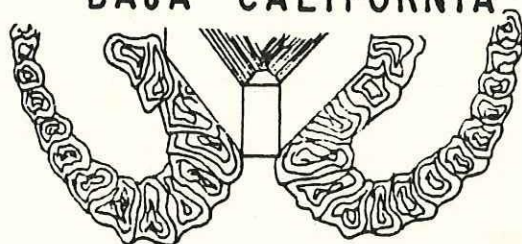


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas



DIRECCION DEL TRANSPORTE LITORAL
EN LA COSTA OESTE DEL ESTADO DE
BAJA CALIFORNIA



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA

PEDRO MARTINEZ BELTRAN

A mis queridos padres:

Pedro Martínez M. (q. e. p. d.)
Aurelia Beltrán de M.

a ustedes el más grande amor y
cariño por todos los instantes
de mi vida, a ustedes que con
su cariño, consejos y ejemplo,
contribuyeron enormemente en
mi formación.

A mis queridos hermanos,
quienes con su apoyo moral,
inspiraron y fortalecieron
en mi el deseo constante de
superación.

A la Profra. Bessie Steward,
quien con su amistad y cariño
supo guiarme en los momentos
difíciles de mi vida. A ella
quien contribuyó en gran
medida con sus enseñanzas a mi
formación.

A mis familiares con
gran cariño.

A mis Maestros, Compañeros y Amigos
de quienes guardo gratos recuerdos
que serán imborrables.

A mi escuela.

A G R A D E C I M I E N T O S

Mis más grandes agradecimientos para el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, de la Escuela Superior de Ciencias Marinas (U. A. B. C.), así mismo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por las facilidades brindadas para presentar este trabajo.

El suscrito agradece muy sinceramente al Ing. Jorge Ledesma Vasquez, jefe del departamento de Geología, de la Escuela Superior de Ciencias Marinas, por su dirección de la Tesis.

Muy particularmente mis agradecimientos a los Sres. M. en C. Román Lizarraga A., Ocean. Alfredo Chee B., Ocean. Adolfo Gonzalez C., Ing. Eduardo Rosales C., y Ocean. Miguel López, quienes aceptaron hacer las observaciones correspondientes del mismo y ser partícipes del jurado.

Al personal del Depto. de Geología de la escuela Superior de Ciencias Marinas, en especial al Ocean. Roberto Pérez H. y Ocean. Carlos Baca Chacón, por sus oportunas observaciones y consejos.

A los compañeros Oceanólogos Raul Romero, Ricardo Troncoso, Modesto Ortíz, Cuauhtemoc Nava y Francisco Ocampo Torres, por la ayuda brindada en la elaboración y ejecución de los programas de computación empleados para el presente trabajo.

A los dibujantes Gilberto Fuentes G. y Leonardo Villaseñor J. por haberme brindado con su entusiasmo e iniciativa nuevas aportaciones al trabajo desarrollado.

Mi atento agradecimiento a la Profra. Bertha Nieto por sus valiosas y oportunas correcciones en la redacción del presente trabajo.

A los compañeros Oceanólogos, Investigadores miembros del Proyecto Almeja Pismo y a todas las personas que colaboraron para el logro del presente, a todas ellas mi más sincero y gran agradecimiento de un amigo de ustedes.

I N D I C E

1	INTRODUCCION	1
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Planteo del Problema.....	5
1.3	Objetivo.....	5
1.4	Hipótesis.....	6
1.5	Limitaciones.....	6
1.6	Descripción del Area de Estudio.....	7
1.7	Red Hidrográfica :.....	9
2	METODOS.....	11
3	RESULTADOS.....	15
4	DISCUSIONES.....	18
5	CONCLUSIONES.....	32
6	BIBLIOGRAFIA :.....	34

1 INTRODUCCION :

Para determinar el sentido del transporte litoral, es decir el movimiento de arena a lo largo de la playa, generalmente resulta difícil tomar mediciones directas en el campo, como es el ángulo de incidencia que el oleaje forma sobre la misma. Tales mediciones resultan laboriosas, por el número tan elevado de datos que se tienen que procesar para la evaluación de dicho movimiento. Existen otros procedimientos que permiten obtener resultados confiables, dentro de estos métodos están: a).-Análisis estadístico de la distribución de tamaños, b).-Medición de la razón de dilución de los minerales pesados que se encuentran en la arena.

El análisis estadístico de los datos de la distribución de tamaños de granos en los sedimentos, se ha utilizado en la determinación del transporte del material sedimentario (Folk, 1974). Otros investigadores han utilizado el análisis de tamaños para hacer interpretaciones sobre los ambientes de depositación (Folk, 1966; Kolkdijk, 1968; Royse, 1970). Por otro lado según Mason y Folk, (1958), de los parámetros estadísticos del análisis de tamaños, la asimetría y la kurtosis, proporcionan el mejor medio de distinción entre arenas de diferentes ambientes, si se tiene en cuenta que las colas de las curvas de distribución, son una medida sumamente sensible de las condiciones de transporte.

1.1 Antecedentes

De los pocos estudios realizados en la costa Noroeste de Baja California, está el de Walter, N. Duffett (1969), quien analiza la configuración de la línea de costa, principalmente en la desembocadura de los principales arroyos. En su estudio dicho investigador establece que un flujo prevaleciente de los vientos del Noroeste, contribuyen a la formación de olas y corrientes cercanas a la costa, debido a esto, a lo largo de costa Norte de Baja California se inician corrientes litorales que fluyen hacia el Sureste, con la notable excepción del oleaje que proviene del cuadrante Sur. No obstante olas provenientes de los cuadrantes Norte y Sur atacan y remueven material de los cantiles y puntas, siendo repartidos diferencialmente a lo largo de la costa en la zona de estudio.

Existen trabajos sobre análisis estadísticos de la distribución de tamaños de los sedimentos como el de Krumbein y Sloss, (1963), quienes establecen que en una serie de muestras, las gráficas o mapas de las variaciones de tamaño de partícula y grados de clasificación, ofrecen una guía para inferir un posible sentido del transporte.

Algunos segmentos de playa, muestran variaciones sistemáticas en el tamaño de los granos a lo largo de la costa, tal es el caso de Halfmoon Bay, California, descrita por Bascom, (1951). En este caso

los sedimentos se tornan más gruesos hacia el sentido del transporte y además son mejor clasificados en este sentido.

Otros investigadores han inferido el sentido del transporte a partir de variaciones en las características de los sedimentos de playa (Sunamura y Horikawa, 1971). Ellos comparan el tamaño medio de los sedimentos y el coeficiente de clasificación a lo largo de la playa y consideran que el sentido del transporte deberá ser determinado no solo a partir del tamaño medio de grano, sino como una combinación del tamaño medio de grano y el coeficiente de clasificación.

Seibold (1963), utilizó para sus estudios en los mares del Norte y Báltico, el análisis estadístico de la distribución de tamaños, aunado a otras propiedades de los sedimentos, como es la concentración de minerales pesados en los mismos para deducir el sentido del transporte litoral. En este caso la disminución del tamaño de grano no indica el sentido del transporte, pero el coeficiente de clasificación sí parece indicar este sentido, pues tal coeficiente disminuye de valor en el mismo sentido que el transporte litoral, como concluye en su investigación.

Los minerales pesados también se han utilizado para determinar el sentido del transporte litoral (Komar, 1976). Seibold (op. cit.), también utilizó el contenido de minerales pesados en los sedimentos como índices naturales del transporte litoral. El establece una dependencia del contenido total de minerales pesados

en cada una de las muestras, con el tamaño medio de las mismas.

Sunamura y Horikawa (op. cit.), utilizaron minerales pesados para inferir el sentido del transporte litoral y establecieron lo siguiente: un decremento en la concentración de minerales pesados desde su lugar de origen, es un indicador del sentido del transporte litoral hacia la disminución de dicha concentración. En este trabajo los minerales de la arena de playa fueron separados y clasificados utilizando una separadora electromagnética. Los grupos así obtenidos fueron: minerales magnéticos, minerales pesados sin magnetita y minerales ligeros.

Akesenov (1964). establece esquemas de la distribución de minerales pesados a lo largo de la costa, y menciona que ocurre una concentración de los mismos donde la erosión es intensa en algunas regiones de la costa, o donde ocurren nuevos aportes de sedimentos provenientes de arroyos o ríos adyacentes a la costa, los cuales deben ser considerados en la interpretación de los datos obtenidos.

Trask (1952), quién trabajó en la playa de Santa Bárbara, California, E. U. A., en un rompeolas construído en ese lugar, demostró que una proporción significativa de arena, la cual estaba azolvando el puerto, provenía desde una distancia de más de 160 km. En este trabajo, Trask, utilizó el mineral augita como un indicador del transporte. Este mineral pesado es un ferromagnesiano, que se encuentra comunmente formando parte de las rocas máficas.

1.2 Planteo del Problema

Es importante conocer en la zona costera el sentido del transporte litoral, especialmente si se piensan construir rompeolas, espigones, escolleras, muelles, etc., ya que dicho transporte es en muchos de los casos, el causante del mal funcionamiento de tales estructuras.

En la actualidad casi no existen trabajos relacionados con el transporte litoral en grandes extensiones de costa en Baja California, por lo cual, este estudio servirá de base para trabajos posteriores.

1.3 Objetivo

Determinar el sentido del transporte litoral a lo largo de un área costera, comprendida desde Punta Santo Tomás hasta Playa San Ramón, Baja California. (Mapa 1)

1.4 Hipótesis

De acuerdo a estudios realizados en las costas del Sur de California, en la vecindad de Point Arguello, el sentido del transporte litoral en esta zona es de Norte a Sur (Bowen e Inman, 1966). En la zona de estudio existen trabajos que indican en algunas localidades un sentido del transporte de Norte a Sur, como es el caso de la costa adyacente a la desembocadura del arroyo San Vicente y Bahía Colonet (Walter, op. cit.). Al Sur de la zona de estudio, frente a Bahía San Quintín, existe una barra formada por sedimentos recientes. La orientación de esta barra hacia el Sur, parece indicar que el sentido del transporte litoral en esta zona, se lleva a cabo de Norte a Sur, por lo tanto se lanza la siguiente hipótesis: El sentido del transporte litoral en la zona de estudio se realiza de Norte a Sur.

1.5 Limitaciones

La colección de las muestras se limitó a las estaciones de verano e invierno.

1.6 Descripción del Area de Estudio

El área de estudio se encuentra situada a 40 kms. al Sur del puerto de Ensenada, Baja California. Dicha zona tiene aproximadamente 150 km. y se localiza al Noroeste de Baja California, desde Punta Santo Tomás, prolongándose hacia el Sureste hasta el extremo Sur de Playa San Ramón. El área de estudio queda ubicada entre los 31 grados 40 minutos y 30 grados 30 minutos de latitud Norte, y entre los 116 grados 45 minutos y 115 grados 45 minutos de longitud Oeste. (Mapa 1)

A lo largo de esta zona predominan los vientos del Noroeste durante todo el año, con excepción de los meses de abril (hacia el Suroeste) y agosto (hacia el Oeste) (Walter, op. cit.).

La línea de costa en la zona de estudio está formada de los siguientes tipos de roca: de Punta Santo Tomás hasta la estación 3, está constituida por la formación Alisitos. De la estación 4, situada antes de Pasar Punta San José, hasta la estación 8, la costa es de la Formación Rosario. De la estación 9 a la 40, situada a 4 kms. al Norte de Playa San Antonio del Mar, la línea costera está representada por rocas cristalinas y volcánicas no-diferenciadas. Desde Playa San Antonio del Mar hasta la estación 70, situada al Norte de la desembocadura del arroyo Santo Domingo, la línea de costa pertenece a la Formación Tepetate. La región de Punta Colonet está formada de rocas basálticas y andesíticas del Cuaternario

Inferior. De la estación 71 hasta el final de Playa San Ramón, en la estación 105, la costa está constituida por una terraza de aluvión, de depositación reciente.

La altura promedio de los cantiles que forman la línea de costa en la zona de estudio oscila entre los 23 y 30 metros, localizándose las mayores elevaciones en la sección Norte, en la región de Punta Santo Tomás. Existen algunos promontorios rocosos entre los que sobresalen Punta China, Punta San José y Punta Colonet.

La costa en la zona de estudio es predominantemente rocosa, pues el 40% de las playas que se encuentran en este lugar están formadas principalmente de gravas (Walter, op. cit.).

Existen playas de bolsillo formadas de gravas y arenas desde Punta Santo Tomás hasta la estación 40 situada a 4 kms. al Norte de Playa San Antonio del Mar, siendo la costa en esta zona predominantemente rocosa. Playa San Antonio del Mar es una playa arenosa de unos 5 o 6 kms. de longitud, con campos de dunas bastante desarrollados. Punta Colonet es una costa formada por bloques de roca volcánica, en la cual existen pequeñas playas de gravas y guijarros. Desde Bahía Colonet hasta un lugar 2 kms. al Norte de Bahía Camalú, la costa está formada por guijarros y cantos rodados, existiendo arena en muy pocos lugares. Al Sur de Bahía Camalú se forma un playón de arenas finas como de 3 a 4 kms. de longitud. De la estación 70 situada al Norte de la desembocadura

del arroyo Santo Domingo, hasta la estación 105, localizada al final de Playa San Ramón, se forma una playa recta de más de 15 kms. de longitud, la cual está formada de arenas finas y gravas, presentando en la postplaya un extenso campo de dunas.

1.7 Red Hidrográfica :

El sistema de drenaje en el área de estudio pertenece a la vertiente del Océano Pacífico. Esta red hidrográfica está constituida por varios arroyos intermitentes que fluyen sólo durante la estación de lluvias, que ocurre en el invierno. Estos arroyos son de Norte a Sur: Santo Tomás, San Juan de las Pulgas, San Vicente, La Calentura, San Rafael, San Telmo, Camalú y Santo Domingo.

El arroyo Santo Tomás, tiene una dirección de Oriente a Poniente, Se origina en el Cerro de la Biznaga, atraviesa la falla de Agua Blanca y termina por drenar el Valle de Santo Tomás. Sus aguas erosionan los siguientes tipos de roca: gabra, gneiss, tonalita, volcánica no-diferenciada, conglomerado y aluvión (Gastil et al., 1974).

El arroyo San Juan de Las Pulgas es el más corto de los arroyos de importancia en la zona de estudio. Se origina en los alrededores de el Cerro Vigía y corre hacia el Oeste para desembocar

en el poblado pesquero San Juan de Las Pulgas. El mencionado arroyo drena los siguientes tipos de roca: conglomerado, aluvión (Gastil et al., op. cit.).

El arroyo San Vicente empieza en las cercanías del Cerro de las Calabazas, fluyendo hacia el Suroeste, hasta desembocar en el mar en el poblado de Eréndira. Este arroyo drena los siguientes tipos de roca: tonalita, volcánica no-diferenciada, conglomerado y aluvión (Gastil et al., op. cit.).

El arroyo La Calentura, se origina en las cercanías de la Sierra de Juárez, forma cañones, hasta desembocar en la playa San Antonio del Mar, al Oeste del poblado de Colonet. El material sedimentario que aporta a la costa proviene de los siguientes tipos de roca: tonalita, volcánica no-diferenciada, metamórfica no-diferenciada, conglomerado y aluvión (Gastil et al., op. cit.).

El arroyo San Rafael, se forma en las inmediaciones de la Sierra de Juárez, dirigiéndose hacia el Suroeste hasta desembocar en la Bahía Colonet. Sus aguas erosionan los siguientes tipos de roca: gabro, tonalita, gneiss, volcánica no-diferenciada, granodiorita, conglomerado y aluvión (Gastil et al., op. cit.).

Las aguas del arroyo San Telmo provienen de la Sierra de San Pedro Mártir, formando varios afluentes, dirigiéndose hacia el Suroeste hasta desembocar al Sur de Bahía Colonet. En su recorrido erosiona los siguientes tipos de roca: tonalita, volcánica

no-diferenciada, granodiorita, conglomerado y aluvión (Gastil et al., op. cit.).

El arroyo Camalú se origina al Sur de San Telmo, al Este del poblado El Burro. Es un arroyo corto que conduce pequeños volúmenes de agua. Corre de Oriente a Poniente hasta desembocar en la Bahía Camalú. En su recorrido desgasta las siguientes rocas: volcánica no-diferenciada, tonalita, conglomerado y aluvión (Gastil et al., op. cit.).

El arroyo Santo Domingo tiene su origen en las proximidades de la Sierra de San Pedro Mártir, corriendo de Oriente a Poniente. Las rocas que erosiona son las siguientes: granodiorita, tonalita, volcánica no-diferenciada, conglomerado y aluvión (Gastil et al., op. cit.).

2 METODOS

Se colectaron un total de 105 muestras, desde Punta Santo Tomás hasta el final de Playa San Ramón, frente a Isla de San Martín. La distancia entre muestras osciló de 1 a 4 kms. (Sunamura y Horikawa, op. cit.; Seibold, op. cit.; Combellick y Osborne, 1977), aunque algunas tuvieron una separación de 6 a 8 kms. debido a que no se encontraron playas.

Estas muestras fueron colectadas en la zona de intermareas, procurando conservar una misma distancia perpendicular a la playa, para evitar el efecto de la clasificación normal a la costa (Seibold, op. cit.; Komar, op. cit.). El muestreo fue superficial, a una profundidad de 3 a 4 centímetros. (Seibold, op. cit.; Combellick y Osborne, op. cit.)

Las muestras fueron lavadas y secadas para su procesamiento en el laboratorio de acuerdo a Royse, (op. cit.) Se tamizaron las muestras, separándolas en fracciones de diferentes tamaños, utilizando la escala fi (Krumbein, 1934). La serie de tamices U. S. Standard que se emplearon comprendían de -0.5 fi a 4.0 fi, y mayores de 4.0 fi colectados al final de la serie de tamices. Los intervalos entre tamices fue de 0.5 fi.

Después de haber tamizado cada una de las muestras, se obtuvieron los parámetros estadísticos de acuerdo a Folk y Ward (op. cit.), siendo estos parámetros los siguientes: media gráfica inclusiva, desviación estandard o coeficiente de clasificación, asimetría y kurtosis. Estos parámetros fueron graficados contra la distancia a lo largo de la costa. (Figura 1)

Para el análisis de minerales pesados solo se utilizaron 88 estaciones, de las 105 existentes, debido a que en la zona comprendida desde Colonia Vicente Guerrero hasta el final de Playa San Ramón se tomaron unicamente las estaciones impares, porque la distancia entre estaciones en este lugar (de 500 m.) se consideró demasiado corta para

el análisis de los minerales pesados (Trask, op. cit.; Sunamura y Korikawa, op. cit.; McMaster, 1960).

Para el análisis de minerales pesados se tomaron dos clases de tamaño de grano. Estas clases fueron las fracciones 3.0 fi y 3.5 fi. Se eligieron estas fracciones porque en ellos se observó un mayor porcentaje de minerales pesados (Royse, op. cit.; Carver, 1971).

Utilizando la cuarteadora mecánica, se obtuvieron de cada una de las fracciones, de 1.0 a 3.0 gramos de arena, para separar los minerales pesados de los ligeros (McMaster, op. cit.; Royse, op. cit.), y se separaron los minerales pesados de los ligeros en cada una de las fracciones escogidas, utilizando el método del bromoformo (Krumbein y Pettijohn, 1938; Royse, op. cit.; Carver, op. cit.). De los porcentaje en peso de los minerales pesados contenidos en las fracciones 3.0 y 3.5 fi, se obtuvieron gráficas que representan su presencia a lo largo de las 88 estaciones seleccionadas para su utilización. (Figura 2)

Mediante un magneto manual y utilizando la separadora electromagnética (Frantz Isodynamic-Separator) y según Rosenblum (1958) y Hess (1959), se separaron los minerales pesados de las fracciones 3.0 y 3.5 fi en tres grupos, de acuerdo a sus susceptibilidades magnéticas. A estos grupos se les clasificó con las letras A, B, y C según Hess (op. cit.), siendo dichos grupos los siguientes:

GRUPO A, susceptibles a un magneto manual. Los minerales dentro

de este grupo son: la magnetita y la pirrotita.

GRUPO B, susceptibles a 0.4 amperes. Los minerales en este grupo son: la ilmenita, el granate y el olivino.

GRUPO C, susceptibles a 0.8 amperes. Los minerales encontrados en este grupo son: la hornblenda, la augita, la epidota, y la hiperstena.

A los grupos de minerales pasados, A, B y C contenidos en las fracciones 3.0 y 3.5 fi, se les graficó su porcentaje en peso contra la distancia a lo largo de la costa. Las gráficas de los grupos de la fracción 3.0 fi, se observan en la Figura 3; los grupos de la fracción 3.5 fi se observan en la Figura 4.

En el laboratorio se realizó un análisis petrográfico de 10 estaciones distribuidas a lo largo de la zona de estudio, para observar el comportamiento de los minerales contenidos en los grupos A, B y C. Tales estaciones fueron la 2, 20, 30, 31, 42, 48, 49, 68, 73 y 103, habiéndose encontrado en ellas los minerales comunes, antes mencionados. El análisis se hizo de los grupos de la fracción 3.5 fi, porque se consideró que en esta fracción ocurren la mayoría de los minerales pesados (Royse, op. cit.).

3 RESULTADOS

Las gráficas correspondientes al tamaño medio de grano, coeficiente de clasificación, asimetría y kurtosis, se observan en la Figura 1.

En la gráfica del tamaño medio de los sedimentos se observa que en la región de Punta Santo Tomás hasta Punta San José, las estaciones 1, 3, 4 y 5 indican sedimentos gruesos. Al Sur de la estación 5, antes de pasar Punta San José, los sedimentos son más finos y tienden a aumentar de tamaño hacia las estaciones 13 y 16, en las proximidades del arroyo San Juan de las Pulgas. En la estación 20 los sedimentos vuelven a ser finos, aumentando de tamaño nuevamente hacia las estaciones 30, 31, 32 y 36. Después de este lugar las arenas se vuelven más finas hacia la estación 70. En las estaciones 71 y 72 los sedimentos son más gruesos, pero tienden a disminuir en el tamaño medio de grano hacia el final de Playa San Ramón, en la estación 105.

La gráfica del coeficiente de clasificación muestra tendencias generales a disminuir de valor en ciertas regiones de la costa. De la estación 1 a la 29 los sedimentos mejoran en su clasificación y aunque las estaciones 1, 4 y 8 muestran sedimentos moderadamente clasificados, se observa una disminución general del coeficiente de clasificación hacia la estación 29. En la estación 31 se observan sedimentos moderadamente clasificados, los cuales mejoran en su clasificación hacia la estación 48. En la estación 49 los sedimentos son

moderadamente clasificados, pero existe una ligera disminución de este coeficiente hacia la estación 65. De la estación 66 a las estaciones 71 y 72 se observa un pequeño aumento en el valor de este coeficiente. Después de las estaciones 71 y 72 las arenas parecen mejorar ligeramente en su clasificación hacia la estación 105.

Los valores de asimetría oscilan desde valores negativos en la estación 1 hasta valores positivos en la estación 8. En la estación 11 vuelven a ser negativamente asimétricos. Después de esta estación los valores tienden a ser más simétricos hacia la estación 105, con excepción de las estaciones 61 y 83, donde los sedimentos son asimétricamente negativos.

Los valores de kurtosis tienden a ser mesokúrticos hacia la estación 105, sin embargo en las estaciones 5, 27 y 77 los valores son leptokúrticos y en las estaciones 7, 24 y 25 son platikúrticos.

Las gráficas del contenido total de minerales pesados en las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ se observan en la Figura 2.

Los minerales pesados de la fracción 3.5 ϕ muestran una tendencia a disminuir en su concentración de la estación 2 a la 16, de la 31 a la 35, de la 45 a la 48 y de la 49 a la 62. Sin embargo se observan incrementos en la concentración de estos minerales de la estación 36 a la 45, de la 63 a la 73 y de la 76 a la 105. De la estación 16 a la 30 ocurren variaciones de las que no es posible establecer una tendencia de los minerales.

Los minerales pesados de la fracción 3.0 fi, disminuyen en su concentración de la estación 2 a la 16 y de la 48 a la 67. Se observa un incremento en la concentración de estos minerales de la estación 29 a la 48 y de la 76 a la 105. En la región comprendida de la estación 17 a la 27 no fue posible establecer una tendencia de los valores de la gráfica.

Las gráficas de los grupos A, B y C de minerales pesados contenidos en la fracción 3.0 fi se observan en la Figura 3.

La gráfica del grupo A de la fracción 3.0 fi, muestra variaciones difíciles de interpretar. Sólo se observa una disminución en la concentración de los minerales que forman este grupo de la estación 48 a la 60, pero no resulta muy clara tal variación.

El grupo B de esta misma fracción muestra una disminución de minerales pesados de la estación 2 a la 16, pero se observa un incremento de los mismos de la estación 24 a la 36 y de la 41 a la 49.

La gráfica C de la fracción 3.0 fi muestra una disminución de la concentración de minerales pesados de la estación 2 a la 16, de la 30 a la 41, de la 45 a la 66, sin embargo los minerales de este grupo se incrementan de la estación 41 a la 45 y de la 76 a la 105. De la estación 17 a la 29 ocurren variaciones difíciles de interpretar.

Las gráficas de los grupos A, B y C de minerales pesados contenidos en la fracción 3.5 fi, se observan en la Figura 4.

El grupo A de esta fracción muestra decrementos en la concentración de minerales pesados de la estación 49 a la 67 y decrementos de la estación 36 a la 45.

El grupo B de esta misma fracción, presenta incrementos en la concentración de minerales pesados de la estación 36 a la 45 y de la 60 a la 76, aunque éstos no son muy claros.

El grupo C de la fracción 3.5 fi tiene un decremento de la concentración de minerales de la estación 51 a la 76, pero se observa un incremento de los mismos de la estación 16 a la 47 y de la 76 a la 105.

4 DISCUSIONES

TAMAÑO MEDIO DE LOS SEDIMENTOS:

En la región de Punta Santo Tomás a Punta San José en las estaciones 1, 3, 4 y 5 los sedimentos son gruesos y no se logra establecer un posible sentido del transporte litoral, en base a este parámetro. Las variaciones en el tamaño medio de grano en esta región son grandes. Las playas están formadas principalmente de gravas, guijarros y cantos rodados. Este material sedimentario posiblemente provenga de la erosión de los elevados cantiles, de las Formaciones Alisitos y Rosario, los cuales constituyen la línea de costa en esta

región.

Después de pasar Punta San José hacia el arroyo San Juan de Las Pulgas, el sentido del transporte parece realizarse de Sur a Norte, pues se observa un aumento del tamaño medio de los sedimentos hacia las estaciones 13 y 16. Sin embargo este aumento en el tamaño medio podría deberse a que al Sur de Punta San José la costa es predominantemente rocosa, habiéndose colectado las estaciones 13 y 16 en las desembocaduras de pequeños cauces de arroyos, los cuales debido a su tamaño, no tenían algún nombre que los identificara.

El sentido del transporte litoral parece ser de Sur a Norte de la estación 20 a las estaciones 31 y 36. A lo largo de esta región se continuaron observando costas formadas por rocas cristalinas y volcánicas, habiéndose colectado las muestras en playas de bolsillo. En las estaciones 30, 31 y 32 desemboca el arroyo San Vicente, el cual parece afectar el tamaño medio de las arenas de la playa, al aportar nuevos sedimentos a la zona.

Después de la estación 36 el sentido del transporte litoral se realiza de Norte a Sur, hasta las estaciones 71 y 72, situadas en la desembocadura del arroyo Santo Domingo. La mezcla de los sedimentos de este arroyo, con las arenas de la playa parecen afectar la clasificación de los sedimentos en este lugar. A lo largo de toda esta región se observan sedimentos ligeramente más gruesos en las estaciones 48 y 61, debido a que se ubicaron cercanas a desembocaduras de arroyos. En las estaciones 55 y 56 también se observan sedimentos ligeramente

más gruesos, aquí una posible razón es que dichas estaciones se colectaron en playas formadas de gravas y guijarros.

De la estación 72 a la estación 105 el sentido del transporte, de acuerdo a este parámetro, es de Norte a Sur, pues existe una ligera disminución en el tamaño medio de grano en ese sentido.

COEFICIENTE DE CLASIFICACION :

Desde Punta Santo Tomás hasta la estación 29, situada a 3 kms. al Norte del arroyo San Vicente, el coeficiente de clasificación de los sedimentos, indica un sentido del transporte litoral de Norte a Sur. Las estaciones 1, 4 y 8 muestran sedimentos moderadamente clasificados, de los cuales las estaciones 4 y 8 se ubicaron cercanas a desembocaduras de arroyos, siendo ésta una causa posible del grado de clasificación de sus sedimentos. La estación 1 se colectó en una playa formada por gravas y guijarros, resultado probable de la erosión de los cantiles que forman esta región.

En la estación 31 situada en la desembocadura del arroyo San Vicente, los sedimentos son moderadamente clasificados, debido a la mezcla de sedimentos del arroyo con los de la playa de este lugar. Hacia el Sur de esta estación, los sedimentos mejoran en su clasificación hasta la estación 48, siendo el sentido del transporte de Norte a Sur. El arroyo La Calentura, situado en los alrededores de las estaciones 41 y 42, no parece afectar la clasificación de las arenas de playa en este lugar. Existe un depósito de placer de la estación 42 a

la 44, el cual tampoco parece afectar la clasificación de los sedimentos.

En Bahía Colonet, no obstante a estar protegida de los vientos del Noroeste se observan sedimentos moderadamente clasificados en la estación 49, ésto posiblemente se deba a sedimentos nuevos aportados por el arroyo San Rafael, el cual desemboca en esta bahía.

Después de la estación 49 a la 65 el sentido del transporte no está definido. Es interesante hacer notar que la línea de costa en este lugar, está formada por cantiles bajos de la Formación Tepetate y la playa está constituida de gravas, guijarros y cantos rodados.

De la estación 66 a la 71 y 72 el sentido del transporte parece realizarse de Sur a Norte. En las estaciones 71 y 72 las arenas de la playa se mezclan con los sedimentos aportados por el arroyo Santo Domingo, afectando el valor del coeficiente de clasificación, en este lugar.

Al Sur de las estaciones 71 y 72, hasta la estación 98, el sentido del transporte litoral parece ser de Norte a Sur. No se observan mayores variaciones a excepción de las estaciones 77 y 83 donde se tienen sedimentos moderadamente clasificados, ignorándose la causa de dichas variaciones. De la estación 100 a la 105 el sentido del transporte es de Sur a Norte.

ASIMETRIA :

En general se puede decir que de acuerdo a este parámetro, los sedimentos en la zona de estudio tienden a ser más simétricos hacia el Sur, aunque se observan algunas variaciones como en la estación 1 cuya asimetría negativa parece indicar una posible mezcla de playas con sedimentos de los cantiles que limitan esta zona. En la estación 8 los sedimentos son positivamente asimétricos, habiéndose colectado dicha muestra cercana a un arroyo. La estación 11 muestra sedimentos negativamente asimétricos, esta muestra se colectó en una costa rocosa. En la estación 61 los sedimentos son asimétricamente negativos, habiéndose colectado esta muestra cercana a un arroyo. Los sedimentos de la estación 83 tienen asimetría negativa, no habiéndose encontrado una causa de esto.

KURTOSIS :

Este parámetro muestra valores que tienden a ser mesokúrticos hacia la estación 105. Sin embargo existen estaciones como la 5 con sedimentos leptokúrticos, dicha estación se ubicó cercana a un arroyo. Las estaciones 7, 24 y 25 tienen valores platikúrticos y fueron colectadas en costas predominantemente rocosas. Las estaciones 27 y 77 muestran sedimentos leptokúrticos. La estación 27 se ubicó en una costa rocosa.

MINERALES PESADOS CONTENIDOS EN LA FRACCION 3.5 FI :

De acuerdo al contenido de minerales pesados, de la estación 2 a la 16, el sentido del transporte parece realizarse de Norte a Sur, pero

no se tienen variaciones claras. Parece ser que Punta San José afecta el transporte, pues se observa un porcentaje bajo de minerales pesados al Norte de dicha punta, el cual aumenta al pasar Punta San José hacia la estación 7 donde se registra una alta concentración de minerales pesados, los cuales disminuyen nuevamente hacia la estación 16.

Al Sur del arroyo San Juan de Las Pulgas hasta la estación 29 situada a 3 kms. al Norte del arroyo San Vicente, se observan variaciones altas y bajas en la concentración de minerales pesados, por lo cual no se pudo establecer una tendencia de la disminución en la concentración de minerales pesados en esta zona. Posiblemente estas variaciones se debieron a que la línea de costa en dicha región está formada de rocas cristalinas, habiéndose colectado las muestras en playas de bolsillo con abundantes arenas oscuras.

En la estación 31 se observa una alta concentración de minerales pesados, tal vez debido al aporte de minerales pesados por parte del arroyo San Vicente. De la estación 31 a la 35 se observa un decremento en la concentración de los minerales pesados, siendo el sentido del transporte en esta zona de Norte a Sur. En la estación 36 no se registraron minerales pesados en esta fracción debido a que los sedimentos aquí son ligeramente más gruesos.

En la región comprendida de la estación 37 a la 45 el sentido del transporte es de Sur a Norte. En esta región existe un depósito de placer, el cual indica un sentido del transporte de Sur a Norte.

De la estación 45 situada al Sur de Playa San Antonio del Mar, a la estación 48 situada en Bahía Colonet, el sentido del transporte es de Norte a Sur, pues disminuye la concentración de minerales en este sentido. En la estación 48 no se registran minerales pesados en esta fracción, debido a que los sedimentos aquí son gruesos.

En la estación 49 localizada en la desembocadura del arroyo San Rafael, los sedimentos son más finos y registran una alta concentración de minerales pesados en esta fracción, la cual disminuye hacia la estación 62, siendo éste el sentido del transporte litoral en esta región.

De la estación 63 a la 69, situada en un playón al Sur de Bahía Camalú, el sentido del transporte es de Sur a Norte, pues aumenta la concentración de minerales pesados hacia el Sur. Existen al final del playón mencionado, cantiles de 15 a 20 metros de altura, de la Formación Tepetate, que posiblemente al ser erosionados por el oleaje, proporcionen minerales pesados a la zona, aumentando su concentración hacia el final del playón mencionado.

De la estación 76 a la 105 existen pequeños altos y bajos en la concentración de minerales pesados, sin embargo la tendencia general de los mismos es la de aumentar en su concentración hacia el Sur, siendo el sentido del transporte en esta zona de Sur a Norte.

MINERALES PESADOS CONTENIDOS EN LA FRACCION 3.0 FI :

En esta fracción se observa una mayor tendencia de los minerales pesados a disminuir en su concentración de la estación 2 a la 16. Sin embargo de la estación 16 a la 28, al igual que en la fracción 3.5 fi, esta fracción 3.0 fi de minerales pesados muestra una tendencia no muy clara, pues la concentración de minerales pesados varía mucho de una estación a otra.

En las estaciones 30 y 31 situadas en la desembocadura del arroyo San Vicente, se observan altas concentraciones de minerales pesados. Sin embargo en general se observa una tendencia de los minerales de esta fracción a incrementarse en su concentración hacia la estación 48 situada en Bahía Camalú, siendo el sentido del transporte en este lugar de Sur a Norte.

Después de la estación 48 se observa un sentido del transporte litoral de Norte a Sur, hacia la estación 67. La disminución de la concentración de minerales pesados en esta región, es muy ligera.

De la estación 76 a la estación 105 el sentido del transporte litoral es de Sur a Norte, pues se observa un ligero incremento de la concentración de minerales pesados hacia el Sur.

GRUPOS A, B y C DE MINERALES PESADOS, CONTENIDOS EN LA FRACCION 3.0 FI:

Estos grupos se observan en la Figura 3. El grupo A muestra incrementos o altas concentraciones de minerales pesados en la

desembocadura del arroyo San Vicente, San Rafael y Santo Tomás. Sin embargo sólo se observa un sentido del transporte de los minerales de este grupo de la estación 49 a la 60, aunque no es clara esta disminución.

El grupo B muestra incrementos en su concentración en la desembocadura de los mismos arroyos. El sentido del transporte parece ser de Norte a Sur de la estación 2 a la 16, y de Sur a Norte de la estación 29 a la 36 y de la 41 a la 46.

El grupo C de esta fracción, muestra tendencias más claras respecto a su comportamiento a lo largo de la costa. Se observa un sentido del transporte litoral de Norte a Sur de las estaciones 2 a la 16. De la estación 17 a la 28 no se observa un sentido del transporte. De las estaciones 30 y 31, situadas en la desembocadura del arroyo San Vicente, ocurre un incremento de estos minerales, el cual empieza a disminuir de concentración hacia la estación 41, indicando un sentido del transporte de Norte a Sur. Sin embargo de la estación 42 a la 45, los minerales se vuelven a incrementar hacia el Sur. En esta región se localiza un depósito de placer, el cual podría afectar las altas concentraciones registradas hacia el Sur, de esta localidad. De la estación 46 hasta la 66, la concentración de estos minerales parece disminuir hacia el Sur, siendo el transporte litoral en este sentido. De la estación 76 a la 105 se observa un ligero aumento en la concentración de estos minerales hacia el final de Playa San Ramón, siendo el sentido del transporte de Sur a Norte.

GRUPOS A, B y C DE MINERALES PESADOS, CONTENIDOS EN LA FRACCION

3.5 FI:

Estos grupos se observan en la Figura 4. El grupo A presenta un incremento en la concentración de minerales de la estación 36 a la estación 45. De la estación 49 a la 67 se observa un ligero decremento de la concentración de este grupo hacia el Sur, siendo éste el sentido del transporte litoral en esta localidad.

El grupo B presenta incrementos de los minerales de este grupo, de la estación 36 a la 46, siendo el sentido del transporte de Sur a Norte, en esta región de la zona de estudio.

El grupo C, indica un incremento en la concentración de estos minerales de la estación 6 a la estación 45 siendo el sentido del transporte en este lugar de Sur a Norte. De la estación 50 a la 76 ocurre un paulatino decremento de este grupo de minerales, estableciendo un sentido del transporte de Sur a Norte en este lugar. De la estación 76 a la 105, nuevamente el sentido del transporte es de Sur a Norte.

La tendencia general de los valores de los parámetros estadísticos, principalmente el tamaño medio de grano y el coeficiente de clasificación, es disminuir de tamaño y a disminuir en su coeficiente de clasificación hacia el Sur, indicando un sentido del transporte litoral predominantemente de Norte a Sur.

Sin embargo algunos rasgos fisiográficos propios del área de estudio parecen afectar en cierta forma el comportamiento general de estos parámetros, entre ellos están: arroyos que desembocan en la zona de estudio, promontorios rocosos o puntas, tipo de costa y la configuración de la misma.

En el caso de los arroyos, afectan los parámetros estadísticos al aportar sedimentos nuevos a la costa, aumentando el tamaño medio de grano y aumentando el valor del coeficiente de clasificación. Entre los arroyos que afectan estos parámetros en la zona de estudio están: el arroyo San Juan de Las Pulgas, San Vicente, San Rafael, Santo Domingo y otros pequeños arroyos cuyo nombre no fue posible conseguir.

Las puntas o promontorios rocosos en algunas ocasiones actúan como barreras del transporte litoral, impidiendo el movimiento de los sedimentos a lo largo de la costa. En la zona de estudio los principales puntas que afectan el movimiento de los sedimentos son: Punta San José y Punta Colonet. Estas dos puntas registran sedimentos finos al Norte de las mismas y sedimentos ligeramente más gruesos al Sur de ellas. Parece ser que obstruyen parte del material fino que fluye hacia el Sur.

Los diferentes tipos de costa influyen en el comportamiento de los valores de tamaño medio y coeficiente de clasificación de los sedimentos de playa. En la zona de estudio, en la región de Punta Santo Tomás hasta la estación 5, los cantiles de las Formaciones Alisitos y Rosario, al ser erosionados por el oleaje proporcionan

gravas, guijarros y cantos rodados a la costa, tornando los sedimentos de la playa más gruesos y peor clasificados. En las costas formadas por rocas cristalinas o volcánicas, existen pocos sedimentos formando playas de bolsillo. Este material por lo general es fino y bien clasificado. En la zona de estudio se muestrearon varias playas de bolsillo al Sur del arroyo San Juan de Las Pulgas, encontrándose en estos lugares sedimentos finos y bien clasificados.

La configuración de la costa parece afectar el transporte litoral. En la zona de estudio existen playas rectas de considerable longitud, con playas de arena anchas y con un extenso campo de dunas en la postplaya. Estas playas son Playa San Antonio del Mar y Playa San Ramón. Posiblemente al estar orientadas casi perpendiculares al oleaje predominante, disminuya en ellas el transporte a lo largo de la costa.

Los valores del contenido total de minerales pesados de las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ (Figura 2), no muestran una secuencia análoga a la presentada por los parámetros estadísticos del análisis granulométrico. En estas gráficas no se observa una tendencia general de los minerales pesados a disminuir de concentración en una dirección determinada. Se observan valores que oscilan a lo largo de la zona de estudio, disminuyendo o aumentando de valor repentinamente de una estación a otra, como en la región al Sur del arroyo San Juan de las Pulgas, de la estación 10 a la 29, situada a 3 kms. al Norte del arroyo San Vicente. En esta zona no se logra establecer con claridad alguna secuencia o trayectoria de los porcentajes de minerales pesados a lo largo de la costa.

Se puede decir que el porcentaje de minerales a lo largo de la costa se ve afectado también por los diferentes rasgos fisiográficos que presenta la zona de estudio.

Los arroyos Santo Tomás, San Vicente, San Rafael, San Telmo y Santo Domingo parecen aportar sedimentos con abundantes minerales pesados a la región de la costa donde desembocan.

Los promontorios rocosos o puntas principales de la zona de estudio, que son Punta San José y Punta Colonet, parecen obstruir significativamente el transporte de minerales pesados, pues se observa una mayor concentración de los mismos al Sur de ambas puntas.

De acuerdo a los diferentes tipos de costa, se registró una mayor concentración de minerales pesados en donde existían playas de bolsillo o playas rectas con abundante material fino. En el caso de Playa San Antonio del Mar existe un depósito de placer que parece afectar la concentración de minerales pesados en las estaciones 44, 45 y 46.

Al tomar en consideración todos estos factores que afectan la gráfica de minerales pesados en las fracciones 3.0 y 3.5 fi, se hizo una interpretación de la variación de dichos minerales y del posible sentido de la dirección en que son transportados. Se estableció que las gráficas de minerales pesados no indican un sentido general del transporte litoral. Existen regiones de la zona de estudio donde el sentido del transporte se realiza de Sur a Norte.

Los grupos de minerales pesados, principalmente los grupos A y B de las fracciones 3.0 y 3.5 fi, no muestran una tendencia general del sentido del transporte litoral en la zona de estudio. Se observan variaciones que indican el sentido del transporte en ciertas regiones, pero en otras es imposible establecer dicho sentido.

Los grupos C, de la fracción 3.0 fi muestran un sentido general del transporte litoral de Norte a Sur, con excepción de Playa San Ramón donde el sentido del transporte es de Sur a Norte.

El grupo C de la fracción 3.5 fi indica un sentido del transporte litoral de Norte a Sur en unas regiones de la costa y en otras de Sur a Norte.

Es importante aclarar que los grupos A, B y C de minerales pesados, fueron separados en base a sus susceptibilidades magnéticas y no de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas, lo cual resta confiabilidad a las interpretaciones que se hicieron sobre el sentido del transporte litoral.

Sin embargo cabe aclarar que se hicieron análisis petrográficos de 10 estaciones distribuidas a lo largo de la zona de estudio (mencionadas anteriormente) y se encontraron los siguientes minerales: grupo A, magnetita; grupo C, hornblenda, epidota, augita e hiperstena. Estos grupos contienen minerales que poseen grado de dureza y estabilidad química muy similares.

-5 CONCLUSIONES

Del estudio realizado de diferentes muestras de arena, colectadas desde Punta Santo Tomás hasta el final de Playa San Ramón, B. C., para determinar el sentido del transporte litoral, se tiene que :

Los parámetros estadísticos del análisis de la distribución de tamaños, muestran una tendencia general de los sedimentos a ser transportados hacia el Sur.

Los valores del contenido total de minerales pesados de las fracciones 3.0 y 3.5 fi, no muestran una tendencia general del sentido del transporte litoral.

Los grupos A y B de minerales pesados, tanto de la fracción 3.0 como de la fracción 3.5 fi, no muestran con claridad algún patrón del sentido del transporte litoral.

El grupo C de la fracción 3.0 fi, muestra una tendencia general del sentido del transporte litoral de Norte a Sur, con excepción de Playa San Ramón.

El grupo C de la fracción 3.5 fi, muestra regiones donde el sentido del transporte se realiza de Sur a Norte y otras regiones donde el sentido es de Norte a Sur.

Por lo tanto se concluye en el presente estudio que de acuerdo a los parámetros estadísticos del análisis de tamaños y al grupo C de la fracción 3.0 fi, el sentido del transporte litoral en la zona de estudio, se realiza de Norte a Sur, con excepción de Playa San Ramón, donde el sentido del transporte es de Sur a Norte.

6 BIBLIOGRAFIA :

- Akesenov, A. A., 1964, Physiographical Conditions of the Formation of the Seacoast Ore Fields; U. S. Naval Oceanographic Office, Washington, D. C., Translation No. 429, 12 pages.
- Bascom, W.N., 1951, The Relationship Between Sand-Size and Beach-Face Slope. Trans., Am. Geophys. Union, 32: 86674.
- Bowen, A.J., y D.L. Inman, 1966, Budget of Littoral Sands in The Vecinity of Point Arguello, California. U. S. Army Coastal Engineering Research Center, Tech. Memo. No. 19, pp 56.
- Carver, R. E., 1971, Heavy Mineral Separation: En Carver, R. E., (Ed) Procedures in Sedimentary Petrology. Wiley-Interscience, New York, pp 427-452.
- Combellick, R. A. y R. H. Osborne, 1977, Sources and Petrology of Beach Sand from Southern California, Journal of Sed. Petrol., Vol. 3, No. 3, pp 404-413.
- Folk, R. L., 1966, A review of Grain-Size Parameters. Sedimentology, 6: pp 73-93.
- Folk, R. L., 1974, Petrology of Sedimentary Rocks: Hemphill

Publishing Co., Austin, Texas 78712, pp 41-64.

Folk, R. L. y Ward, W. C., 1957. Brazos River Bar: A Study on the Significance of Grain-size Parameters. Journal of Sed. Petrol., 27: pp 3-26.

Gastil, R. G.; Allison, E. C. y Phillips, R. P., 1974, Reconnaissance of the State of Baja California; Geol. Soc. Amer., Mem. (in press)

Hess, H. H., 1959, Notes on Operation of Frantz Isodynamic Magnetic Separator, Princeton University, 6 p.

Koldijk, W. S., 1968, On Environment-Sensitive Grain-Size Parameters, Sedimentology, Vol. 10, pp 57-69.

Komar, D. P., 1976, Beach Processes and Sedimentation, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, pp 203-356.

Krumbein, W. C., 1934, Size Frequency Distributions of Sediments, Journal Sed. Petrol., Vol. 4, pp 65-77.

Krumbein, W. C., y Pettijohn, F. J., 1938, Manual of Sedimentary Petrology. Appleton-Century-Crofts, New York, N.Y., pp 308-549.

Krumbein, W.C., y L. L. Sloss, 1963, Estratigrafía y Sedimentación,

UTEHA, México, pp 107-122.

Mason, C.C., y R.L. Folk, 1958, Differentiation of Beach Dune and Aeolian Flat Environments by Size Analysis, Mustan Island, Texas, Journal of Sed. Petrol., 28: pp 211-26.

McMaster, L. R., 1960, Mineralogy as an Indicator of Beach Sand Movement Along The Rhode Island Shore, Journal of Sed. Petrol. Vol. 30, No. 3, pp 44-413.

Rosenblum, S., 1958, Magnetic Susceptibilities of Minerals in The Frantz Isodynamic Magnetic Separator, Amer. Mineral., Vol. 43, pp 170-173.

Royse, Chester, 1970, An Introduction to Sediment Analysis, Arizona, State University Publications, pp 7-102.

Seibold, E., 1963, Geological Investigation of Near-Shore Sand Transport, En Sears, M. (Ed.). Progress in Oceanography. Pergamon Press, pp 1-70.

Sunamura, T, Horikawa, K., 1971, Predominant Direction of Littoral Transport Along Kuzykury Beach, Japan, Coastal Engineering in Japan, Vol. 14, pp 107-117.

Trask, P. D., 1952, Source of Beach Sand at Santa Barbara, California, as Indicated by Mineral Grain Studies. U.S. Army Corps of

Engrs., Beach Erosion Board Tech. Memo. No 28, 24 pages.

Walter, N., Duffett, 1969, Arroyo-Shoreline Relationships in Northwest Baja California, México. Published by University Microfilms International, pp 9-186.

PARAMETROS ESTADISTICOS DEL ANALISIS DE TAMAÑOS (Media, Desviación Estandar, Asimetria, Kurtosis)

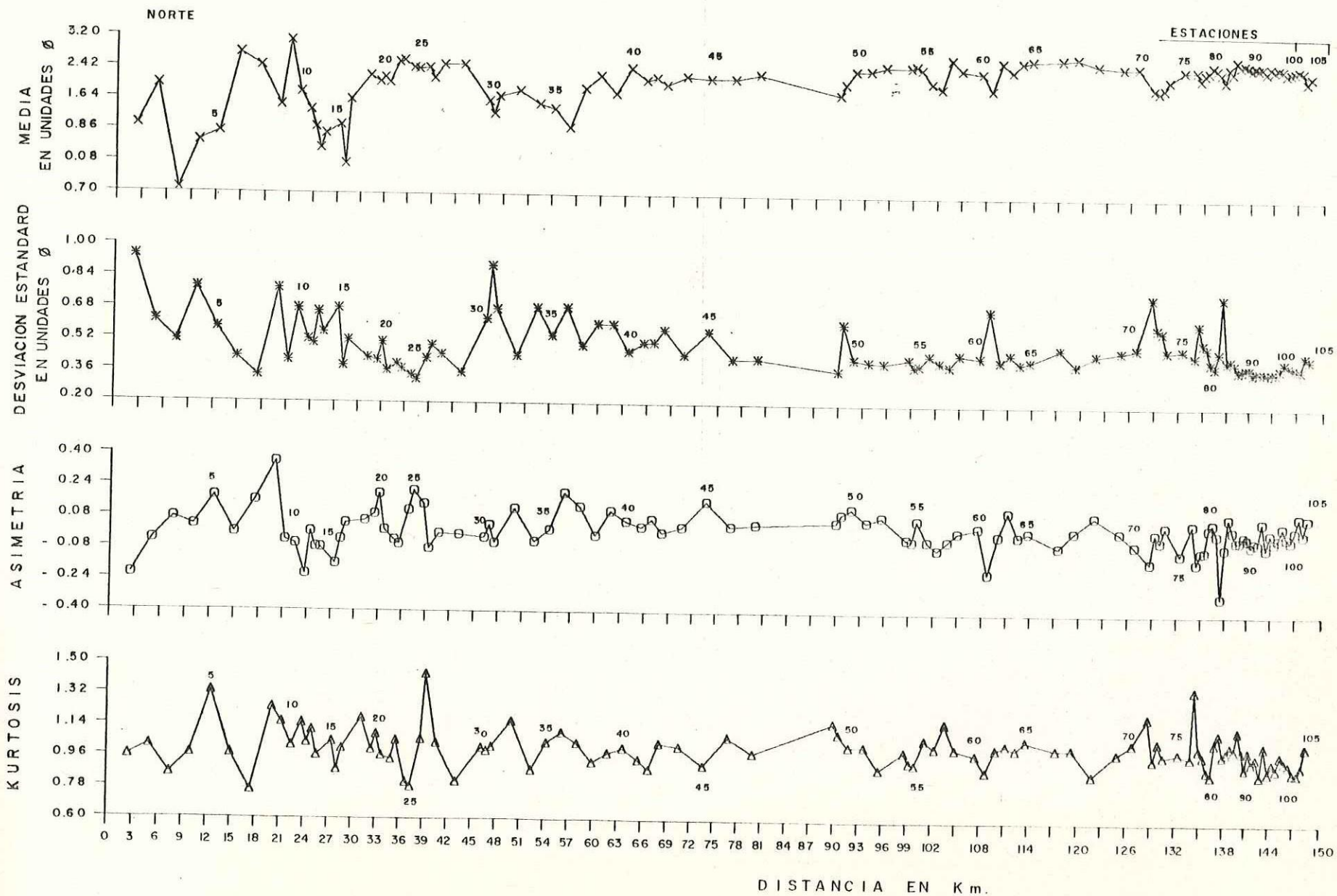
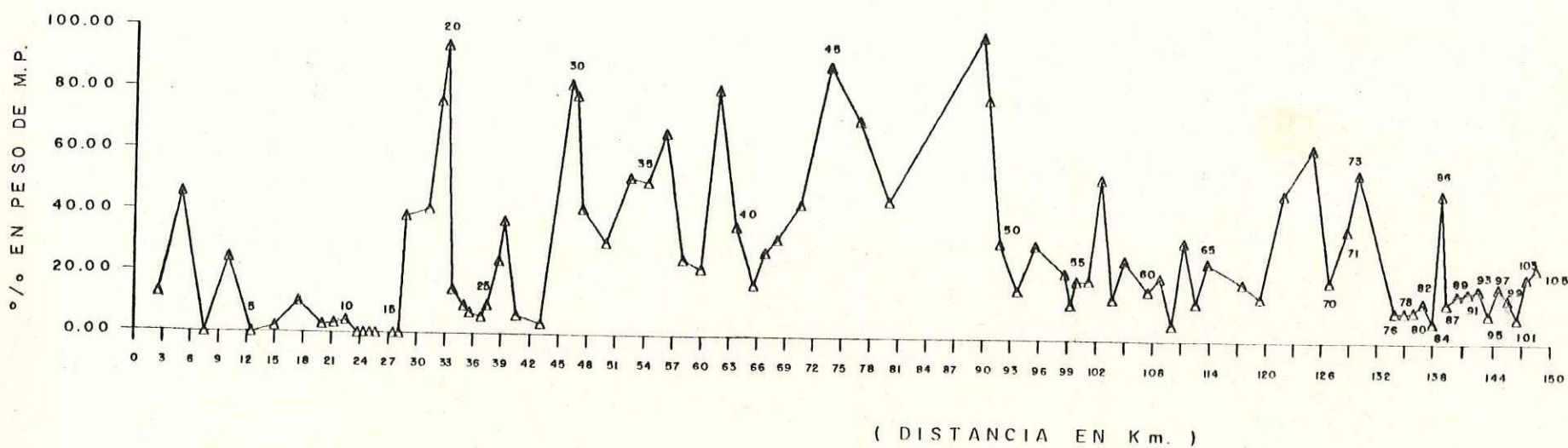
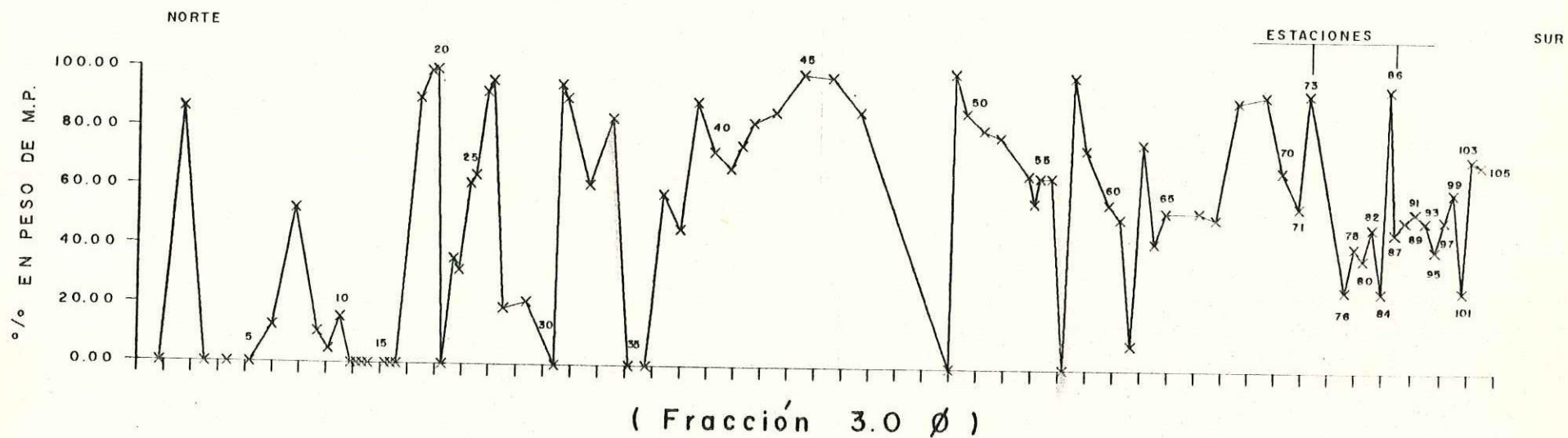
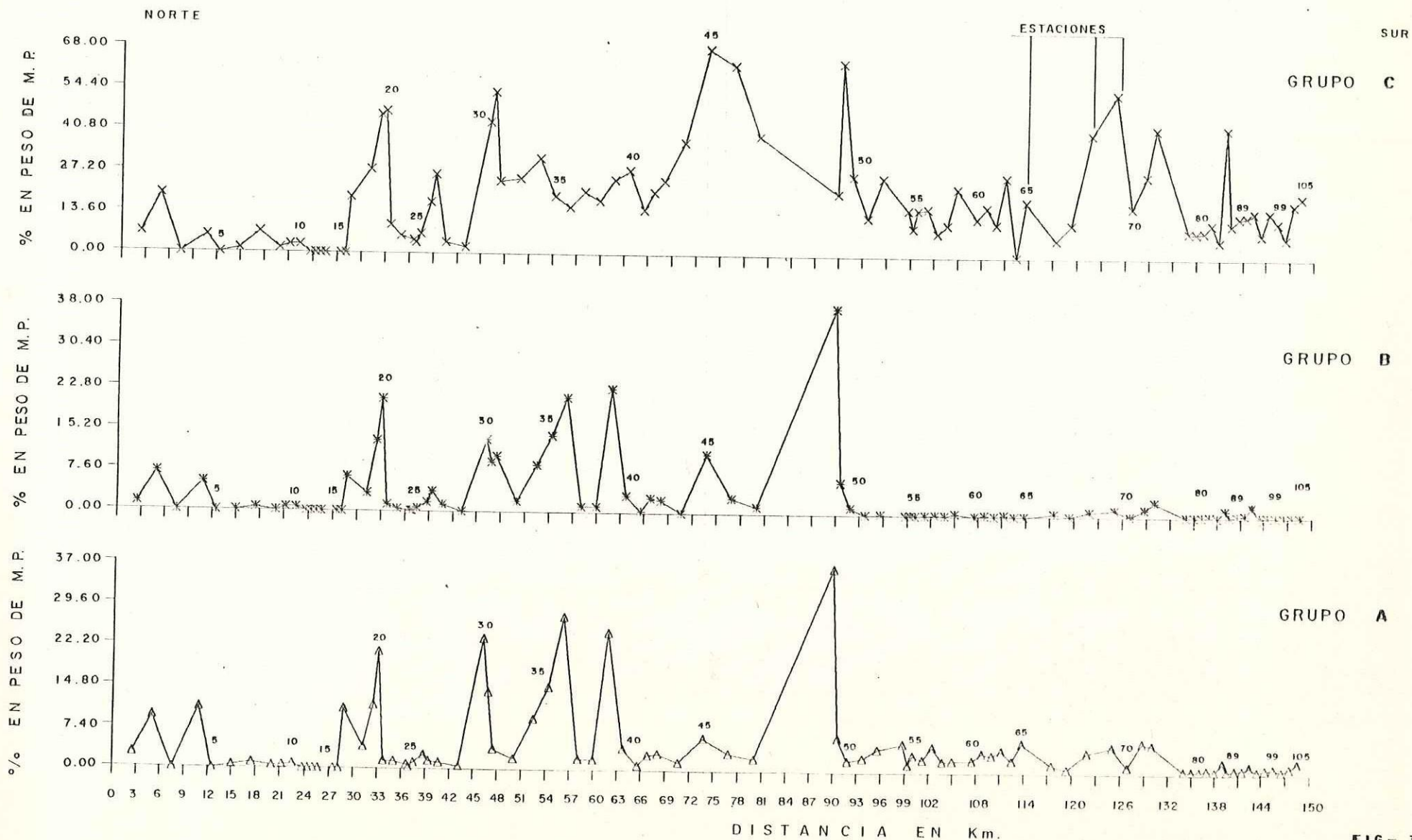


FIG - I

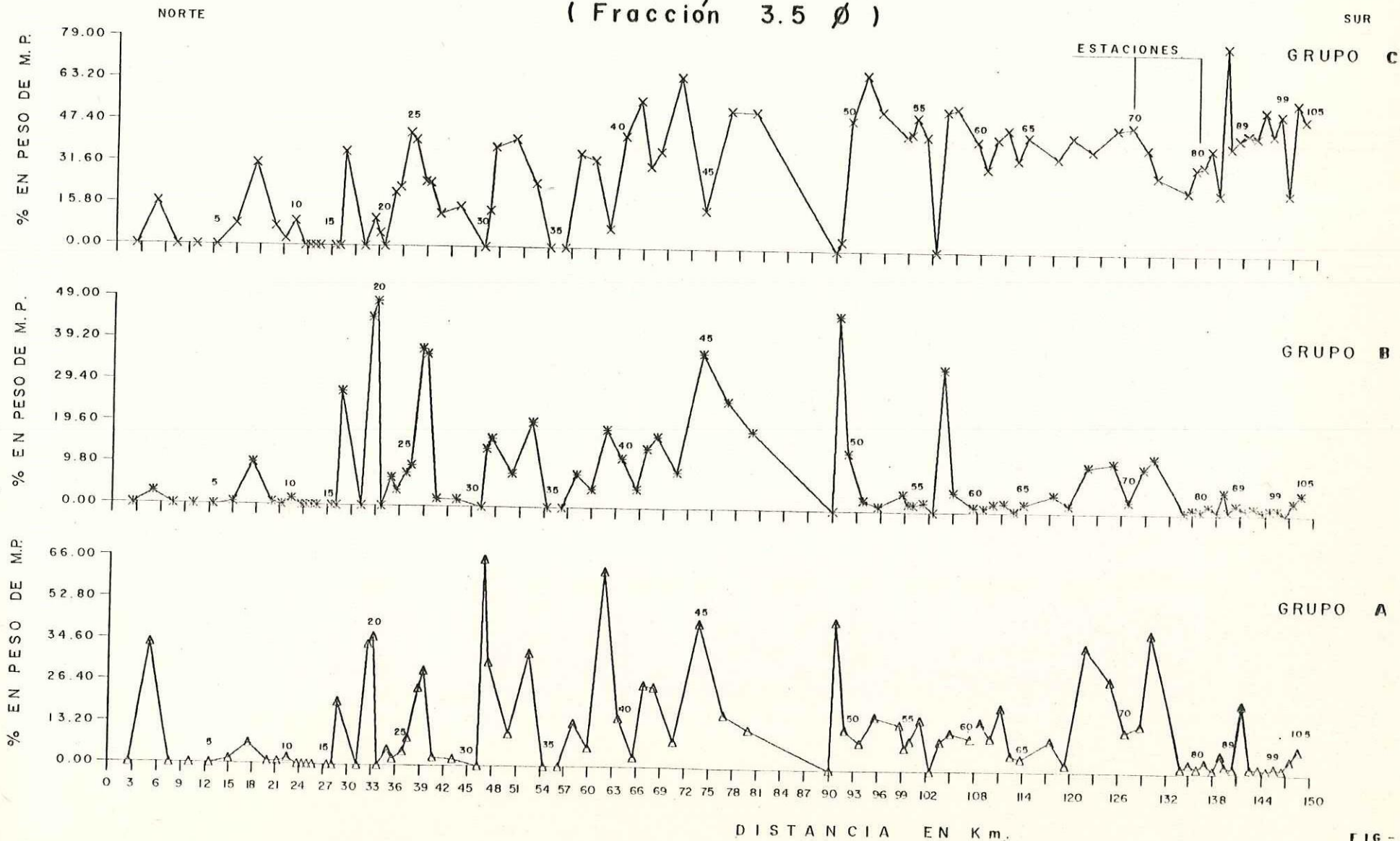
CONTENIDO TOTAL DE MINERALES PESADOS (Fracción 3.5 ϕ)

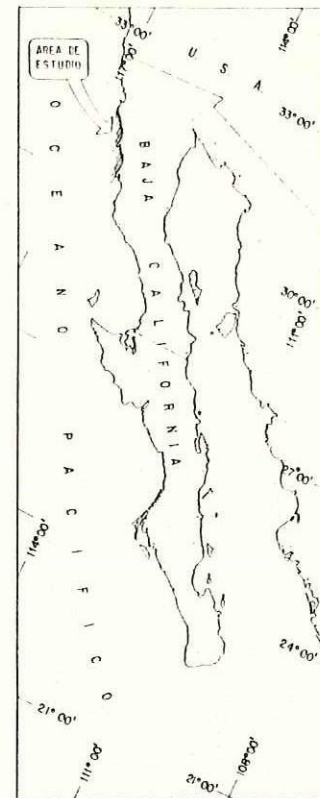
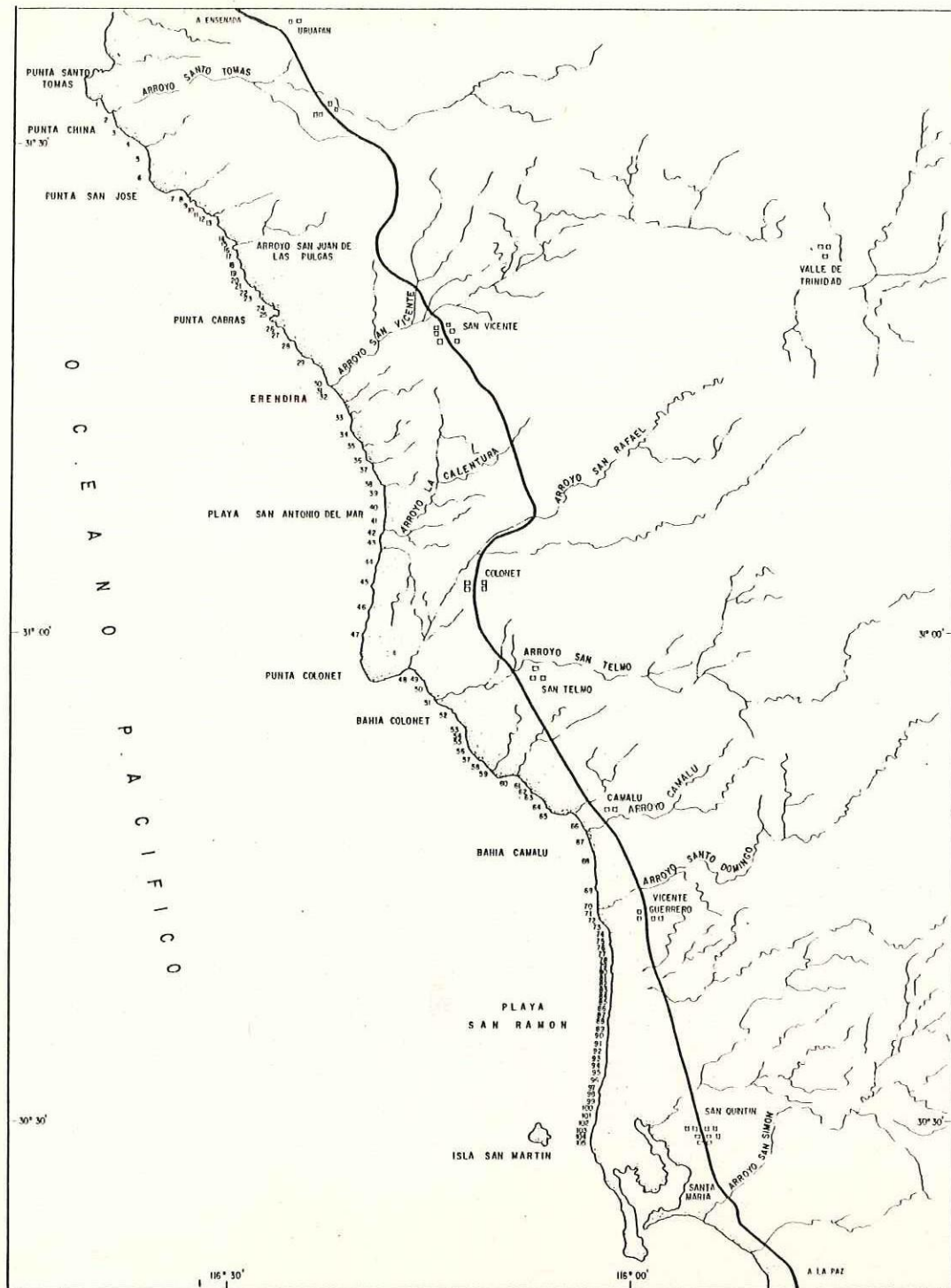


GRUPOS DE MINERALES PESADOS (A, B, C,) (Fracción 3.0 ϕ)



GRUPOS DE MINERALES PESADOS (Fracción 3.5 ϕ)





LOCALIZACION



SIMBOLOGIA

U A B C
 ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
 PROYECTO ALMEJA PISMO
 TESIS
 DIRECCION DEL TRANSPORTE LITORAL
 PEDRO MARTINEZ BELTRAN
 ESCALA 1:250 000 | SEPTIEMBRE 1981 | ENSENADA B.C.F.A.