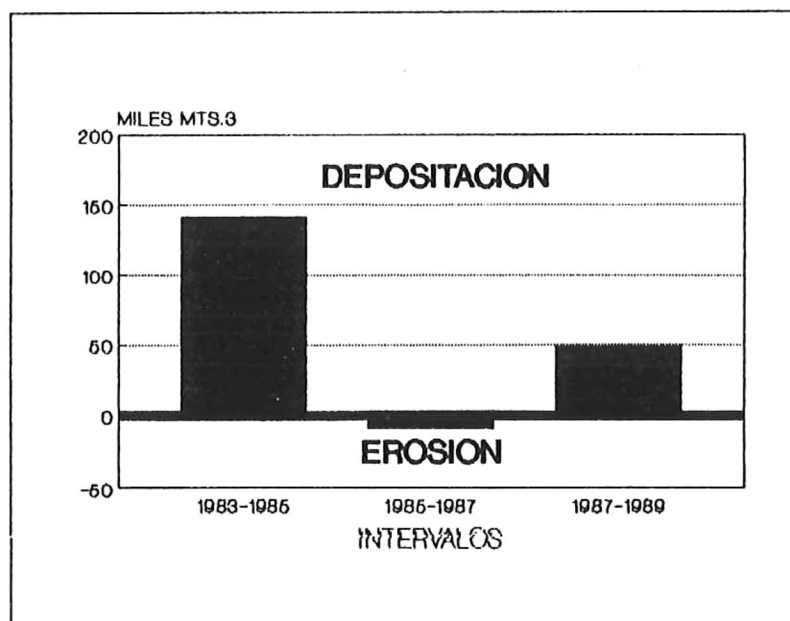


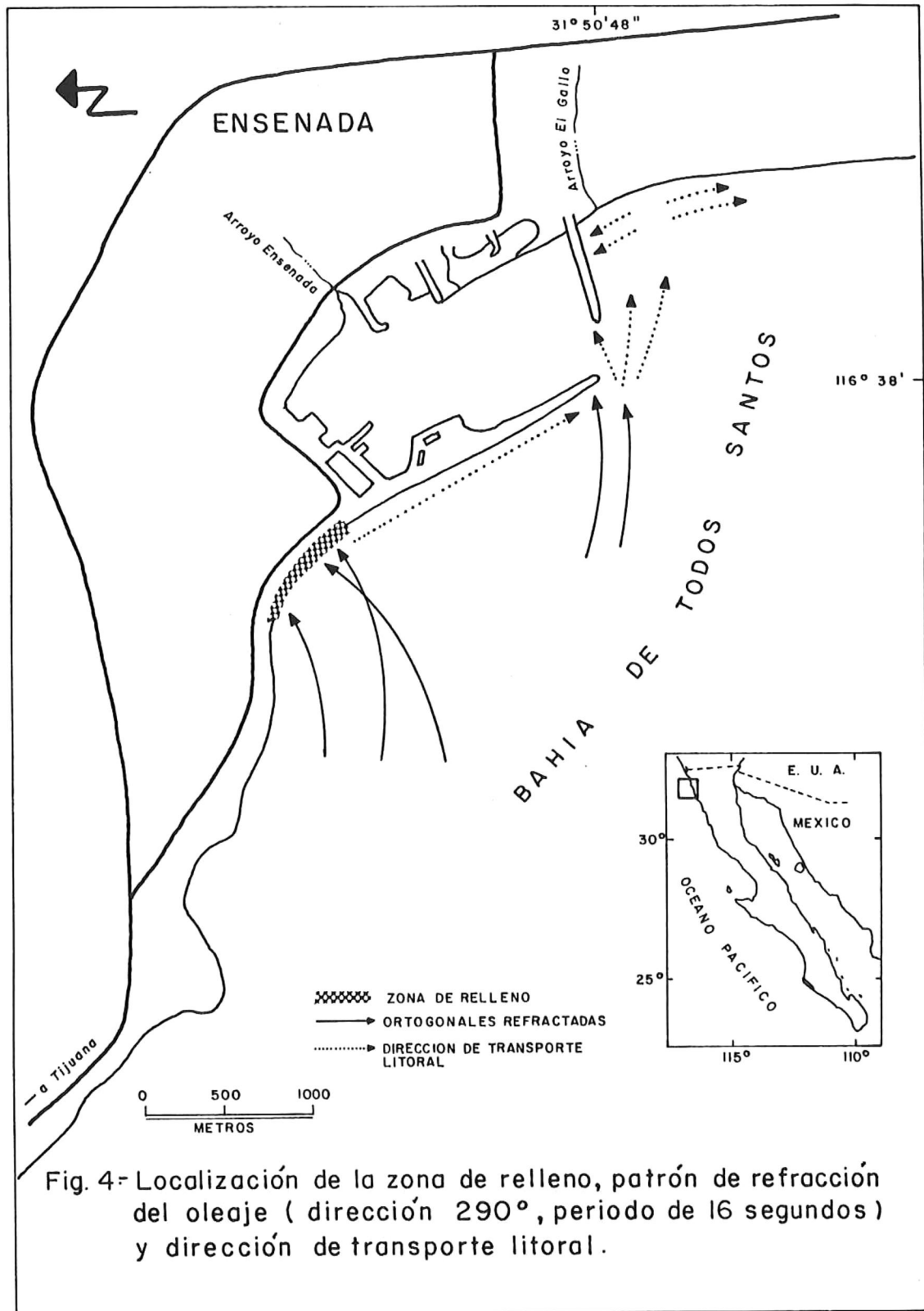
FIGURA 3.- Volumen de sedimento Depositado (+) y Erosionado (-) en los tres intervalos de tiempo establecidos.

Durante el periodo 1987-1989 no se realizaron obras en la estructura sino hasta finales de 1988 como resultado de los daños ocasionados al rompeolas por una tormenta de invierno que se presentó los días 17 y 18 de Enero de 1988, esto trajo consigo un mayor aporte de material sedimentario a la zona. En este periodo, la precipitación pluvial fue de 244 mm/año (Anexo ). De los lapsos de tiempo que se analizaron, este último es de especial interés debido a que hasta antes de la tormenta las condiciones prevalecientes en la zona eran muy similares a las presentes en el lapso 1985-1987 y el rompeolas presentaba un funcionamiento normal, pero después de esta tormenta se dieron cambios muy drásticos en la zona, tanto en la morfología de la costa como en el funcionamiento del rompeolas. La zona costera adyacente al rompeolas (parte Norte) presentó una erosión muy drástica y el rompeolas perdió gran parte de su capacidad de disipación de energía del oleaje. Debido a que a partir de esta fecha muchos de los problemas del Puerto se relacionan al mal funcionamiento del rompeolas, se tratan de establecer las posibles causas que originaron el problema.

Para lograr lo anterior se realizó una breve investigación histórica sobre lo que ha sucedido en el rompeolas de Ensenada a partir de 1985, encontrándose lo siguiente:

Como resultado de las obras de extensión del rompeolas se obtuvo una gran cantidad de material fino de desecho el cual fué utilizado como material de relleno para la construcción de una amplia carretera de acceso al Puerto de Ensenada, siendo ganado durante este proceso una gran parte de terreno al mar (Figura 4). Esta carretera permaneció intacta hasta poco antes de la tormenta de invierno que se presentó en la región el 17 y 18 de Enero de 1988 (Comunicación personal Reyes. 1991<sup>1</sup>). Esta tormenta produjo alturas de ola excepcionales, excediendo por mucho cualquier tormenta registrada en la región. Seymour (1988) sugiere que una tormenta de este tipo presenta un intervalo de recurrencia de no menos de 100-200 años y una altura significativa de 11 metros y un periodo de casi 17 segundos justamente a un costado de las islas de California. Estas olas llegaron a la Bahía de Todos Santos con una dirección de 290°, con una altura significativa de 9 metros y un periodo de 16 segundos, ocasionando daños muy severos a las instalaciones del Puerto de Ensenada, incluyendo la segmentación del rompeolas y el húndimiento de 13 embarcaciones pesqueras. Al analizar el patrón de refracción para el oleaje asociado a esta tormenta (Figura 4) se puede observar claramente que mucho del oleaje incidió de forma

<sup>1</sup> Reyes Coca I.P.N. (Laboratorio de Hidráulica)



directa sobre la zona en que fué colocado el relleno, de igual manera se observa que el oleaje incidió con cierto ángulo con respecto a la línea de costa lo que reforzó la ya existente corriente litoral presente en la zona y cuya dirección predominante es Norte-Sur (Aranda Manteca, 1983)(Figura 4). Como resultado de lo antes expuesto, y por observaciones hechas en la zona la carretera fué destruida casi en su totalidad y todo el material de relleno fué erosionado. Al analizar el comportamiento de las isobatas de 5 y 9 metros (Figuras 5 a 10) para los años considerados (1983, 1985, 1987 y 1989) se puede observar claramente la presencia de un depósito sedimentario que aumentó abruptamente para Enero de 1989, por lo que es de suponer, que parte del material erosionado de la zona de relleno fué transportado en dirección Sur hacia el rompeolas siendo este depositado en gran parte frente al mismo. Lo anterior se corrobora en las Figuras 11 y 12 en las que al utilizar los criterios descritos por Sunamura y Horikawa (1971) para establecer la dirección de transporte litoral, se detecta una dirección de transporte Norte-Sur, siendo esto evidenciado en la zona por la generación de una pequeña playa frente a una sección del rompeolas (Transectos 4 a 7). La presencia de este depósito en la base de la estructura redujo la porosidad en el rompeolas disminuyendo

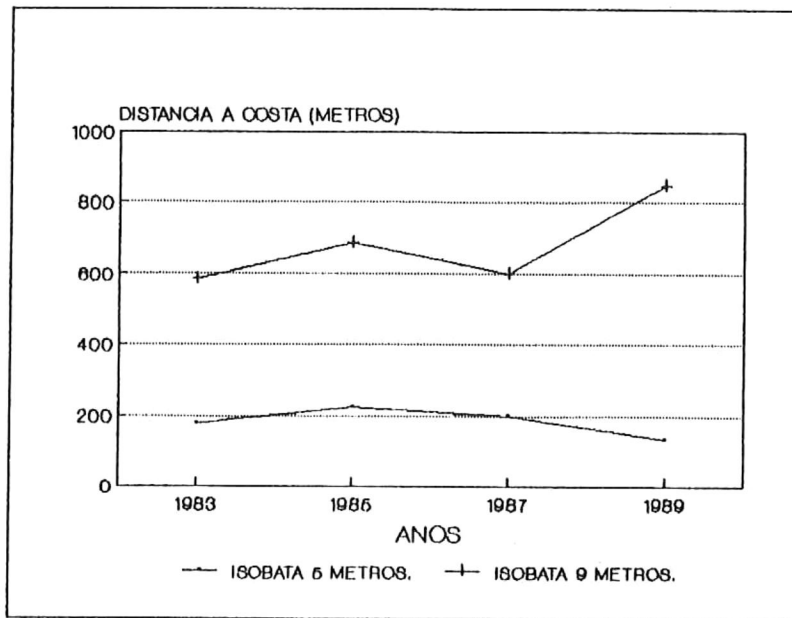


FIGURA 5.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 2.

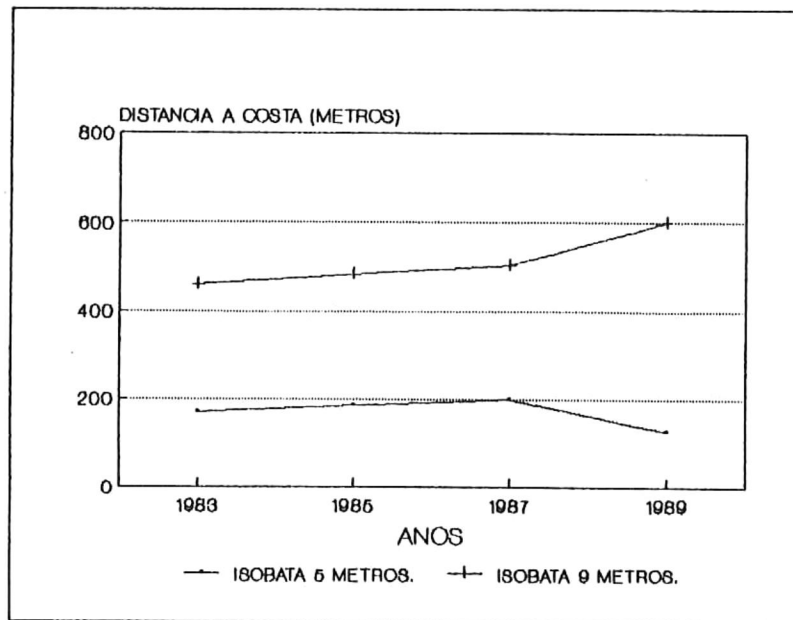


FIGURA 6.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 3.

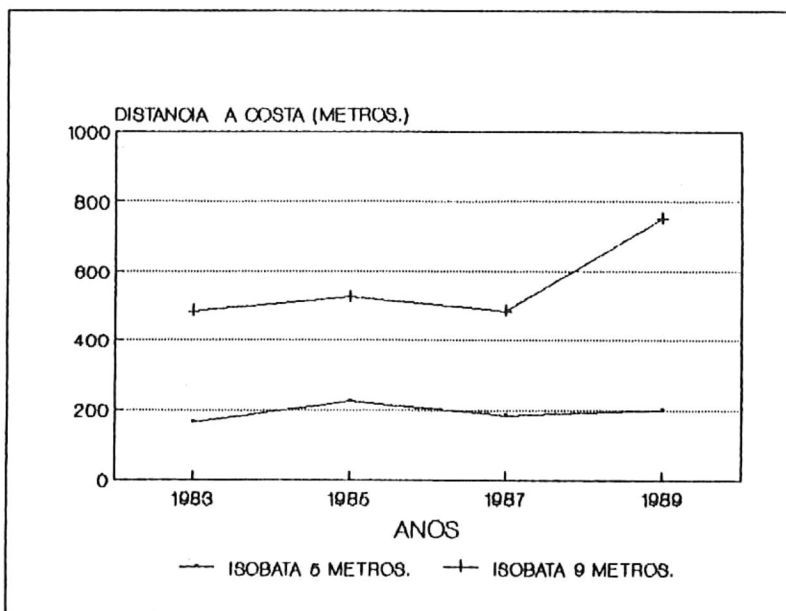


FIGURA 7.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 4.

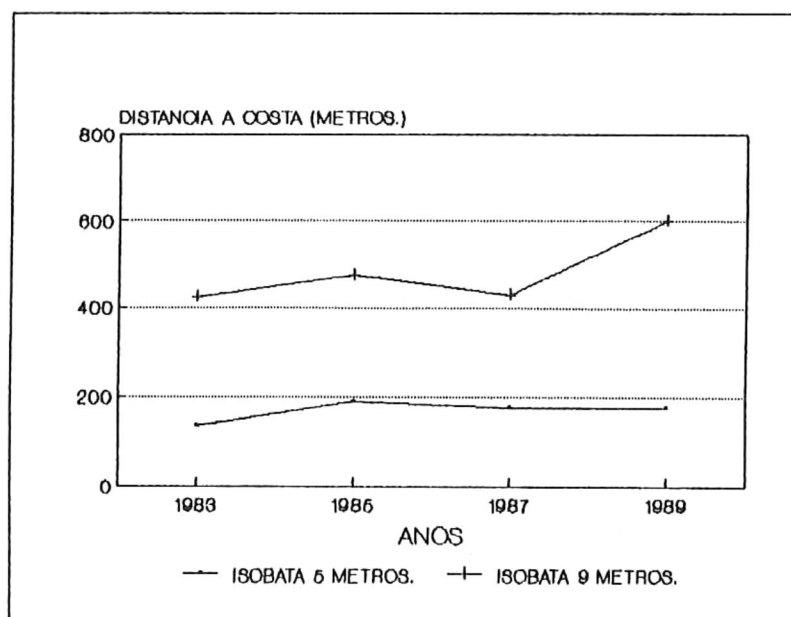


FIGURA 8.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 5.

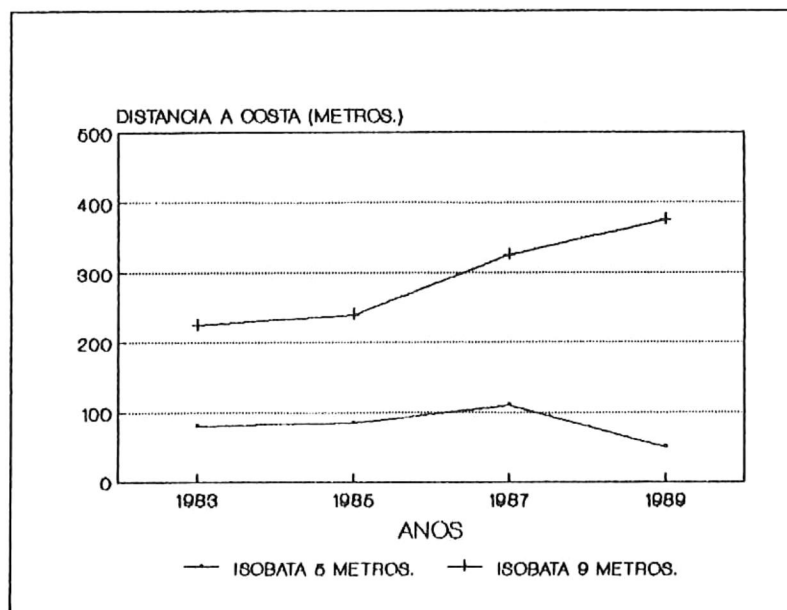


FIGURA 9.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 6.

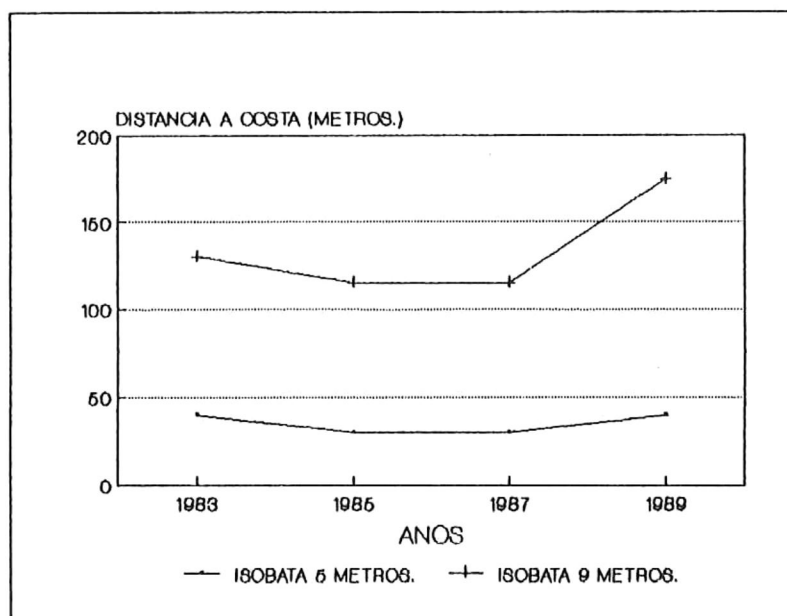


FIGURA 10.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 7.

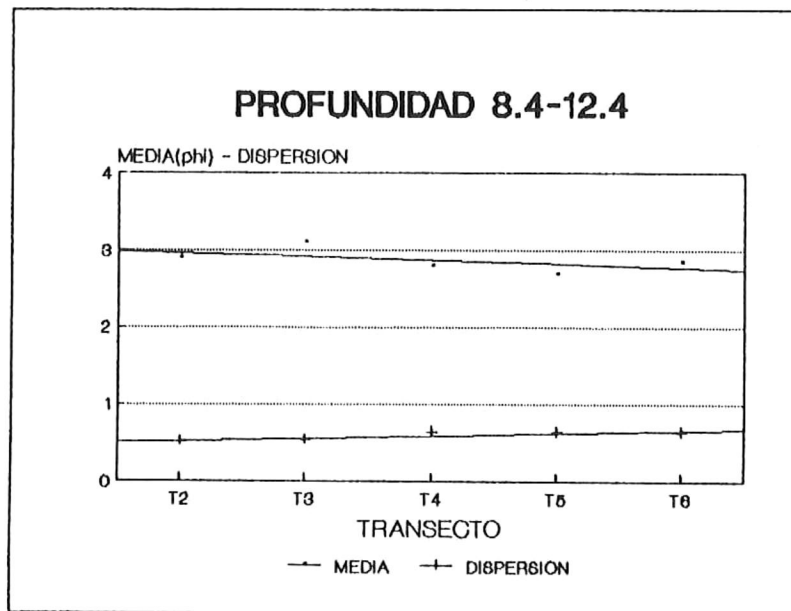


FIGURA 11.- Gráfica de Media vs. Coeficiente de Dispersión para las muestras tomadas entre 8.4-12.4 m de profundidad en los Transectos 2,3,4,5 y 6.

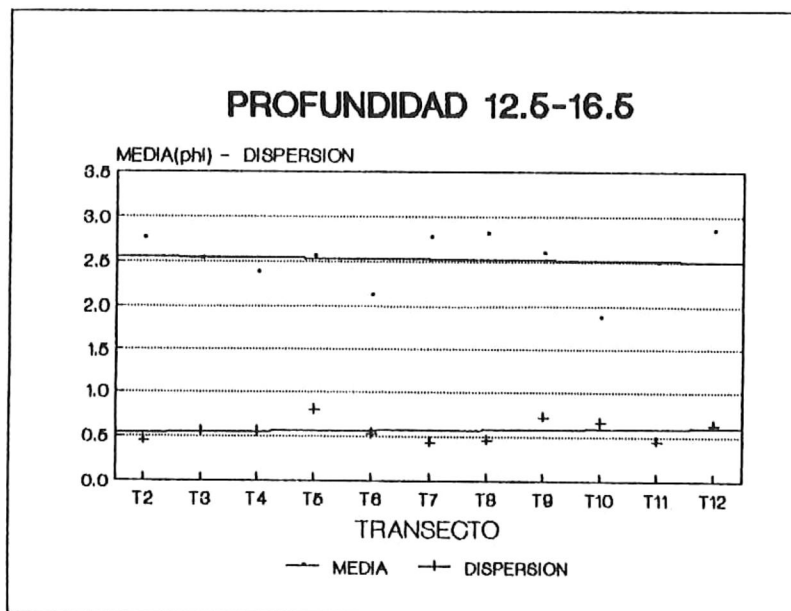


FIGURA 12.- Gráfica de Media vs. Coeficiente de Dispersión para las muestras tomadas entre 12.5-16.5 m de profundidad en los Transectos 2,3,4,5,6,7,8,9, 10, 11 y 12.

la capacidad de disipación de la energía del oleaje. El hecho de que en los Transectos 8 a 12 (Figuras 13 a 17) no se presente un aumento marcado en el volumen de sedimento se debe a que estos transectos se encuentran ubicados en una zona de alta energía del oleaje (morro del rompeolas) lo que no permite una acumulación de sedimento. Al presentarse la tormenta de 1988 el nivel de energía en la zona aumentó drásticamente provocando la erosión del material presente en la zona.

Ademas del movimiento de sedimento paralelo, se detectó un movimiento de sedimento perpendicular a la línea de costa, lo que se observa en las figuras 18 a 24. Al analizar el tamaño del sedimento (Figura 25), se puede establecer un comportamiento general, es decir, sedimento fino cercano a la costa tornandose más grueso a medida que nos alejamos de esta. Este tipo de comportamiento es el esperado para eventos de tormenta, ya que en estos casos el tamaño de sedimento que puede ser transportado es mayor y a su vez, es depositado a mayores profundidades. En la figura 26 se observa la distribución de la media (unidades phi) del tamaño de sedimento en la zona de estudio. En general, los sedimentos presentes en la zona son submaduros lo que pone de manifiesto el poco transporte a que han estado sujetos (Tabla III).

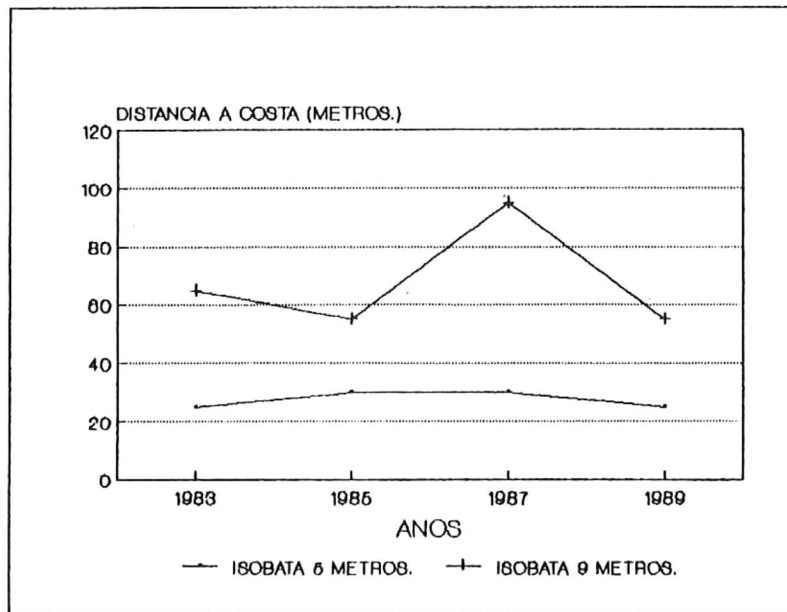


FIGURA 13.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 8.

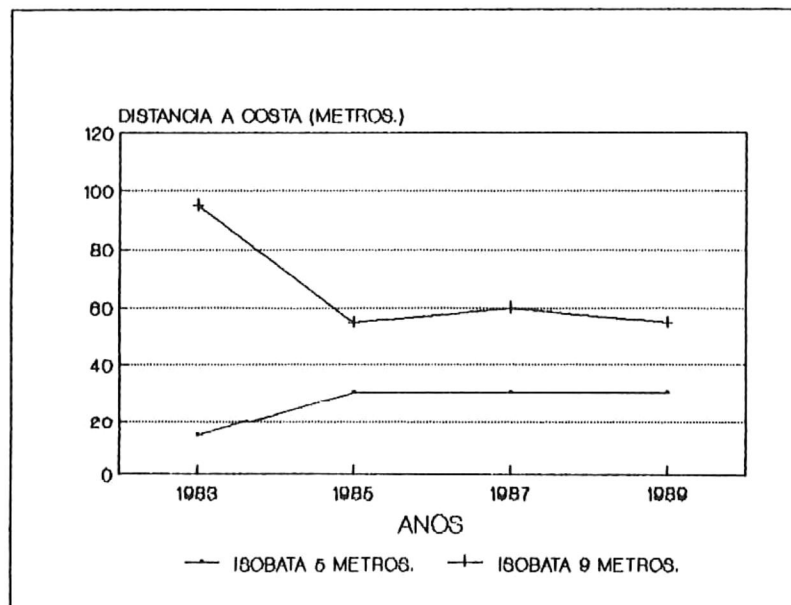


FIGURA 14.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 9.

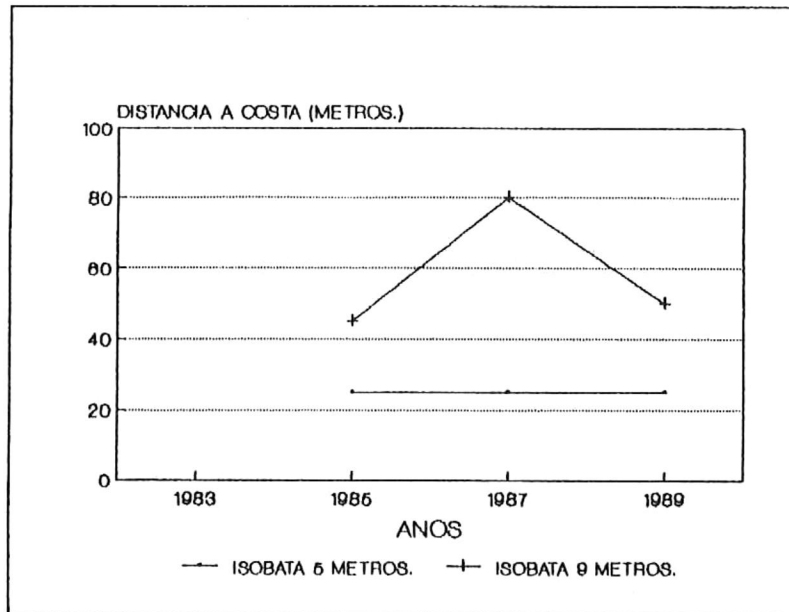


FIGURA 15.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 10.

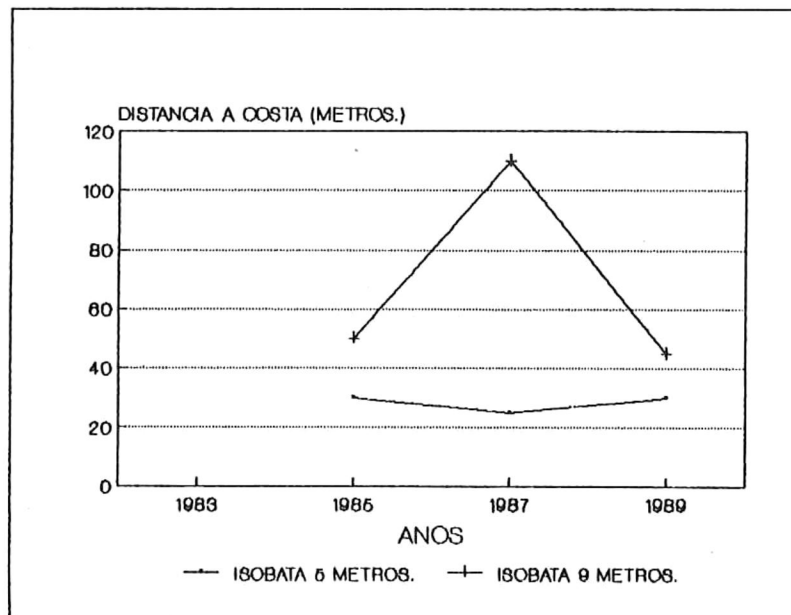


FIGURA 16.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 11.

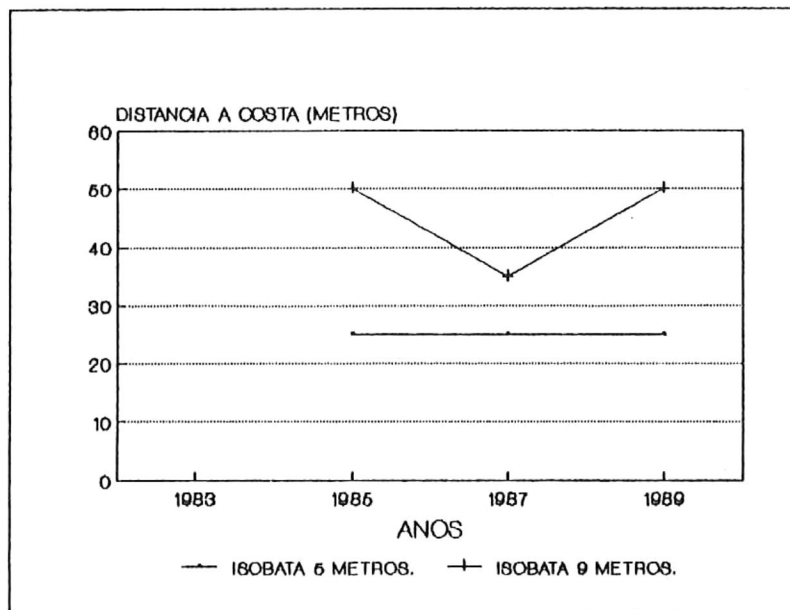


FIGURA 17.- Comportamiento de las Isobatas de 5 y 9 m en el Transecto 12.

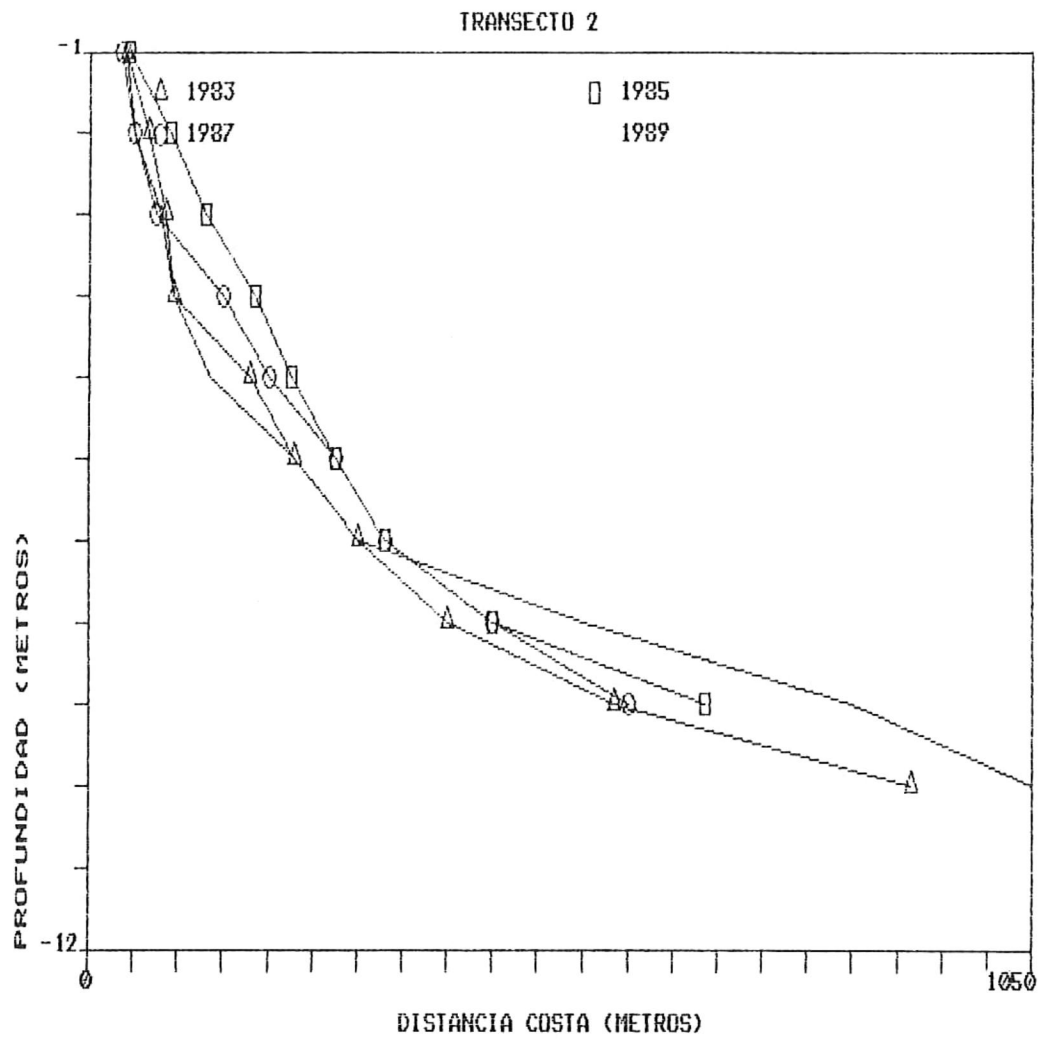


FIGURA 18.- Perfiles para los años analizados Transecto 2.

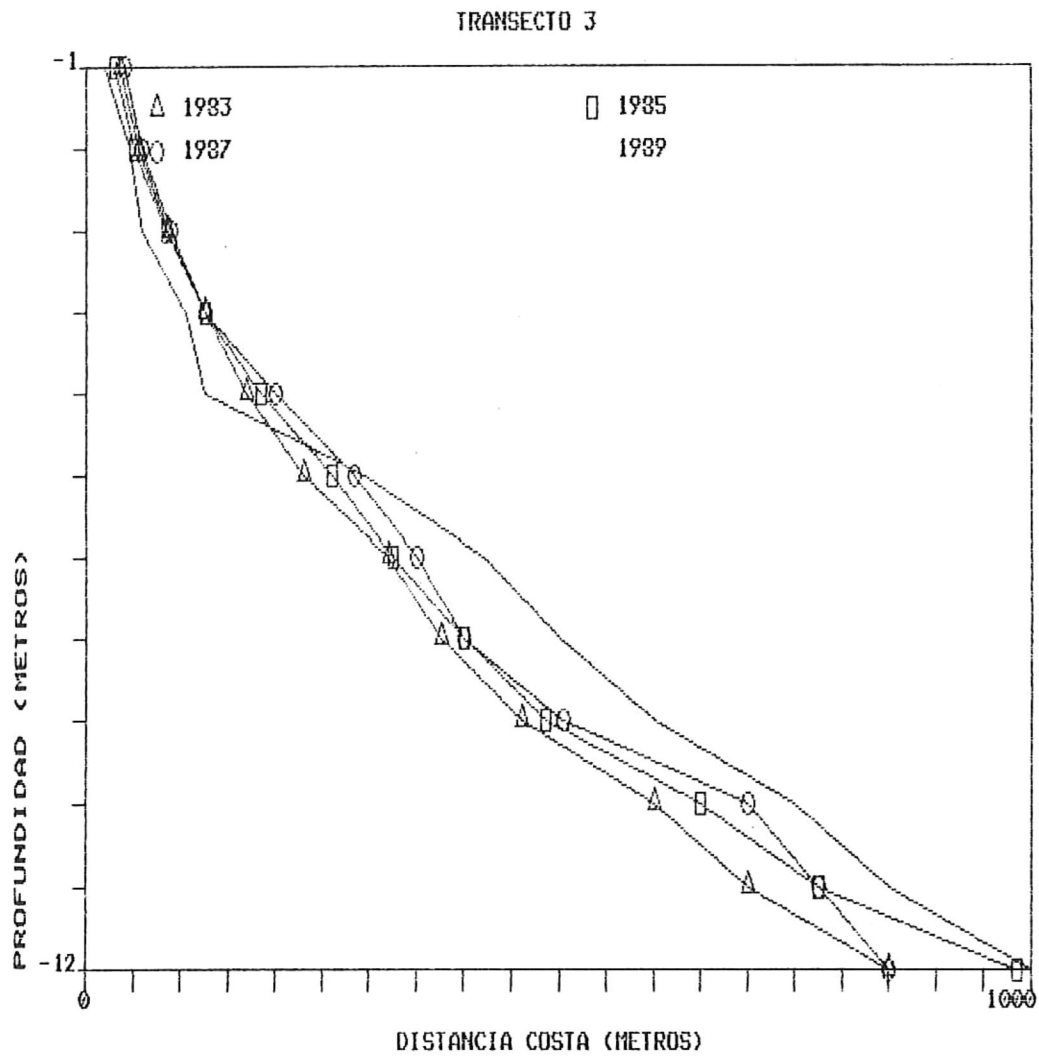


FIGURA 19.- Perfiles para los años analizados Transecto 3.

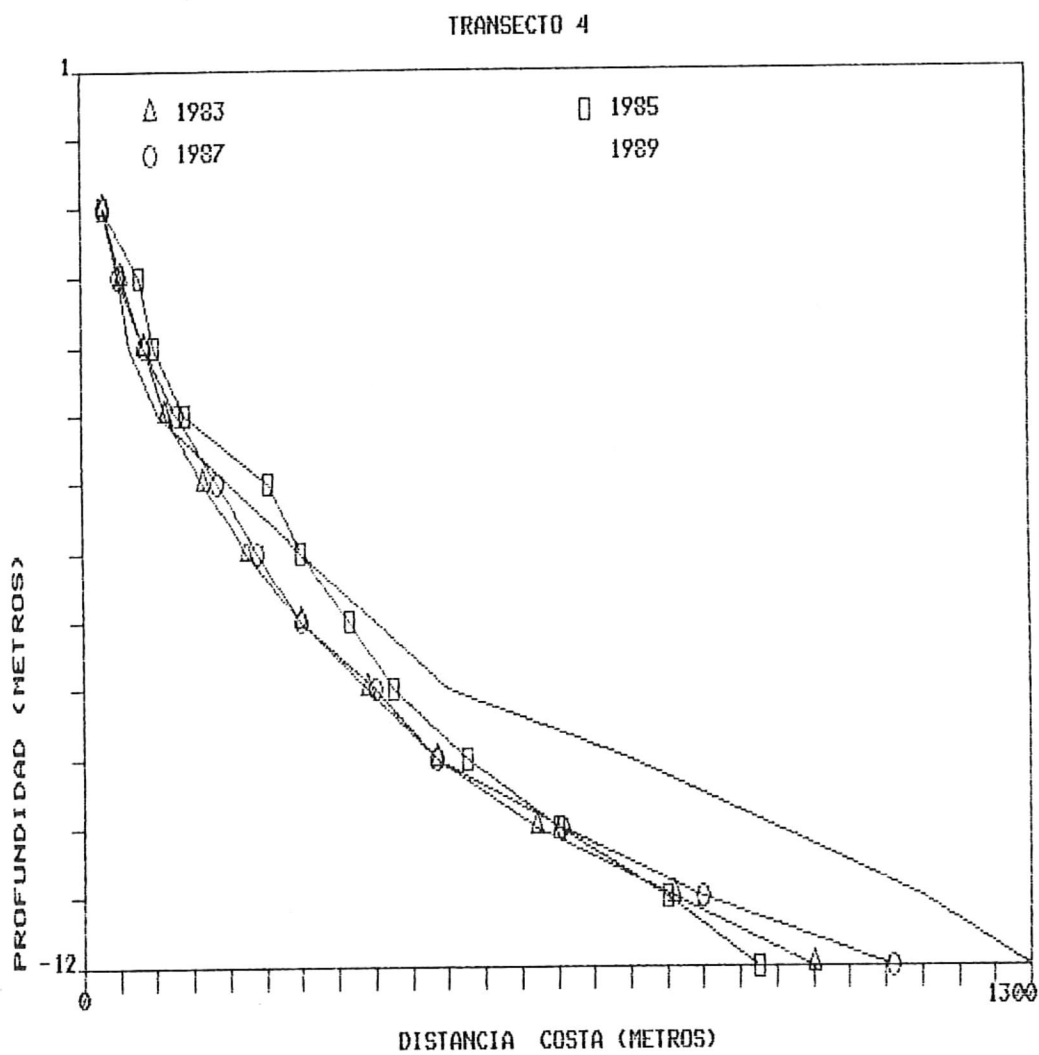


FIGURA 20.- Perfiles para los años analizados Transecto 4.

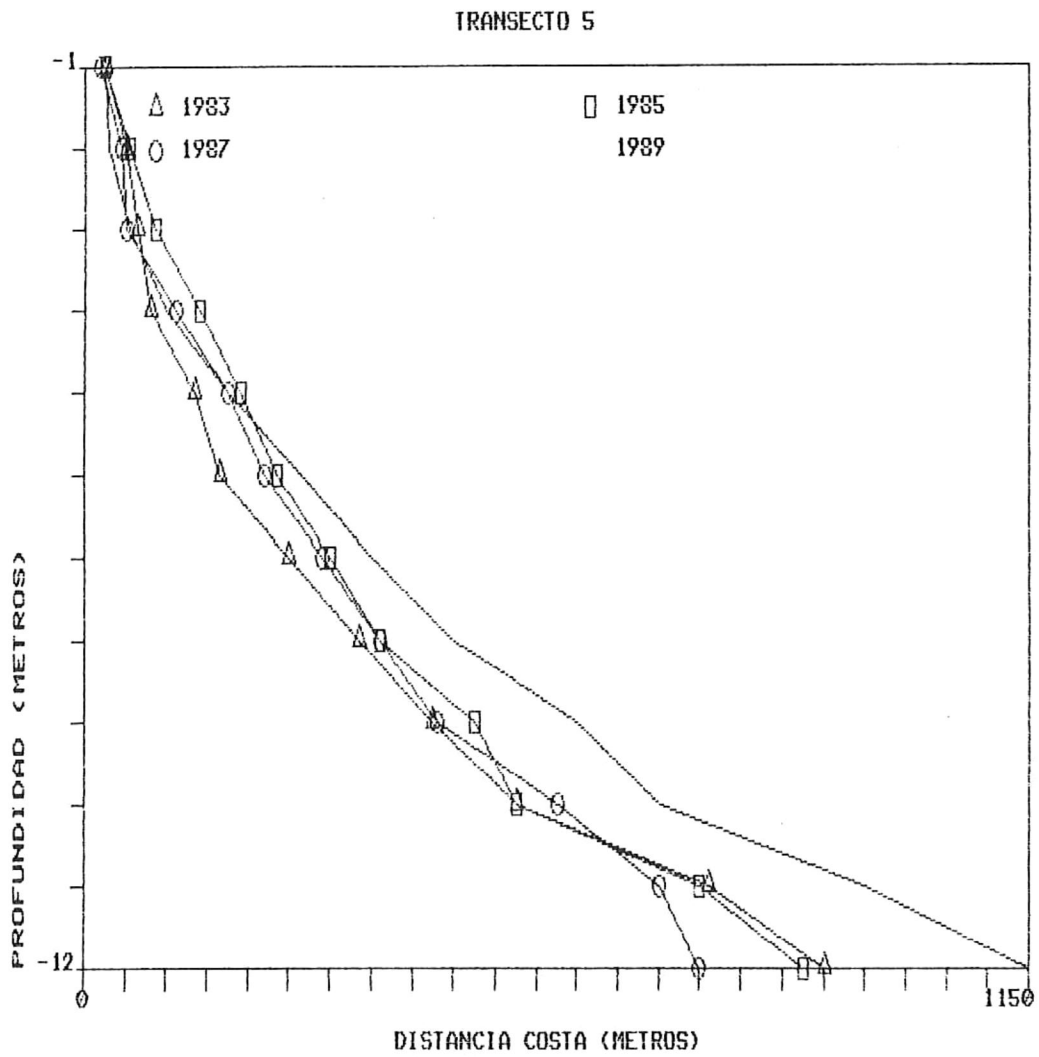


FIGURA 21.- Perfiles para los años analizados Transecto 5.

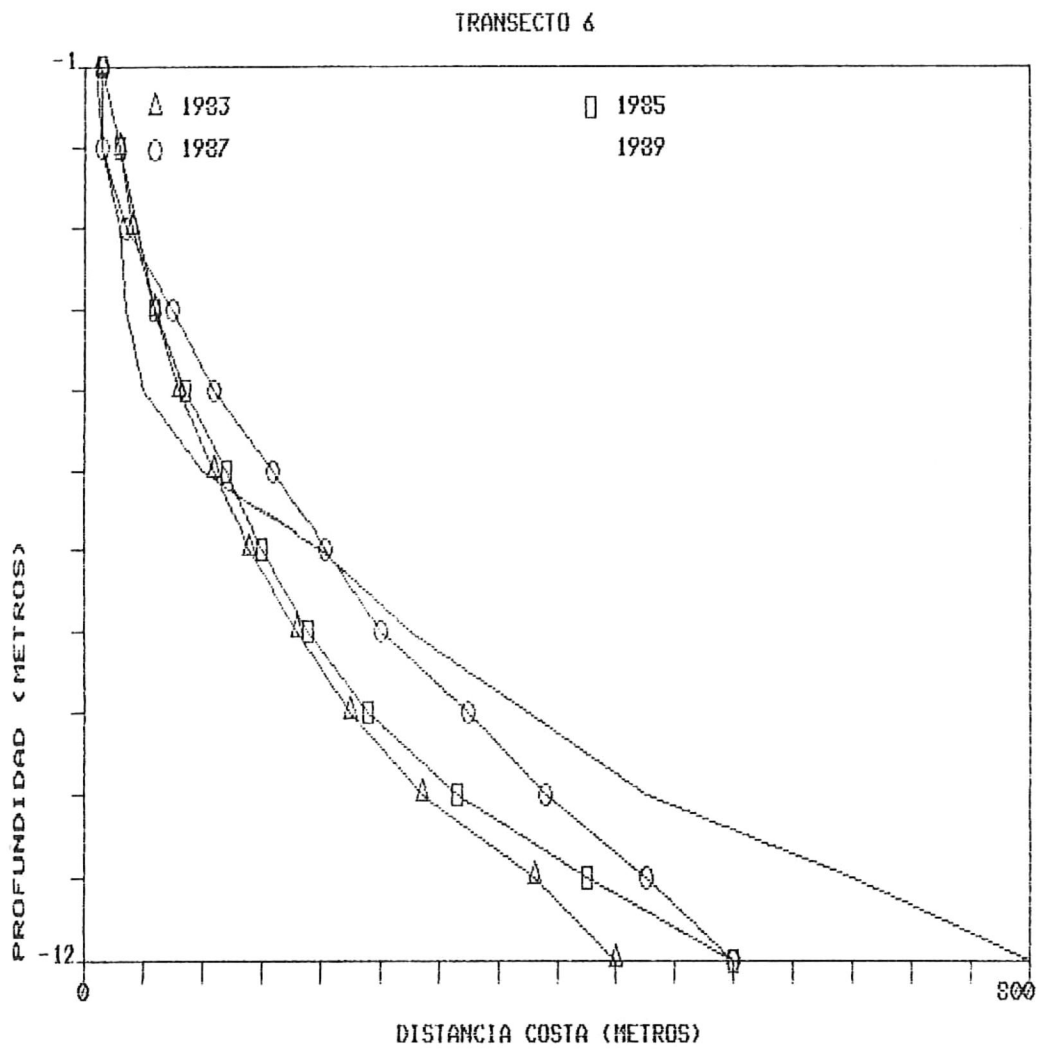


FIGURA 22.- Perfiles para los años analizados Transecto 6.

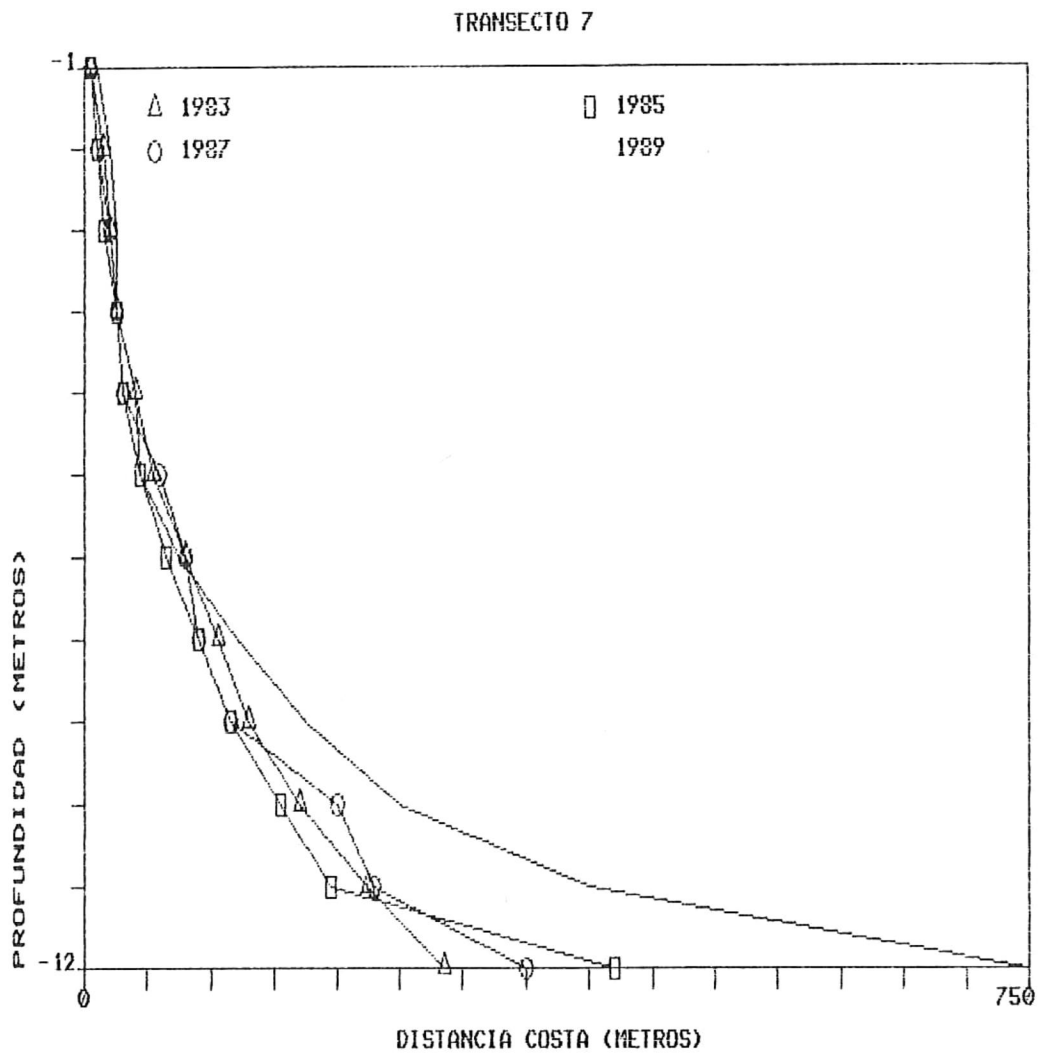


FIGURA 23.- Perfiles para los años analizados Transecto 7.

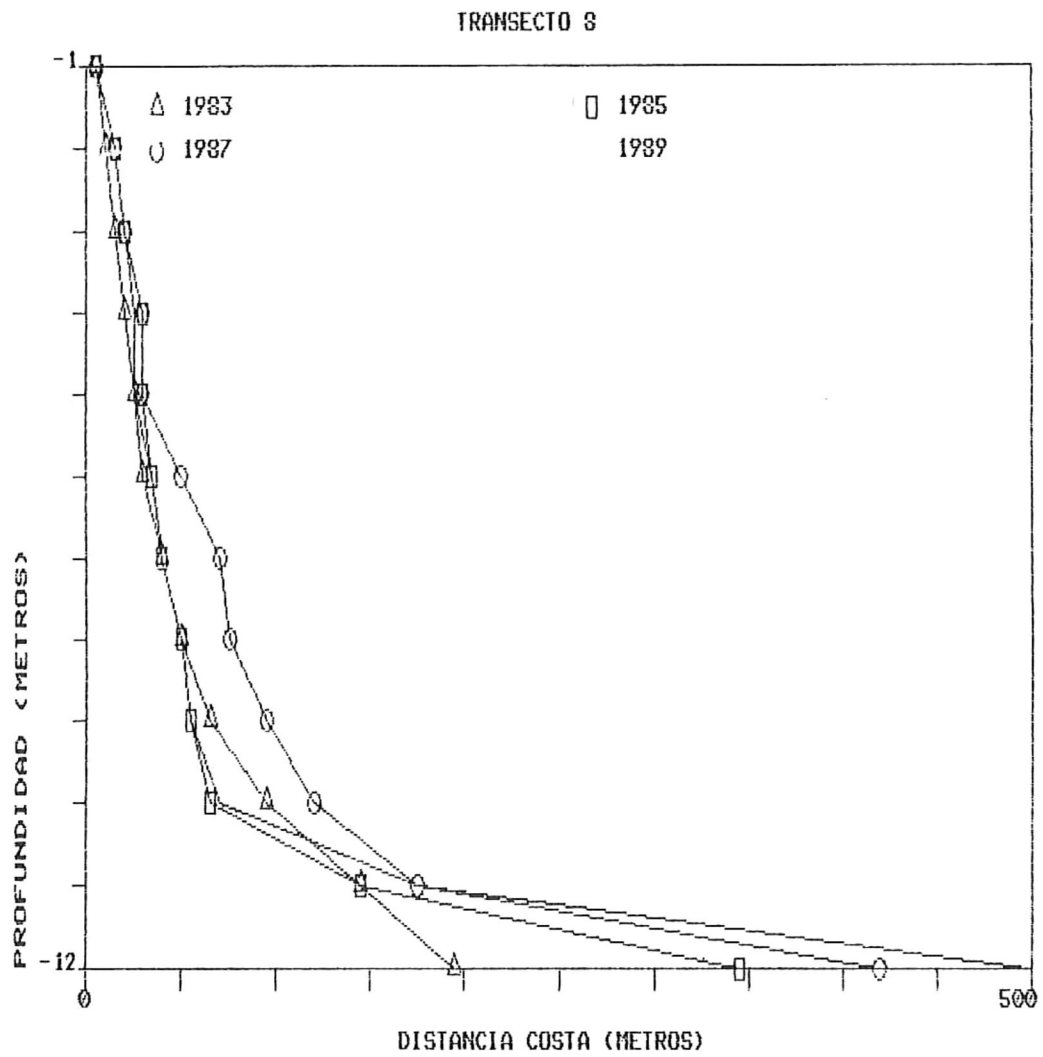


FIGURA 24.- Perfiles para los años analizados Transecto 8.

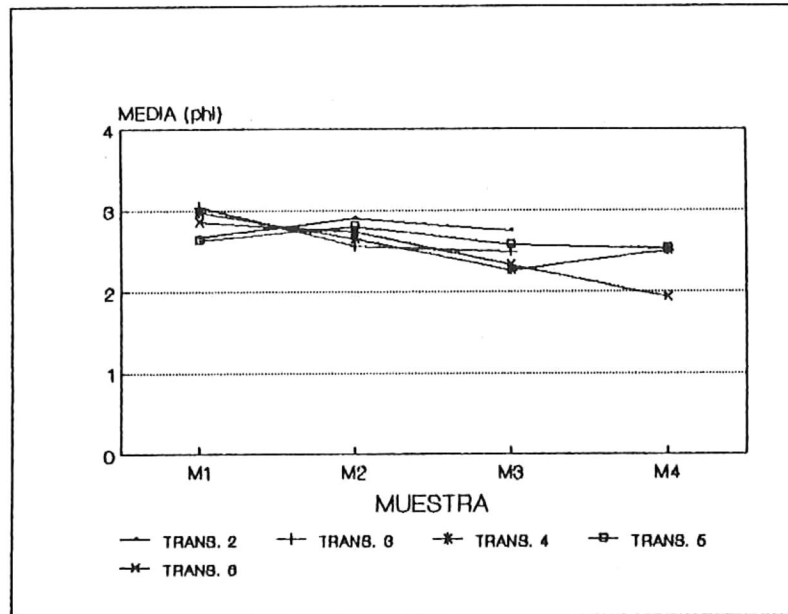
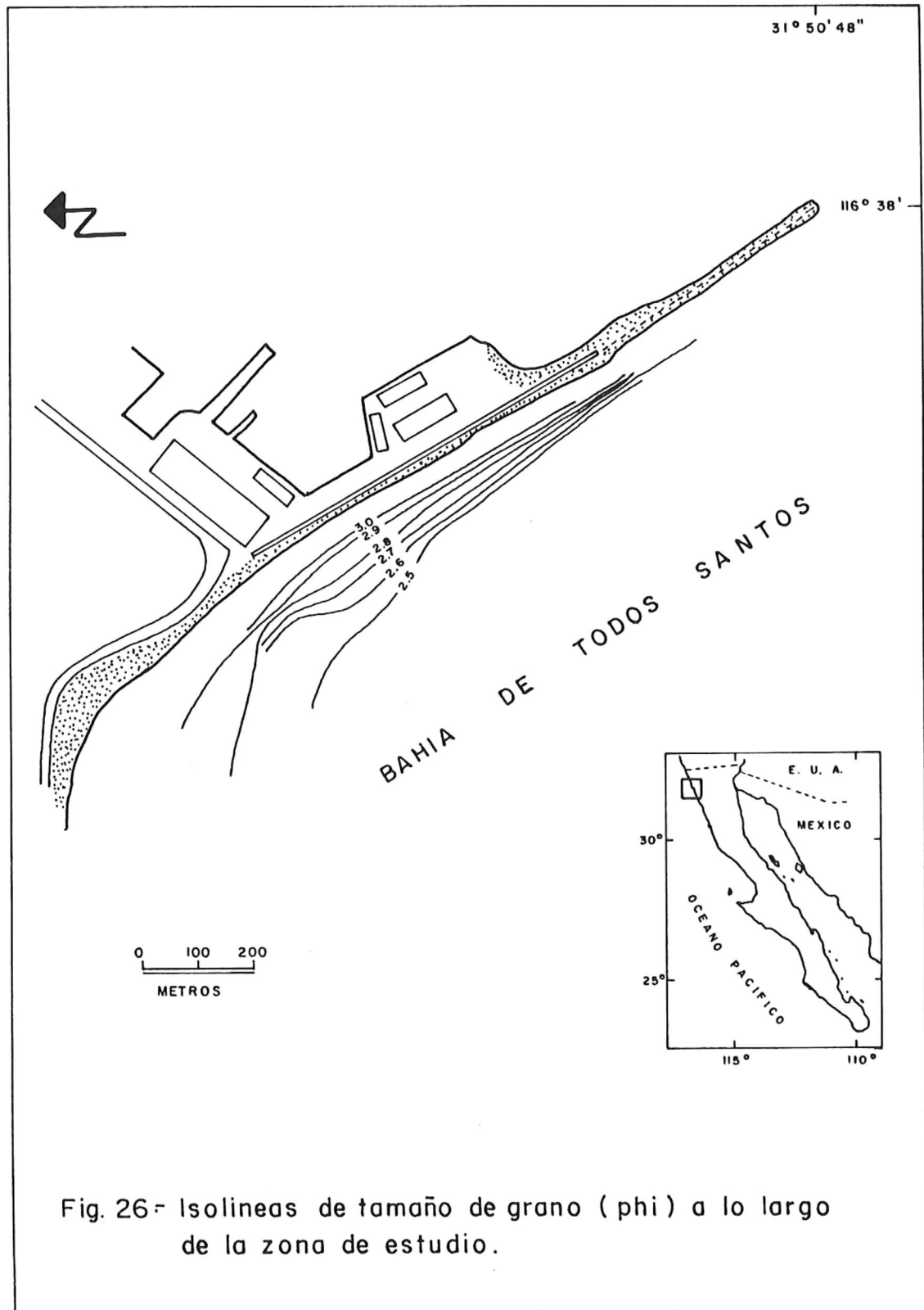


FIGURA 25.- Media de tamaño de grano (unidades phi ) a lo largo de los Transectos 2,3,4,5 y 6.



Debido a las distancias con respecto a la línea de costa, a las profundidades tratadas y a los volúmenes de sedimento que fueron desplazados, es difícil atribuir este proceso a un simple cambio estacional, por lo que es obvio que la tormenta de 1988 influyó en las condiciones que presenta actualmente la estructura.

A pesar de que el comportamiento arriba mencionado se presentó en la mayor parte de la zona de estudio, los Transectos 9 a 12 no coincidieron del todo con éste.

Al analizar las figuras 27 a 30 se puede detectar un fenómeno erosivo en el periodo 1987-1989 y no es posible establecer la presencia de algún depósito sedimentario, por lo menos, a las profundidades registradas. De manera general en esta zona la energía del oleaje es alta y la tasa de sedimentación baja, lo que se vio acentuado durante la tormenta de Enero de 1988. Esto trajo consigo la erosión observada en la zona y debido a las profundidades tratadas ha sido muy difícil que se deposite material en dicha zona.

En cuanto a la distribución del tamaño del sedimento (Figura 31), se presentó el mismo comportamiento que se presenta en el resto de los Transectos exceptuando al Transecto 10 en el que se observa material grueso cercano al rompeolas y fino a medida que se aleja de él. Cabe mencionar

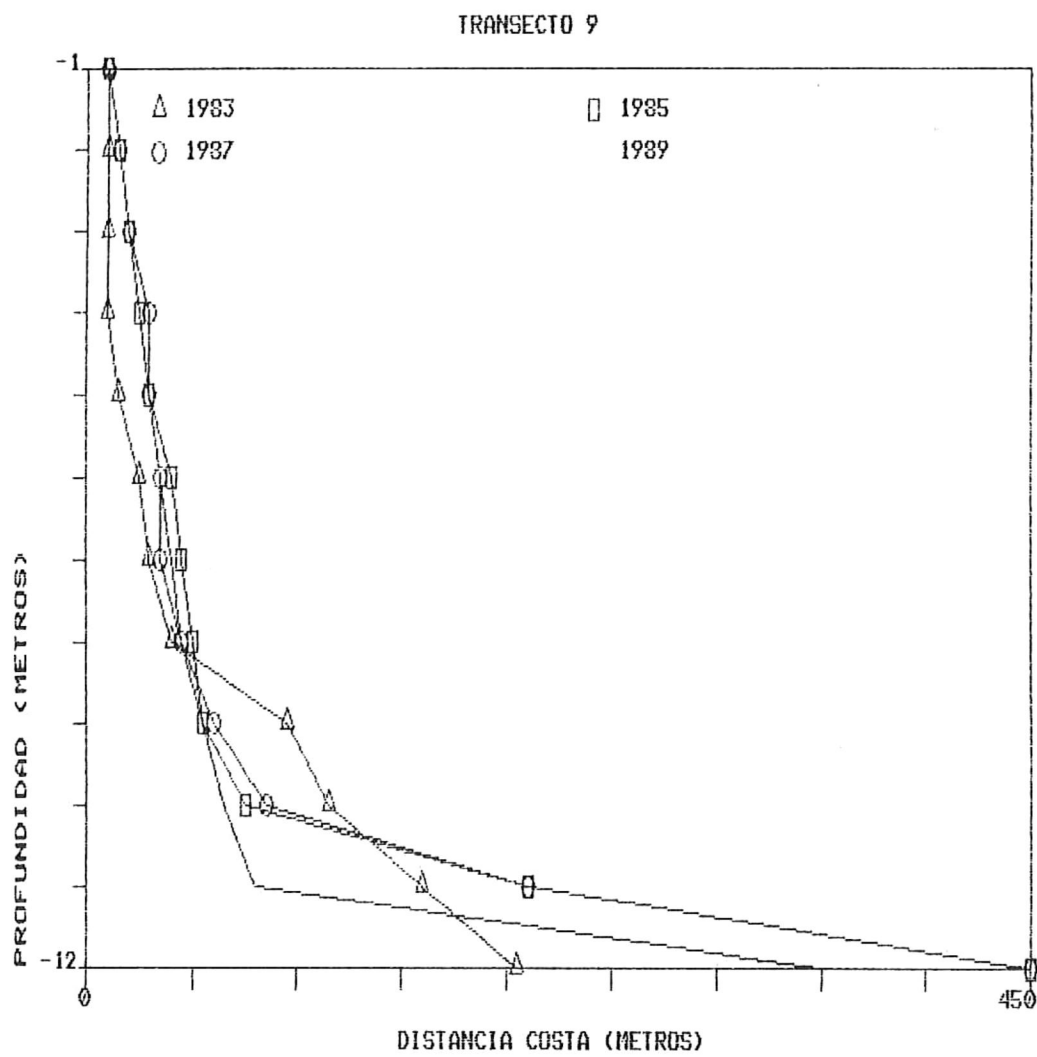


FIGURA 27.- Perfiles para los años analizados Transecto 9.

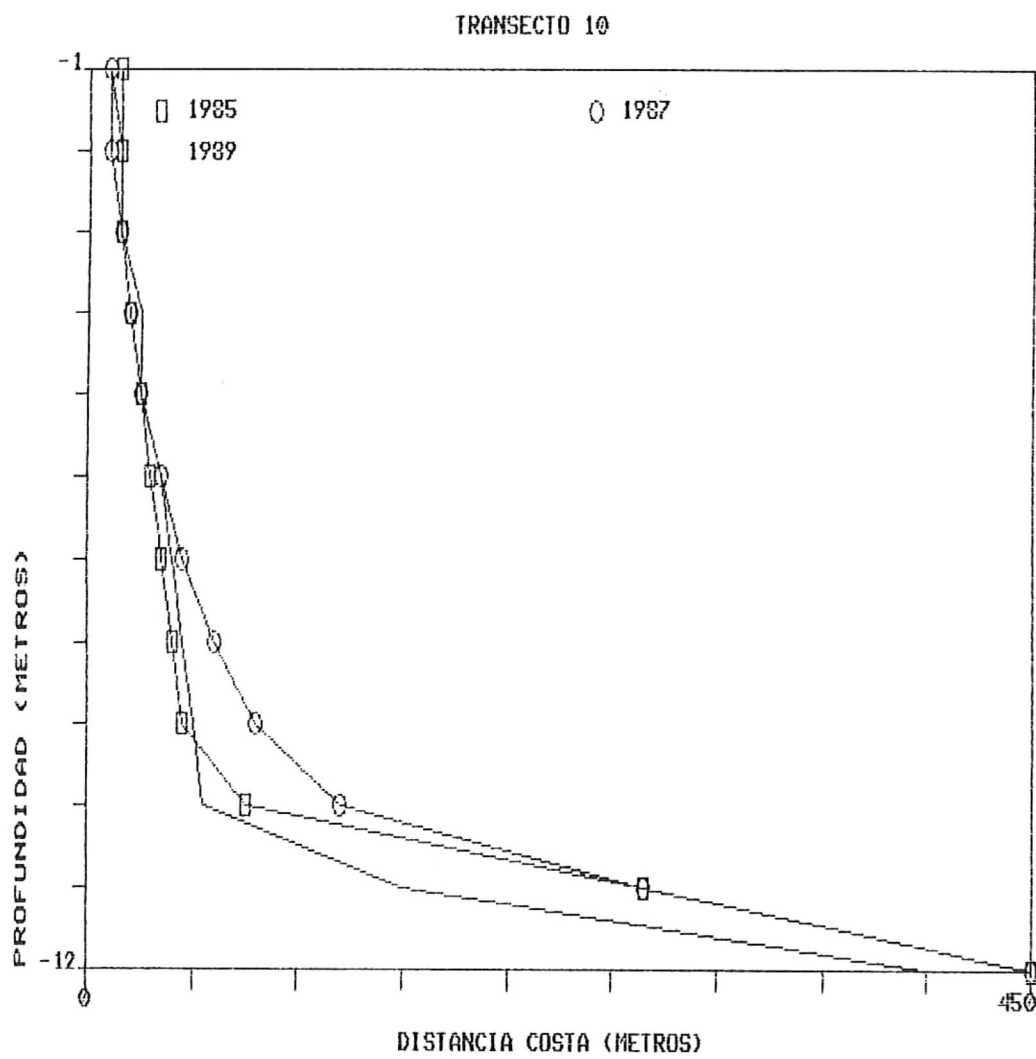


FIGURA 28.- Perfiles para los años analizados Transecto 10.

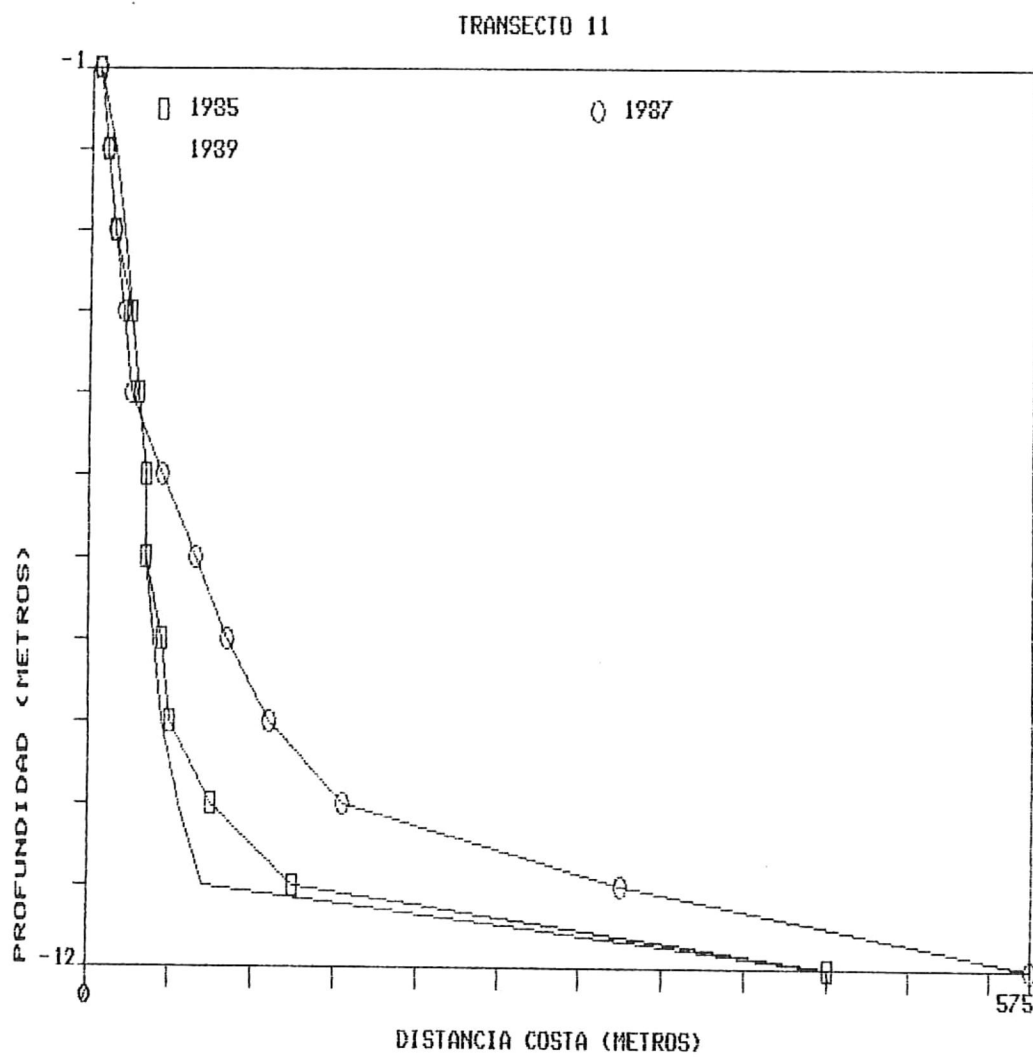


FIGURA 29.- Perfiles para los años analizados Transecto 11.

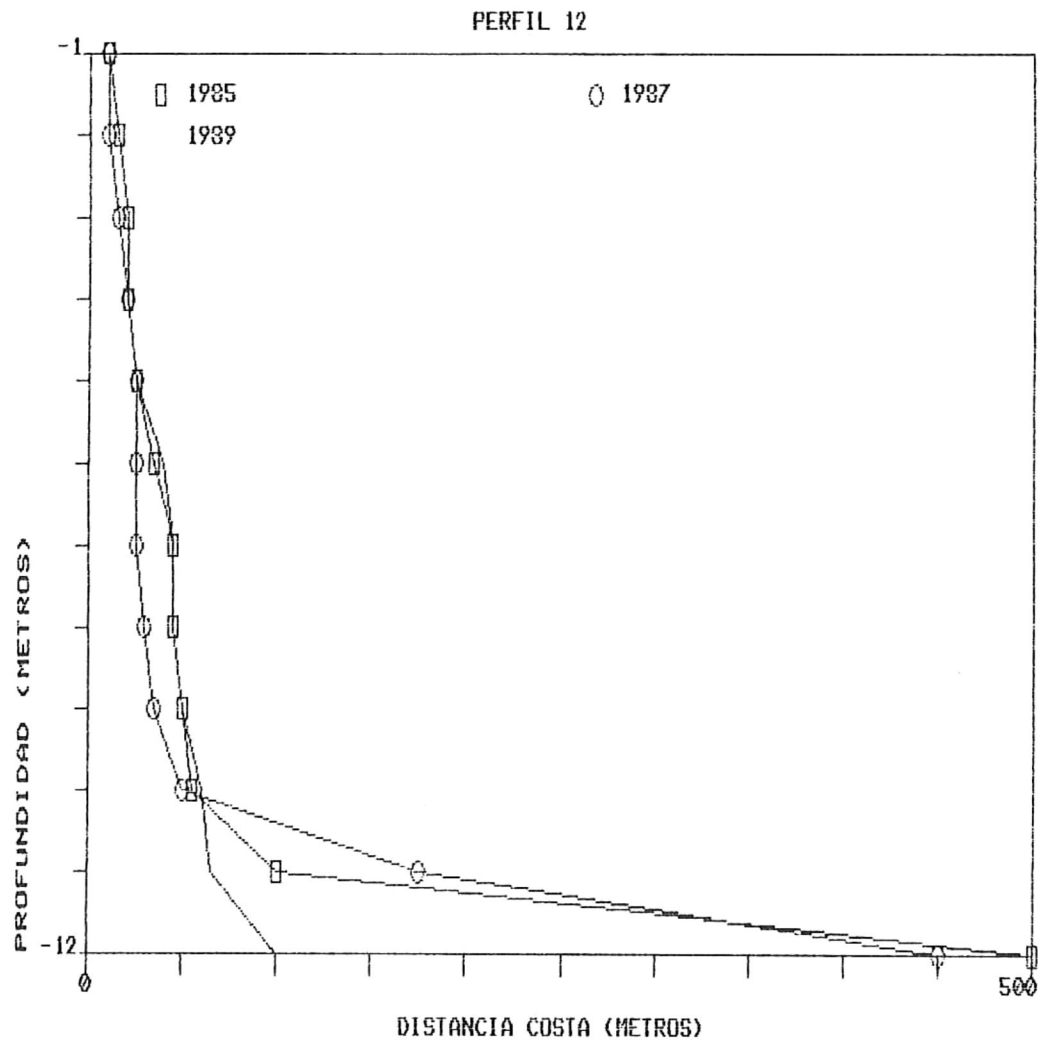


FIGURA 30.- Perfiles para los años analizados Transecto 12..

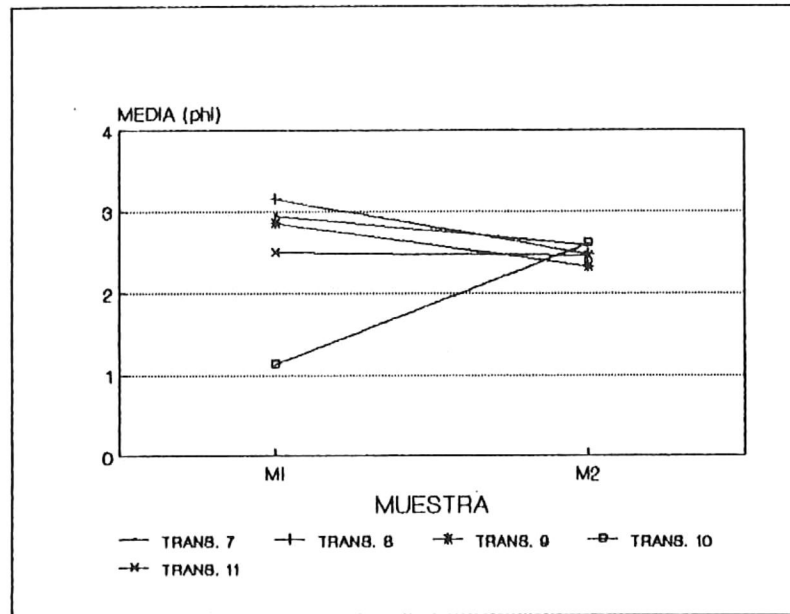


FIGURA 31.- Media de tamaño de grano (unidades phi) a lo largo de los Transectos 7,8,9,10,11 y 12.

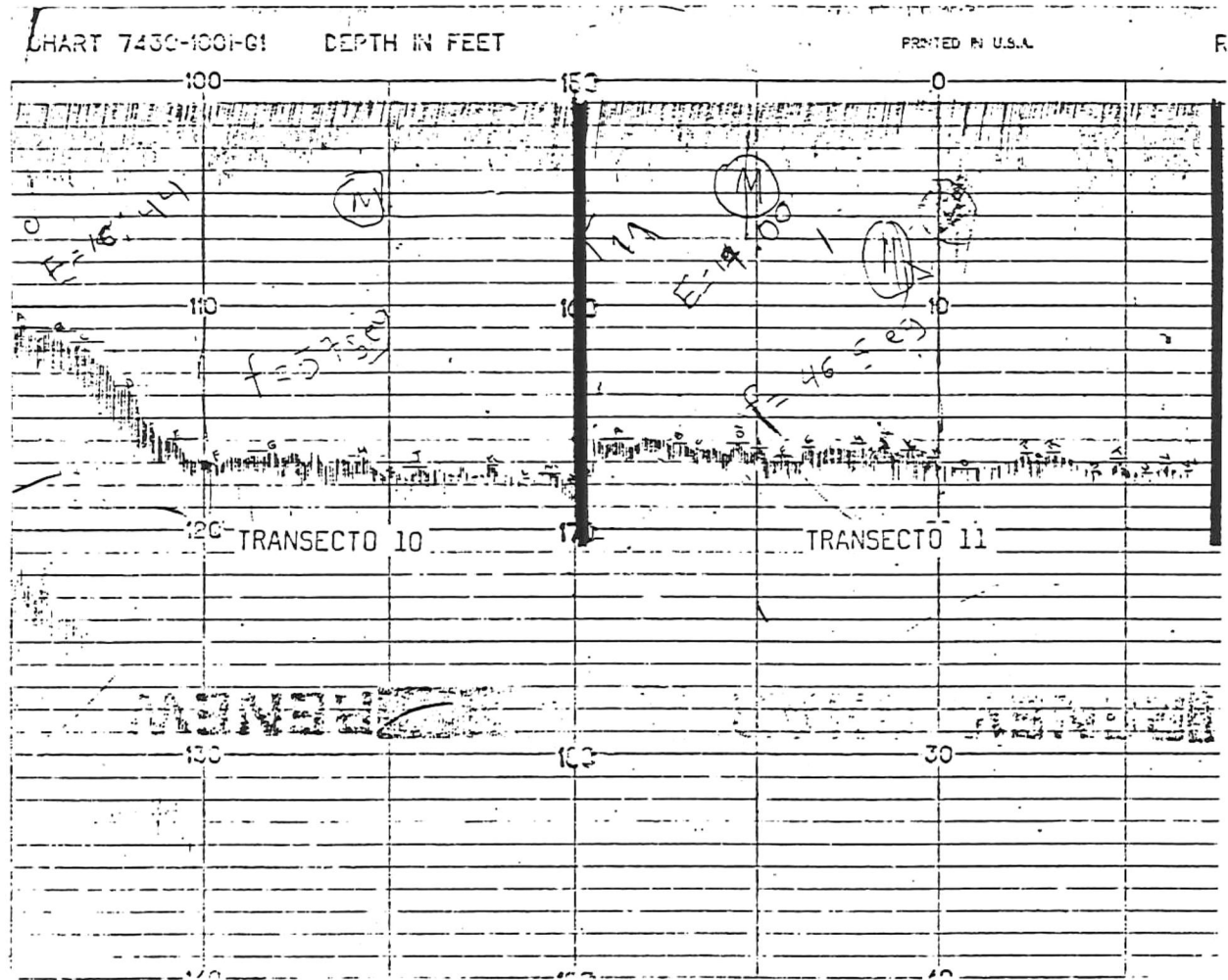
que este Transecto coincide con la zona donde se produjo el seccionamiento del rompeolas.

Al analizar los Transectos 9 al 12 se pudo establecer que a partir del Transecto 11 no existe ningún tipo de depósito sedimentario frente a la estructura como se puede observar en el Ecograma (Figura 32) y la estructura se encuentra desplazada a una profundidad de 13.50 metros.

Además del análisis realizado, es importante considerar el hecho de que una obra costera debe estar sujeta a un continuo mantenimiento, incluyendo el de mantener la altura de la estructura con respecto al Nivel Medio de Mareas y el mantener las pendientes adecuadas en los taludes, ya que si esto no se contempla, se pueden presentar problemas de rebase del oleaje. Por observaciones en la zona y encuestas hechas al personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, no se le dió este tipo de mantenimiento a la estructura por lo que existe una alta probabilidad que esta falta de mantenimiento se haya conjugado con el problema antes analizado dando como resultado la situación actual del rompeolas.

Analizando el contenido de materia orgánica en las muestras (Figura 33 a 34) no es posible establecer ningún tipo de tendencia con respecto a la línea de costa, en lo que respecta a los Transectos.

FIGURA 32. - Ecograma de los Transectos 10 y 11 obtenido el día 31 de marzo de 1990.



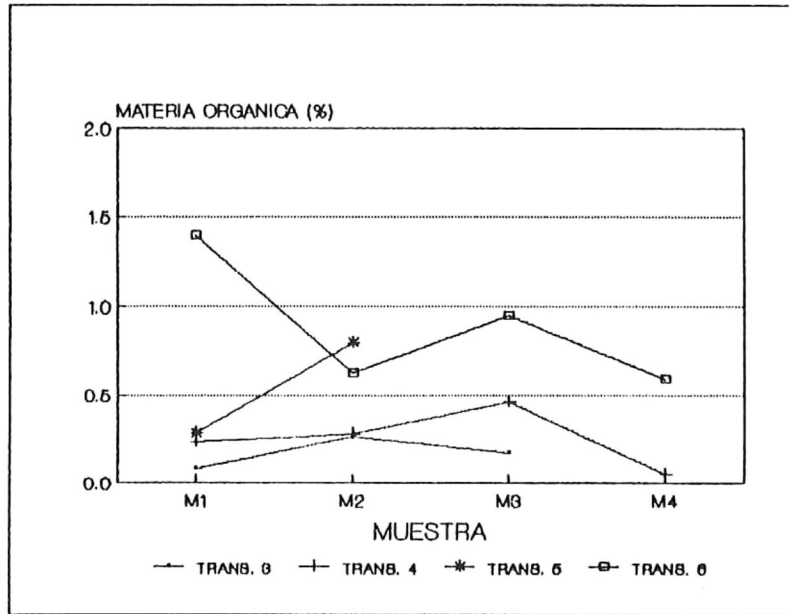


FIGURA 33.- Contenido de materia orgánica en las muestras analizadas para los Transectos 3,4,5 y 6.

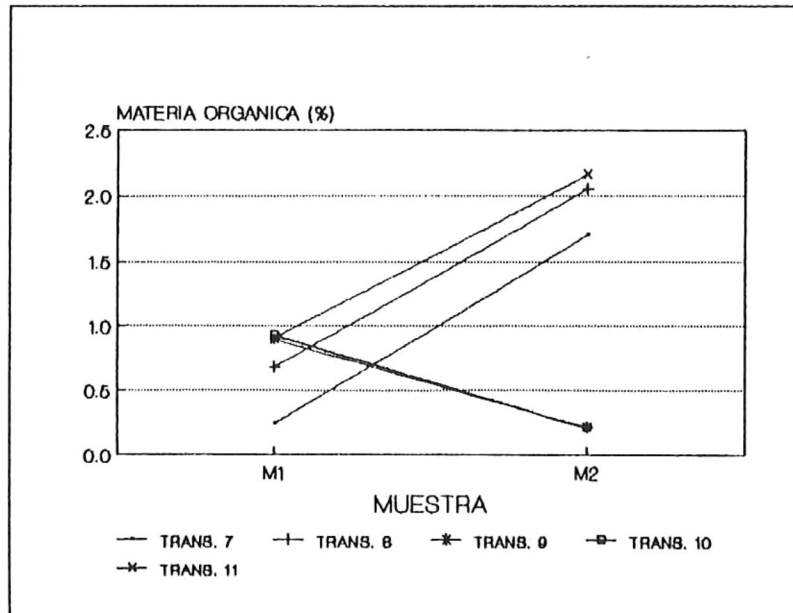


FIGURA 34.- Contenido de materia orgánica en las muestras analizadas en los Transectos 7,8,9,10,11 y 12.

De manera general, es posible establecer una relación entre la Media y el contenido de materia orgánica; un aumento en la cantidad de materia orgánica corresponde a una disminución en el tamaño de grano y viceversa.(Figura 35). El que no se puedan establecer tendencias tal vez se deba a las condiciones particulares que se presentan en la zona, principalmente en lo que concierne a la energía del oleaje.

En lo que corresponde a material en suspensión(Figura 36) no existe patrón alguno para la zona de estudio y no es posible establecer relación con el tamaño de sedimento presente en el fondo.

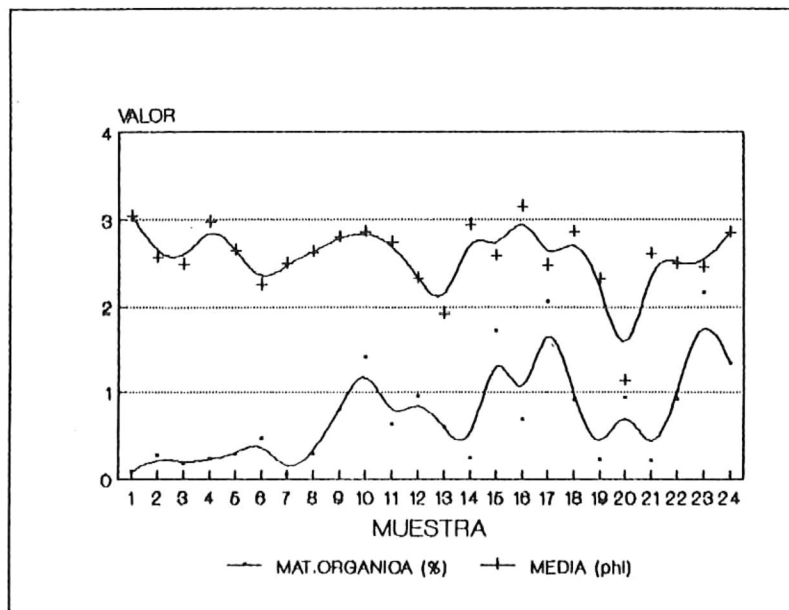


FIGURA 35.- Gráfica de media de tamaño de grano de las muestras (unidades phi) y concentración de materia orgánica (%).

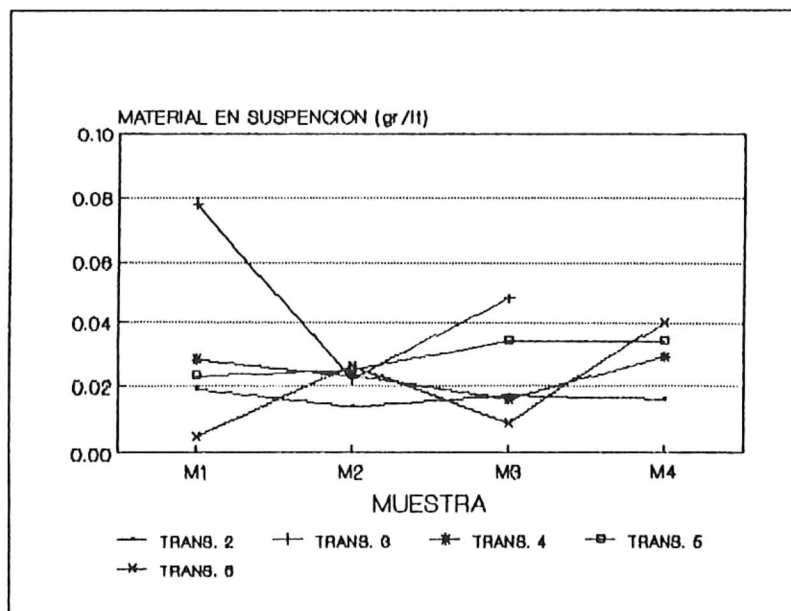


FIGURA 36.- Sedimento en suspensión en los Transectos 2, 3, 4, 5 y 6.

## CONCLUSIONES

Al analizar los resultados obtenidos para los años considerados:

-Se presentaron dos eventos depositacionales (1983-1985 y 1987-1989) y uno erosional (1985-1987).

-Existe una tendencia a un aumento en el volumen de sedimento depositado en la zona de estudio a medida que transcurre el tiempo obteniéndose un máximo para 1989 de 1,354,666 m<sup>3</sup>.

-Como una consecuencia de la tormenta de 1988 se desplazaron grandes volúmenes de sedimento que fueron depositados frente al rompeolas lo que propició fallas en el mismo.

-Además de los efectos causados por la tormenta, debe considerarse la falta de mantenimiento del rompeolas como contribuyente al mal funcionamiento del mismo.

-El sedimento que conforma el depósito se caracteriza por tener una media de tamaño de grano que oscila entre 1.13-3.15 phi (arenas medias-arenas finas) con un valor promedio de 2.59 phi y un coeficiente de dispersión entre 0.400-0.792 con un promedio de 0.546 lo que corresponde a sedimentos submaduros.

-En cuanto al tamaño de sedimento, de manera general este se hace más grueso a medida que nos alejamos de la línea de costa.

-El contenido de materia orgánica oscila entre 0.050% y 2.050% con un promedio general de 0.727%. No fué posible establecer ningún patrón en lo que respecta a la distribución de materia orgánica, estableciéndose de manera general una relación indirecta con el tamaño de grano.

-El sedimento transportado de forma perpendicular a la línea de costa formó un depósito de tormenta.

## BIBLIOGRAFIA

- ARANDA, M. F. J., (1983) : Estudio de minerales pesados como trazadores de la corriente litoral en la Bahía Todos Santos, B. C. Tesis de Licenciatura, F.C.M., Ensenada B.C. México.
- AVILA, S. G. E., (1981) : Volumen de sedimento aportado anualmente a la Bahía Todos Santos, B. C., Tesis de Licenciatura, F.C.M., Ensenada B. C. México.
- CASTILLON, A. R. C., (1988) : Transporte de sedimento y su efecto sobre el perfil de la playa en la Bahía de Todos Santos, B. C. México., Tesis de Licenciatura F.C.M., Ensenada B. C. México.
- EMERY, K. O. (1938) : Rapid method of mechanical analysis of sands. Jour. of Sed. Petrol. 8(3):105-11.
- EMERY, K. D., GORSLINE, D. S., UCHUPI, E. y TERRY, R. D. (1957) : Sediments of three Bays of B.C. : Sebastian Vizcaino, San Cristobal y Todos Santos. Jour. of Sed. Petrol., 27(2) : 95-115.
- FOLK, R. L. y WARD, W. C. (1957) : Brazos river bar : A study on the significance of grain-size parameters. Jour. of Sed. Petrol., 27(1):3-26.
- FRIAS V. A. y MORENO C. G. (1986) : Ingeniería de Costas. I.P.N., Segunda Edición. México. pp. 217.

- GOMEZ-MORIN, F. L. y LIZARRAGA J. R. (1982) : Análisis hipsométrico del puerto de Ensenada, B. C., Ciencias Marinas, 8(2) : 7-24.
- GUARDADO F. R. y VAN-DOOREN O. K. (1990) : Uno de los problemas del puerto de Ensenada Baja California, México. Resúmenes del VIII Congreso de Oceanografía. E.C.M., U.A.S.
- HERNANDEZ, L. F. (1983) : Puertos. UNAM. (F.I.). México. D.F. pp.1-15.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS (1967) : Estudio Oceanológico de la Bahía Todos Santos, B. C. Parte I. Observaciones Oceanológicas Sobre una Sección Eulitoral. (No publicado).
- IPPEN, A. T. (1966) : Estuary and Coastal Hydrodynamics. McGraw Hill, New York, pp.480.
- LIZARRAGA, A. J. R. (1966) : Variaciones estacionales de la playa en la Bahía Todos Santos, Baja California., Ciencias Marinas. 3(1): 30-50.
- LOPEZ, L. M. G. (1990) : Cuantificación del volumen de sedimento transportado por la corriente litoral en las playas, El Sauzal y Pesquera Zapata, ubicadas en la zona Norte de la Bahía Todos Santos, B. C., Tesis de Licenciatura. F.C.M. Ensenada B. C. México.

- Mc CRAKEN D. D. y DORN, W. S. (1984) : Metodos Numericos y Programación Fortran. Ed. Limusa. México. D. F. pp.476.
- MENDEZ, A. M. A. (1982) : Determinación del transporte litoral predominante en la Bahía Todos Santos, Baja California. Tesis de Licenciatura. F.C.M. Ensenada B. C. México.
- PEREZ, H. R. y CHEE, B. A. (1984) : Transporte de sedimento en la Bahía de Todos Santos B. C., Ciencias Marinas. 10(3):31-52.
- PIÑA, G. F. (1986) : Construcción de Obras Exteriores en Puertos Mexicanos., I.P.N. (E.S.I.A.). México. pp 21-31.
- ROYCE, CH. (1970) : An Introduccion to Sediment Analysis. Arizona State University Publications. pp.180.
- RUBIO, O. V. (1987) : Determinación de las zonas de mayor erosión y depositación en una playa de la Bahía Todos Santos, B.C., Tesis de Licenciatura. F.C.M. Ensenada B.C. México.
- SECRETARIA DE MARINA (1974) : Estudio Geográfico de la Región de Ensenada B. C., Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo . México D. F. pp.465.

- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES : Mapas batimétricos . ( E-S-2-83, E-S-2-85, E-S-8-87 y E-S-1-89 ).Residencia General de Obras Marítimas de Ensenada. B.C.
- SEYMUR, R. J. (1989) : Wave observations in the Storm of 17-18 January, 1988. Shore and Beach. 57(4) :10-13.
- SUNAMURA, T. y HORIKAWA, K. (1971) : Predominat direction of litoral transport along Kuju Kury Beach, Japan. Coastal Engineering in Japan. 14 : 107-117.
- TORRES, R. J. y GOMEZ-MORIN, F. L. (1989) : Estimación cuantitativa y cualitativa del azolvamiento en el puerto de Ensenada B. C., México. Ciencias Marinas. 15(4) : 39-50.
- WALTON, W. R. (1955) : Ecology of living bentonic foraminifera, Todos Santos Bay, B. C. Jour. of Paleontology. 29(6) : 952-1018.

A N E X O

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
 REPRESENTACION GENERAL EN EL ESTADO DE BAJA CALIF. NTE.  
 DIVISION HIDROMETRICA, ENSENADA. B. C.

Latitud	PRECIPITACION													Controlada por
Longitud	I.N.M.I.													Estación
Altitud														Estado
ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ARR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL	275.
1981	28.0	40.5	104.7	14.9	0.2	0.0	0.1	0.0	2.0	5.0	68.5	20.0	283.9	
1982	54.8	31.6	82.7	5.5	0.3	0.1	0.0	1.5	5.0	7.0	84.5	46.4	316.7	
1983	47.8	104.1	202.6	61.8	0.0	0.0	0.0	2.6	42.7	36.0	69.0	22.1	588.7	
1984	10.5	0.0	0.0	1.0	13.2	0.0	0.5	18.9	3.5	11.0	23.1	127.8	209.5	
1985	20.0	42.5	21.5	3.1	0.0	1.0	1.3	0.0	8.8	29.9	71.4	16.5	216.00	
1986	19.1	50.2	79.1	3.2	0.0	0.0	3.5	1.0	16.5	6.0	9.0	24.2	211.8	
1987	42.4	55.7	45.1	12.6	0.6	0.0	1.3	0.0	1.1	104.5	79.0	69.7	418.00	
1988	40.4	12.0	24.0	72.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	22.8	34.5	213.4	
1989	28.8	11.0	34.2	2.5	0.5	0.0	0.0	0.0	2.9	6.5	0.0	13.9	101.3	
1990	79.4	30.3	16.8	16.2	9.5	1.1	0.0	0.2	0.0	0.0	23.1	29.0	189.4	
1991														
SUMA	1377.2	377.9	1610.7							1203.8	1450.0	904.1	2748.7	
PRONL													275.05	

I. Precipitación pluvial en mm. mensual abarcando un periodo de 10 años.  
 (Comisión Nacional del Agua)

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS													
REPRESENTACION GENERAL EN EL ESTADO DE BAJA CALIF. NTE.													
DIVISION HIDROMETRICA, ENSENADA, B. C.													
Latitud	31° 51' 58" Precipitación Controlada por Div. Hidrométrica												
Longitud	116° 37' 41" Estación 16 Ensenada												
Altitud	Maxima en 24 Horas Estado B. California												
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1981	16.7	17.2	30.0	12.2	0.2	0.0	0.1	0.0	1.0	3.5	50.0	18.1	50.0
1982	19.5	19.1	28.2	5.5	0.3	0.4	0.0	1.5	3.5	4.0	32.0	16.0	32.0
1983	28.2	42.8	46.1	15.8	0.0	0.0	0.0	2.5	29.3	36.0	21.5	9.5	46.1
1984	7.5	0.0	1.0	7.6	0.0	0.0	0.3	18.1	3.0	10.0	10.0	43.0	43.0
1985	15.0	13.5	10.0	1.5	0.0	1.0	1.3	0.0	5.6	15.7	35.8	9.5	35.8
1986	9.5	15.5	41.0	3.0	0.0	0.0	2.0	1.0	12.5	6.0	9.0	13.5	41.0
1987	37.0	19.1	20.5	11.4	0.5	0.0	0.9	0.0	1.0	43.6	53.0	36.0	53.0
1988	29.9	10.0	24.0	31.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	16.5	12.8	31.0
1989	7.0	7.4	26.8	3.0	0.5	0.0	0.0	0.0	2.9	3.8	0.0	10.4	26.8
1990	25.8	10.8	10.2										
1991													
SUMA													
PROM.													

II.- Precipitación pluvial en mm. en 24 hrs. abarcando un periodo de 10 años.  
(Comisión Nacional del Agua)

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
 REPRESENTACION GENERAL EN EL ESTADO DE BAJA CALIF. NTE.  
 DIVISION HIDROMETRICA, ENSENADA, B. C.

N<sup>o</sup> 8.

Latitud 31° 51' 58" ..... Controlada por LA DIVISION HIDROMETRICA  
 Longitud 116° 36' 41" ..... Estación # 16 ENSENADA B. C.  
 Altitud 24.00 ..... Estado BAJA CALIFORNIA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1981	5	5	9	3	1	0	1	0	2	2	3	3	34
1982	7	4	11	1	1	1	0	1	3	1	9	7	45
1983	✓	11	16	9	0	0	0	2	5	1	7	5	60
1984	2	0	1	6	0	0	2	3	2	2	4	12	34
1985	4	5	3	3	0	1	1	0	3	4	6	3	33
1986	4	7	9	2	0	0	3	1	4	1	1	5	37
1987	5	8	6	2	2	0	2	0	2	7	5	8	46
1988	4	2	1	8	2	0	0	0	0	1	3	8	29
1989	6	4	3	2	1	0	0	0	1	2	0	2	21
1990	9	7	6										
1991													
SUMA													
PROML													

III. - Precipitación pluvial mayor de 0.100 mm registrada mensualmente en días. ( Comisión Nacional del agua ).