

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



CUANTIFICACION DEL VOLUMEN DE SEDIMENTO TRANSPORTADO POR LA
CORRIENTE LITORAL EN LAS PLAYAS, EL SAUZAL Y PESQUERA ZAPATA,
UBICADAS EN LA ZONA NORTE DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA
CALIFORNIA, MEXICO.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA
MARIO GERARDO LOPEZ LUNA

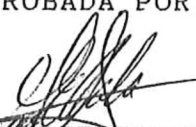
ENSENADA, B.C., MEXICO.

FEBRERO DE 1990

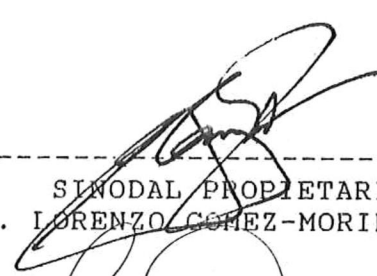
CUANTIFICACION DEL VOLUMEN DE SEDIMENTO TRANSPORTADO POR LA
CORRIENTE LITORAL EN LAS PLAYAS: EL SAUZAL Y PESQUERA ZAPATA,
UBICADAS EN LA ZONA NORTE DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA
CALIFORNIA, MEXICO.

TESIS
QUE PRESENTA:
MARIO GERARDO LOPEZ LUNA

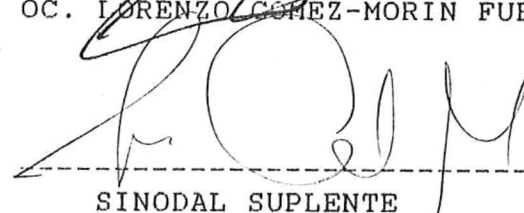
APROBADA POR:



PRESIDENTE DEL JURADO
OC. GUILLERMO AVILA SERRANO



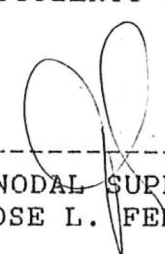
SINODAL PROPIETARIO
OC. LORENZO GOMEZ-MORIN FUENTES



SINODAL SUPLENTE
OC. LUIS A. CUPUL MAGANA



SINODAL PROPIETARIO
OC. RIGOBERTO GUARDADO F.



SINODAL SUPLENTE
OC. JOSE L. FERMAN ALMADA

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

ALFONSO LOPEZ WENCE
Y
EVANGELINA LUNA DE LOPEZ

A MIS HERMANOS:

LUIS, HECTOR, JAIME, ANGELICA Y GABY

A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS QUIENES SIEMPRE ME HAN
BRINDADO SU CONFIANZA Y AMISTAD.

AGRADECIMIENTOS

A LA SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA (S.E.P.) A TRAVES DEL CONVENIO DE COLABORACION CON LA U.A.B.C. No. C88-101-0349 Y A LA FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS, ATRAVES DEL PROYECTO " EVOLUCION GEOLOGICA DE LA ZONA COSTERA DE BAJA CALIFORNIA ", PROGRAMA No. 0235, POR TODO EL APOYO BRINDADO EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

QUIERO AGRADECER DE UNA MANERA ESPECIAL A MI DIRECTOR DE TESIS Oc. GUILLERMO AVILA SERRANO, POR EL APOYO BRINDADO EN SU ACERTADA DIRECCION Y POR LA AYUDA BRINDADA EN EL TRANSCURSO DE ESTE TRABAJO.

A MIS SINODALES Oc. LUIS A. CUPUL MAGANA, Oc. JOSE LUIS FERMAN A., Oc. RIGOBERTO GUARDADO F. Y ESPECIALMENTE Oc. LORENZO GOMEZ-MORIN FUENTES, POR SUS CRITICAS CONSTRUCTIVAS Y LAS CORRECCIONES AL PRESENTE TRABAJO.

A MIS AMIGOS EDWARD BRETON, GABRIELA ENCINAS, PACO NAVARRO, ISRAEL VEGA, CARLOS ALONSO Y ROBERTO J. TENTORI (GEOC), QUE DE ALGUNA MANERA SIEMPRE ME HAN AYUDADO CON SU AMISTAD.

RESUMEN

El estudio presentado comprende la cuantificación del volúmen de sedimento y su dirección, en dos playas de bolsillo, localizadas al norte de la Bahía de Todos Santos. Las dos playas presentan arenas oscuras y así mismo cantos rodados hasta de un metro de diámetro y el oleaje incidente es de alta energía. El trabajo abarca un ciclo anual, de mayo de 1988 a Abril de 1989, efectuandose una serie de perfiles de playa por mes durante la marea más baja. Se realiza un análisis granulométrico para las dos playas siguiendo los criterios de Sunamura y Horikawa, y así también un estudio de corrientes superficiales. Los resultados se presentan en una serie de tablas y figuras que muestran la depositación y erosión, que representan la variación del sedimento a lo largo de la playa para cada uno de los meses de estudio. Se concluye que las dos playas tienen una ganancia de material durante todo el ciclo anual, que proviene posiblemente de la erosión de los cantiles que la constituyen y de la erosión de los extremos de las playas. El patrón de corrientes es muy irregular debido al alto nivel de energía.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVO.....	7
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	7
MATERIALES Y METODO.....	9
RESULTADOS.....	11
DISCUSIONES.....	49
CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFIA.....	53

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 Y 2. Valores de los cambios de volumen en m ³ para los meses de medición, y volumen total obtenido en la playa Pesquera Zapata y Sauzal, respectivamente.....	12
TABLA 3 Y 4. Medidas descriptivas para la distribución de tamaño de sedimento en la playa Pesquera Zapata y Sauzal, respectivamente.....	47
TABLA 5 Y 6. Angulos obtenidos para las corrientes superficiales de la playa Pesquera Zapata y Sauzal, respectivamente.....	48

LISTA DE FIGURAS

FIG. 1. Localización del área de estudio.....	8
FIG. 2 a 25. Muestran el perfil de playa para las distintas estaciones del año, en las playas Pesquera Zapata y Sauzal.....	13
FIG. 26. Muestra el volumen de depositación y erosión por estación y mes, para la playa Pesquera Zapata.....	36
FIG. 27. Muestra el volumen de depositación y erosión por mes y estación, para la playa Pesquera Zapata.....	37

FIG. 28. Muestra la erosión o depositación total por mes, para la playa Pesquera Zapata.....	38
FIG. 29. Muestra la depositación o erosión total por mes, para la playa Sauzal.....	39
FIG. 30. Muestra la depositación o erosión anual neta para cada estación, en la playa Pesquera Zapata.....	40
FIG. 31. Muestra la depositación o erosión anual neta para cada estación, en la playa Sauzal.....	41
FIG. 32. Muestra el volúmen de depositación y erosión por mes y estación, en la playa Sauzal.....	42
FIG. 33. Muestra el volúmen de depositación y erosión por mes y estación, para la playa Sauzal.....	43
FIG. 34. Muestra la media y dispersión del análisis de sedimento, así como también la dirección del transporte litoral, en la playa Pesquera Zapata.....	44
FIG. 35. Muestra la media y dispersión del análisis de sedimento, así como también la dirección del transporte litoral, en la playa Sauzal.....	45
FIG. 36. Muestra la dirección de la corriente superficial para las playas: Pesquera Zapata y Sauzal.....	46

INTRODUCCION.

En los últimos 100 años se ha incrementado el uso de las costas para propósitos turísticos, comerciales, construcción de embarques industriales y explotación de recursos minerales marinos, por lo que es necesario conocer la respuesta sedimentaria a las fuerzas que actúan en la línea de costa, como es la interrelación entre factores metereológicos, oceanográficos, topográficos y batimétricos, la cual forma una resultante compuesta de fuerzas que eventualmente actúan sobre la franja costera (Balsillie, 1977).

Puesto que muchas de las costas sufren erosión o depositación, el transporte de sedimento a lo largo de la costa es un factor importante para ser considerado en la planeación y diseño de proyectos, así mismo para el mantenimiento y protección de costas. Para los geólogos marinos, el estudio del transporte a lo largo de la costa, es de interés para entender el equilibrio que presentan ciertas playas, esto es, el volumen total de sedimentos no presenta pérdidas ni ganancias, siendo precisamente éste equilibrio en las playas lo que el hombre a querido mantener por diferentes medios para el mejor aprovechamiento de ellas (Komar, 1976).

El mecanismo natural que toma en cuenta la ganancia y pérdida de sedimento en la zona litoral son: las olas y corrientes. En general el movimiento del sedimento en la zona litoral es perpendicular o paralelo a la costa. Este movimiento

depende totalmente del ángulo de incidencia del oleaje, lo cual genera una componente de energía a lo largo de la playa en dirección de aproximación de la ola. Esto nos da como resultado la generación de las corrientes cercanas a la costa con un flujo paralelo a la línea de costa en la zona de surf (Inman, 1971).

En cualquier línea de costa donde exista la necesidad de interrumpir el transporte de sedimento a lo largo de la misma, debido a un azolvamiento o erosión de la costa, o simplemente para ganar terreno al mar, es necesario la construcción de espigones, rompeolas o escolleras. Tales estructuras actúan como trampas para la sedimentación, causando una depositación de sedimento donde se interrumpe el flujo y una erosión en el lado donde la corriente deja de fluir. Esto frecuentemente tiene severas consecuencias en la erosión de la propia costa y por esta razón es de mucho interés la cuantificación del transporte litoral y los procesos que producen estos movimientos (Komar, 1976).

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. Existen varios métodos utilizados hasta la fecha que proporcionan cierto grado de confiabilidad; los procedimientos pueden ser de tipo teórico, con fórmulas que determinan 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.

ANTECEDENTES.

En la Bahía de Todos Santos ya se han realizado estudios sobre cuantificación de sedimento transportado por la corriente litoral, en la zona comprendida entre el arroyo El Gallo y la boca del estero de Punta Banda.

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.

Uno de los estudios realizados en la Bahía, es el efectuado por Emery, K.D., Gorslin, P.S. Uchupi, E. y Terry, R.D. (1957), donde hicieron un estudio sobre sedimentos, su naturaleza y distribución en tres Bahías de B.C., reconociendo que las mareas y surgencias son de menor importancia en la distribución del mismo, señalando que es el oleaje y los arroyos quienes aparentemente controlan la naturaleza y distribución sedimentaria en la Bahía de Todos Santos B.C.

El Instituto de Investigaciones Oceanológicas (1967), dependiente de la Universidad Autónoma de Baja California, realizó un estudio conjunto de transporte litoral y aporte de los arroyos de Ensenada, El Gallo, San Carlos y las Animas, concluyendo que había una acción combinada de depositación, erosión y transporte hacia el Sureste y Suroeste de la Bahía. Así mismo, expresaron que la construcción del rompeolas del puerto produjo un aumento en la depositación al Sur de los espigones de

protección.

O' Brien y Zeevaert (1968), hicieron un estudio en la zona de la barra del estero de Punta Banda, concluyendo que existe un transporte litoral en esta zona hacia el Norte y que se nota un avance de la barra en dirección Norte.

Lizarraga Arciniega (1972), cuantifica el volúmen de sedimento registrado a lo largo de la playa, calculando una depositación para el mes de Octubre de 1971 de 420,000 metros cúbicos. Concluyó que los espigones localizados en la parte Norte actúan como trampas de sedimento en el transporte acarreado por la corriente litoral y además el sentido del transporte es de Sur a Norte.

Gómez-Morin F. (1981), realizó un análisis hipsométrico de la rada del puerto de Ensenada B.C., expresando que dicho análisis resultó ser muy útil y práctico en la determinación de volúmenes de cuencas deposicionales, como es el puerto de Ensenada. Este estudio demostró la existencia de un azolve progresivo del puerto a partir de 1967 a la fecha.

Baca (1981), en base a parámetros texturales, indica que en el Sur (Punta Banda) la corriente litoral es hacia el Norte de la Bahía, mientras que en el Noroeste (Punta San Miguel) es hacia el Sur.

Mendez Arriaga (1982), por medio de análisis estadístico de

las características texturales de los sedimentos, obtiene que aproximadamente a 2 Km. al Norte de la boca del estero, el transporte litoral diverge en dos sentidos: hacia el Norte hasta la rada portuaria y hacia el Sur hasta la barra del Estero de Punta Banda. El transporte litoral en la región de Punta Banda se realiza en dirección a la barra del estero del mismo nombre.

Aranda Manteca (1983), determina la dirección de la corriente litoral en la Bahía de Todos Santos por medio del estudio de minerales pesados como trazadores de la corriente, efectuando un patrón detallado de dicha corriente en la Bahía.

Avila Serrano (1983), determina el volúmen de sedimento aportado por los arroyos El Carmen, Ensenada, El Gallo, San Carlos y Las Animas, el cual es mayor en las cuencas 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.

Rubio Drozco (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 de 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.

Castillon Alvarez (1988), cuantifica el volúmen 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 para la parte Sur, reflejándose una ganancia neta anual de 62,718 metros cúbicos de sedimento depositados sobre la cara de la playa. Concluyendo también que el patrón de circulación litoral es de Sur a Norte.

Como antecedente particular de la propia zona de estudio está el trabajo hecho por Duffett (1968), en base a un estudio textural de los sedimentos de los aportes de la Bahía, propone que el arroyo El Sauzal es el principal abastecedor de arena a las playas ya que es el único que presenta clastos angulosos.

Otro antecedente particular es el efectuado por Pérez Higuera (1982), por medio del estudio de minerales en el área de drenaje del arroyo El Carmen, indica que la influencia de rocas batolíticas es determinante en la composición mineralógica de los sedimentos, para el lecho del arroyo El Carmen, la desembocadura y la playa, sugiriendo que la fuente principal es de composición leucocrática, como lo son el granito y la tonalita.

OBJETIVO.

Cuantificar el volúmen de sedimento transportado por la corriente litoral, en las playas: El Sauzal y Pesquera Zapata por medio de perfiles de playa.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

El área de estudio corresponde a las playas Pesquera Zapata y El Sauzal, situadas en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. La bahía se localiza a 100 Km. al Sur de la frontera con Estados Unidos de Norteamérica, en la costa Oeste de La Península de Baja California, la cual se extiende desde $31^{\circ} 40'$ a $31^{\circ} 37'$ de latitud Norte y de $116^{\circ} 28'$ a $116^{\circ} 47'$ de longitud Oeste. La bahía cubre un área aproximada de 2500 hectáreas con 18 Km. de largo y 14 Km. de ancho (fig. 1)

La zona de estudio está comprendida en la franja costera de Punta San Miguel y El Sauzal, la cual está constituida por dos playas de bolsillo que presentan arenas oscuras. La Punta San Miguel es una zona donde el oleaje incide con gran fuerza, presentando cantos rodados hasta de un metro de diámetro, disminuyendo de tamaño hacia el sureste por la línea de costa. Las dos playas son playas angostas asociadas con terrazas y acantilados marinos del Cretácico cortados debajo de sedimentos Terciarios (Aranda, 1983).

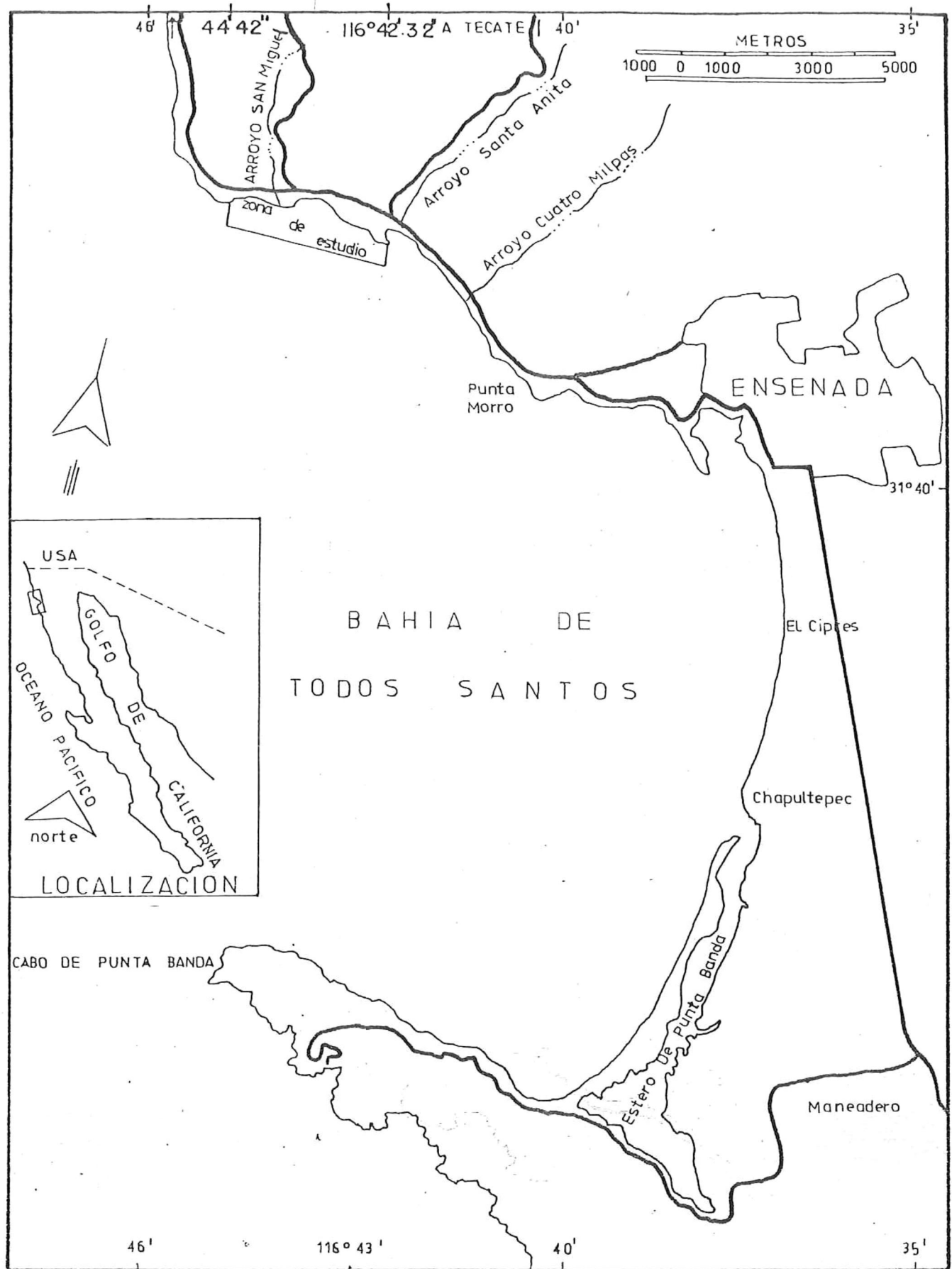


FIG. 1.- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

Los vientos dominantes durante ocho meses provienen del Noroeste y soplan con velocidad promedio de 8 nudos, los vientos secundarios provienen del Oeste y sus velocidades son variables. Se presentan brisas adiabáticas locales de periodicidad diurna con dirección E-O (Secretaría de Marina, 1974).

MATERIALES Y METODO.

Para la cuantificación del volumen de sedimento, se utilizó una secuencia de perfiles de playa. Se colocaron 5 estaciones con una separación de 100 mts. en la playa Pesquera Zapata y 7 con distancia variable en la playa Sauzal, siendo la ubicación de las estaciones para esta última de acuerdo a la morfología de la costa.

La localización de las estaciones está con respecto al de una poligonal abierta y todas las cotas de los bancos de nivel para las dos playas, está referida al nivel de bajamar media inferior (NBMI) del muelle del puerto del Sauzal, siendo la cota proporcionada por Obras Marítimas de +3.

Se eligió el mes de Junio como mes de comparación, para evaluar los cambios de volumen de sedimento, el cual fue calculado con un programa de computadora.

A partir del volumen del perfil de comparación se considera los valores de volumen de los meses siguientes y mediante la suma algebraica de los mismos, se obtienen los volúmenes de depositación o erosión mensual para cada uno de los once meses subsecuentes al mes de comparación (Castillon, 1988).

La suma total de los meses que presentaron depositación o erosión representa el volumen depositado y el volumen erosionado al año. De la diferencia entre éstos resulta la depositación o erosión neta anual para cada volumen entre estaciones y la suma de cada uno de éstos volúmenes nos dá como resultado la ganancia o pérdida neta anual de material sobre toda la franja costera de estudio (Castillon, op. cit).

Se colectaron muestras de sedimento en cada una de las estaciones en el mes de Mayo de 1988. El muestreo se efectuó con un nucleador de mano, durante la marea más baja del mes en la zona de entre mareas.

El pretratamiento de las muestras (eliminación de materia orgánica y sales) se llevó a cabo de acuerdo a Royce (1970). Se usó el cuarteador mecánico hasta obtener una muestra de sedimento de 50 gr. (Carver, 1976) y se procedió a la separación mecánica de las fracciones de diferentes tamaños en la escala Phi ϕ (Folk y Ward, 1957).

El análisis estadístico se llevó a cabo en el departamento de informática de la misma Facultad de Ciencias Marinas,

utilizandose una microcomputadora modelo datel Turbo.

Obtenidos los resultados del análisis estadístico se emplearon los criterios de Sunamura y Horikawa para de esta manera obtener la dirección de la corriente litoral.

Con respecto a las corrientes superficiales se utilizó Rodamina, la cual fue colocada atrás de la zona de rompiente. La dirección de la tinta fue seguida por mediciones efectuadas cada 3 minutos por dos teodolitos colocados a 100 mts. uno del otro.

RESULTADOS.

El resultado del procesamiento de datos obtenido de los perfiles de playa son mostrados en las siguientes tablas y figuras, así también los obtenidos de la medición de corrientes superficiales y los parámetros estadísticos resultantes del análisis granulométrico de las muestras de sedimento.

Con los volúmenes de depositación y erosión mensual se elaboraron dos tablas (Tabla 1 y 2) y las figuras (fig. 2 a la 25) que representan la variación del sedimento a lo largo de la playa para cada uno de los meses de estudio.

Tabla 1.- Valores de los cambios de volumen en mts³ para los meses de medición, y volumen total obtenido en la playa Pesquera Zapata.

ESTACION	MESES DE ESTUDIO												DEPOSITACION	EROSION	DEF. ANUAL NETA	EROS. ANUAL NETA
	(1988)								(1989)							
	MAY .	JUN .	JUL .	AGO .	SEP .	OCT .	NOV .	DIC	ENE .	FEB .	ABR					
1-2	+182.9	0.0	+780.2	+493.9	+2191	+1760	+678.9	+1680	+986.4	+1076	+422	10174.6	0.0	10174.6	0.0	
2-3	+1012	0.0	+783.9	+719.7	+790.2	+1373	+687.7	+1292	+37.72	+312.7	+114	6326.43	719.78	5606.65	0.0	
3-4	+608.4	0.0	+62.50	+1497	+145.0	+1075	+350.0	+717.5	+135.0	+97.50	+387	2340.00	2735.9	0.0	395.9	
4-5	+2400	0.0	+485.0	+1255	+73.75	+191.2	+455.0	+1852	+22.50	+202.5	+510	2498.75	4949.6	0.0	2450	
VOLUMEN TOTAL POR MES.	+1813	0.0	+981.6	+2978	+2762	+4400	+2171	+5543	+1136	+1089	+359	21339.9	8405.3	VOLUMEN TOTAL DEPOSITADO 12935.45		

Tabla 2.- Valores de los cambios de volumen en mts³ para los meses de medición, y volumen total obtenido en la playa Sauzal.

ESTACION	MESES DE ESTUDIO (1988)												(1989)				DEPOSI- TACION	EROSION	DEP. ANUAL NETA	EROS. ANUAL NETA
	MAY .	JUN .	JUL .	AGO .	SEP .	OCT .	NOV .	DIC	ENE .	FEB .	ABR									
1-2	+563.9	0.0	+1852	+1115	+1511	-208.6	+480.9	+287.6	+994.8	+188.6	+469	+5610.42	-2061.63	3548.7	0.0					
2-3	-3417	0.0	-2425	+820.0	+2540	-2181	+511.8	+2076	+2414	+1592	+1436	+11392.14	-8024.64	3367.5	0.0					
3-4	-3586	0.0	-1176	+200.0	+1654	-2045	+1317	+2636	+2233	+1606	+1357	+11002.63	-6807.09	4195.5	0.0					
4-5	-612.6	0.0	-763.3	-829.7	+294.3	-711.2	+208.3	+279.9	+464.0	+292.2	-22.5	+1538.84	-2939.43	0.0	1400.59					
5-6	-1444	0.0	-2606	-2589	+1003	-1004	+276.3	+528.6	+458.0	+322.1	+200	+2515.41	-7920.15	0.0	5407.74					
6-7	-4236	0.0	-3796	-671.0	+3676	+246.5	+509.2	+2197	+516.6	+153.1	+38.6	+7338.05	-8703.80	0.0	1365.75					
VOLUMEN TOTAL POR MES.	-12733	0.0	-12620	-1955	+10679	-5904	+2751	+8006	+7081	+4154	+3480	+39394.5	-36456.7							
VOLUMEN TOTAL DEPOSITADO 2938.34																				

(+) DEPOSITACION

(-) EROSION

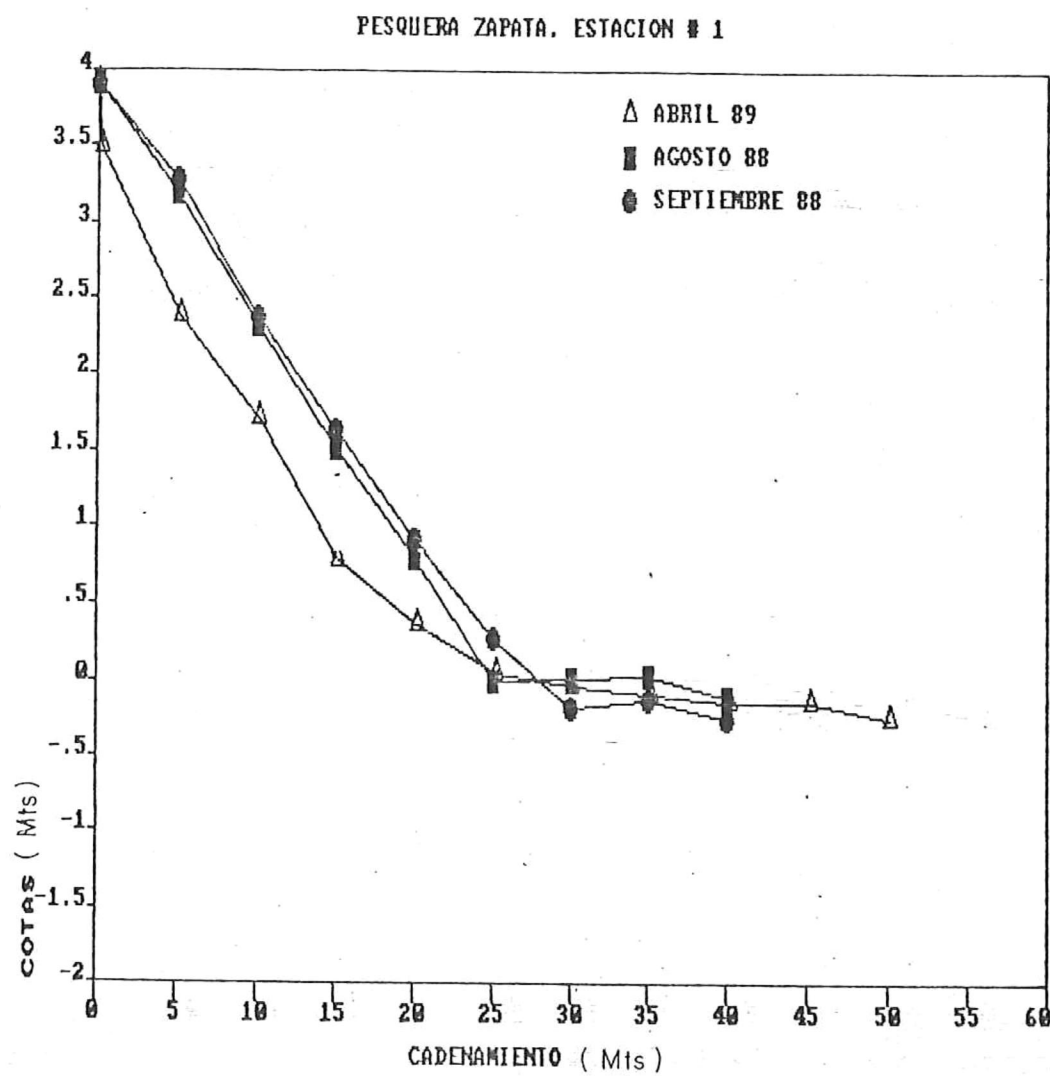


Fig.2 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

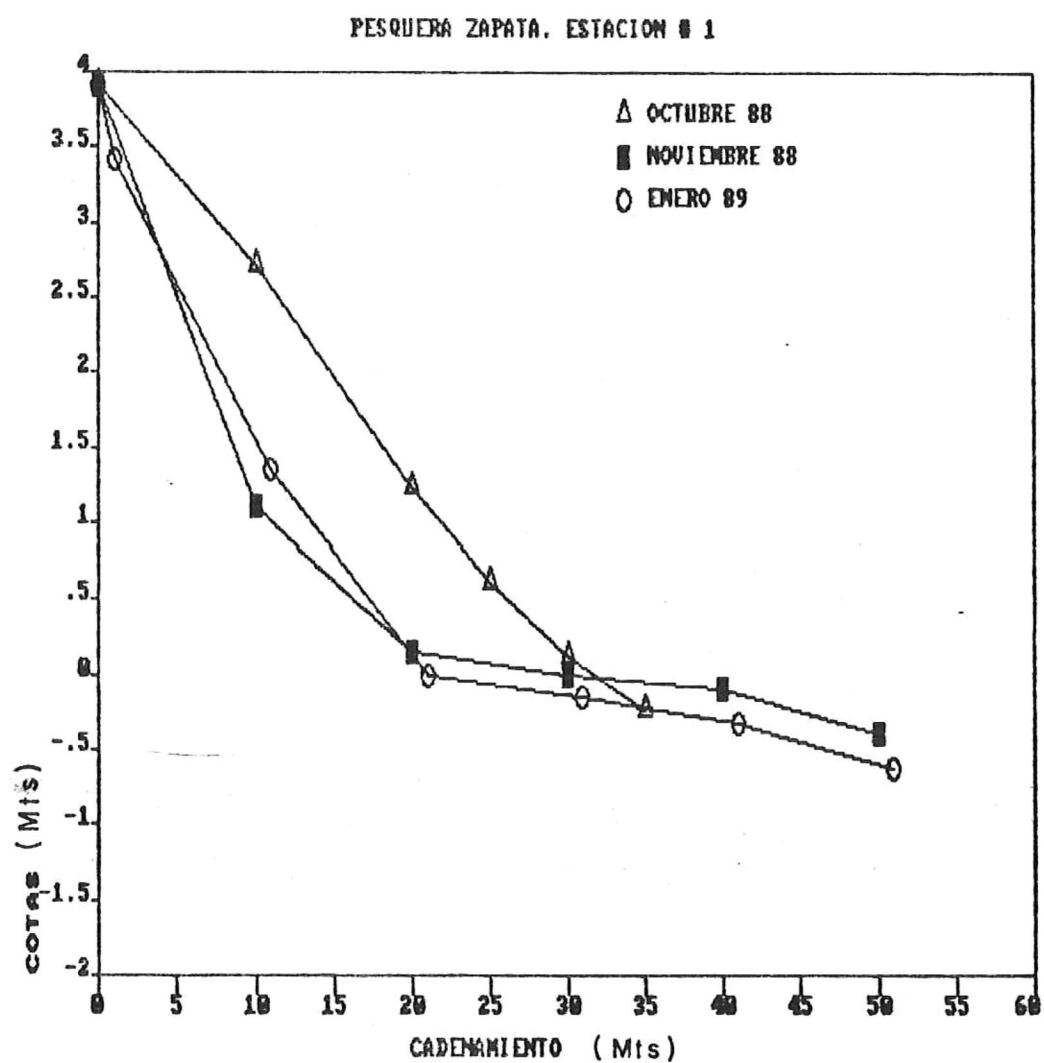


Fig.3 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

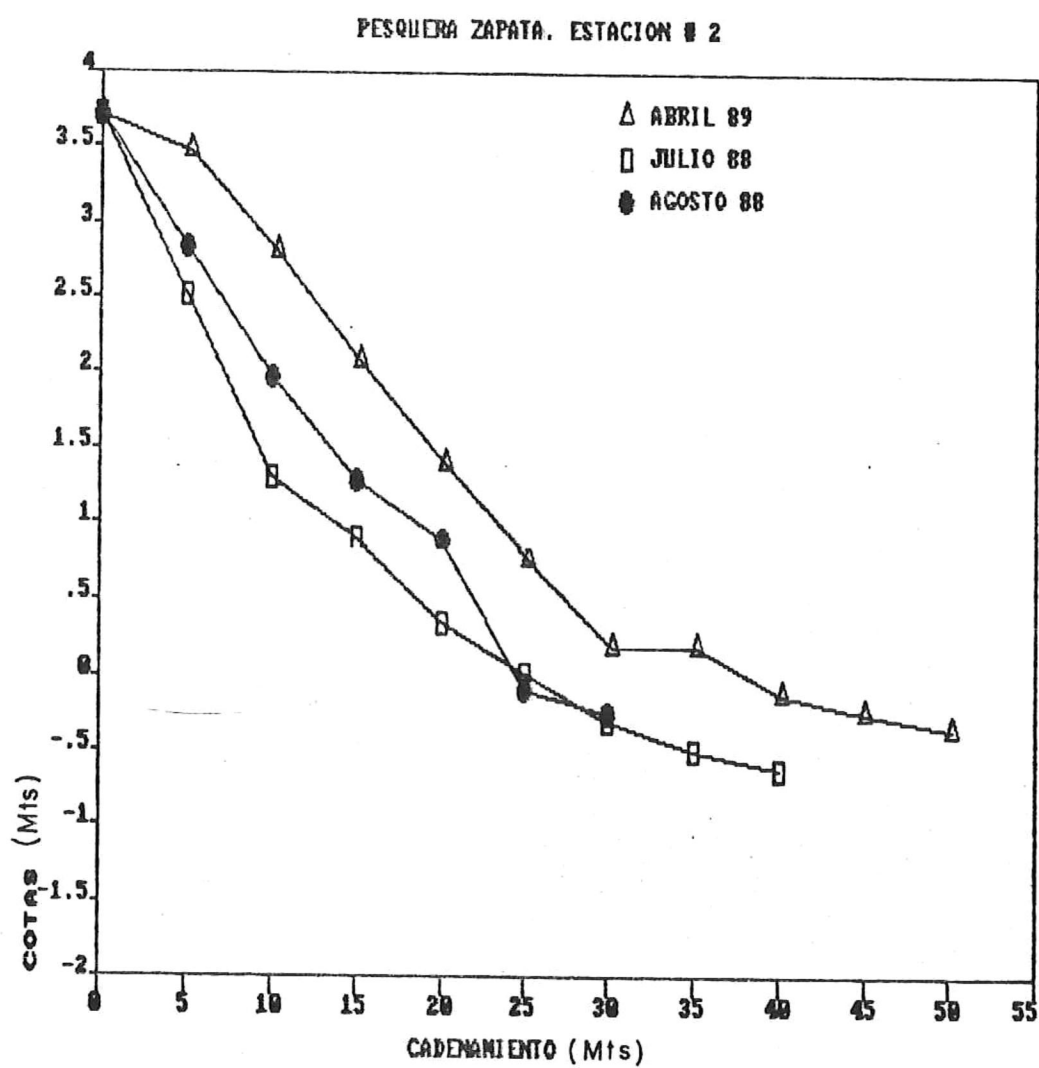


Fig.4 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

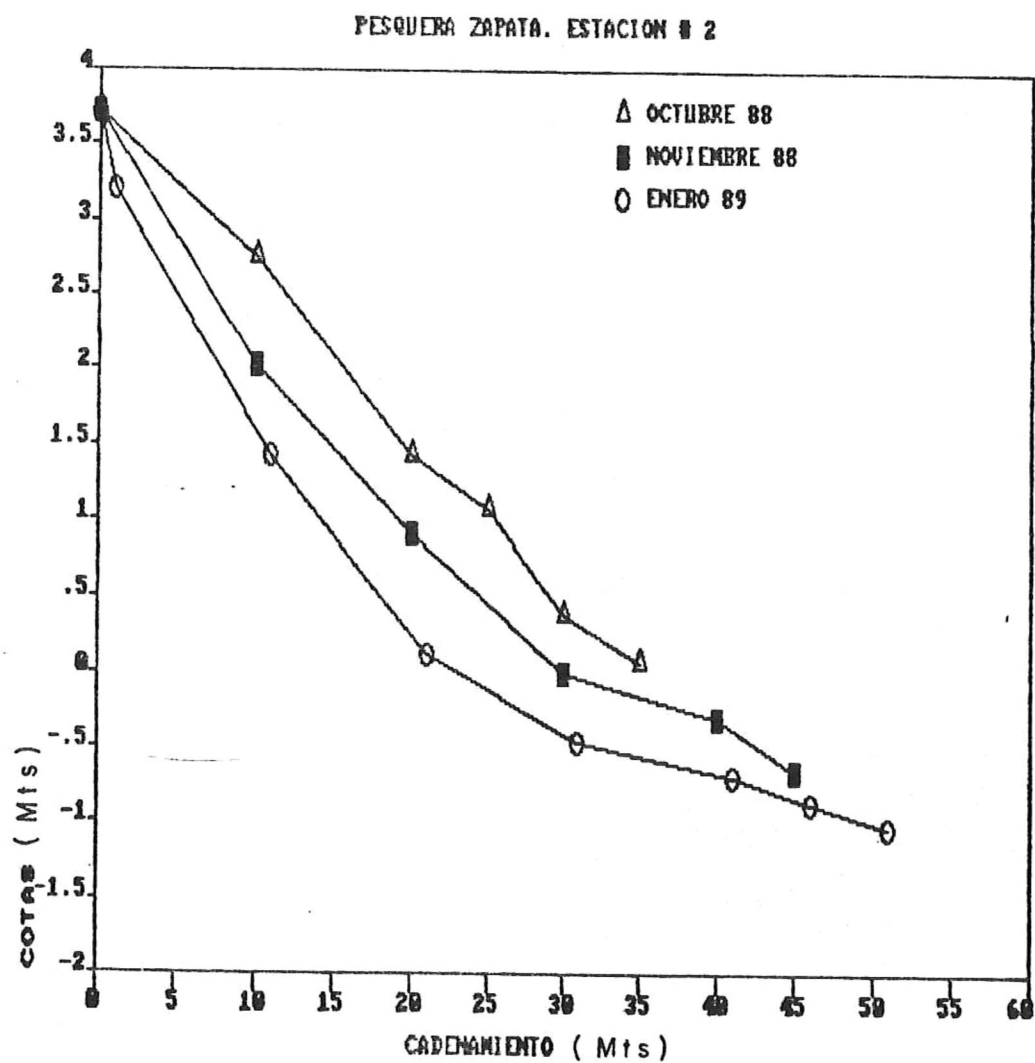


Fig.5 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

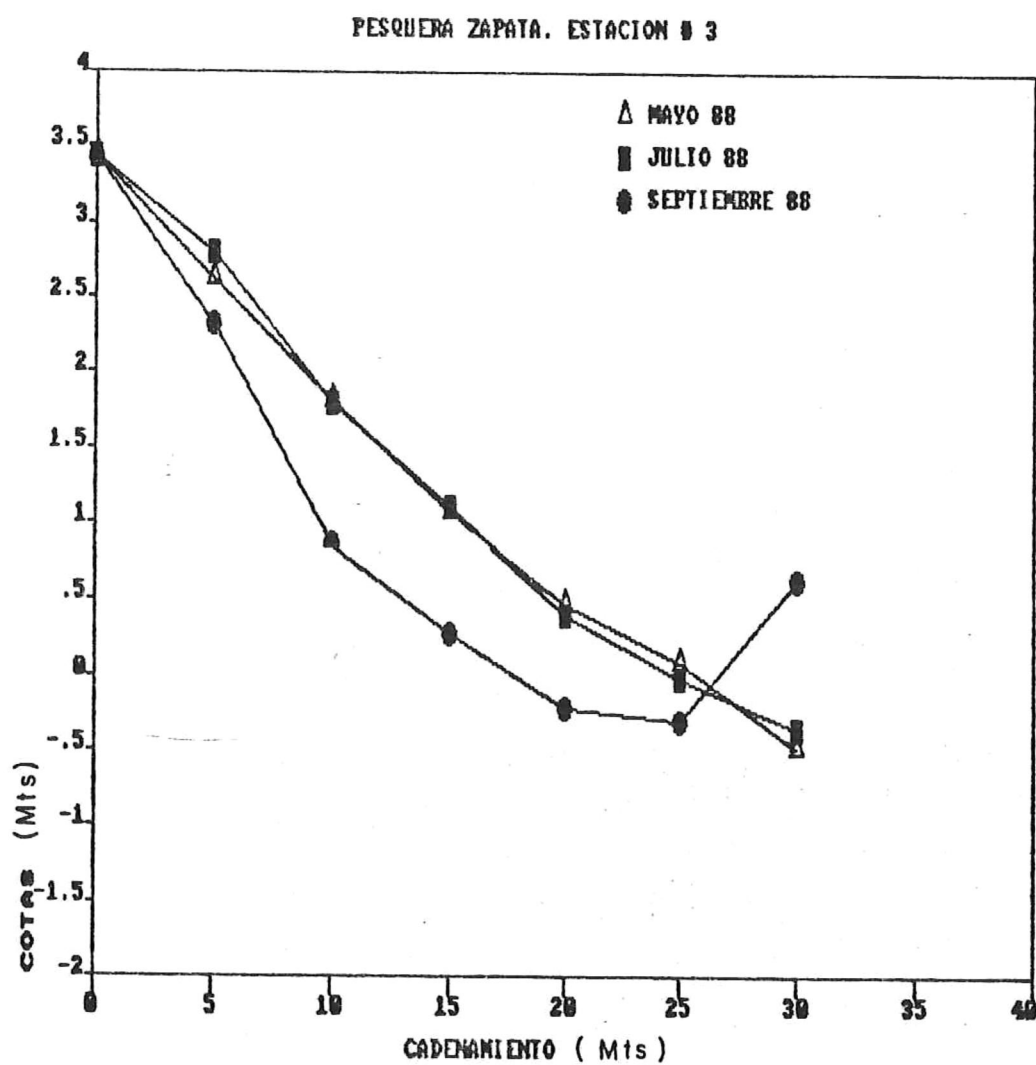


Fig.6 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

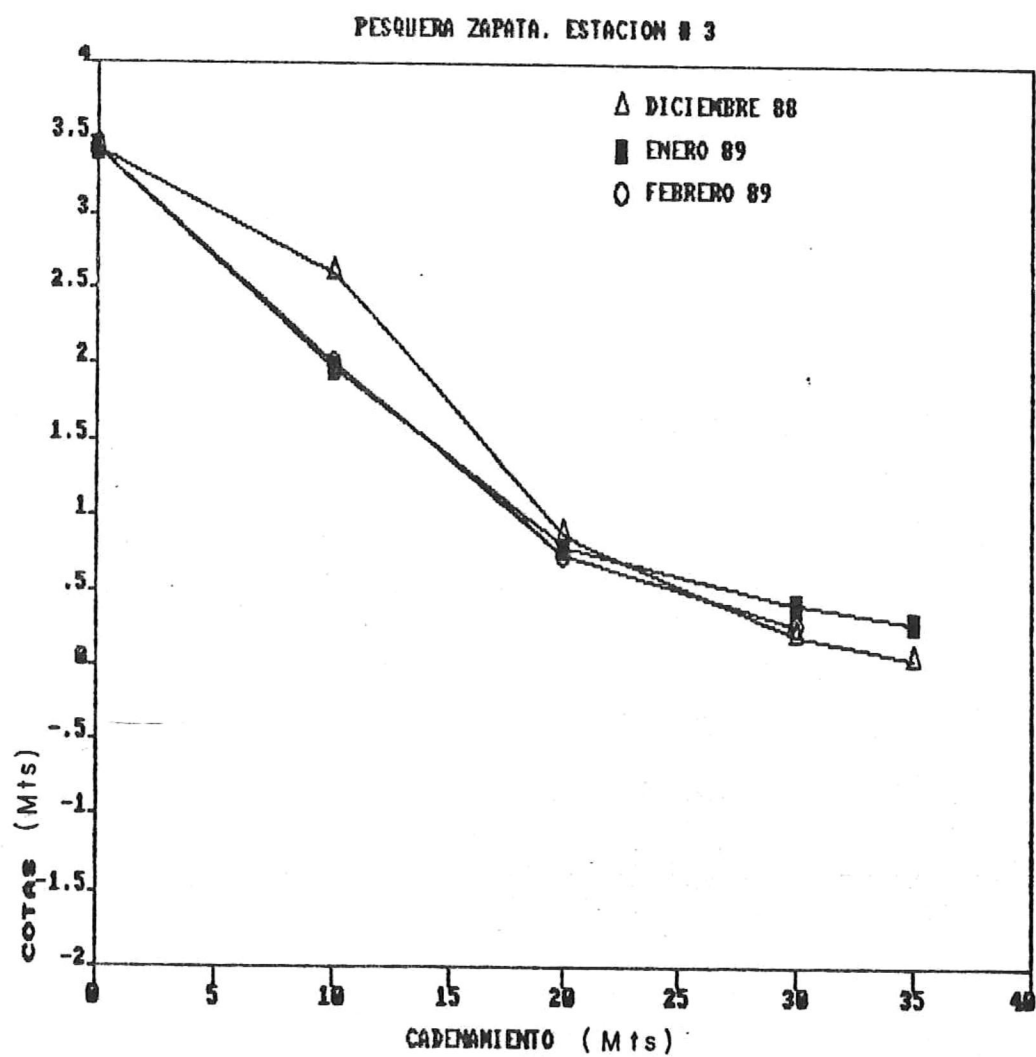


Fig.7 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

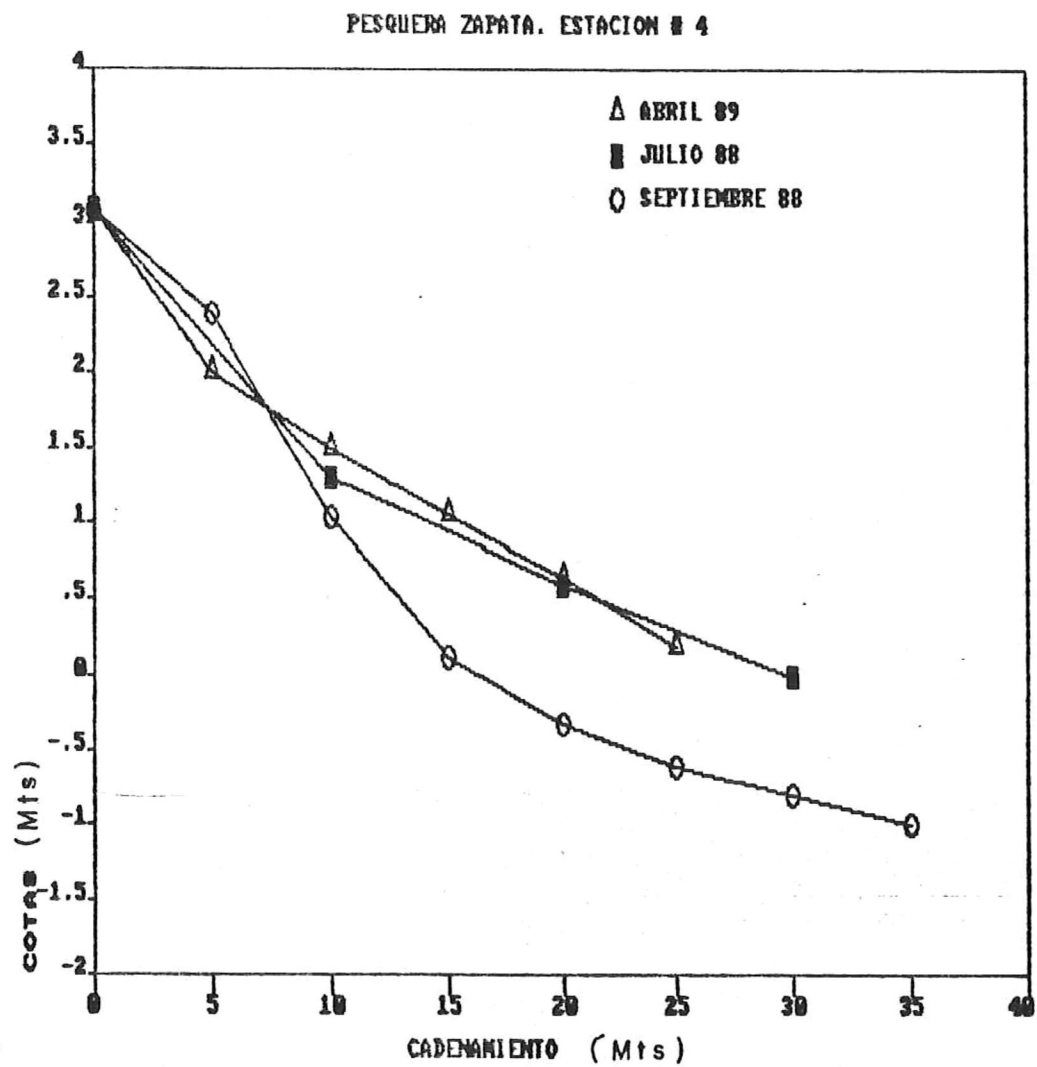


Fig.8 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

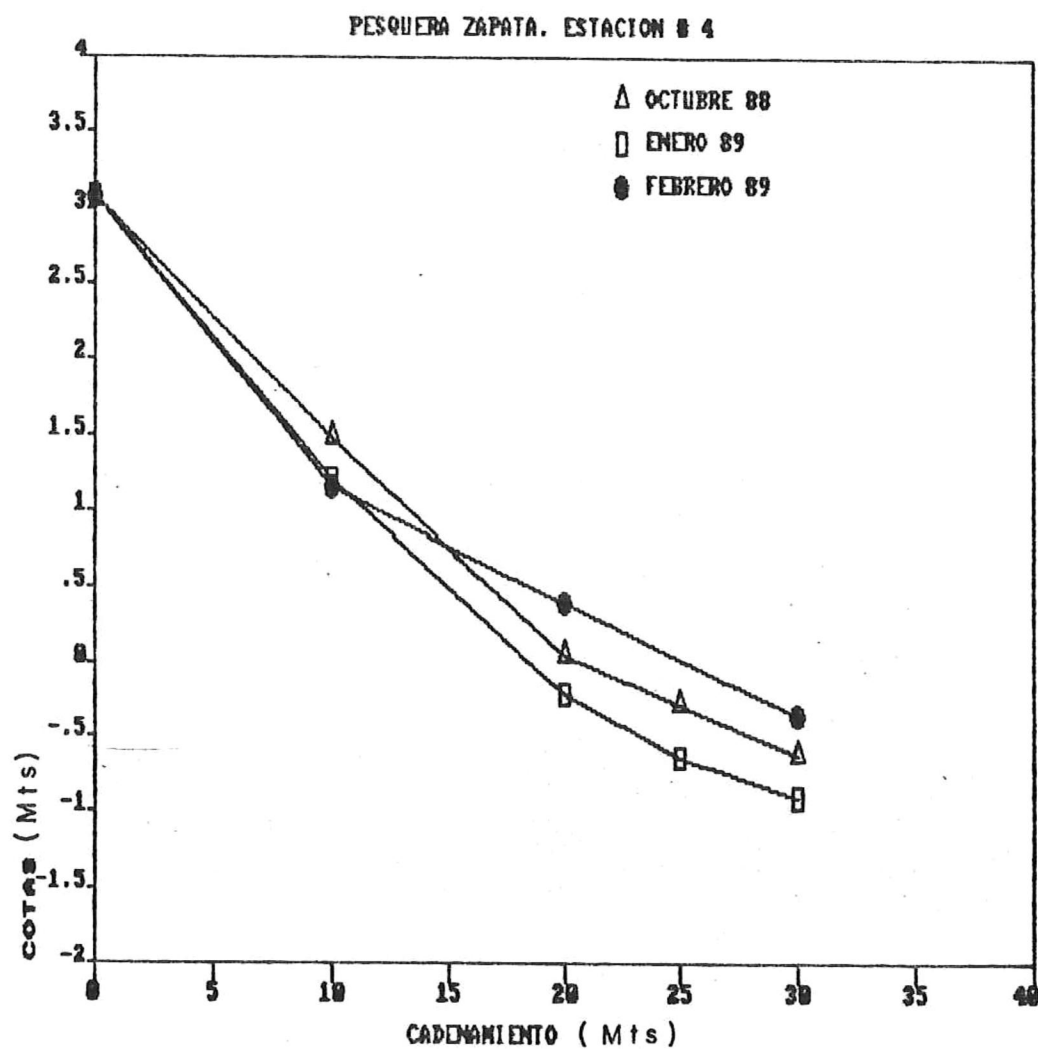


Fig.9 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

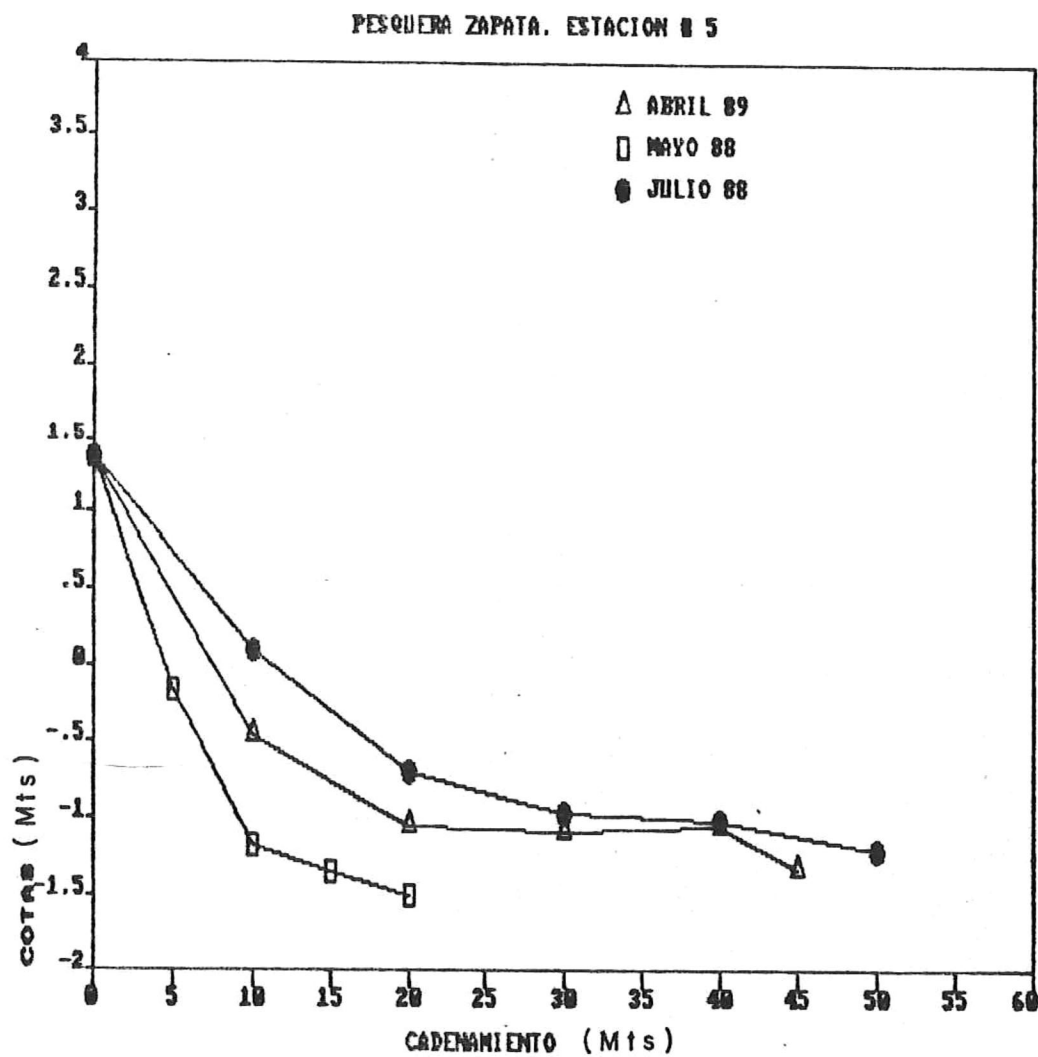


Fig.10 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

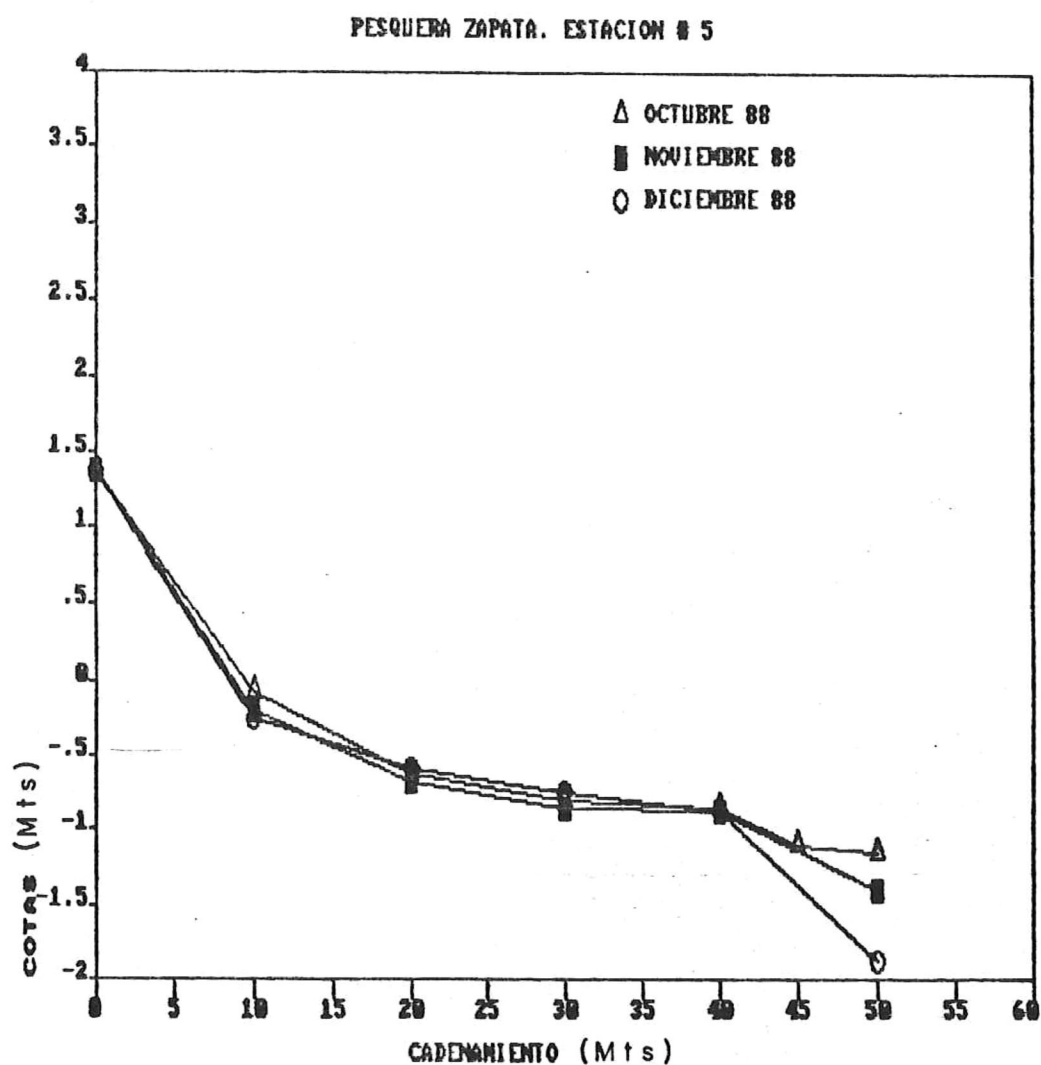


Fig.11 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

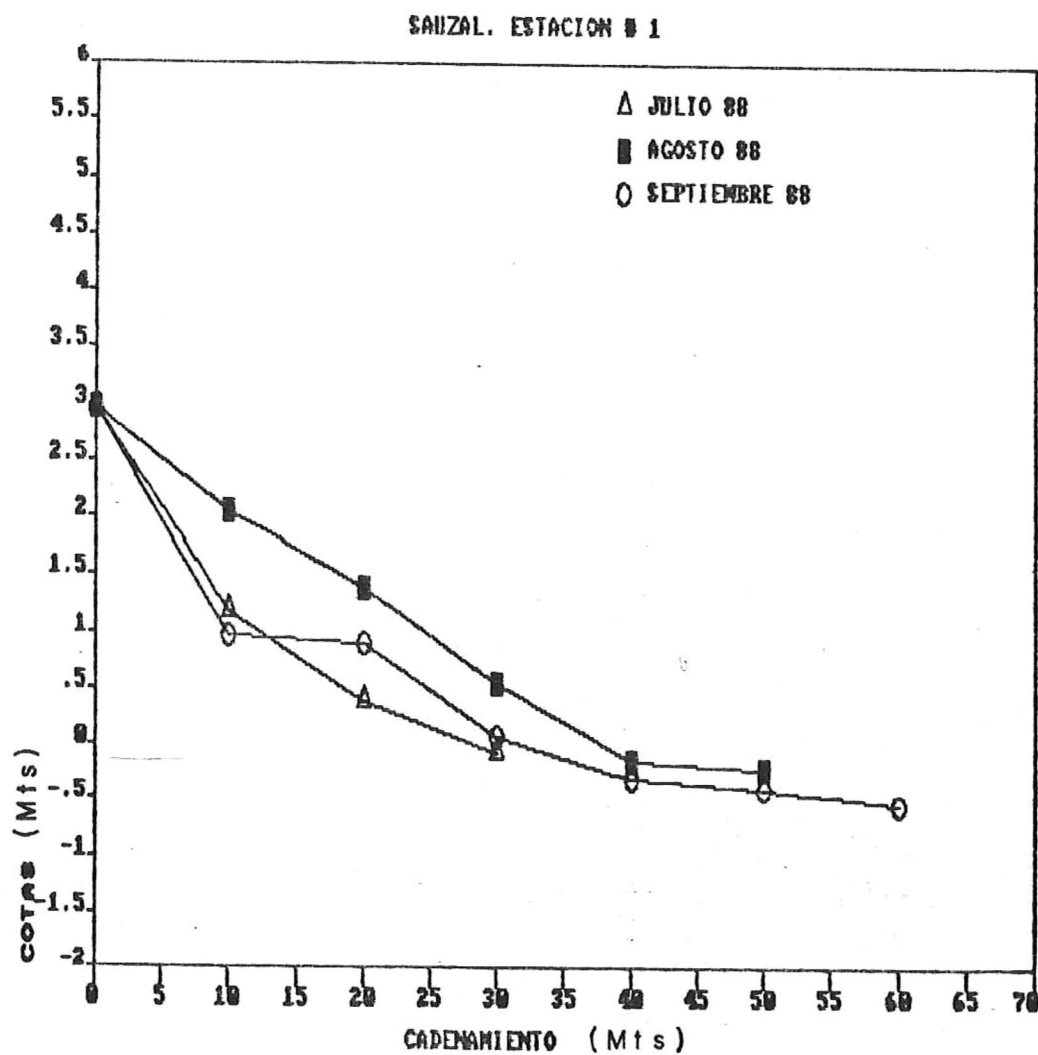


Fig.12 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

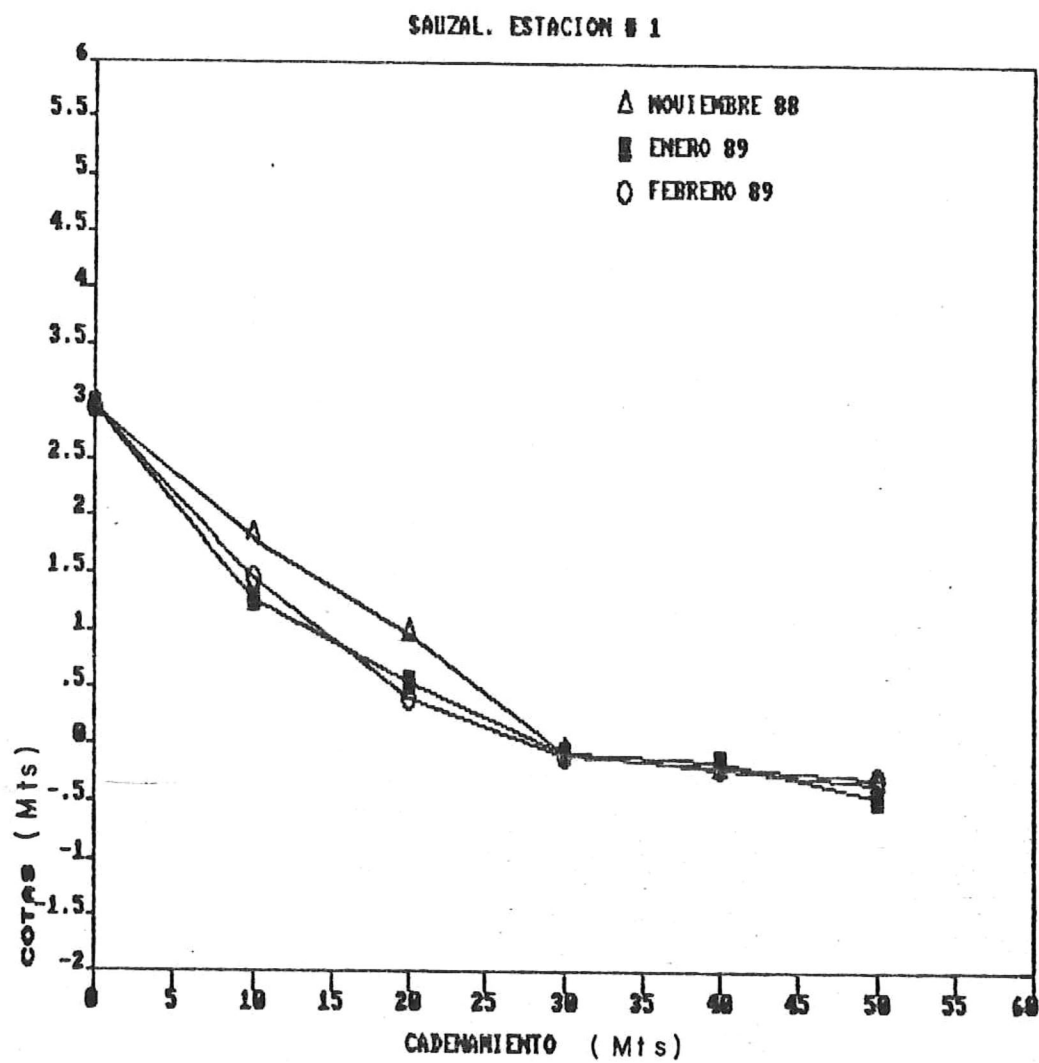


Fig.13 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

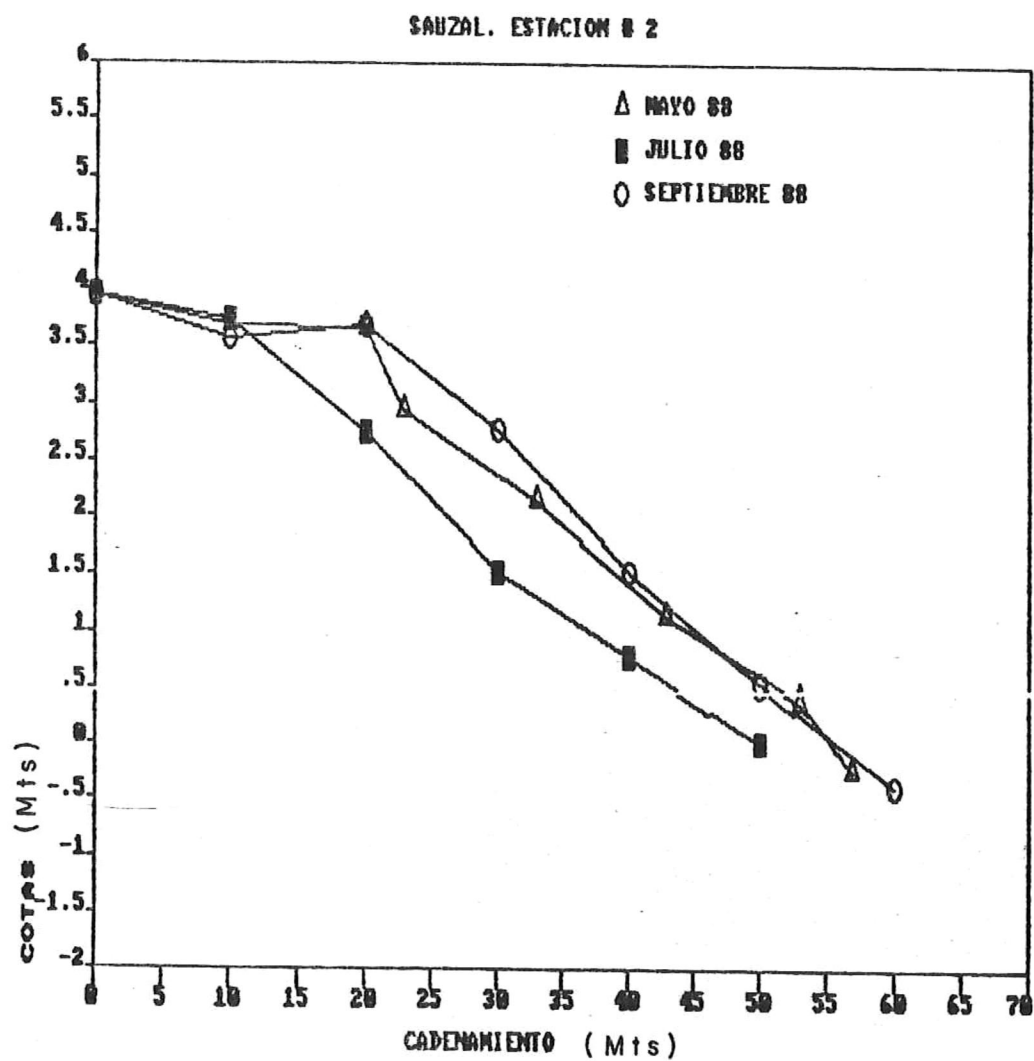


Fig.14 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

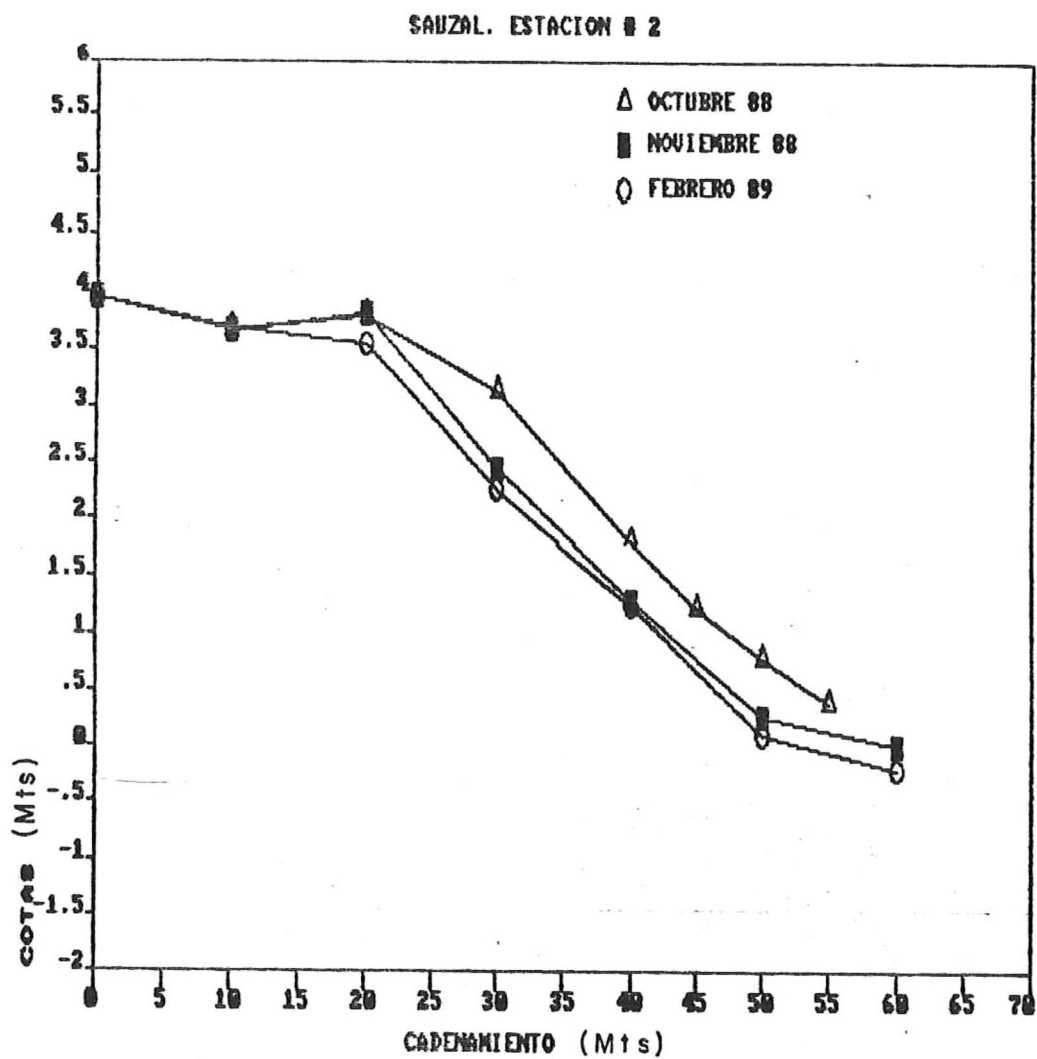


Fig.15 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

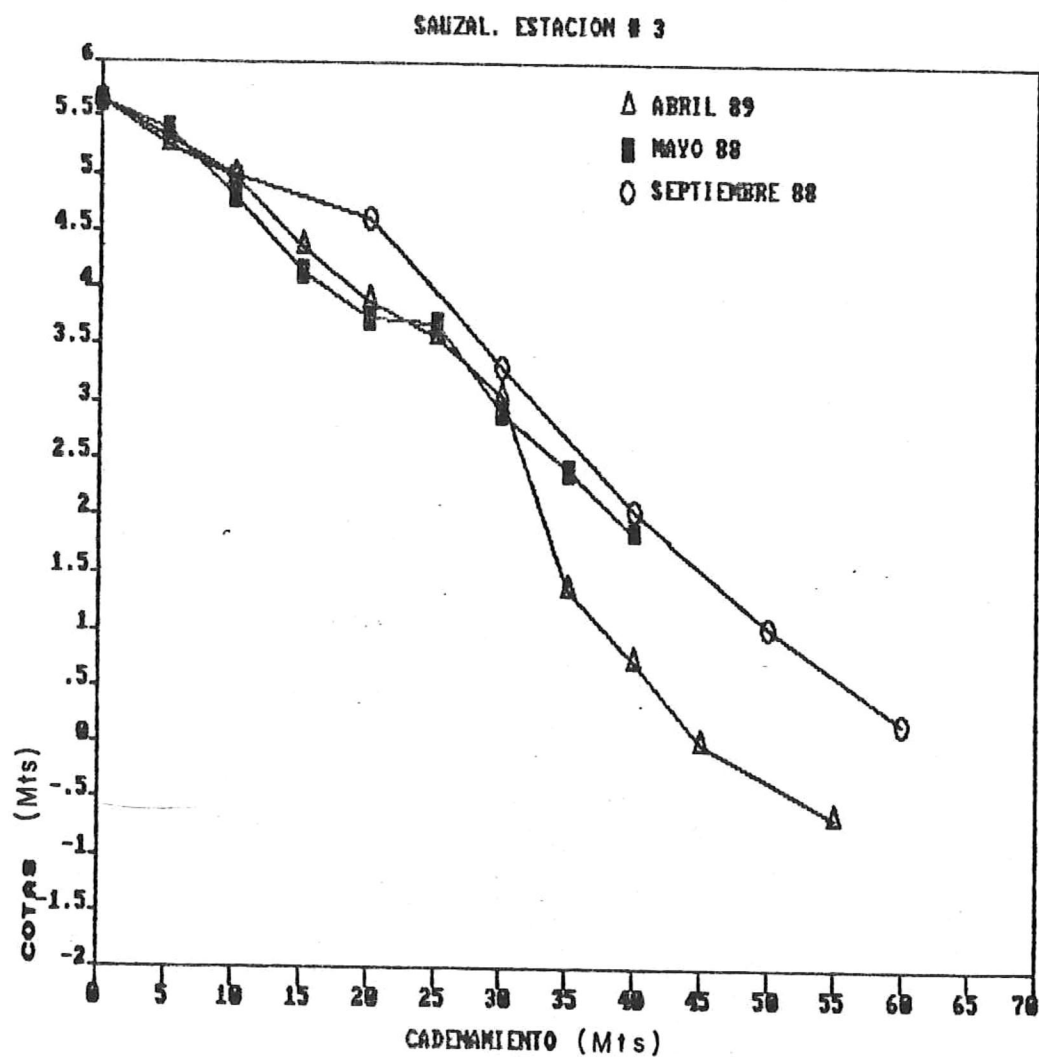


Fig.16 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

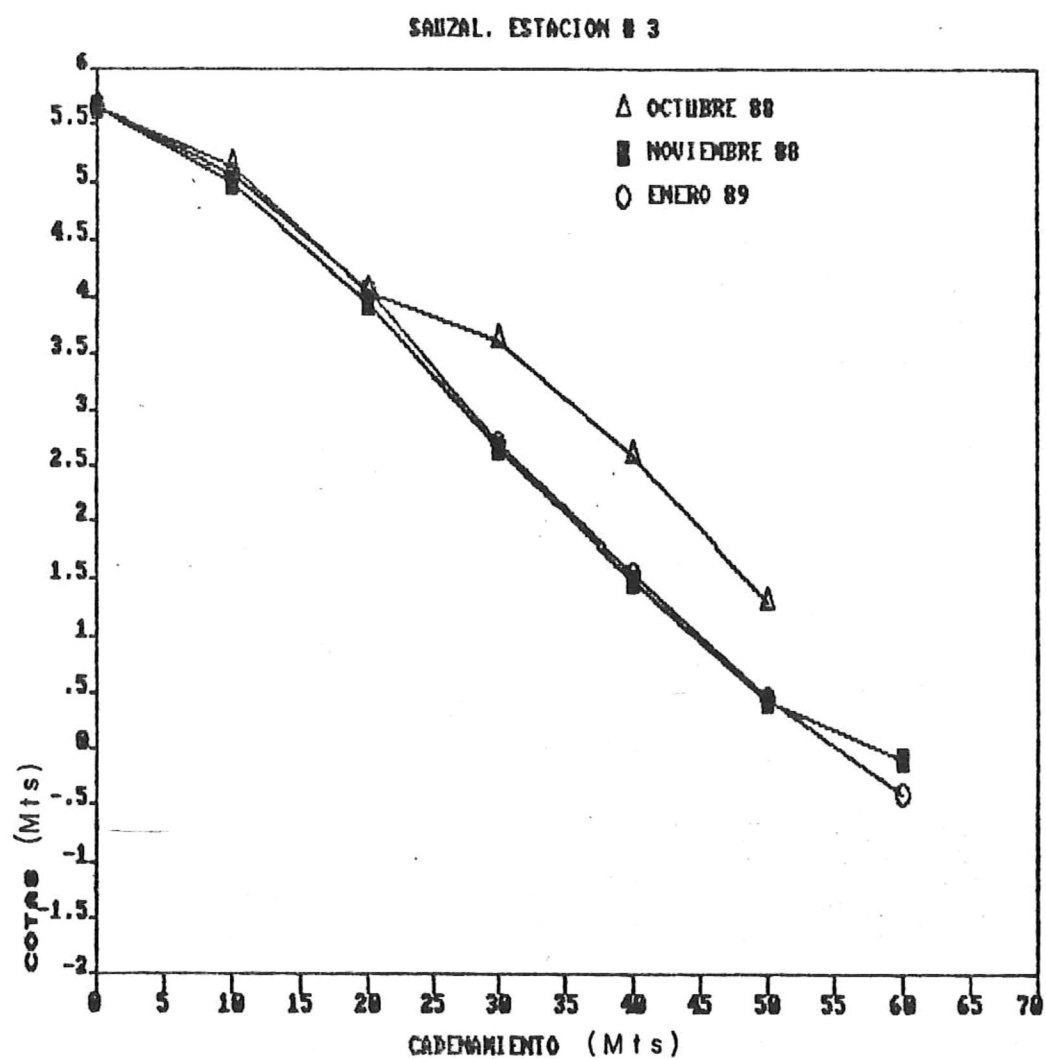


Fig.17 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

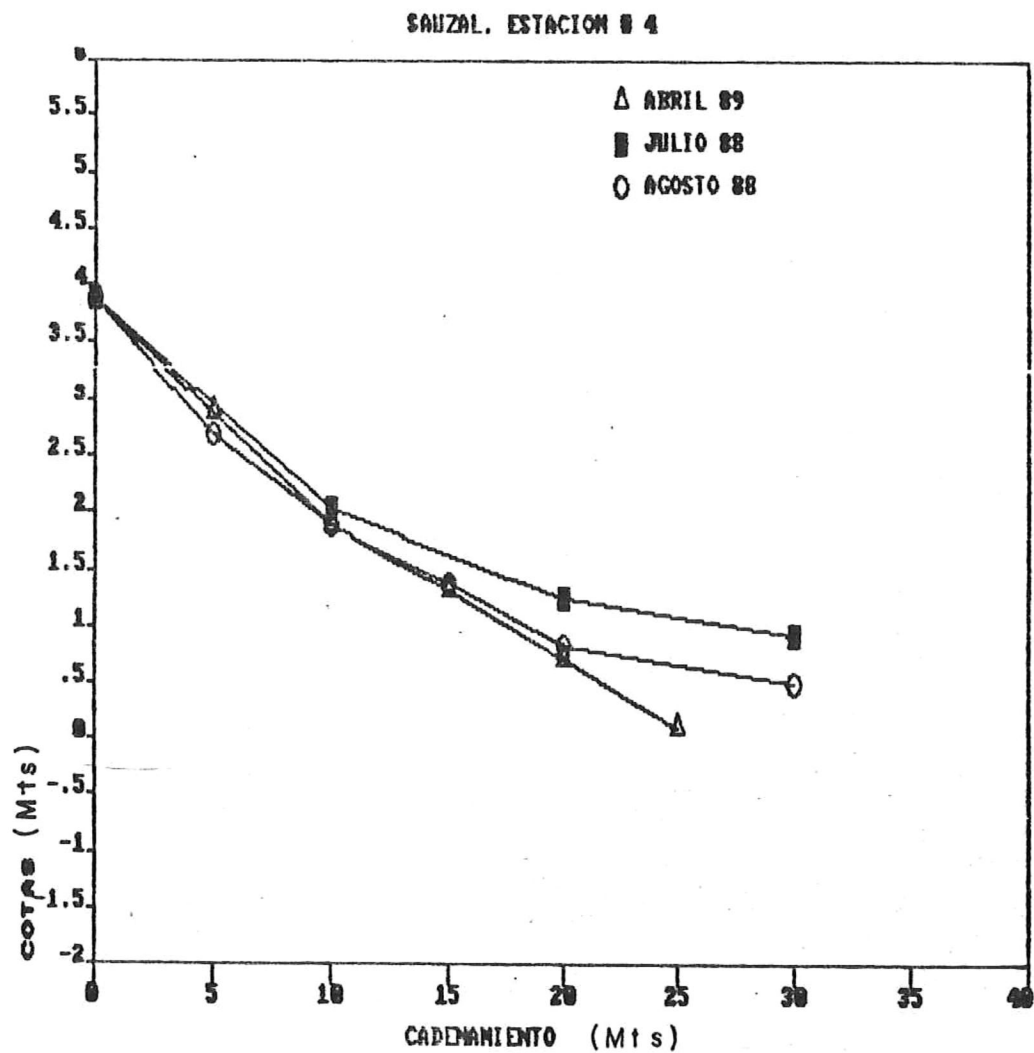


Fig.18 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

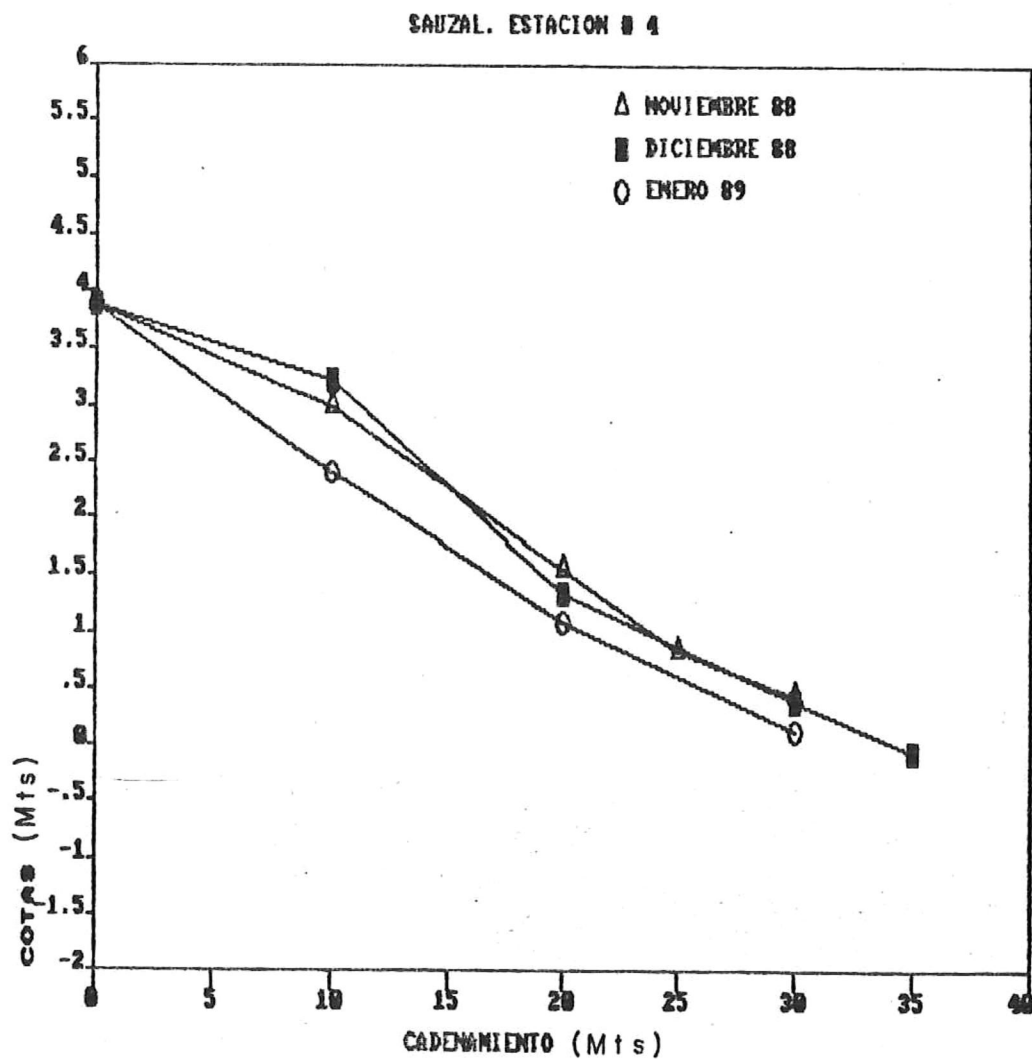


Fig.19 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

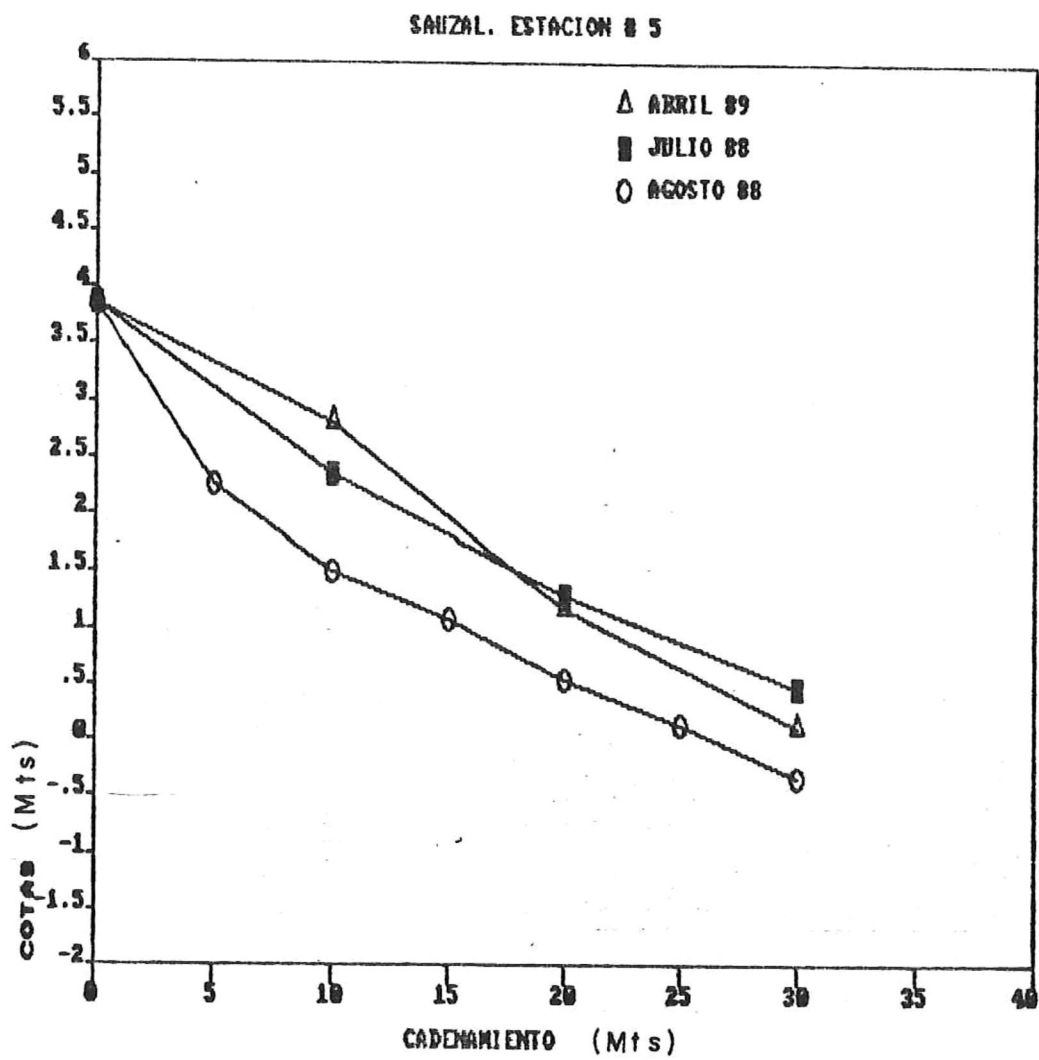


Fig.20 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

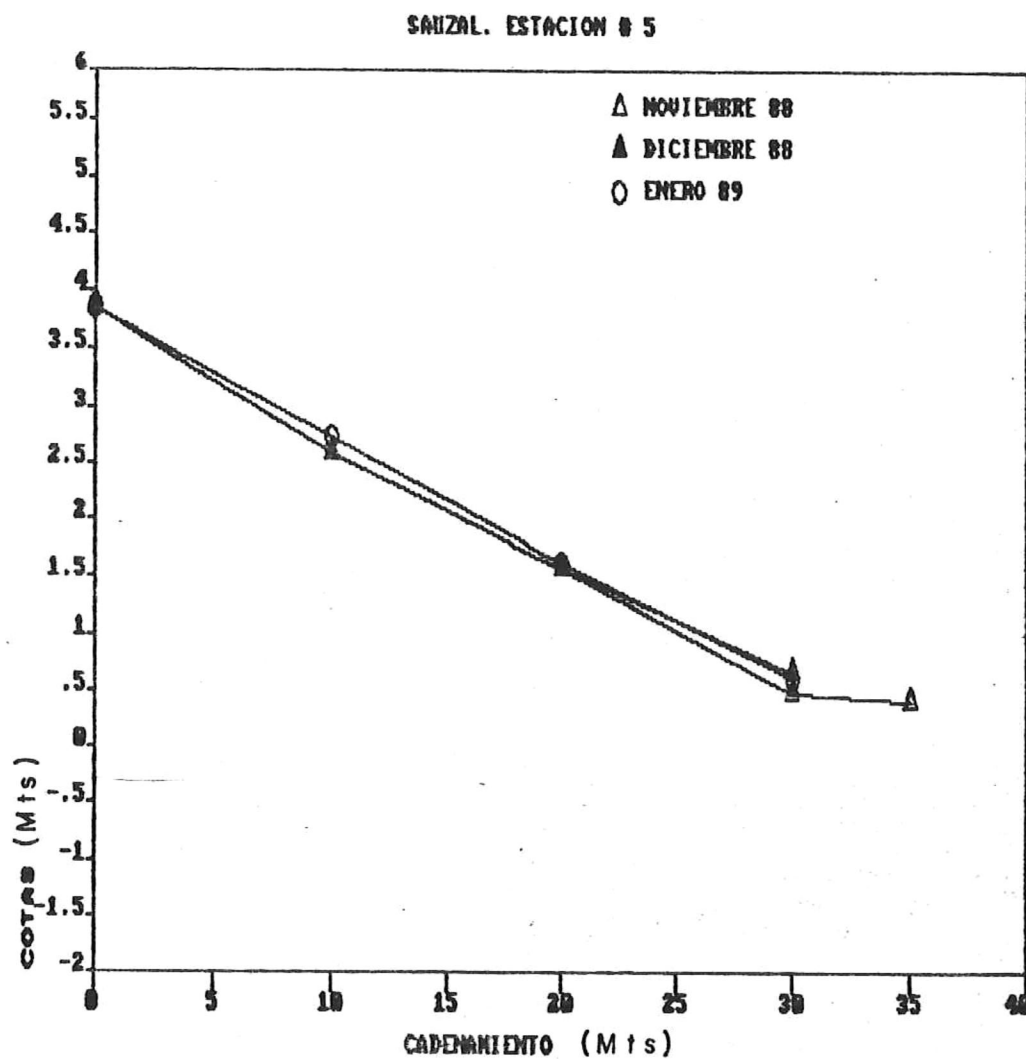


Fig.21 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

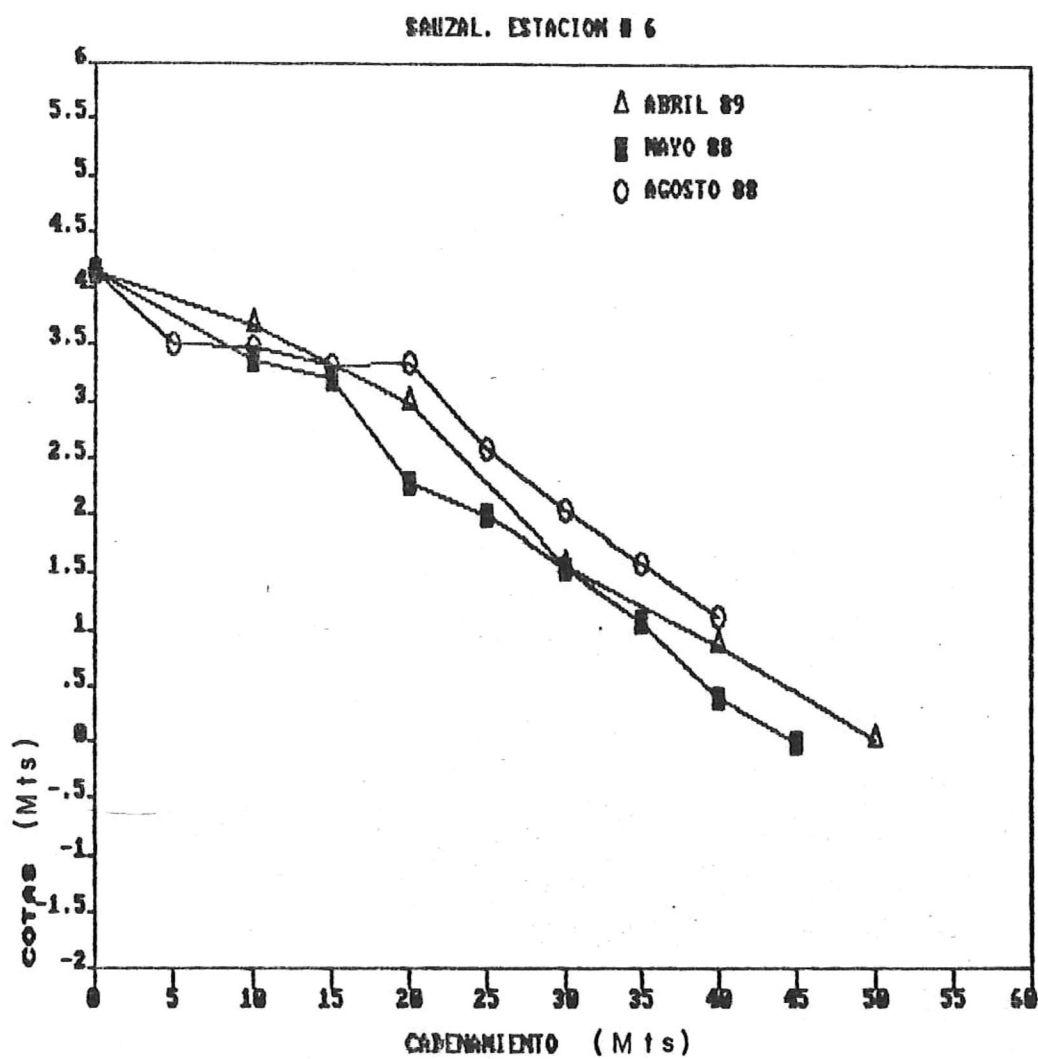


Fig.22 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

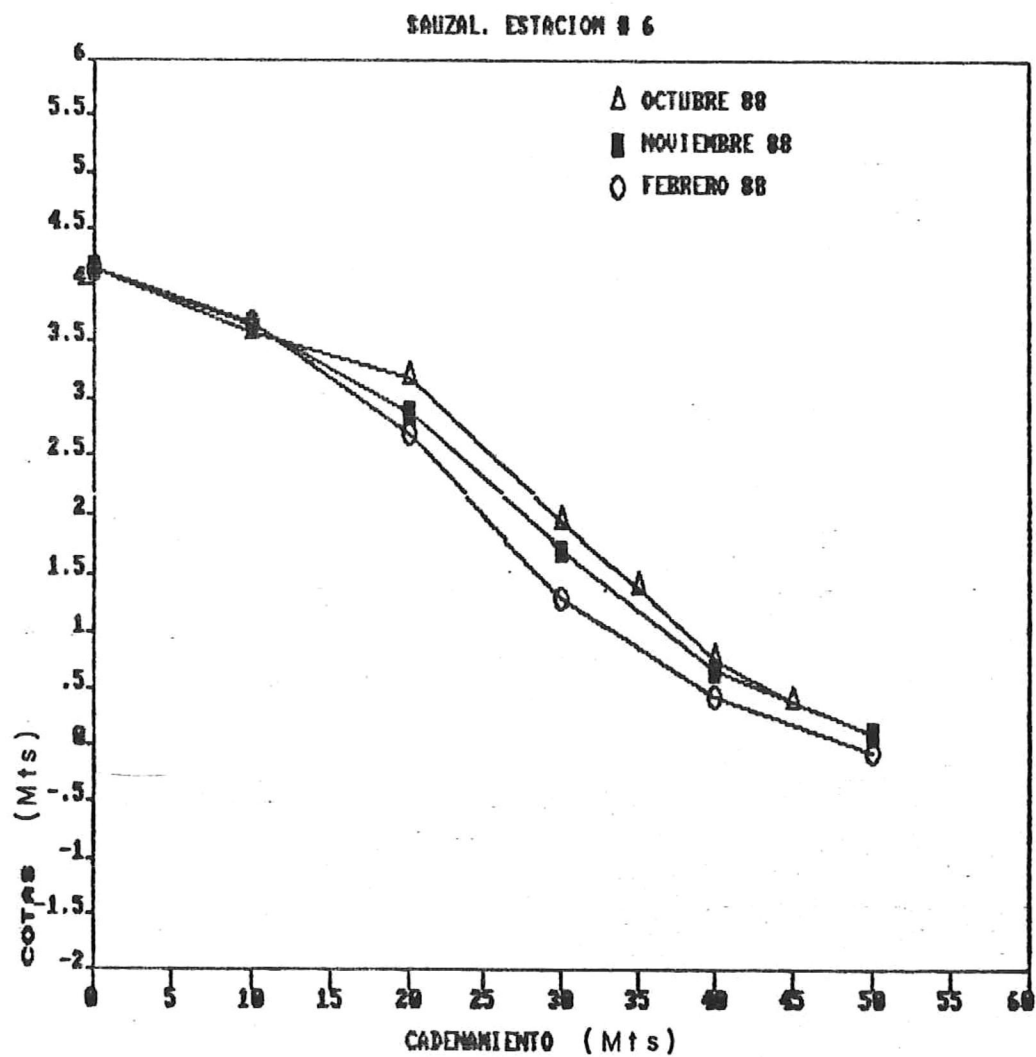


Fig.23 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

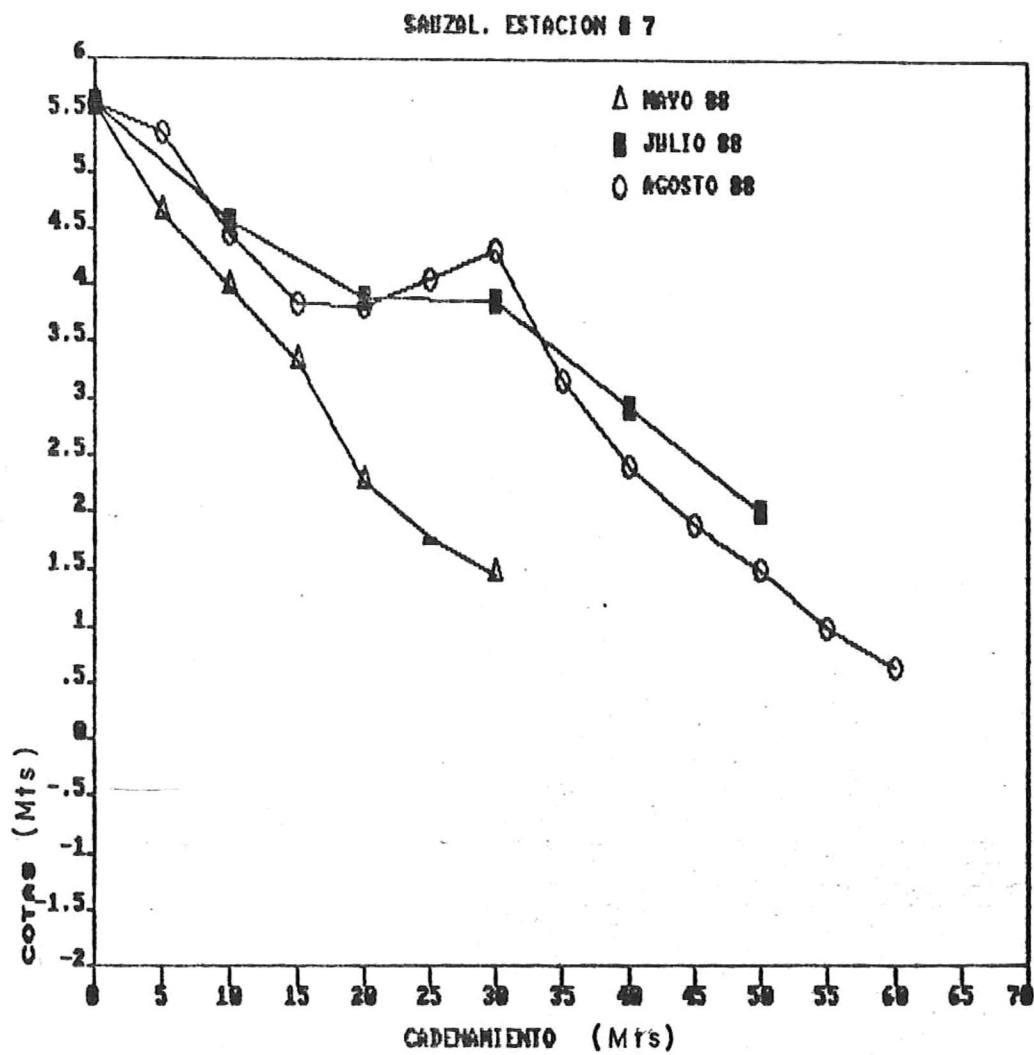


Fig.24 Muestra el perfil de playa para las estaciones primavera-verano.

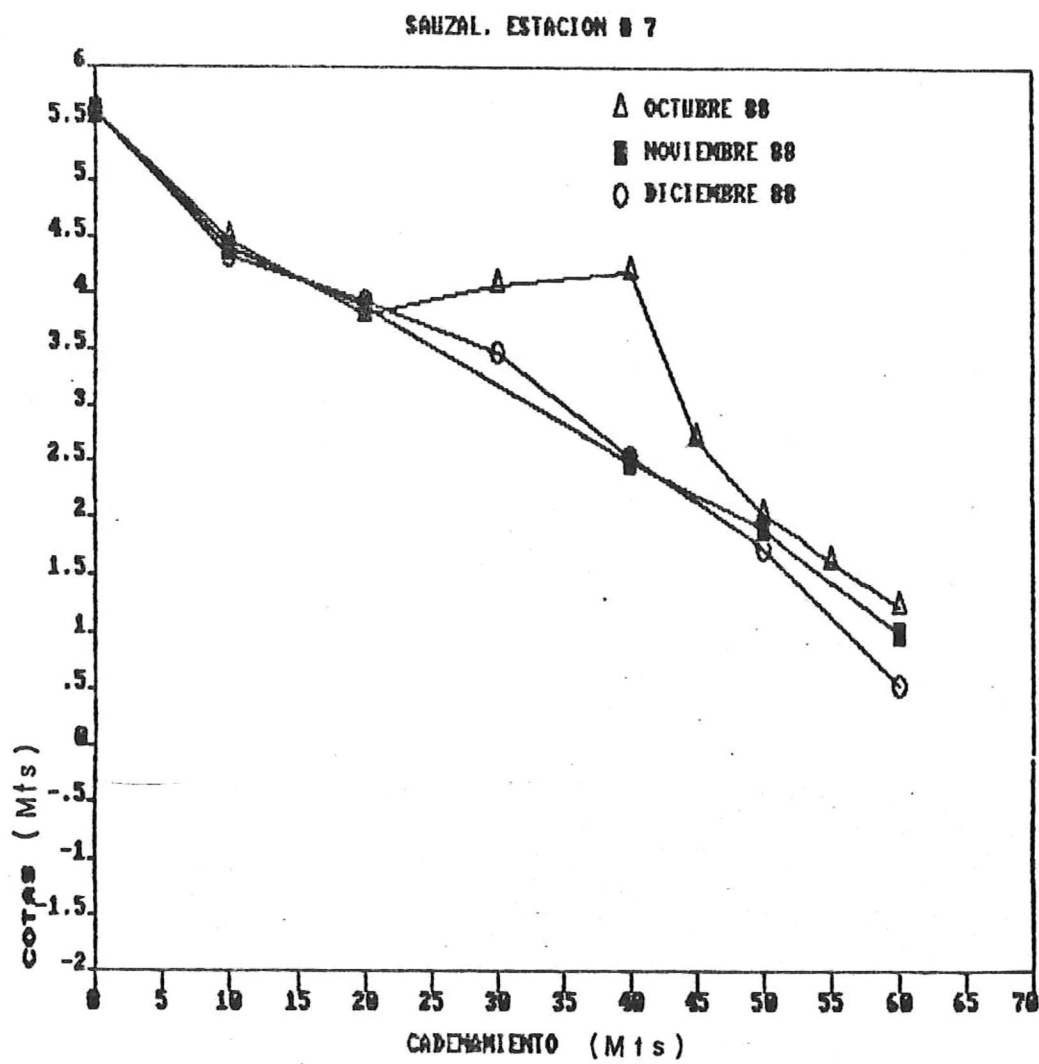


Fig.25 Muestra el perfil de playa para las estaciones otoño-invierno.

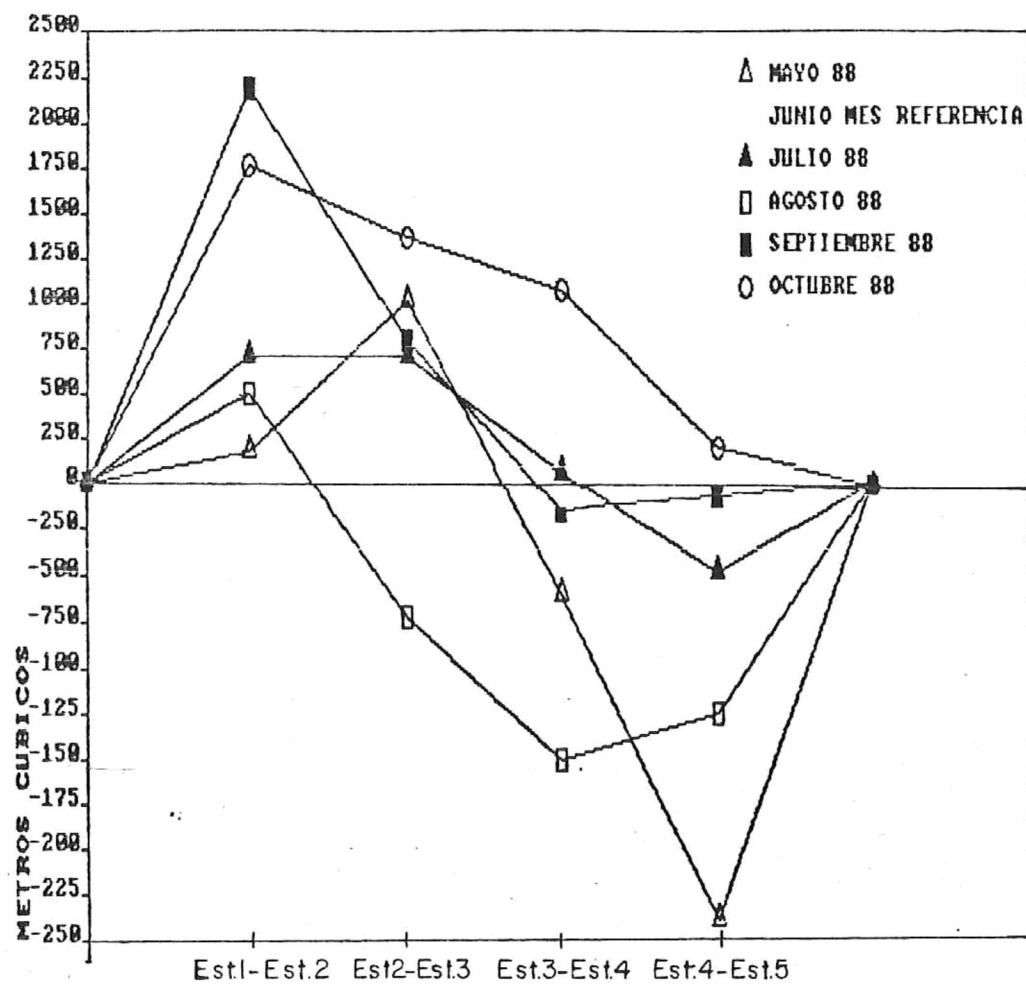


Fig.26 Muestra el volúmen de depositación y erosión por estación y mes, para la playa Pesquera Zapata.

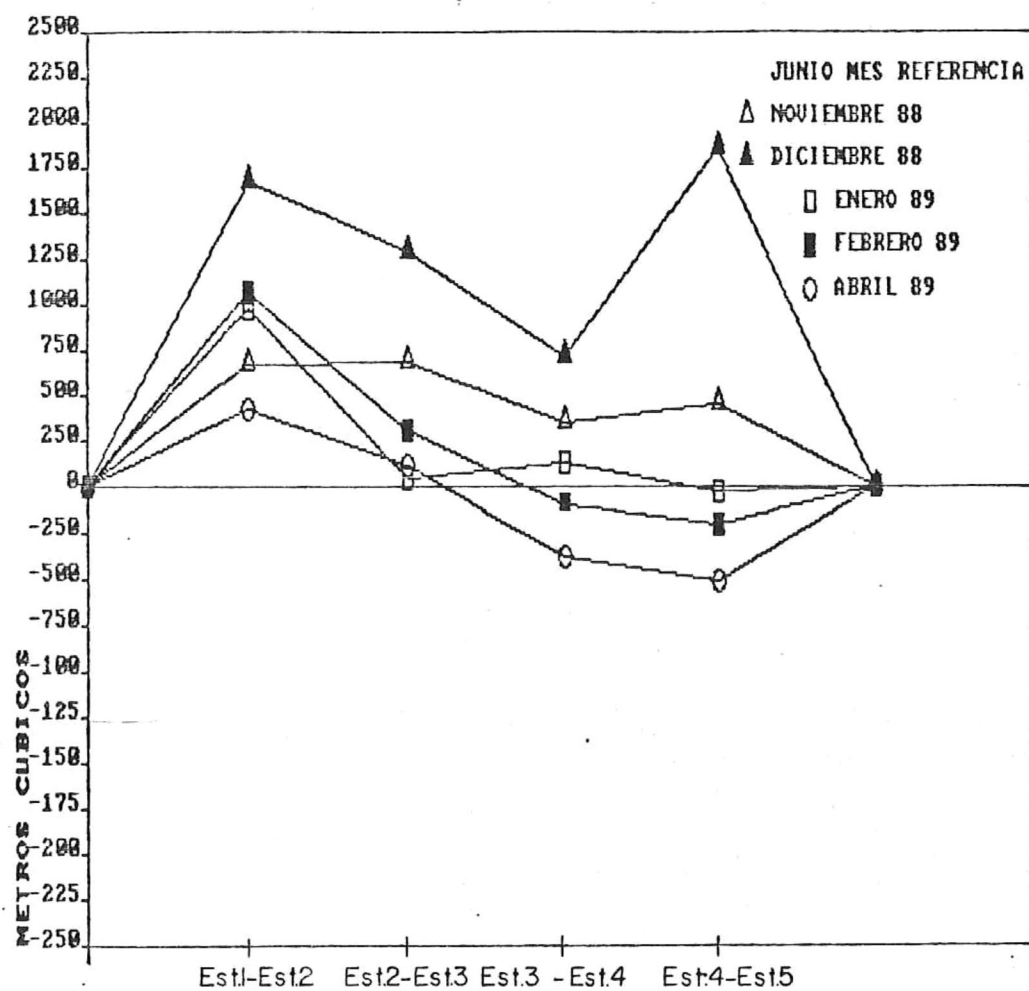


Fig.27 Muestra el volúmen de depositación y erosión por mes y estación, para la playa Pesquera Zapata.

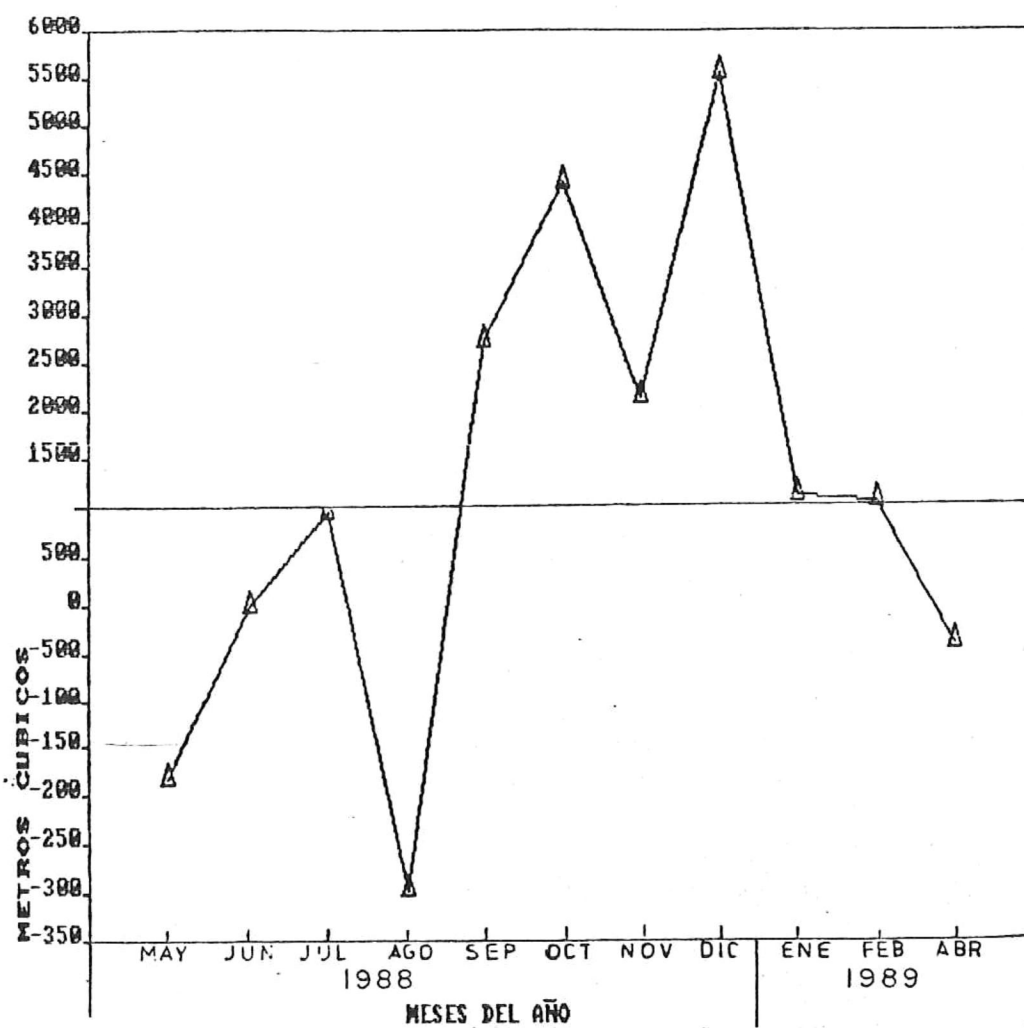


Fig.2B Muestra la erosión o depositación total por mes, para la playa Pesquera Zapata.

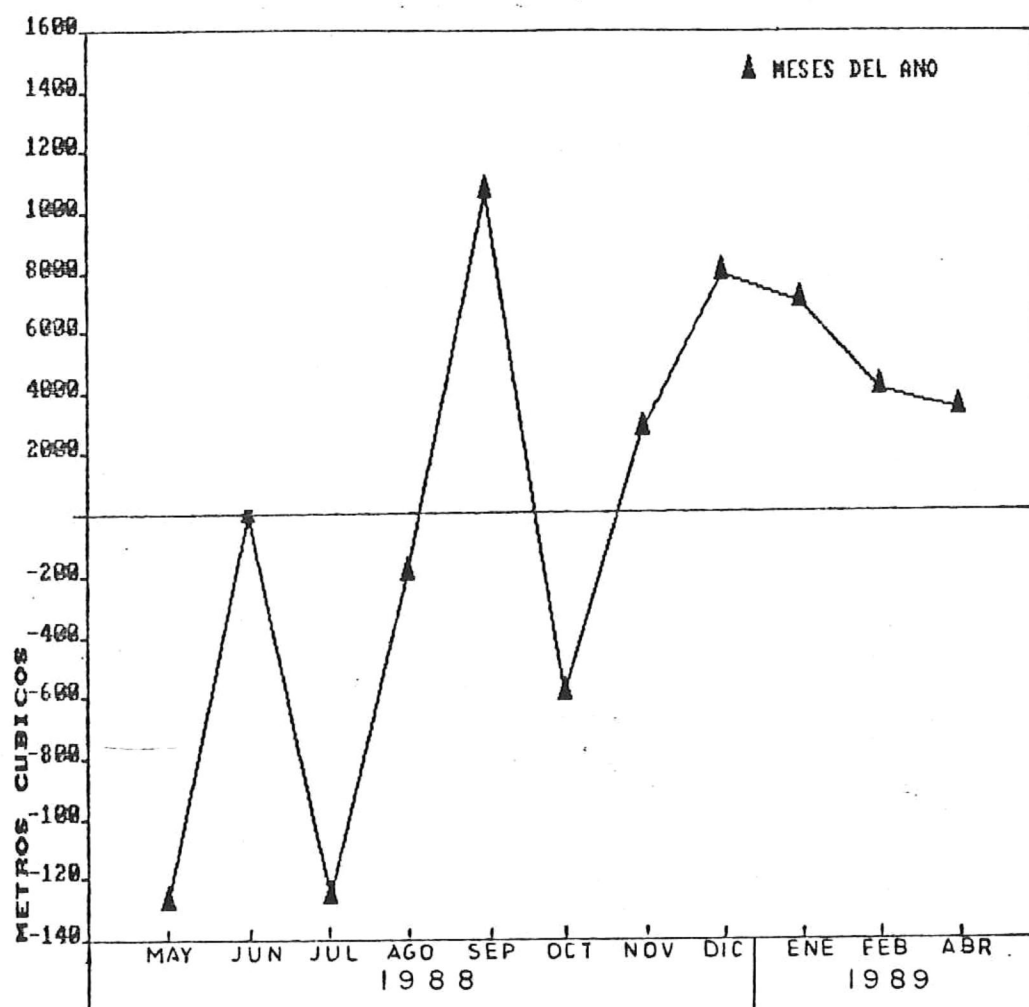


Fig.29 Muestra la depositación o erosión total por mes, para la playa Sauzal.

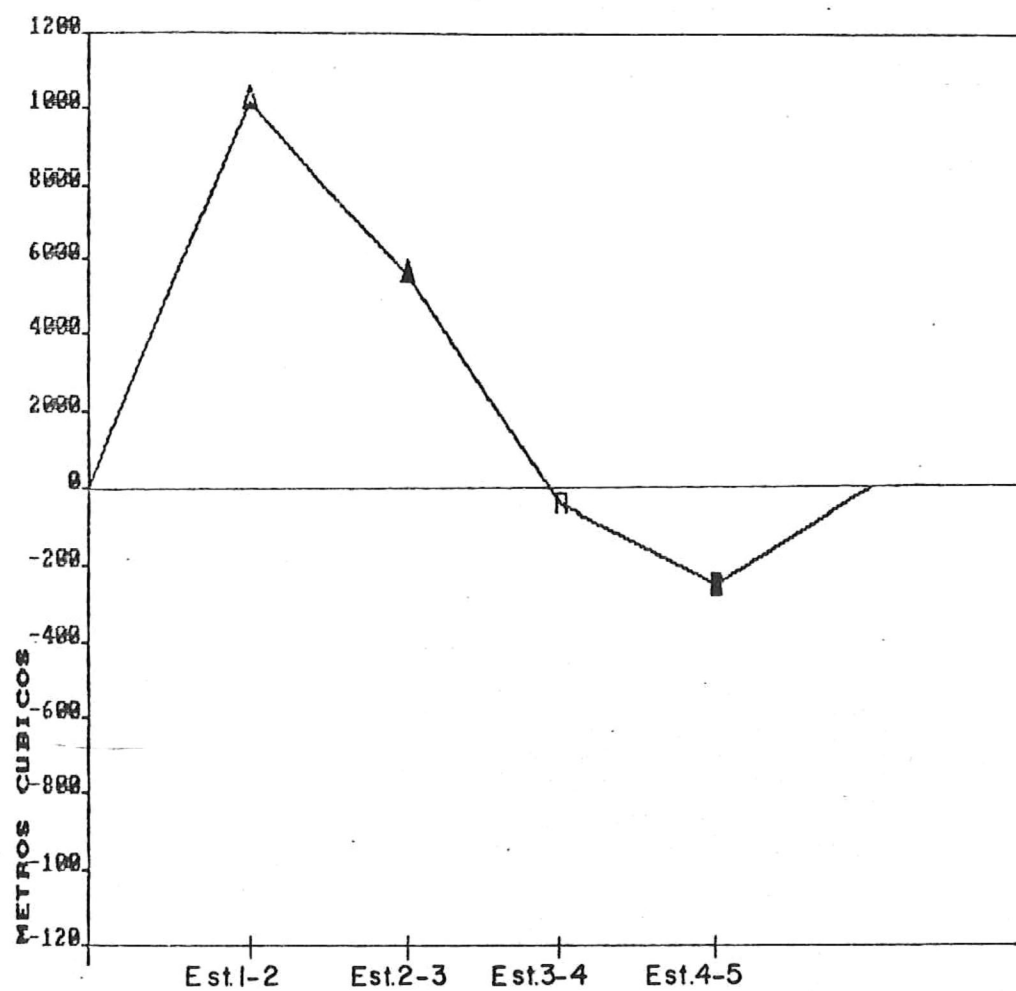


Fig.30 Muestra la depositación o erosión anual neta para cada estación, en la playa Pesquera Zapata.

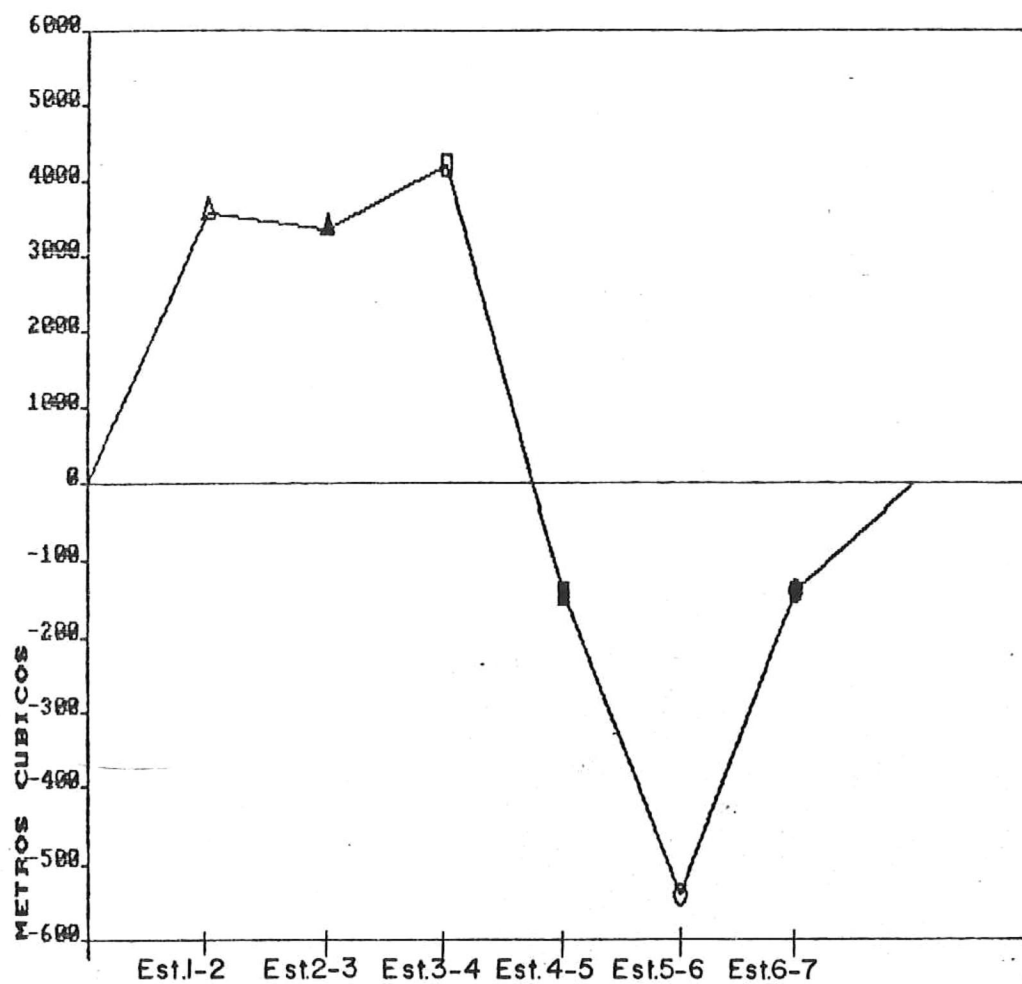


Fig.31 Muestra la depositación o erosión anual neta para cada estación, en la playa Sauzal.

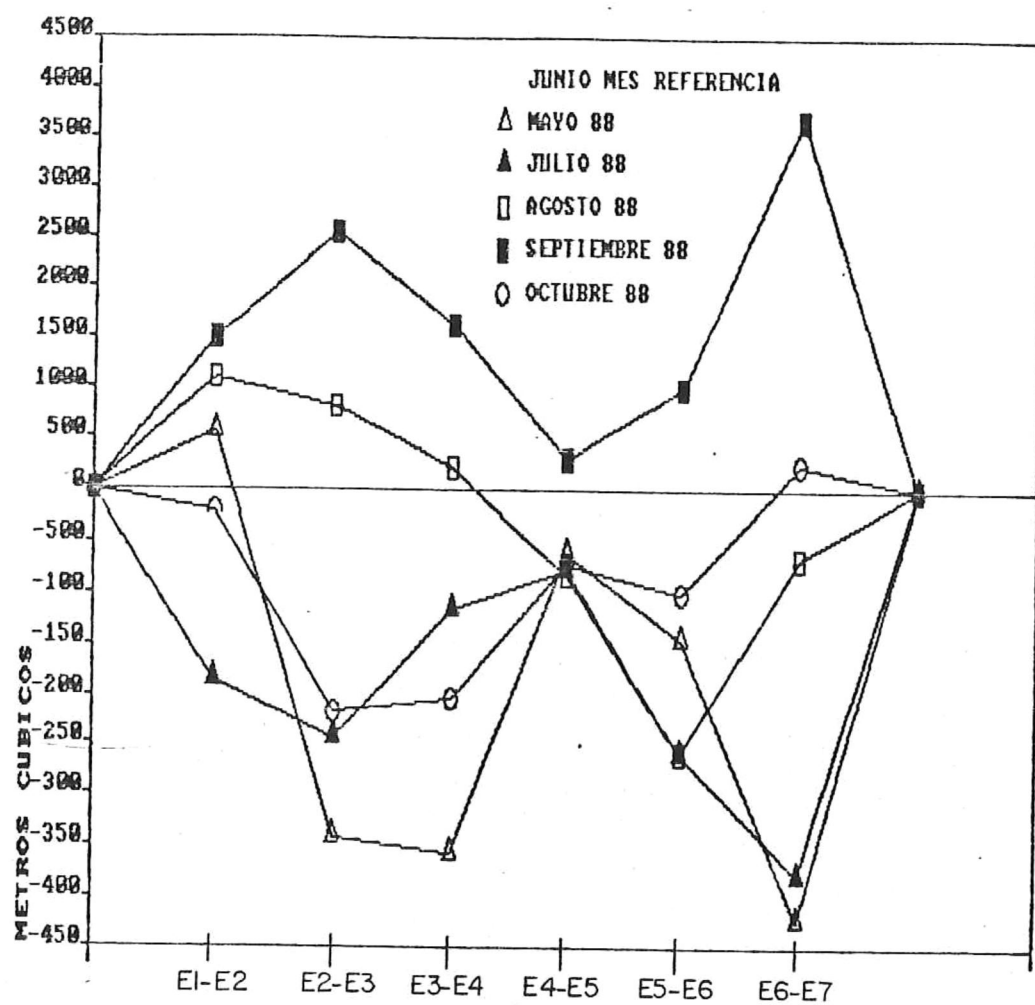


Fig.32 Muestra el volumen de depositación y erosión por mes y estación, en la playa Sauzal.

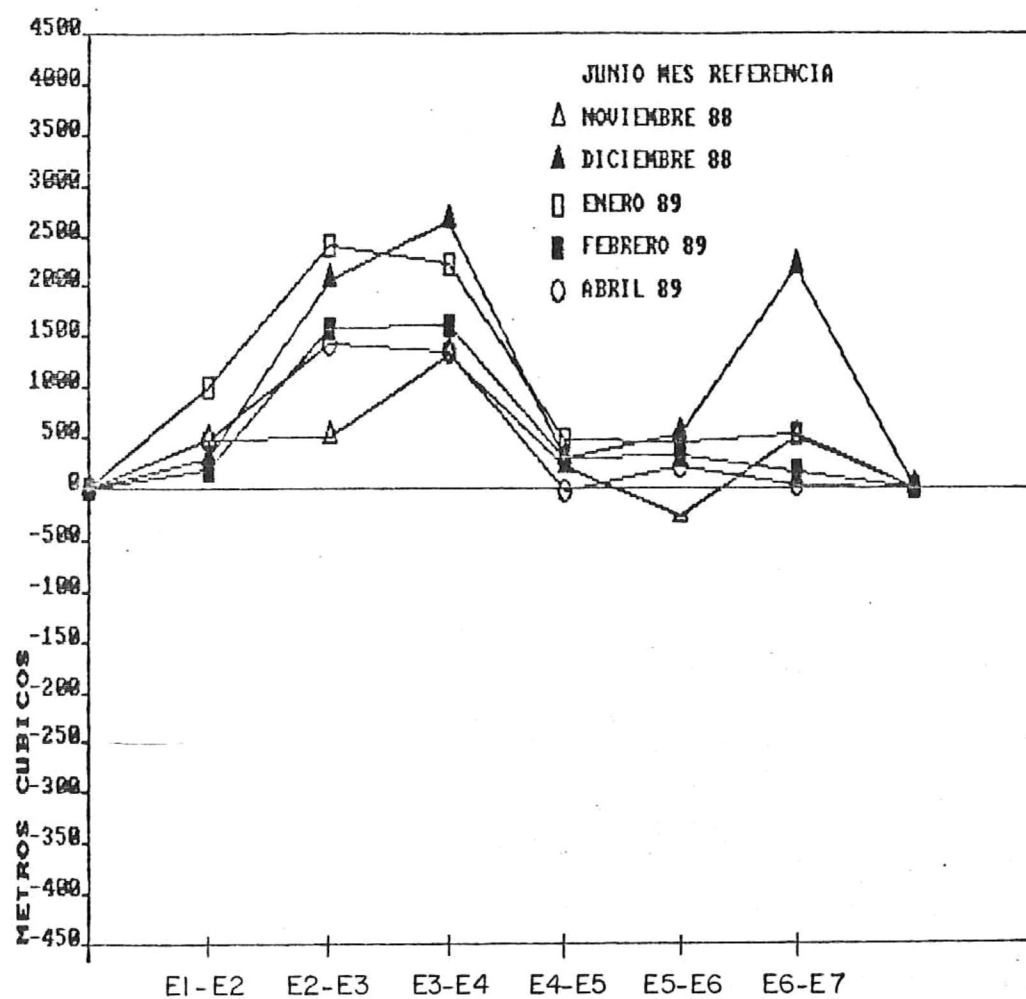


Fig.33 Muestra el volumen de depositación y erosión por mes y estación, para la playa Sauzal.

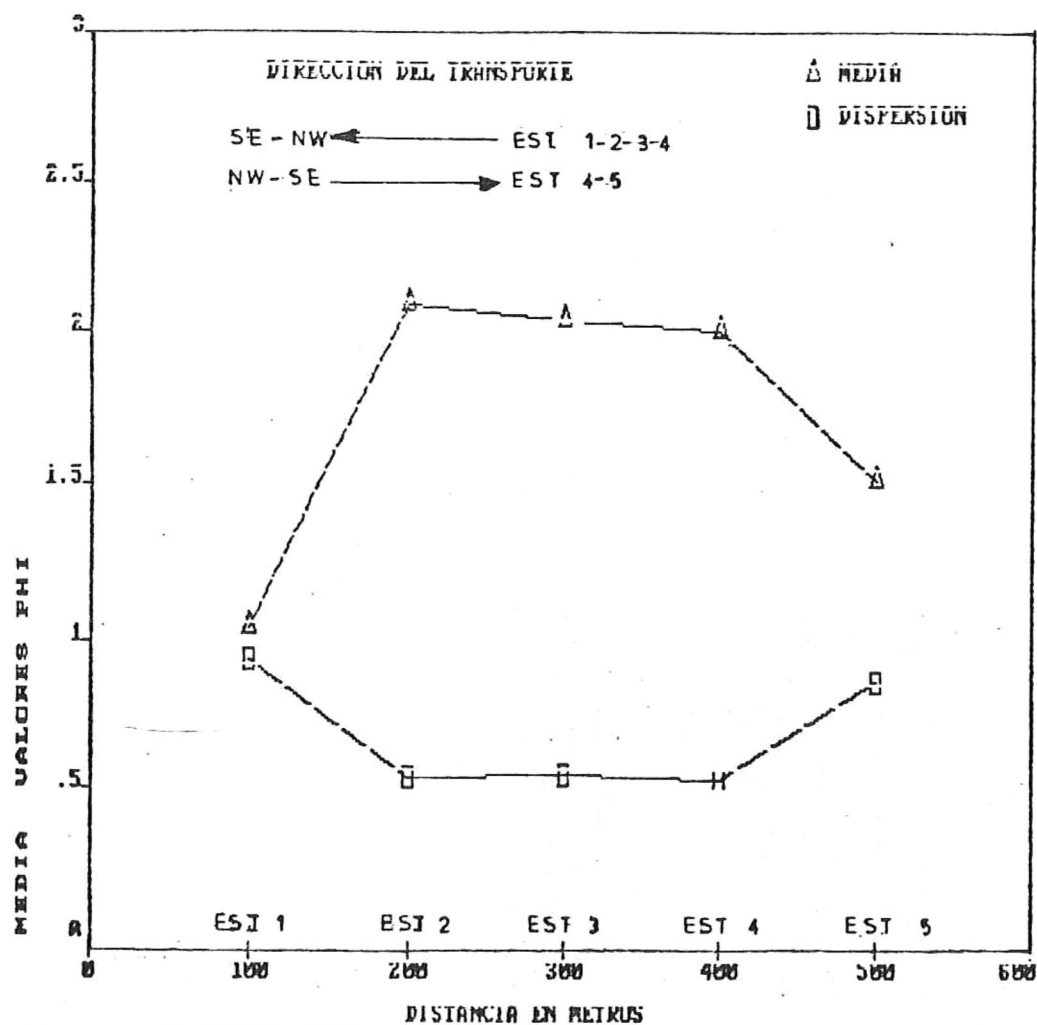


Fig.34 Muestra la media y dispersión del análisis de sedimento, así como también la dirección del transporte litoral. Playa Pequera Zapata.

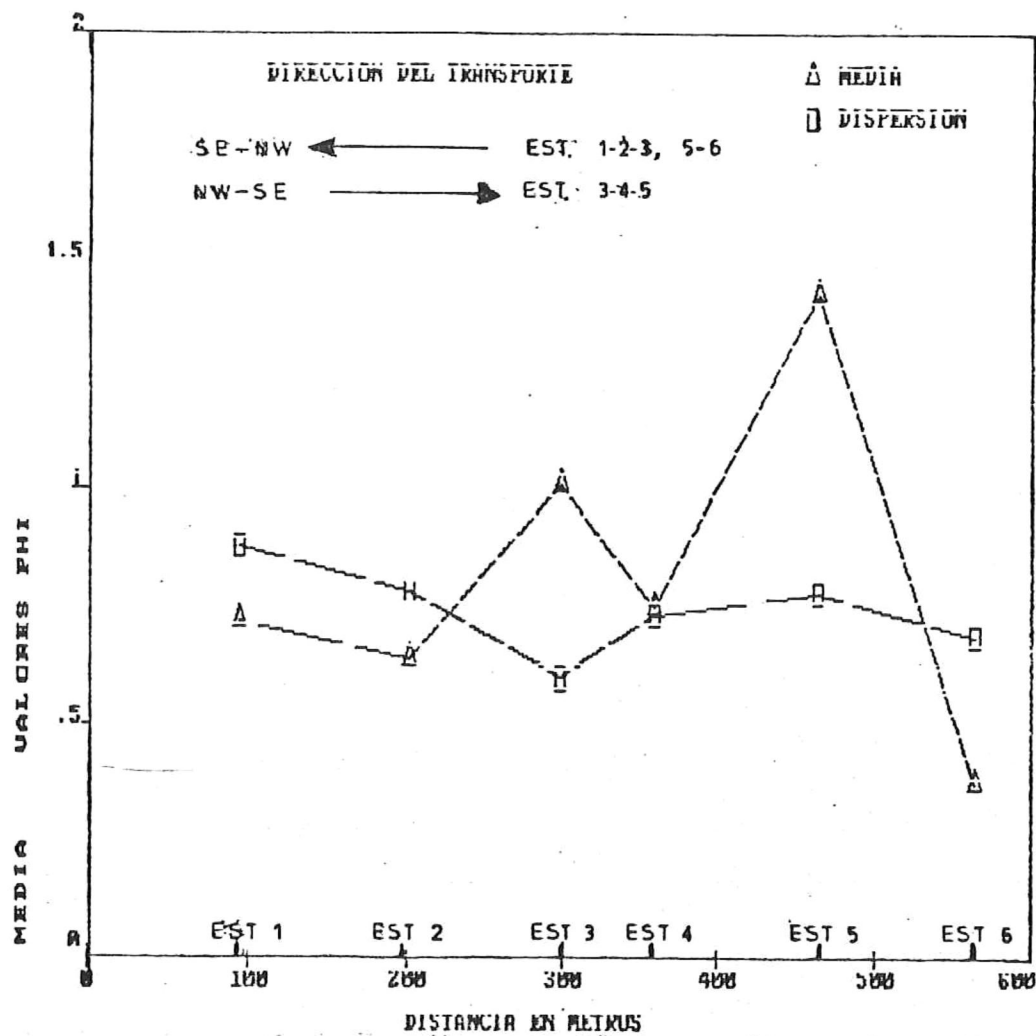


Fig.35 Muestra la media y dispersión del análisis de sedimento, así como también la dirección del transporte litoral. Playa Sauzal.

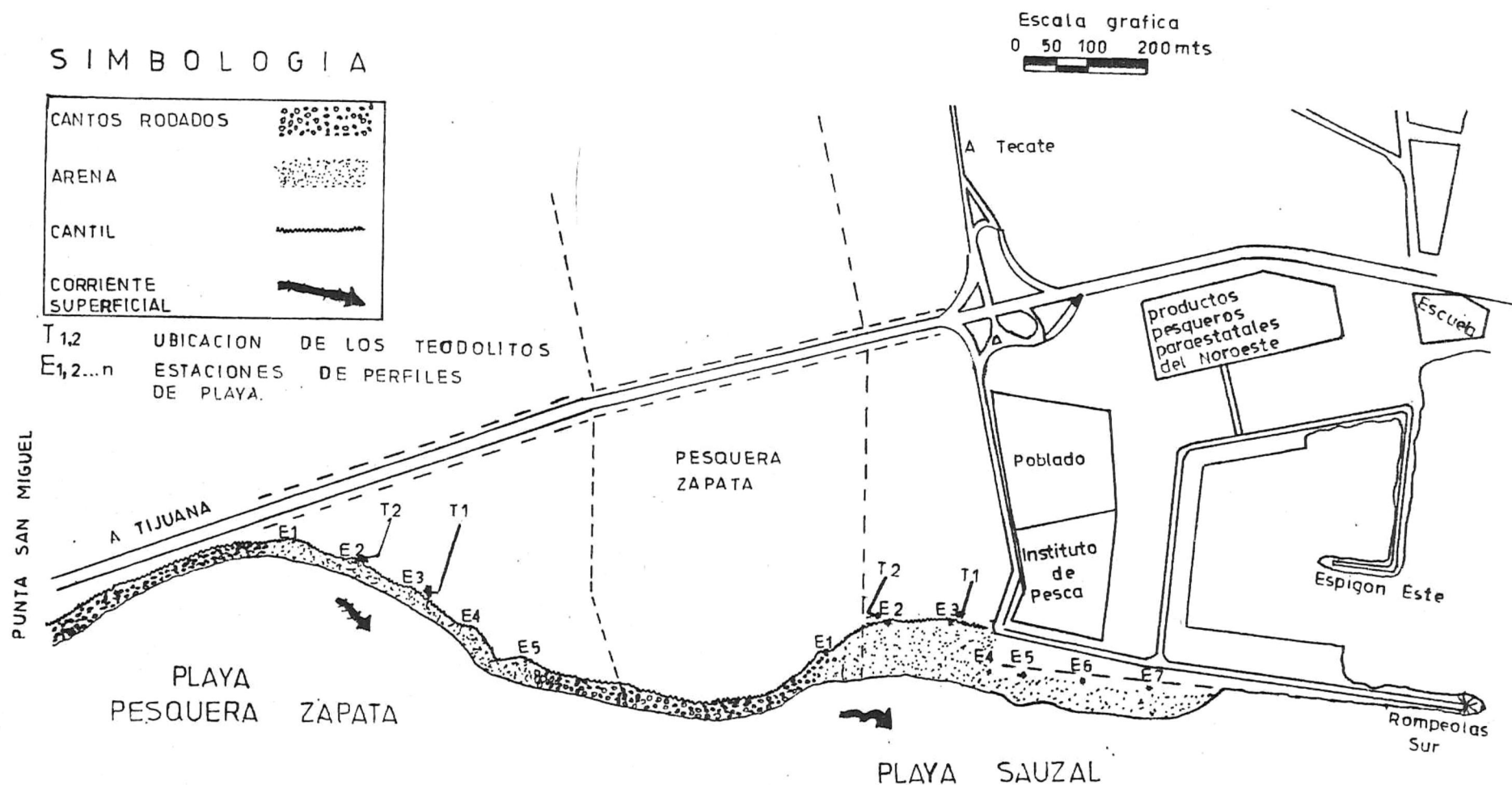


FIG 36 - DIRECCION DE LA CORRIENTE SUPERFICIAL PARA LAS DOS PLAYAS: PESQUERA ZAPATA Y SAUZAL.

Tabla 5.- Angulos obtenidos para las corrientes superficiales de la playa Pesquera Zapata.

TEODOLITO #1		TEODOLITO #2	
TIEMPO (minutos)	ANGULO	TIEMPO (minutos)	ANGULO
0	22°32'	0	99°07'
3	25°41'	3	80°08'
6	31°38'	6	68°52'
9	41°15'	9	57°54'
12	51°03'	12	47°32'
AZIMUT = 328°12'		AZIMUT = 125°00'	

Tabla 6.- Angulos obtenidos para las corrientes superficiales de la playa Sauzal.

TEODOLITO #1		TEODOLITO #2	
TIEMPO (minutos)	ANGULO	TIEMPO (minutos)	ANGULO
0	34°08'	0	121°10'
3	42°25'	3	101°52'
6	54°03'	6	81°12'
9	63°57'	9	66°53'
12	69°30'	12	66°40'
AZIMUT = 304°25'		AZIMUT = 148°27'	

Tabla 3.- Medidas descriptivas para la distribución de tamaño de sedimento en la playa Pesquera Zapata.

PARAMETRO ESTADISTICO	ESTACION (1)	ESTACION (2)	ESTACION (3)	ESTACION (4)	ESTACION (5)
MEDIA	1.042	2.095	2.035	2.005	1.511
DISPERSION	0.932	0.540	0.550	0.531	0.054

Tabla 4.- Medidas descriptivas para la distribución de tamaño de sedimento en la playa Sauzal.

PARAMETRO ESTADISTICO	ESTACION (1)	ESTACION (2)	ESTACION (3)	ESTACION (4)	ESTACION (5)	ESTACION (6)
MEDIA	0.714	0.630	1.006	0.740	1.421	0.362
DISPERSION	0.879	0.776	0.593	0.726	0.769	0.674

DISCUSIONES.

De los resultados obtenidos en la zona de estudio se tomó como referencia el mes de Junio debido a que presenta un perfil más homogéneo en la cara de las dos playas.

Fueron observados cambios en el volumen de sedimento a lo largo del año, consecuencia de la acción del oleaje y los procesos físicos generados, tales como el transporte litoral. Esto da una erosión o depositación para cada mes y de igual manera una depositación o erosión neta anual (tabla 1 y 2).

Las secciones transversales en las estaciones primavera-verano presentan más variación en los perfiles, mientras que en otoño-invierno sí se observa más homogeneidad de los mismos, éstas diferencias son producto de la acción del oleaje de alta y baja energía que actúa sobre la costa, de ésta manera, el perfil de playa sufre cambios a consecuencia de una depositación y erosión (fig. 2 a 25).

Las dos playas son consideradas de bolsillo y debido a esta característica, la playa Pesquera Zapata presentó una marcada depositación hacia el centro de la misma, para todos los meses de medición, estaciones 1-2 (fig. 26 y 27). Por otra parte, la erosión fue de mayor proporción hacia el extremo sureste de la playa, estaciones 4-5 (fig. 26 y 27). La depositación es obvia en las dos playas en las estaciones de otoño-invierno y una erosión en primavera-verano (fig. 28 y 29). Así mismo, las dos playas

presentaron una depositación anual neta mayor que la erosión (fig. 30 y 31), siendo el balance de sedimento depositado en la playa Pesquera Zapata de 12,935.45 metros cúbicos (tabla 1), y el de la playa Sauzal de 2,937.75 metros cúbicos (tabla 2).

Las dos playas presentan un perfil con pendiente pronunciada, sin embargo en la playa Pesquera Zapata es más notable durante los meses que sufrió erosión, que una gran cantidad de cantos rodados predominan a lo largo de la playa, y por lo contrario, en los meses de depositación, la playa es cubierta por arena. Esta ganancia de material que tiene la playa, es producto de la erosión de los extremos de la misma y posiblemente de los cantiles que constituyen a la playa, ya que se hizo claro, que los puntos marcados con pintura sobre los cantiles para la localización de las estaciones en la playa, fueron borrados en su mayoría en los primeros tres meses de iniciado el estudio.

Por otra parte, la playa Sauzal, es necesario dividirla en dos zonas para su estudio: una que comprende la playa natural donde fueron colocadas las estaciones 1 a la 4 y la otra zona que constituye el rompeolas del puerto del Sauzal, estaciones 4 a la 7. De ésta manera, se hace evidente, una alta erosión y depositación en las estaciones 2-3 y 6-7 a lo largo del año (fig. 32 y 33), por otro lado, las estaciones 1-2 presentan una depositación y erosión siempre menor, debido a que en ésta zona (extremo noroeste de la playa Sauzal) se localiza una protección de rocas natural que sirve de barrera, formando un área sómera y de baja energía.

La fig. 31 muestra una clara depositación anual neta para las estaciones 1 a la 4 y una erosión en las estaciones 4 a la 7, consecuencia posiblemente a que en los meses de erosión, la acción del oleaje fué más intensa en la zona del rompeolas que en la zona de playa natural, debido tal vez a la difracción que puede sufrir el oleaje por las barrera natural del extremo NO, ya que el oleaje incide en la misma dirección.

El análisis granulométrico de las dos playas muestra un tamaño de grano menor para la Pesquera Zapata, esto representa un nivel menor de energía (fig. 34 y 35, tabla 3 y 4). La dirección del transporte de sedimento para la playa Pesquera Zapata fué de SE-NO que concuerda con la depositación observada hacia el centro de la misma y una erosión en su extremo sureste.

Por otro lado la playa Sauzal presenta un valor de la media con patrón irregular (tabla 4), esto posiblemente al tan alto nivel de energía del oleaje que impera en la zona.

Las corrientes superficiales medidas para las dos playas siguieron una dirección NO-SE, sin embargo, el análisis granulométrico, muestra una dirección del transporte de sedimento en la playa Pesquera Zapata de SE-NO (fig. 36, tabla 5), pero para la playa Sauzal, la dirección del transporte litoral concuerda con el de la corriente superficial en las estaciones 3, 4 y 5, siendo contrario para las otras estaciones (fig. 36, tabla 6).

CONCLUSIONES.

La depositación en las dos playas se efectuó en el período otoño-invierno y la erosión en el período primavera-verano.

Las dos playas presentan una ganancia de material. Una depositación para la playa Pesquera Zapata de 12,935.45 metros cúbicos de sedimento, y de 2,937.75 metros cúbicos para la playa Sauzal.

La playa Pesquera Zapata muestra una mayor depositación debido a la erosión de sus extremos, consecuencia de la morfología que posee (playa de bolsillo), y además posiblemente de la erosión de los cantiles que la constituyen. Así mismo, presenta un transporte de sedimento de SE-SO.

La playa Sauzal sufre una erosión intensa en las estaciones localizadas en el rompeolas del puerto del Sauzal, por una posible difracción del oleaje, debido a la barrera natural ubicada en el extremo noroeste de la playa. Esta playa también presenta un patrón irregular de transporte litoral.

La dirección de la corriente superficial para las dos playas es de NO-SE.

BIBLIOGRAFIA.

- Aguero, M.G.A., 1986. Características Estructurales De La Bahía De Todos Santos Y Areas Adyacentes Costeras. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México.
- Aranda, M.F.J., 1983. Estudio De Minerales Pesados Como Trazadores De La Corriente Litoral En La Bahía De Todos Santos, B.C. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México.
- Avila, S.G.E., 1981. Volúmen De Sedimento Aportado Anualmente A La Bahía De Todos Santos, B.C. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México.
- Baca, CH.C., 1981. Procedencia De Minerales Pesados En La Bahía De Todos Santos, B.C., Tesis de licenciatura, Facultad De Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México.
- Balsillie, J.H., 1977. Prediction Of Longshore Transport In The Littoral Zone With And Without The Use Of Breaking Wave Angles. In W.F. Tanner (ed) "Coastal Sedimentology".
- Carver, R.E., 1971. Procedures In Sedimentary Petrology. Wiley Interscience. New York p.p. 51-52.

Castillon, A.R.C., 1988. Transporte De Sedimento Y Su Efecto Sobre El Perfil De Playa En La Bahía De Todos Santos, B.C., México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., Mexico.

Duffett, N.W., 1969. Arroyo-Shoreline Relationships In Northwest, B.C. Unpublished Ph. D. Dissertation. University Microfilms International, p. 259.

Emery, K.D., Gorsline, D.S., Uchupi, E. y Terry, R.D., 1957. Sediments Of Three Bays Of B.C.: Sebastián Vizcaino, San Cristóbal y Todos Santos. Jour of Sed. Petrol., vol. 27, N.2, p.p. 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. Vol. 27, N. 1, p.p. 3-26.

Gomez, M.F.L., 1981. Estudio Hipsométrico De La Rada Del Puerto De Ensenada, B.C. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., Mexico.

Instituto De Investigaciones Oceanologicas (I.I.O.), Facultad de Ciencias Marinas, 1967. Estudio Oceanológico De La Bahía De Todos Santos, B.C. Parte 1 (no publicado).

- Inman, D.L., 1971. Nearshore Processes. Mc. Graw-Hill Encyclopedia Of Science And Technology, vol. 9, ed., New York p.p. 26-23.
- Komar, P.D., 1976. Beach Processes And Sedimentation Englewood Cliff. Prentice-Hall, Inc; p.p. 227-248.
- Krumbein, W.C., 1934. Size Frequency Distributions Of Sediments. Jour of Sed. Petrol. vol. 4, p.p. 65-67.
- Lizarraga, A.R., 1972. Estudio De Los Movimientos Cíclicos De La Playa En La Bahía De Todos Santos, B.C., Por Medio De Secciones Transversales. Tesis De Licenciatura, Facultad De Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., Mexico.
- O' Brien, M.P. And Zeevaert, L., 1968. Design Of A Small Tidal Inlet. American Soc. Of Eng. Congres. Of Costal Eng. vol. 2, CHaper 78. p.p. 1242-1257.
- Pérez, H.R., 1982. Relación Mineralógica Entre El Area Drenada Por El Arroyo El Carmén Y Su Depósito. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México.
- Royce, CHester, 1970. An Introduction To Sediment Analysis. Arizona State University Publications. p.p. 180.
- Rubio, O.V., 1987. Determinación De Las Zonas De Mayor Erosión Y Depositación En Una Playa De La Bahía De Todos Santos, B.C.,

Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas,
Ensenada, B.C. México.

Secretaría de Marina, 1974. Estudio Geográfico De La Región De
Ensenada, B.C., Dirección General De Oceanografía Y
Señalamiento Marítimo, México D.F., p.p. 465.

Sunamura, T. y Horikawa. K., 1971. Predominant Direction Of
Litoral transport Along Kujyu Kury Beach, Japan. Coastal
Engineering in Japan, vol. 14, p.p. 107-117.

Walton, W.R., 1955. Ecology Of Living Benthonic Foraminifera,
Todos Santos Bay, B.C. Jour. Of Paleontology, vol. 29, N.6,
p.p. 952-1018.