

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA**

Escuela Superior de Ciencias Marinas

**" DETERMINACION DE LA DIRECCION DEL TRANSPORTE
LITORAL PREDOMINANTE POR MEDIO DE MINERALES
TRAZADORES ENTRE PUNTA LOS BUENOS Y PLAYAS
DE ROSARITO, B. C. "**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

O C E A N O L O G O

P R E S E N T A

SERGIO RICARDO ELIZARRARAS VARGAS

ENSENADA, B. C. MARZO 1986

RESUMEN:

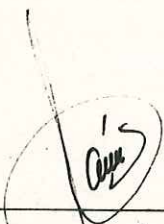
Se llevó a cabo un estudio de minerales pesados entre Punta los Buenos y playas de Rosarito B.C., México, con el fin de determinar la dirección predominante del transporte litoral. Se identificaron un total de 23 especies mineralógicas en las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ , siendo las dos más dominantes la hornblenda y opacos, encontrándose a la esfera como trazador natural del movimiento de arena. Se utilizaron métodos tales como análisis de parámetros estadísticos de tamaño de grano, dilución de minerales ligeros contra pesados y análisis de correlación de grupos en MODO-Q y MODO-R para reforzar los criterios de dirección de transporte con minerales trazadores. Se determinó que la dirección predominante de transporte es de sur a norte para la época de muestreo. La mayoría de los minerales identificados en las playas de la zona provienen de las rocas sedimentarias locales y de arroyos alejados de las playas.

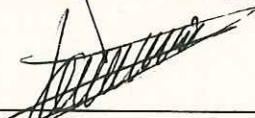
" DETERMINACION DE LA DIRECCION DEL TRANSPORTE
LITORAL PREDOMINANTE POR MEDIO DE MINERALES
TRAZADORES ENTRE PUNTA LOS BUENOS Y PLAYAS
DE ROSARITO, B. C. "

T E S I S
QUE PRESENTA :
SERGIO RICARDO ELIZARRARAS VARGAS

A P R O B A D A P O R :


PRESIDENTE DEL JURADO
OC. ROBERTO PEREZ HIGUERA


SINODAL PROPIETARIO
M.C. FRANCISCO SUAREZ VIDAL


SINODAL SUPLENTE
OC. SERGIO POU ALBERU


SINODAL PROPIETARIO
OC. ALFREDO CHEE BARRAGAN


SINODAL SUPLENTE
M.C. ADOLFO GONZALEZ CALVILLO

DEDICATORIAS:

A MIS PADRES, DAVID Y MARGARITA, A LOS QUE DEBO POR
COMPLETO MI FORMACION PERSONAL Y PROFESIONAL.

AGRADECIMIENTOS:

Mi mas profundo agradecimiento al personal de la Dirección de Investigación Científica y Superación Académica (S.E.P.), por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo (Convenio 84-01-70 y 85-06-80).

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por apoyarme en todo lo que necesité para la realización de mi tesis, por medio del proyecto Minerales de Importancia Económica en Playas y Cuencas Hidrológicas del Noroeste de Baja California.

A mi director de tesis Ocean. Roberto Pérez Higuera por su tiempo invertido, su ayuda y enseñanza en la elaboración del presente trabajo.

A mis sinodales: Oc. Alfredo Chee Barragán, M.C. Francisco Suárez Vidal, Oc. Sergio Pou Alberu y M.C. Adolfo González Calvillo por su apoyo y críticas constructivas a ésta tesis.

Al Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) por facilitarme el uso de la computadora PRIME 750.

A todos mis maestros del área de Geología, por brindarme sus conocimientos.

A mis compañeros y amigos de área, y a todas las personas que intervinieron de alguna manera en el presente estudio.

INDICE

Página

1.-INTRODUCCION.....	1
2.-ANTECEDENTES.....	8
3.-OBJETIVO.....	11
4.-DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	12
5.-METODOLOGIA.....	17
6.-RESULTADOS.....	21
a) Minerales pesados contra ligeros.....	21
b) Tamaño de grano.....	25
c) Dilución de especies mineralógicas.....	29
7.-DISCUSIONES.....	47
8.-CONCLUSIONES.....	64
9.-BIBLIOGRAFIA.....	67

LISTA DE TABLAS

Tabla	página
1 Asociación y proveniencia de minerales pesados (Tomado de Pettijohn et al 1973).....	4
2 Minerales más comunes en los sedimentos (tomado de Huang 1981).....	6
3 Estabilidad de algunos minerales pesados más comunes (tomado de Pettijohn et al 1973).....	7
4 Porcentaje de las concentraciones en peso de de minerales pesados y ligeros para la cara de la playa y arroyos de las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ	22
5 Resultados estadísticos de la zona de playa y arroyos.....	27
6 Principales minerales encontrados en la zona de estudio.....	30
7 Porcentajes por especie mineralógica de los conteos realizados para las muestras de la cara de playa en la fracción 3.0 ϕ	31
8 Porcentajes por especie mineralógica de los conteos realizados para las muestras de la cara de playa de la fracción 3.5 ϕ	35
9 Porcentajes por especie mineralógica de los conteos realizados para las muestras de arroyos de la fracción 3.0 ϕ	39
10 Porcentajes por especie mineralógica de los conteos realizados para las muestras de arroyos de la fracción 3.5 ϕ	39

LISTA DE FIGURAS

Figura	página
1 Localización del área de estudio.....	13
2 Mapa geológico del área de estudio (Tomado de Gastil et al 1971).....	16
3 Localización de los puntos de muestreo.....	18
4 Relación de minerales pesados contra ligeros de la fracción 3.0 ϕ para muestras de playa.....	23
5 Relación de minerales pesados contra ligeros de la fracción 3.5 ϕ para muestras de playa.....	24
6 Relación de minerales pesados contra ligeros de la fracción 3.0 ϕ para muestras de arroyos.....	26
7 Relación de minerales pesados contra ligeros de la fracción 3.5 ϕ para muestras de arroyos.....	26
8 Comportamiento de la media y dispersión de tamaño de grano para las muestras de playa.....	28
9. Porcentajes acumulativos de las especies mineralógicas en la fracción 3.0 ϕ	33
10 Histogramas de porcentaje en abundancia para los minerales encontrados en la fracción 3.0 ϕ	34
11 Porcentajes acumulativos de las especies mineralógicas encontradas en la fracción 3.5 ϕ	36
12 Histogramas de porcentaje en abundancia para los minerales encontrados en la fracción 3.5 ϕ	37
13 Porcentajes acumulativos de las especies mineralógicas encontradas en los arroyos para la fracción 3.0 ϕ	40
14 Porcentajes acumulativos de las especies mineralógicas encontradas en los arroyos para la fracción 3.5 ϕ	41
15 Dendrograma obtenido por análisis de grupos en modo-Q de la fracción 3.0 ϕ	43
16 Dendrograma obtenido por análisis de grupos en modo-Q de la fracción 3.5 ϕ	44

17	Dendrograma obtenido por análisis de grupos en modo-R de la fracción 3.0 ϕ	45
18	Dendrograma obtenido por análisis de grupos en modo-R de la fracción 3.5 ϕ	46
19	Gráfica de regresión de la esfena obtenida para las muestras de playa en la fracción 3.0 ϕ	53
20	Gráfica de regresión de la esfena obtenida para las muestras de playa en la fracción 3.5 ϕ	54
21	Gráfica de regresión de la esfena obtenida para las muestras de playa sin desembocaduras en la fracción 3.0 ϕ	55
22	Gráfica de regresión de la esfena obtenida para las muestras de playa sin desembocaduras en la fracción 3.5 ϕ	57
23	Dendrograma obtenido por análisis de grupos en modo-Q de la fracción 3.0 ϕ sin hornblenda y sin opacos.....	59
24	Dendrograma obtenido por análisis de grupos en modo-Q de la fracción 3.5 ϕ sin hornblenda y sin opacos.....	60
25	Dendrograma obtenido por análisis de grupos en modo-R de la fracción 3.0 ϕ sin hornblenda y sin opacos.....	61
26	Dendrograma obtenido por análisis de grupos en modo-R de la fracción 3.5 ϕ sin hornblenda y sin opacos.....	63
27	Dirección predominante del transporte litoral.....	65

INTRODUCCION:

El transporte litoral es definido como el movimiento de sedimentos entre la zona de rompiente y la línea de playa, y resulta del agitamamiento y levantamiento de este sedimento por las olas que rompen en las playas. Cuando las olas se aproximan con un cierto ángulo respecto a la costa, se genera una componente de energía produciéndose de esta manera las corrientes a lo largo de la playa.

El factor más importante en el transporte litoral son las corrientes a lo largo de la playa, y éstas dependen íntimamente de todos los procesos dinámicos que se llevan a cabo en el océano como son: oleaje, mareas, vientos, topografía de fondo, configuración costera y masas de agua, así como del tamaño y composición del material de las playas.

La dirección del transporte puede variar de una estación a otra en un ciclo anual, pero la mayoría de las playas presentan un transporte paralelo neto en una sola dirección.

Las playas tienden a crecer o progradar cuando la medida del aporte de arena excede a la pérdida de la misma y se considera estable cuando ambas medidas son iguales.

La circulación costera ha sido estudiada en diferentes lugares atendiendo a necesidades de carácter local y los resultados no pueden generalizarse, puesto que cada lugar en particular tendrá sus propias características en cuanto a los procesos de su dinámica costera (Bascom, 1950).

NATURALEZA DEL ESTUDIO:

Es importante conocer el transporte y aporte sedimentario para el desarrollo de ciudades y obras ingenieriles en la zona costera, ya que nos ayuda a conservar las playas y proporciona información que ayuda al control de las costas en otras partes del mundo (Trask, 1951).

El presente estudio forma parte del proyecto "minerales de importancia económica en playas y cuencas hidrológicas el noroeste de Baja California" y que se realiza en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U.A.B.C.. Se utilizan minerales pesados para indicar la dirección del transporte litoral en playas de Rosarito ya que es una zona de importancia turística e industrial y el conocer los procesos que ocurren en esta zona ayudará en la planeación de obras ingenieriles futuras. Este es uno de los métodos más usados ya que su costo es bajo y se puede realizar en poco tiempo.



Los primeros estudios de minerales pesados en sedimentos comenzaron a finales del siglo pasado cuando surgieron las primeras técnicas de separación (Van Andel, 1950).

Los minerales pesados han sido ampliamente utilizados para resolver una gran variedad de problemas geológicos. Constituyen una herramienta importante en el análisis petrográfico y tienen aplicación en el reconocimiento de depósitos específicos ya que estos minerales ocasionalmente ocurren en concentraciones suficientes para formar un depósito de importancia económica (Rittenhouse, 1943). Estos son utilizados también como trazadores naturales del movimiento de sedimento y pueden ser rastreados y cuantificados desde su fuente.

Estos minerales pueden ser utilizados para conocer su proveniencia. El término proveniencia ha sido usado para englobar los factores relacionados con la producción de un sedimento, así que algunos minerales son característicos de ciertas rocas. Las especies forman asociaciones de minerales que indican su origen, tales asociaciones están resumidas en la tabla 1 (Pettijohn, et al 1973).

El número de minerales registrados en rocas sedimentarias es muy grande puesto que casi todos los minerales de origen ígneo o metamórfico pueden tener una

TABELA #1

ASOCIACION Y PROVENIENCIA DE MINERALES PESADOS
(TOMADO DE Pettijohn et. al. 1973).

ASOCIACION	PROVENIENCIA
Apatita, biotita, hornblenda, monacita mascovita, rutilo, esfena, turmalina, zircon.	ROCAS IGNEAS ACIDAS
Casiterita, fluorita, granate, monacita mascovita, topacio, turmalina, walfenita xenotina.	GRANITO PEGMATICO
Augita, cromita, diopsido, hiperstena ilmenita, magnetita, olivino, pleonasta.	ROCAS IGNEAS BASICAS
Andalucita, corindon, granate, flogopita estauroлита, topacio, vesuvianita, walastonita, zoisita.	ROCAS METAMORFISMO DE CONTACTO
Andalucita, cloritoide, epidota, granate glaucofano, cianita, silimanita estauroлита, esfena, zoisita.	ROCAS DE METAMORFISMO DINAMOTERMAL
Barita, hierro, leucoxeno, rutilo, turmalina, zircon (granos redondeado)	SEDIMENTOS RETRABAJADO

existencia transitoria en un sedimento. Los minerales más comunes en sedimentos arenáceos se muestran en la tabla 2, (Huang, 1981).

En cualquiera de éstos estudios, hay que tomar en cuenta la estabilidad de algunas de las especies de minerales pesados más comunes como las descritas por Pettijohn et al (1973) y que se pueden apreciar en la tabla 3.

TABLA #2

MINERALES MAS COMUNES EN LOS SEDIMENTOS
(TOMADO DE Huang 1981) .

MINERALES MAS COMUNES		
Anfibol	Feldespato	Serpentina
Apatita	Fluorita	Siderita
Barita	Granate	Silimanita
Biotita	Glauconia	Esfena
Brookita	Hematita	Espinela
Calcita	Ilmenita	Estaurolita
Casiterita	Cianita	Topacio
Calcedonia	Leucoxeno	Turmalina
Cloritoide	Limonita	Vesuvianita
Clorita	Magnetita	Xenotina
Clinozoisita	Monacita	Zircon
Colofanita	Mascovita	Zoisita
Cordierita	Olivino	
Coridon	Opalo	
Dolomita	Piroxeno	
Dumortierita	Cuarzo	
Epidota	Rufilo	

TADLA #3

ESTABILIDAD DE ALGUNOS MINERALES PESADOS MAS COMUNES
 (TOMADO DE Pettijohn et al. 1973)

ESTABILIDAD	M I N E R A L
ULTRAESTABLE	Rutilo, zircon, turmalina, anatasa .
ESTABLE	Apatita, granate, estauroлита, monacita, biotita, ilmenita, magnetita
MODERADAMENTE ESTABLE	Epidota, cianita, granate, silimanita, esfena, zoisita
INESTABLE	Hornblenda, actinolita, augita, diopsido, hyperstena, andalucita .
MUY INESTABLE	Olivino

ANTECEDENTES:

Desde principios de siglo se han realizado numerosos trabajos utilizando minerales pesados en diferentes partes del mundo para resolver diversos problemas geológicos. Estudios de este tipo han sido realizados por Rubbey (1933), Rittenhouse (1943), Van Andel (1950) y Trask (1951).

Duffett (1969) llevó a cabo un estudio en la costa noroeste de Baja California para determinar las relaciones entre los arroyos y playas, haciendo una descripción clasificación y análisis de los mismos, concluyendo que los arroyos no contribuyen con gran aporte de sedimento a la costa.

Entre los trabajos más relevantes sobre transporte litoral utilizando minerales pesados están los de Judge (1970), Sunamura y Horikawa (1971), Wilde y Case (1977). En la costa noroeste de Baja California se han realizado los siguientes trabajos al respecto.

Martínez Beltrán (1981) utilizó parámetros estadísticos de tamaño de grano y dilución de minerales pesados para determinar la dirección del transporte litoral en la costa oeste de Baja California, concluyendo que el transporte se

realiza de norte a sur con excepción de playa San Ramón donde el sentido es de sur a norte.

Aranda Manteca (1983) realizó un estudio de minerales pesados en la Bahía de Todos Santos Baja California haciendo uso de la dilución de los minerales pesados y eligiendo un mineral trazador para determinar la dirección del transporte litoral, encontró que en la parte norte de la Bahía el sentido es hacia el sureste, en la parte central hay una divergencia y en la zona sur se realiza hacia el norte.

Marmolejo Lara (1985) determinó el transporte neto de sedimentos y las épocas de mayor depositación para la zona de Rosarito B.C. concluyendo que el transporte se realiza hacia el sur predominantemente. Este autor se limitó a estudios de perfiles y arenas fluorescentes.

Ureña Portales (1986) determinó la dirección del transporte litoral únicamente en playas de Tijuana B.C. con minerales trazadores y utilizando muestras testigo de San Antonio de Los Buenos B.C. determinó que la dirección de transporte predominante se realiza hacia el norte.

Cadena Lucero (1986) realizó un estudio desde la frontera hasta Punta el Morro determinando las provincias petrológicas sedimentarias existentes en playas y arroyos,

determinó una sola provincia de hornblenda cuya posible fuente son las rocas del batolito peninsular.

En el presente estudio se utilizaron, además de los minerales trazadores, parámetros estadísticos de tamaño de grano y análisis de correlación de grupos de muestra a muestra y de especie a especie.

OBJETIVO:

Determinar la dirección predominante del transporte litoral paralelo a la costa, utilizando minerales trazadores como indicadores naturales del movimiento de los sedimentos entre Punta Los Buenos y playas de Rosarito B.C., México, e inferir las posibles fuentes de aporte sedimentario a la zona.

AREA DE ESTUDIO:

La zona de estudio comprende desde Punta Los Buenos situada a 10 km al sur de la frontera México-Estados Unidos hasta playas de Rosarito B.C., entre los $32^{\circ} 20'$ y los $32^{\circ} 30'$ de latitud norte y los $117^{\circ} 04'$ y $117^{\circ} 10'$ de longitud oeste. Dicha zona comprende 18 km de longitud (fig.1).

El clima es cálido y seco con lluvias irregulares, esta zona se describe como árida-semiárida y la mayoría de las lluvias suceden a lo largo de la cadena montañosa al este de la zona (S.R.H., 1971).

Los vientos prevalecientes arrivan del noroeste y contribuyen a la formación de olas y corrientes en la costa en dirección sureste (Duffett, 1969).

El oleaje se aproxima generalmente del noroeste y oeste con periodos promedio de 10-13 s (Shepard, 1950) y la altura promedio de las olas oscila entre 1-2 m según lo establecido por Marmolejo Lara (1985), incidiendo en los meses de primavera y verano del suroeste y el resto del año del oeste y noroeste.

Las corrientes, fuera de la zona de rompiente, muestran una tendencia ligeramente mayor del 50% a desplazarse hacia

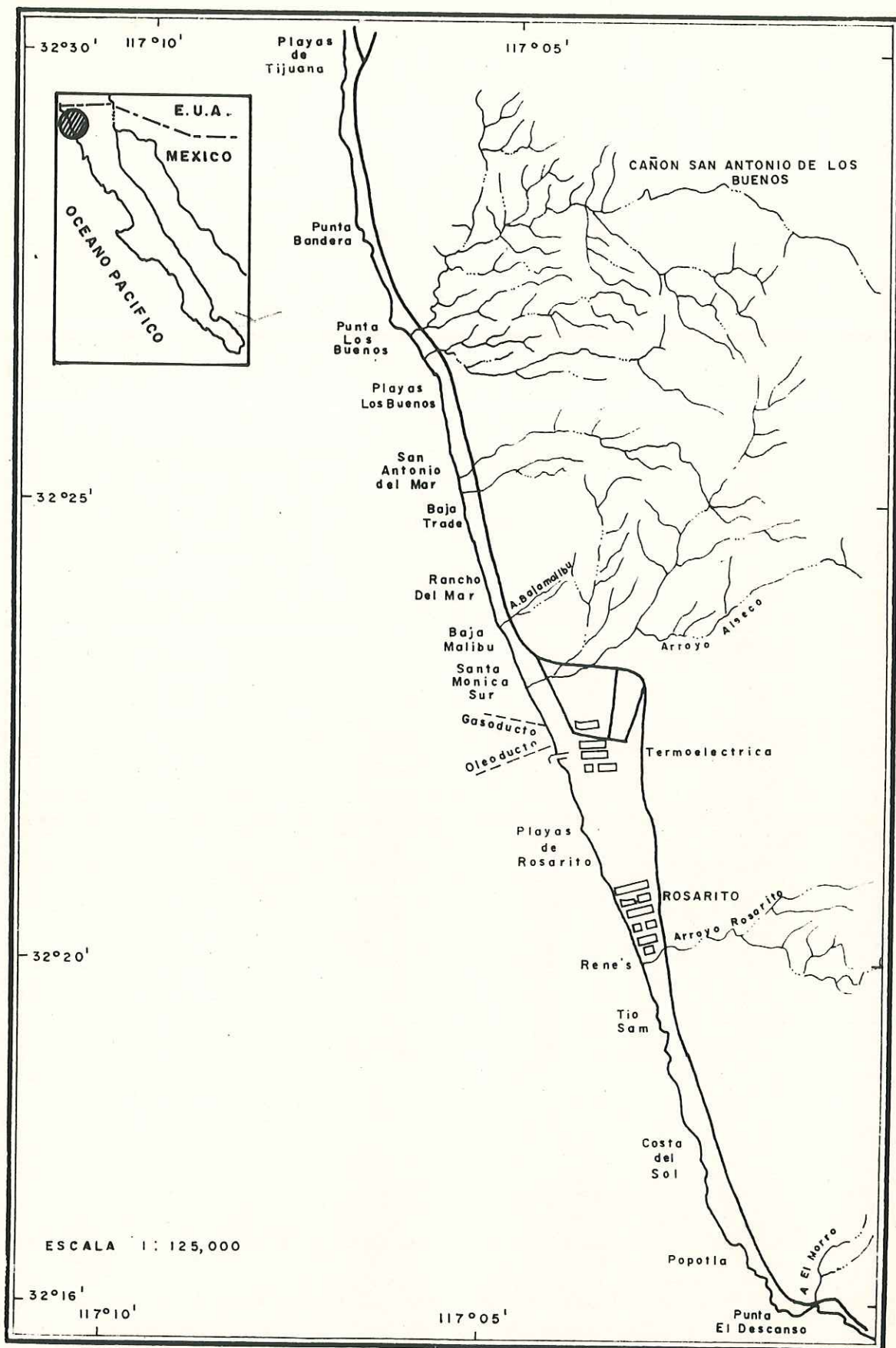


FIG.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

el sur entre la zona de Santa Mónica sur y playas de Rosarito, y en los meses de primavera-verano hacia el norte (Marmolejo Lara 1985).

La zona de Punta Los Buenos a Santa Mónica sur se compone en su mayor parte por cantiles entre los 5-10 m de altura, y con alternancia de playas de bolsillo cuyo sedimento va desde arenas finas hasta cantos rodados. Las playas generalmente son muy cortas en amplitud y longitud.

Desde Santa Mónica sur, hasta la localidad llamada Tío Sam, se constituye principalmente por playas tendidas y arenosas alcanzando hasta 8 km de longitud, con tamaño de grano fino y ausencia de cantiles. A partir de la última localidad, afloran nuevamente los cantiles con alternancia de playas de bolsillo hasta llegar a la desembocadura del arroyo El Morro (fig.1).

La zona de estudio forma parte de la formación Rosarito Beach del mioceno y está constituida principalmente por flujos de basalto, rocas piroclásticas y rocas sedimentarias clásticas.

El bloque oeste de la formación lo conforman 2 miembros, el primero es el miembro costa azul entre Playas de Tijuana y San Antonio de Los Buenos compuesto desde su parte basal

hasta la superficie por secuencias de basaltos y tobas volcánicas. El segundo es el miembro Mira al Mar entre San Antonio de Los Buenos y playas de Rosarito que está en la parte más baja de la sección y se compone principalmente de areniscas, limolitas y lutitas (Minch, 1967).

La edad de las rocas en la zona de estudio pertenecen al plioceno, mioceno, y cuaternario (Gastil et al 1971), los basaltos y andesitas constituyen los cantiles de la zona hasta llegar a Santa Mónica sur y el resto de la zona son rocas sedimentarias postbatolíticas de origen marino del plioceno y mioceno, y del cuaternario fluvial, hasta llegar a la desembocadura del arroyo El Morro (fig.2).

METODOLOGIA:

A) COLECTA DE MUESTRAS:

Los puntos de muestreo estan localizados en la fig. 3. La colecta se realizò en el mes de Agosto de 1985 a intervalos entre una estaciòn y otra que van desde 250 a 1500 m, colectándose un total de 36 muestras incluyendo muestras testigos al norte hasta playas de Tijuana y al sur hasta la desembocadura del arroyo El Morro. De estas muestras 33 corresponden a la cara de la playa y desembocaduras y 3 son de arroyos de la zona.

Las muestras de playa comprenden de la estaciòn 246 a la 284 a excepciòn de la 255, 280 y 284 que pertenecen a los arroyos, (fig.3).

Las muestras fueron colectadas con un nucleador de mano tomando aproximadamente 300 gramos de arena, a 5 cm de profundidad. La ubicaciòn de las estaciones fue establecida en base a mapas topogràficos de Detenal (1980).

B) TECNICA DE LABORATORIO:

IB) PRETRATAMIENTO:

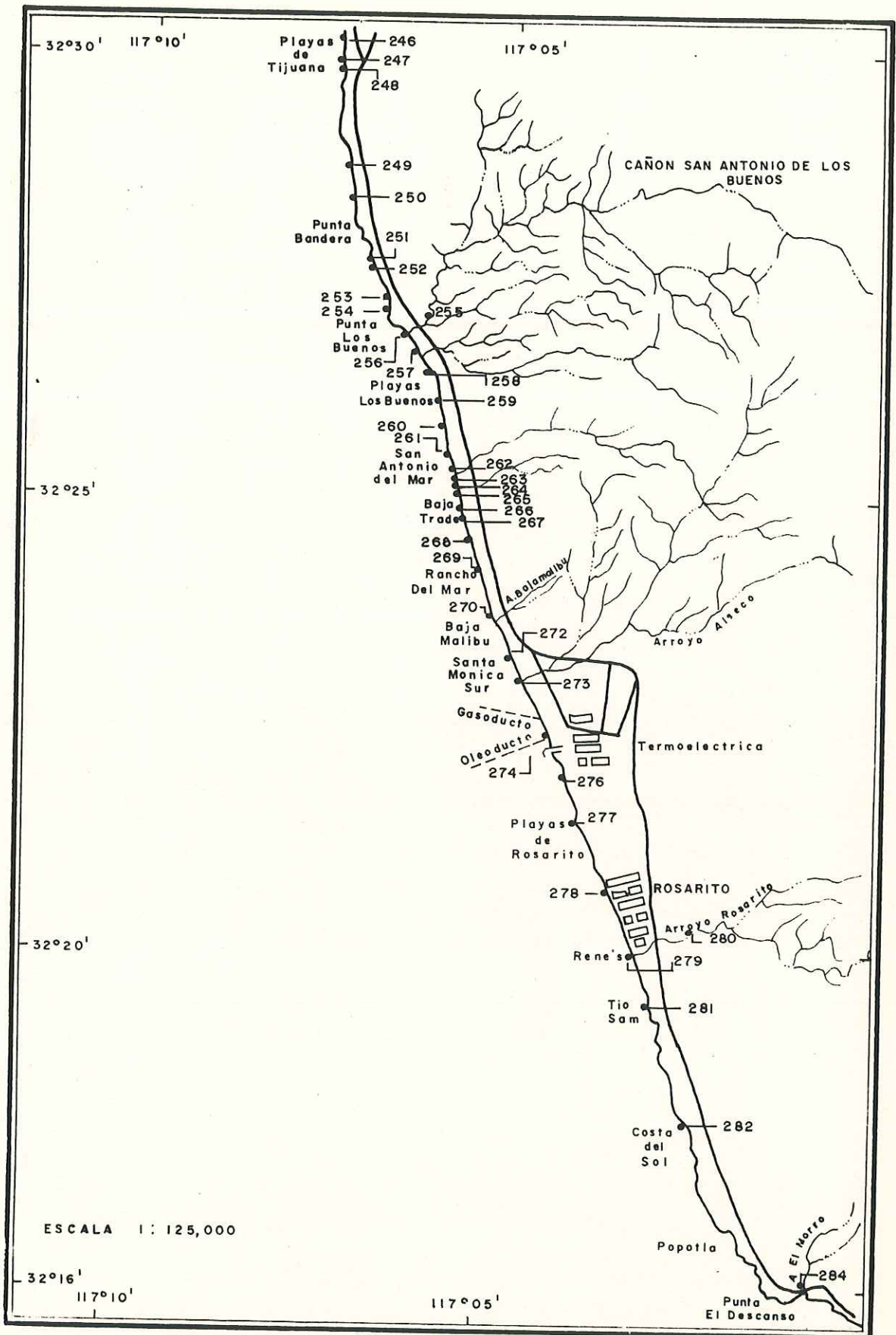


FIG. 3 LOCALIZACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Las muestras colectadas fueron llevadas al laboratorio donde se pretrataron y tamizaron según el método de Royse (1970) y Carver (1971).

IIB) SEPARACION CON BROMOFORMO:

Las muestras fueron separadas con bromoformo de acuerdo al método de Fessenden (1959), se escogieron las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ puesto que en estas se encuentra el mayor contenido de minerales pesados, (Rittenhouse, 1943, Judge, 1970) y debido a que en las fracciones mas grandes los granos interfieren con el montaje de placas (Krumbein y Rasmusen, 1941).

IIIB) MONTAJE Y CONTEO DE PLACAS:

La fracción pesada fue cuarteada hasta obtener 1/16 de muestra, una vez hecho esto, los minerales fueron montados en un medio con índice de refracción conocido (histoclad $n=1.54$) haciendo un total de 80 placas, las cuales fueron identificadas haciendo uso de sus propiedades ópticas mas comunes tales como índice de refracción, ángulo de extinción, signo óptico, indicatriz óptica, ángulo 2V, pleocroismo, color y exfoliación.

Los minerales se contaron en el microscopio petrográfico por el método de línea (Ramesam 1966). Se contabilizó un promedio de 330 granos para cada una de las placas y cada una de las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ de acuerdo a lo propuesto por Dryden (1931).

IVB) PROCESAMIENTO DE DATOS:

El procesamiento de los datos se realizó con rutinas estadísticas y de graficado en una computadora PRIME 750.

RESULTADOS:MINERALES PESADOS CONTRA LIGEROS:

La Tabla 4 muestra los valores de porcentaje en peso de las concentraciones de minerales pesados y ligeros para la fracción 3.0 y 3.5 ϕ , tanto de las muestras de la cara de la playa como de arroyos.

A) Playas:

En la fracción 3.0 ϕ (fig.4), la concentración de minerales pesados varía irregularmente a lo largo de todas las estaciones. El valor más alto para los pesados fue de 95.73% en la estación 249 y el más bajo de 18.87% en la 263, la media fue de 60.84% con una desviación estándar de 23.35.

En la fracción 3.5 ϕ (fig.5) se observa una tendencia en cuanto a dilución y se comporta de igual manera que la 3.0 ϕ , a diferencia que aquí el contenido de minerales pesados es mayor que el de ligeros, el valor más alto para los pesados es de 99.60% en la estación 264 y el más bajo de 16.60% este último en la estación 263, con una media de 88.24% y una desviación estándar de 15.76.

TABLA 4 PORCENTAJE DE LAS CONCENTRACIONES EN PESO DE MINERALES PESADOS Y LIGEROS PARA LA CARA DE PLAYA Y ARROYOS DE LA ZONA DE LAS FRACCIONES 3.0 Y 3.5 ϕ .

ESTACION	3.0 ϕ		3.5 ϕ	
	MINERALES LIGEROS	MINERALES PESADOS	MINERALES LIGEROS	MINERALES PESADOS
246	41.12	58.87	04.60	95.44
247	54.05	45.68	17.00	82.67
248	40.37	59.62	05.04	94.96
249	03.68	95.73	00.86	99.07
250	24.22	75.77	30.29	69.37
251	10.72	89.27	01.25	98.68
252	07.40	88.58	00.90	97.08
253	11.46	88.54	01.25	97.98
254	48.86	51.19	16.40	83.45
256	06.06	90.64	02.59	96.96
257	09.96	90.03	01.65	98.37
258	76.92	23.07	21.55	78.56
259	76.08	23.63	07.13	92.71
260	45.17	54.15	11.01	87.19
261	51.04	48.76	08.57	91.08
262	73.42	26.21	02.65	97.34
263	80.69	18.37	82.54	16.60
264	14.28	85.37	00.39	99.60
265	52.43	44.53	18.58	80.53
266	10.14	89.39	00.98	99.07
267	46.01	53.68	07.69	88.46
268	22.50	76.71	00.64	98.98
269	45.47	53.07	05.17	94.46
270	44.24	55.21	02.52	97.40
272	63.68	35.92	17.83	79.72
273	22.68	77.32	36.68	60.75
274	26.32	73.11	03.98	95.04
276	66.64	30.30	18.71	79.87
277	21.02	77.94	09.64	89.76
278	73.82	25.44	18.60	80.21
279	25.76	72.72	03.83	95.66
281	17.57	82.63	02.01	98.20
282	55.92	40.82	03.11	96.71
ARROYOS				
255	91.48	07.80	91.51	07.91
280	48.53	50.48	61.06	37.70
284	74.73	24.61	76.82	22.11

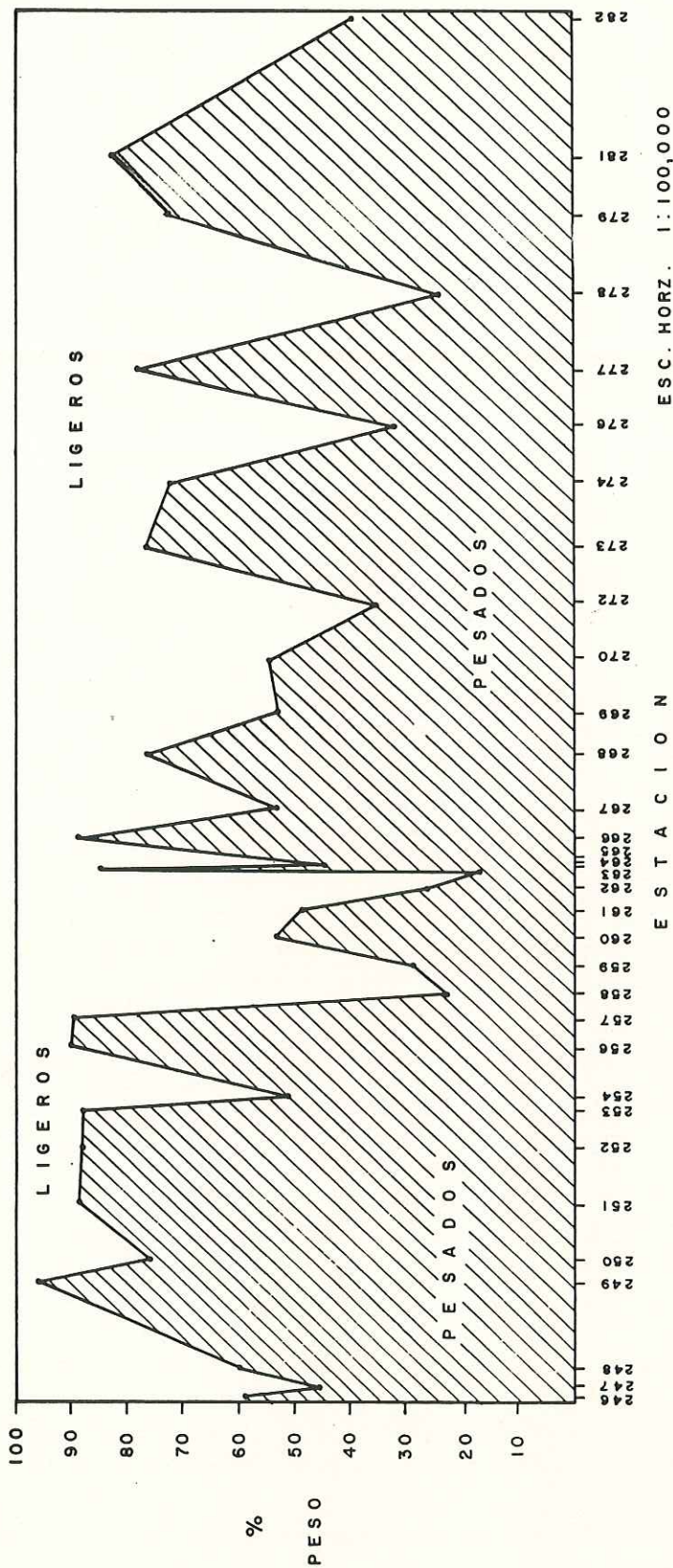


FIG. 4 RELACION DE MINERALES PESADOS CONTRA LIGEROS DE LA FRACCION 3.0 Ø PARA MUESTRAS DE PLAYA .

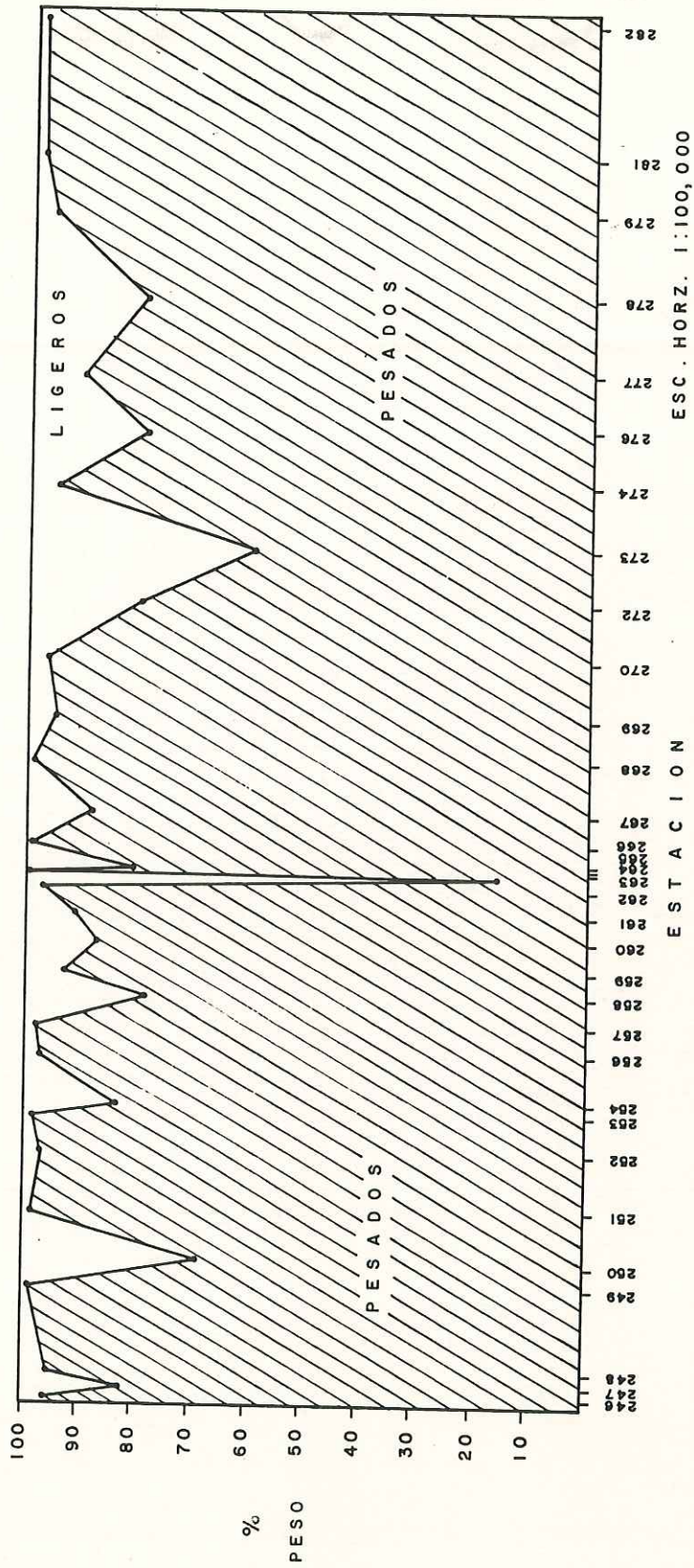


FIG. 5 RELACION DE MINERALES PESADOS CONTRA LIGEROS DE LA FRACCION 3.5 Ø PARA MUESTRAS DE PLAYA.

B) Arroyos:

En la fracción 3.0 ϕ (fig.6) los porcentajes son muy irregulares de un arroyo a otro en cuanto a minerales ligeros y pesados, el valor mas alto para los arroyos fue de 50.43% en la estación 280 y el mas bajo de 7.80% en la 255.

La fracción 3.5 ϕ (fig.7) muestra el mismo comportamiento que la fracción 3.0 variando solo en la concentración de minerales pesados los cuales aumentaron 10% en promedio, los valores mas altos encontrados para estos minerales fueron 37.70% para la estación 280 mientras que el mas bajo de 7.91% para la 255.

TAMAÑO DE GRANO:

En la tabla 5 se observan los parámetros por momentos de Media, Dispersión y Asimetría para las muestras de playa y de arroyos.

PLAYAS:

Los valores de la media no muestran una tendencia (fig. 8) en cuanto a variación de tamaño de grano con la distancia, el valor mas alto es de 2.473 en la estación 258 y el mas bajo de 1.955 en la 249 con un promedio de 2.19.

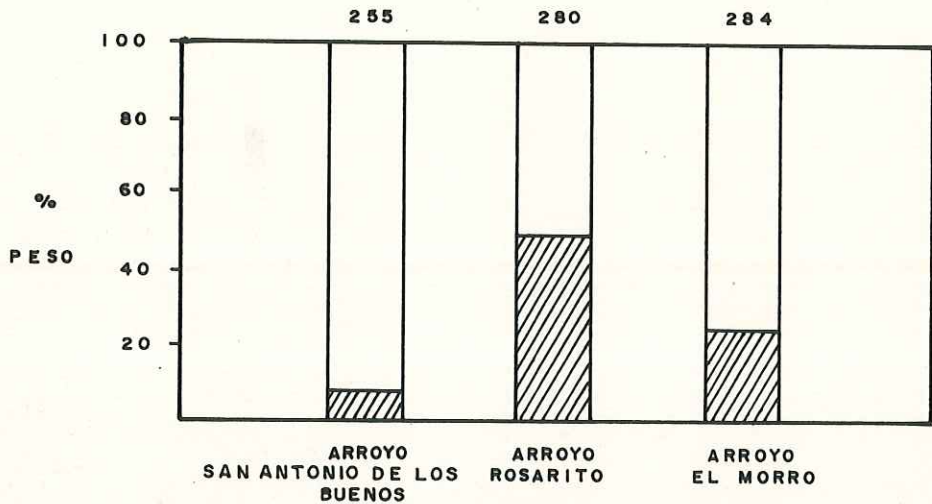


FIG. 6 RELACION DE MINERALES PESADOS CONTRA LIGEROS DE LA FRACCION 3.0 Ø PARA MUESTRAS DE - ARROYOS .

LIGEROS
 PESADOS

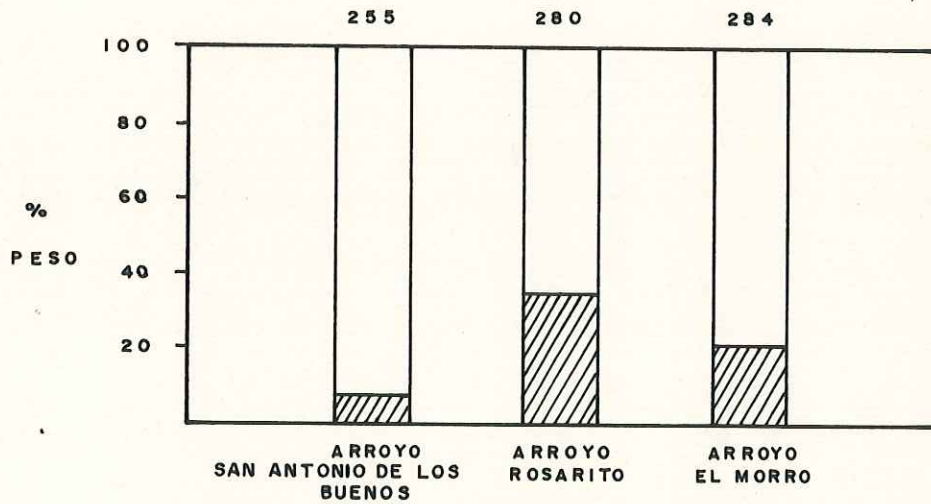


FIG. 7 RELACION DE MINERALES PESADOS CONTRA LIGEROS DE LA FRACCION 3.5 Ø PARA MUESTRAS DE - ARROYOS .

TABLA 5 RESULTADOS ESTADISTICOS DE LA ZONA DE PLAYA Y
ARROYOS.

ESTACION	DISTANCIA (KM)	MEDIA	DISPERSION	ASIMETRIA
246	00.00	2.347	0.487	0.679
247	00.25	2.246	0.453	0.719
248	00.60	2.272	0.499	0.920
249	02.10	1.955	0.486	1.030
250	02.50	2.169	0.573	0.403
251	03.50	2.205	0.561	0.606
252	04.50	2.417	0.525	0.168
253	05.20	2.139	0.474	0.466
254	05.40	1.979	0.423	0.614
256	06.30	2.225	0.544	0.547
257	06.80	2.473	0.543	0.005
258	07.30	2.386	0.427	0.207
259	07.80	2.146	0.411	0.482
260	08.30	2.085	0.395	0.604
261	08.80	2.224	0.464	0.531
262	09.20	2.132	0.416	0.283
263	09.60	2.288	1.223	-0.087
264	09.62	2.428	0.482	0.143
265	09.65	1.937	0.388	0.344
266	10.10	2.318	0.471	0.292
267	10.60	1.976	0.413	0.206
268	11.60	2.161	0.452	0.472
269	12.30	2.176	0.429	0.244
270	13.30	2.133	0.432	0.460
272	14.30	1.947	0.391	0.626
273	15.30	2.115	0.911	-0.155
274	16.50	2.284	0.452	0.553
276	17.50	2.017	0.422	0.365
277	18.50	2.069	0.401	0.538
278	19.90	2.113	0.412	0.321
279	21.30	2.412	0.450	0.222
281	22.30	2.411	0.432	0.107
282	24.80	2.319	0.392	0.308
ARROYOS				
255	05.00	1.975	0.867	0.415
280	17.80	0.987	1.032	0.726
284	29.70	1.989	1.152	0.176

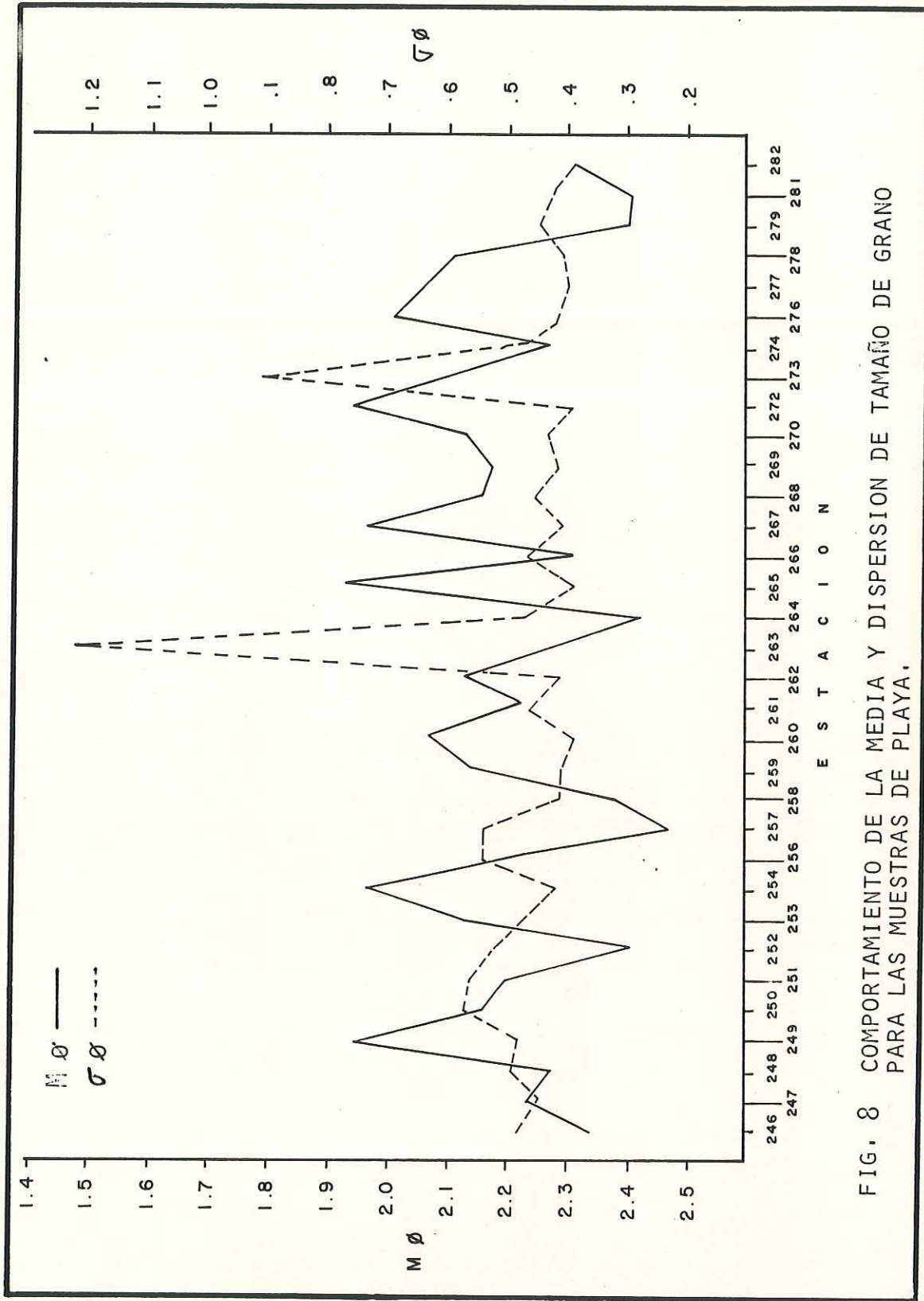


FIG. 8 COMPORTAMIENTO DE LA MEDIA Y DISPERSION DE TAMAÑO DE GRANO PARA LAS MUESTRAS DE PLAYA.

Para la dispersión el comportamiento es irregular y se observa un incremento en las estaciones 263 y 273 (fig. 8), el valor más alto encontrado fue de 1.223 en la estación 263 y el más bajo de 0.388 en la 265 con promedio de 0.491. Los valores muestran que los sedimentos van de moderados a bien clasificados, en la estación 263 son pobremente clasificados.

Para la asimetría los valores son casi simétricos o asimétricos positivos, el valor más alto es de 1.030 en la estación 249 y el menor de -0.087 en la estación 263 con un promedio de 0.40.

DILUCION DE ESPECIES MINERALOGICAS:

Las principales especies mineralógicas identificadas se encuentran en la tabla 6.

MUESTRAS DE PLAYA:

En la tabla 7 se observan los porcentajes en número por especie mineralógica encontradas en los conteos de playa para las muestras de la fracción 3.0 ϕ , los valores más altos son de 88.37% para la hornblenda.

TABLA # 6

PRINCIPALES MINERALES ENCONTRADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Hornblenda

Opacos { Magnetita
Pirrotita

Moscovita

Monacita

Zircón

Esfena

Epidota

Biotita

Granate

Hiperstena

Piroxenos

OTROS	{	Rutilo	Olivino	Espinela
		Silimanita	Turmalina	
		Estaurolita	Enstatita	
		Zoicita	Apatita	

ALTERADOS
DESCONOCIDOS

De todas las especies presentes en ésta fracción la que mostró mayor abundancia fue la hornblenda, siguiéndole los minerales opacos, moscovita monacita, esfena y piroxenos. La especie que presenta una tendencia de dilución mas definida es la esfena (fig.9).

En la fig.10 se aprecian histogramas de abundancia de cada una de las especies, el comportamiento para esta fracción es muy constante para la hornblenda y muy irregular para el resto de las especies encontradas.

En la fracción 3.5 ϕ (tabla 8, fig.11) las especies más abundantes son los minerales opacos y hornblenda, los que le siguen en abundancia son moscovita, monacita, esfena y piroxenos, el zircon y el granate aparecen aquí en mayor concentración que la fracción anterior. En esta fracción la esfena es también la que presenta una tendencia de dilución más definida.

Los histogramas obtenidos (fig.12) muestran claramente que la concentración de opacos es mayor a diferencia de la fracción anterior, pero aunque son los mas abundantes tienden a variar mucho de la estación 267 a la 284, el resto de los minerales presentan una concentración relativamente estable con excepción de las estaciones 263, 269 y 281.

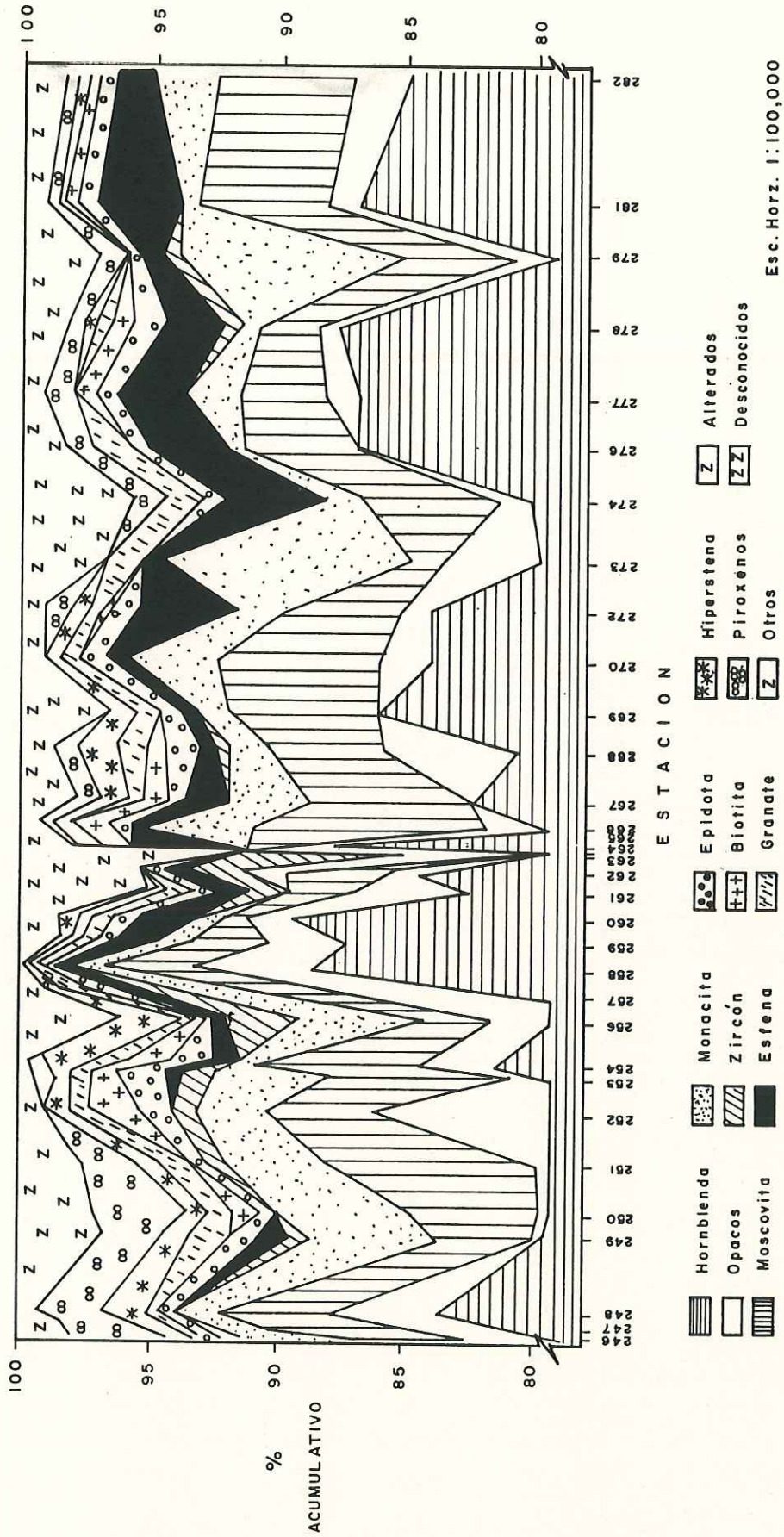
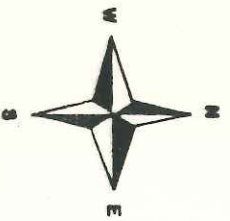
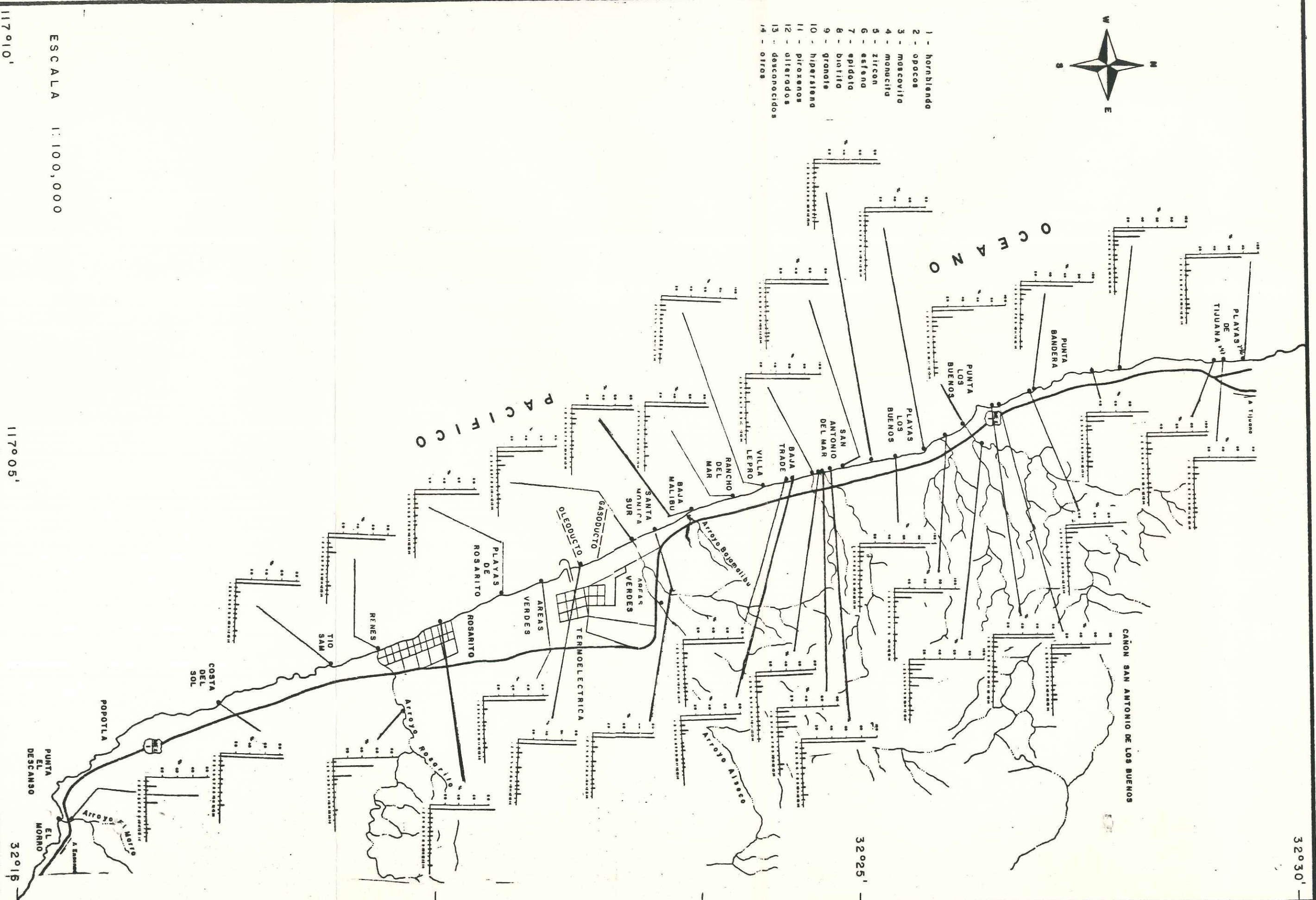


FIG. 9 PORCENTAJES ACUMULATIVOS DE LAS ESPECIES MINERALOGICAS EN LA FRACCION 3.0 Ø



- 1 - hornblendo
- 2 - opacos
- 3 - moscovita
- 4 - monacita
- 5 - zircon
- 6 - esfeno
- 7 - epidoto
- 8 - biotilo
- 9 - granata
- 10 - hipersteno
- 11 - piroxenos
- 12 - oligocenos
- 13 - desconocidos
- 14 - otros



ESCALA 1:100,000

117°10'

117°05'

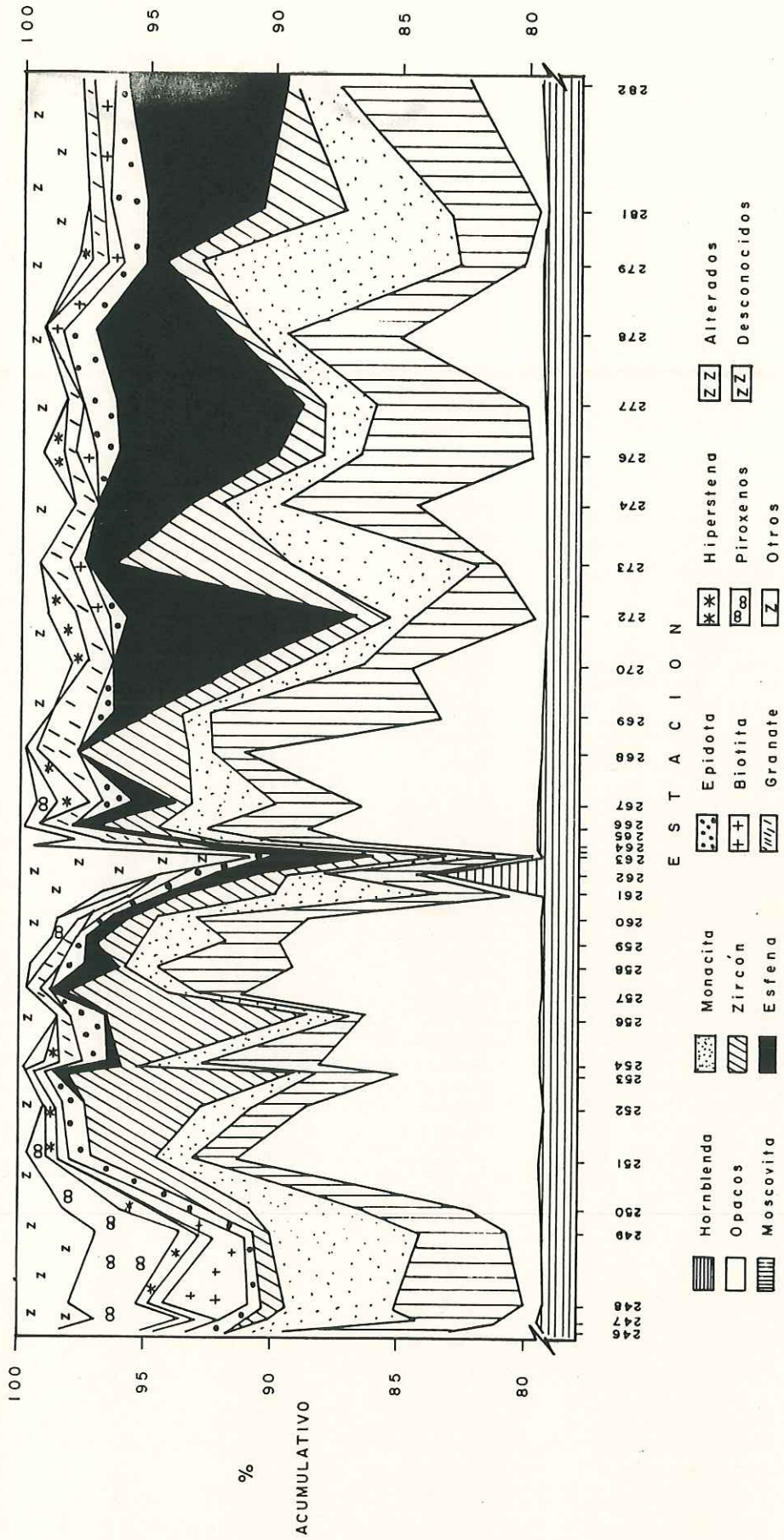
32°30'

32°25'

FIG. 10 HISTOGRAMAS DE PORCENTAJE EN ABUNDANCIA PARA LOS MINERALES ENCONTRADOS EN LA FRACCION 3.0 Ø.

TABLA 8 - PORCENTAJES POR ESPECIE MINERALOGICA DE LOS COMPONENTES
 REALIZADOS PARA LAS MUESTRAS DE LA CARA DE LA FLAYA
 Y DESEMBOCADURA DE ARROYOS DE LA FRACCION B. S.

ESTACION	Horblenda	Opacos	Moscovita	Monocita	Zircon	Estena	Epidota	Biotita	Granate	Hiperstena	Piroxenos	Alterados	Desconocidos	Otros
242	31	31.66	0.65	2.50	1.08	0.00	0.27	0.27	0.55	0.55	1.60	0.27	0.00	0.92
243	62	19.71	0.95	6.14	0.27	0.00	0.55	0.53	0.27	1.39	3.24	0.23	0.00	0.55
244	44	36.03	5.22	4.17	1.04	0.00	0.52	3.65	0.00	0.32	3.87	0.26	1.56	0.26
245	3	86.23	0.50	3.96	3.65	0.60	0.30	0.00	0.00	0.70	0.60	0.00	0.00	0.00
250	42	40.12	0.70	5.24	0.92	0.00	0.30	0.92	0.00	2.16	3.77	1.54	0.00	0.00
251	6	85.58	1.52	1.22	0.06	0.00	0.51	0.00	0.30	0.11	0.32	0.00	0.00	0.00
252	14	74.08	1.66	2.65	5.91	0.00	0.53	0.00	0.56	0.50	0.00	0.00	0.00	0.79
253	13	71.60	3.25	0.65	7.77	0.32	0.32	0.32	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
254	69	50.18	4.87	2.59	0.32	0.00	0.54	0.00	1.94	0.32	0.32	0.00	0.00	0.32
256	7	79.26	0.30	0.91	7.14	0.00	1.21	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00
257	12	77.55	1.59	0.95	4.47	0.31	0.00	0.53	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
258	73	05.16	5.84	0.54	0.32	1.62	0.77	0.00	0.32	0.32	0.00	0.32	0.00	0.32
259	36	53.33	2.12	3.03	2.12	0.30	0.30	0.00	0.30	0.60	0.00	0.60	0.00	0.70
260	72	16.06	5.15	1.21	0.90	0.90	0.30	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70
261	34	46.15	2.95	7.39	0.55	0.00	0.29	0.00	1.18	0.00	0.88	2.07	1.18	0.00
262	84	19.06	3.64	1.21	0.00	1.82	0.91	0.60	0.00	0.00	0.68	6.68	0.00	0.00
263	15	19.32	10.02	37.81	3.36	0.28	0.00	1.12	0.00	0.00	1.68	8.96	1.68	0.00
264	8	82.47	1.20	0.60	4.83	0.00	0.00	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20
265	46	40.60	3.30	1.81	0.90	2.72	0.30	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20
266	14	73.82	4.41	1.47	2.64	0.58	0.00	0.00	2.05	0.00	0.29	2.12	0.00	0.30
267	64	22.11	3.30	3.63	0.66	1.32	0.79	0.00	0.99	1.32	0.66	0.00	0.00	0.29
268	19	46.71	1.45	0.89	4.79	0.00	0.00	0.00	1.49	0.29	0.00	0.00	0.00	0.29
269	59	23.93	9.09	1.21	1.21	1.21	0.60	0.00	0.70	0.00	0.30	1.81	0.00	0.00
270	30	54.99	1.79	2.39	2.69	5.08	0.00	0.00	0.89	0.00	0.29	2.09	0.00	0.00
273	48	32.02	6.34	0.60	1.20	9.06	0.30	0.60	0.30	1.20	0.00	0.60	0.00	0.00
273	13	20.67	0.34	7.86	4.46	1.40	0.00	0.56	1.12	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00
274	46	06.38	5.15	2.12	1.81	3.33	0.00	0.60	0.30	0.00	0.00	1.81	0.00	0.90
276	69	10.30	6.66	1.81	0.60	6.06	1.21	1.21	0.60	0.00	0.60	0.30	0.00	0.90
277	62	15.26	6.92	1.80	0.30	8.43	0.90	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.30	0.90
278	72	12.13	4.54	0.90	0.30	6.66	0.70	0.60	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.90
279	45	16.35	1.85	10.75	1.61	0.53	0.30	0.00	1.07	0.00	0.26	1.34	0.80	0.53
281	46	29.75	7.14	4.15	2.97	5.05	1.19	0.29	0.29	0.00	0.59	1.19	0.00	0.59
282	71	10.54	5.12	1.80	0.30	6.62	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	1.50	0.00	0.30



ESC. HORZ. 1 : 100,000

FIG. 11 PORCENTAJES ACUMULATIVOS DE LAS ESPECIES MINERALOGICAS ENCONTRADAS EN LA FRACCION 3.5 Ø

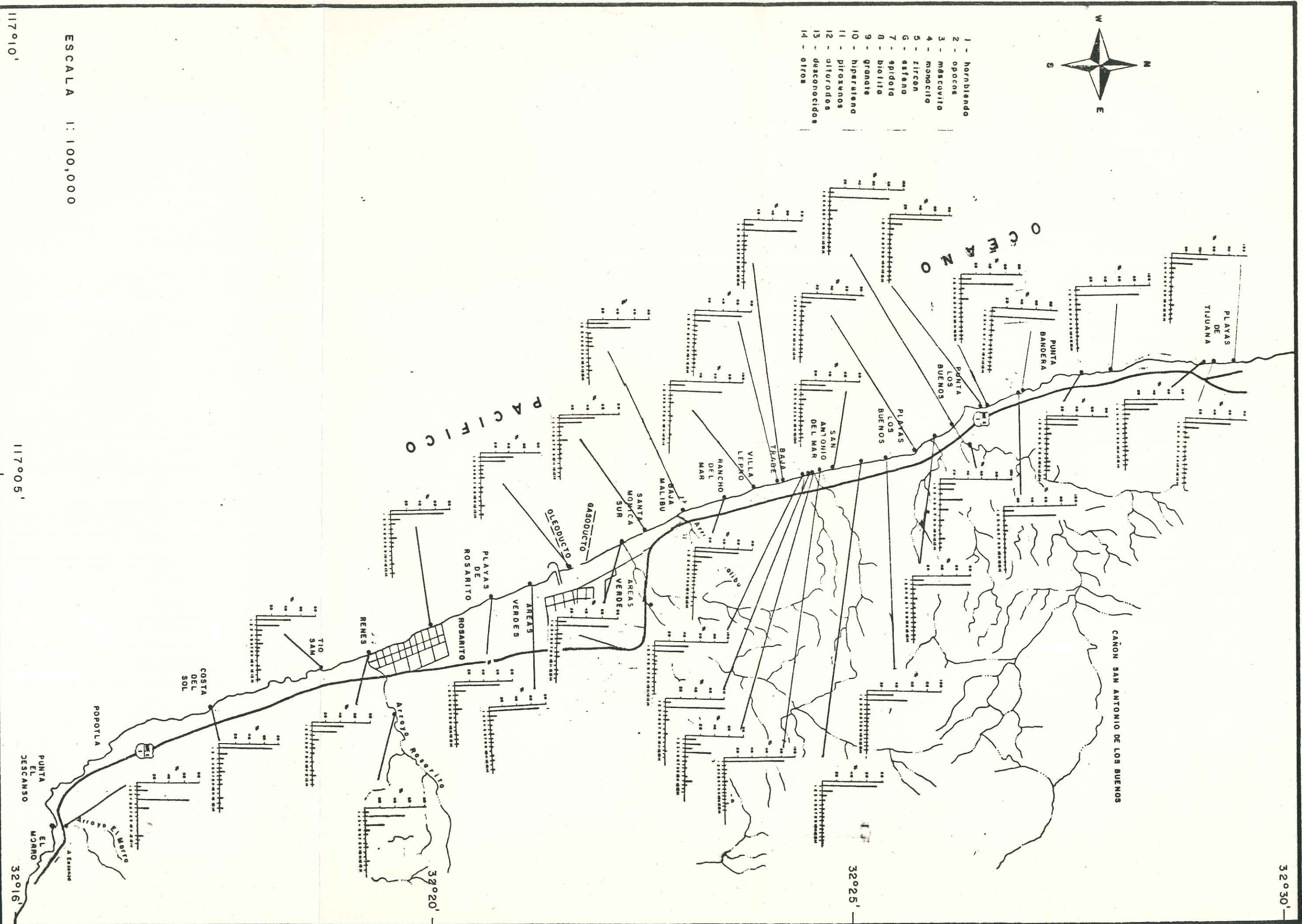


FIG. 12 HISTOGRAMAS DE PORCENTAJE EN ABUNDANCIA PARA LOS MINERALES ENCONTRADOS EN LA FRACCION 3.5 Ø.

Los valores obtenidos en algunas especies llegan hasta 86.28% para los minerales opacos.

Arroyos:

En la fracción 3.0 ϕ (tabla 9, fig.13) se observa que las especies dominantes en abundancia son la hornblenda, opacos, monacita y esfena, los valores en cuanto a concentración llegan hasta 67.72% en opacos.

En los histogramas obtenidos en la fig.10 muestran que las concentraciones de minerales son muy diferentes a los de la cara de la playa, variando principalmente en el contenido de hornblenda a excepción de la estación 270, en el resto aumenta la concentración de minerales opacos, moscovita, monacita zircon y esfena.

La fracción 3.5 ϕ (tabla 10) presenta la misma tendencia que la 3.0 ϕ solo que varía la concentración de minerales siendo aquí el dominante los opacos, disminuyendo la hornblenda contrariamente al caso anterior obteniéndose valores hasta de 56.48% en opacos. Su comportamiento se aprecia en la fig.14.

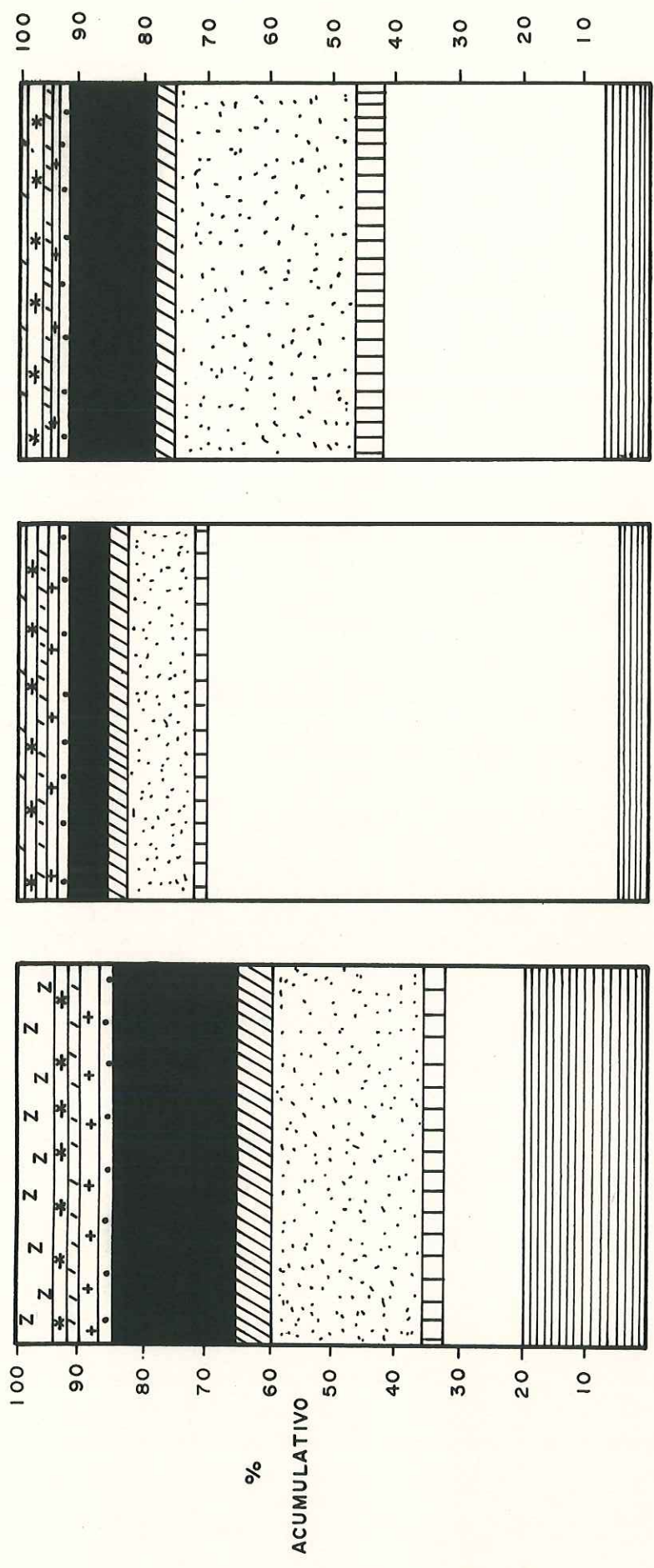
Para la fracción 3.5 ϕ los histogramas muestran un

TABLA 9 PORCENTAJES POR ESPECIE MINERALOGICA DE LOS CONTEOS REALIZADOS
PARA LAS MUESTRAS DE ARROYOS DE LA FRACCION 3.0 Ø.

ESTACION	HORNBLENDA	OPACOS	MOSCOVITA	MONACITA	ZIRCON	ESFENA	EPIDOTA	BIOTITA	GRANATE	HIPERSTENA	PIROXENOS	ALTERADOS	DESCONOCIDO	OTROS
255	21.03	14.02	00.60	27.43	00.91	24.08	00.91	03.04	00.60	00.00	00.60	05.48	01.21	00.00
280	02.59	67.72	01.15	14.12	02.01	05.76	00.00	00.86	02.01	00.00	00.00	03.45	00.28	00.00
284	09.68	11.11	03.41	46.43	00.00	21.08	00.00	00.00	00.00	00.00	00.28	07.12	00.35	00.00

TABLA 10 PORCENTAJES POR ESPECIE MINERALOGICA DE LOS CONTEOS REALIZADOS
PARA LAS MUESTRAS DE ARROYOS DE LA FRACCION 3.5 Ø.

ESTACION	HORNBLENDA	OPACOS	MOSCOVITA	MONACITA	ZIRCON	ESFENA	EPIDOTA	BIOTITA	GRANATE	HIPERSTENA	PIROXENOS	ALTERADOS	DESCONOCIDO	OTROS
255	20.11	18.99	02.79	31.26	01.11	12.01	00.00	04.13	01.39	00.00	00.55	06.70	00.83	00.00
280	03.45	56.48	01.15	23.91	06.62	02.38	00.00	00.28	00.86	00.00	00.00	03.74	00.57	00.00
284	01.71	12.03	00.57	67.04	00.00	13.75	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	04.58	00.28	00.00



255
 SAN ANTONIO DE LOS BUENOS

280
 ARROYO ROSARITO

284
 ARROYO EL MORRO

Hornblenda
 Opacos
 Monacita
 Zircon
 Esfena
 Epidota
 Biotita
 Granate
 Hiperstena
 Piroxenos
 Otros
 Alterados
 Desconocidos

FIG. 13 PORCENTAJES ACUMULATIVOS DE LAS ESPECIES MINERALOGICAS ENCONTRADAS EN LOS ARROYOS PARA LA FRACCION 3.0 Ø.

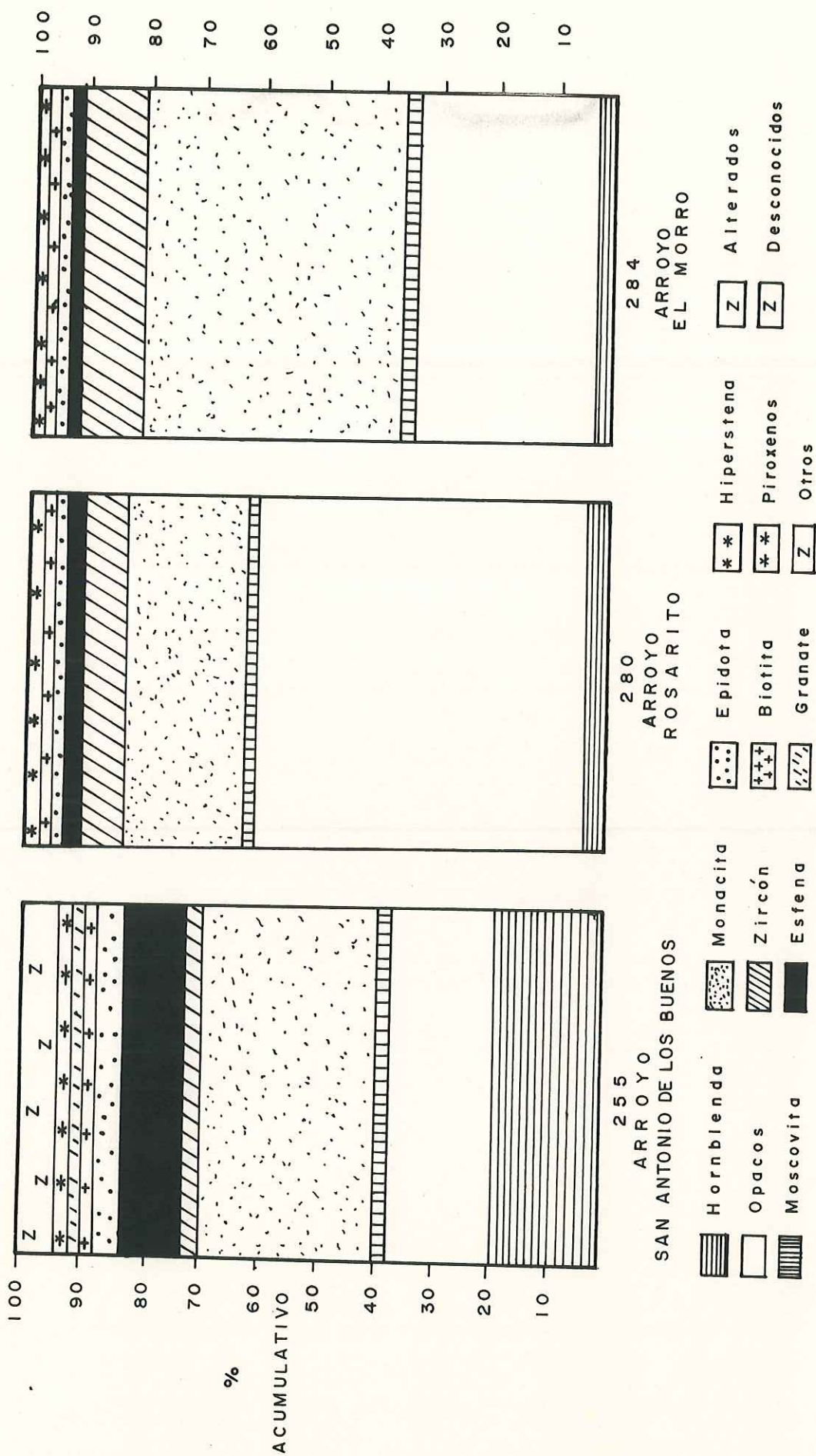


FIG. 14 PORCENTAJES ACUMULATIVOS DE LAS ESPECIES MINERALOGICAS ENCONTRADAS PARA LA FRACCION, 3.5 Ø.

comportamiento muy similar a la fracción anterior, en la estación 255 las concentraciones de minerales son altas, en la 280 y 284 se aprecia un aumento de opacos, monacita y esfena (fig.12).

Se realizó un análisis de correlación para las muestras en base al modo-Q y modo-R en ambas fracciones obteniéndose los siguientes resultados:..

En los análisis de muestra a muestra para la cara de playa y arroyos de la fracción 3.0 ϕ (fig.15) se obtuvieron valores de correlación arriba de 0.95 tomando en cuenta todas las especies mineralógicas presentes..

Para la fracción 3.5 ϕ (fig.16) tomando en cuenta también todas las especies, los valores de correlación variaron desde 0.29 hasta 0.99.

En los análisis de especie a especie para las muestras de playa y arroyos se obtuvo que en la fracción 3.0 ϕ (fig. 17), tomando en cuenta todas las especies, los valores variaron desde 0.088 a 0.80. Lo mismo se hizo para la fracción 3.5 ϕ (fig.18) y los valores fluctuaron entre -0.018 y 0.73.

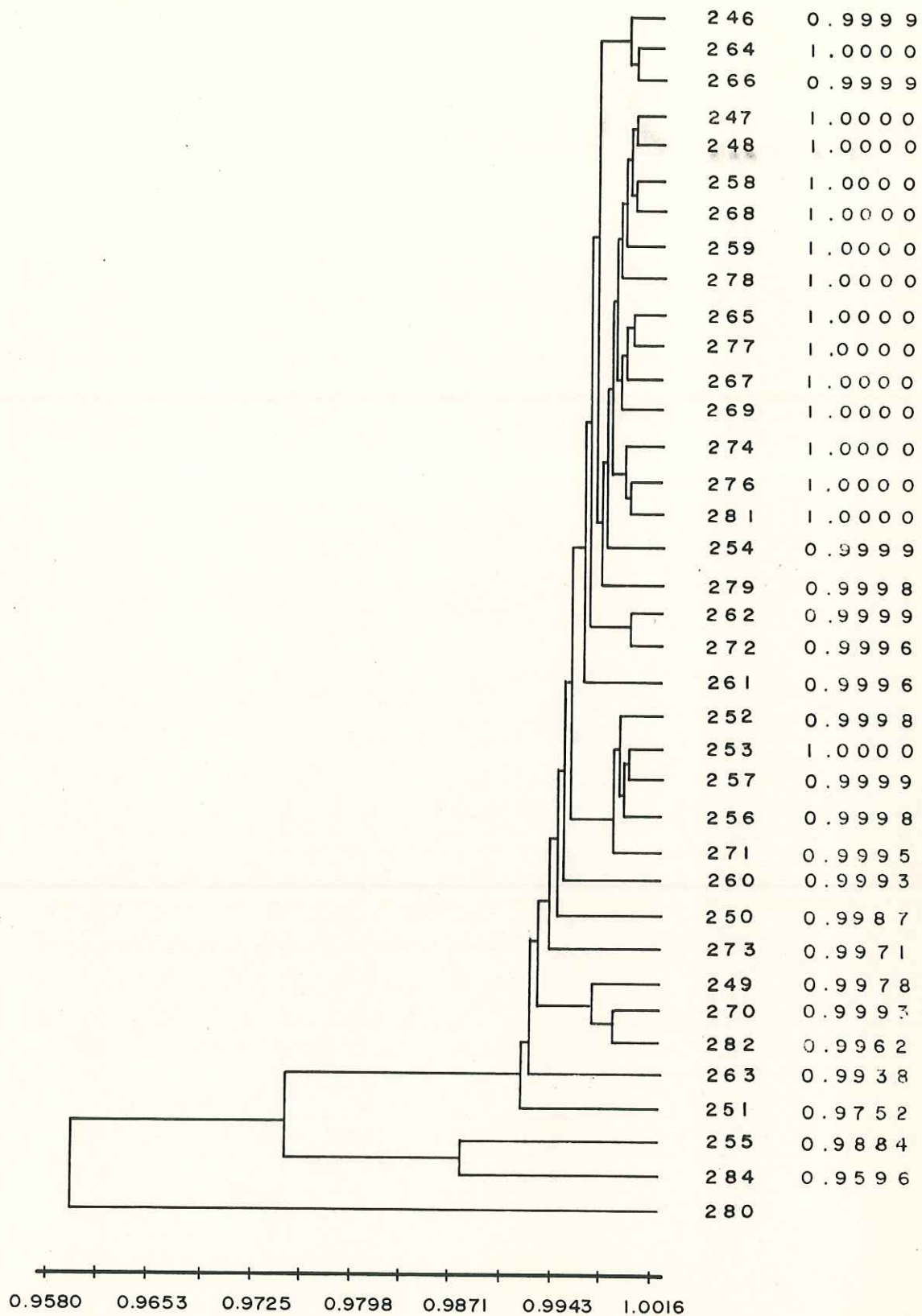


FIG. 15 DENDROGRAMA OBTENIDO POR ANALISIS DE GRUPOS EN MODO-Q DE LA FRACCION 3.0 ϕ .

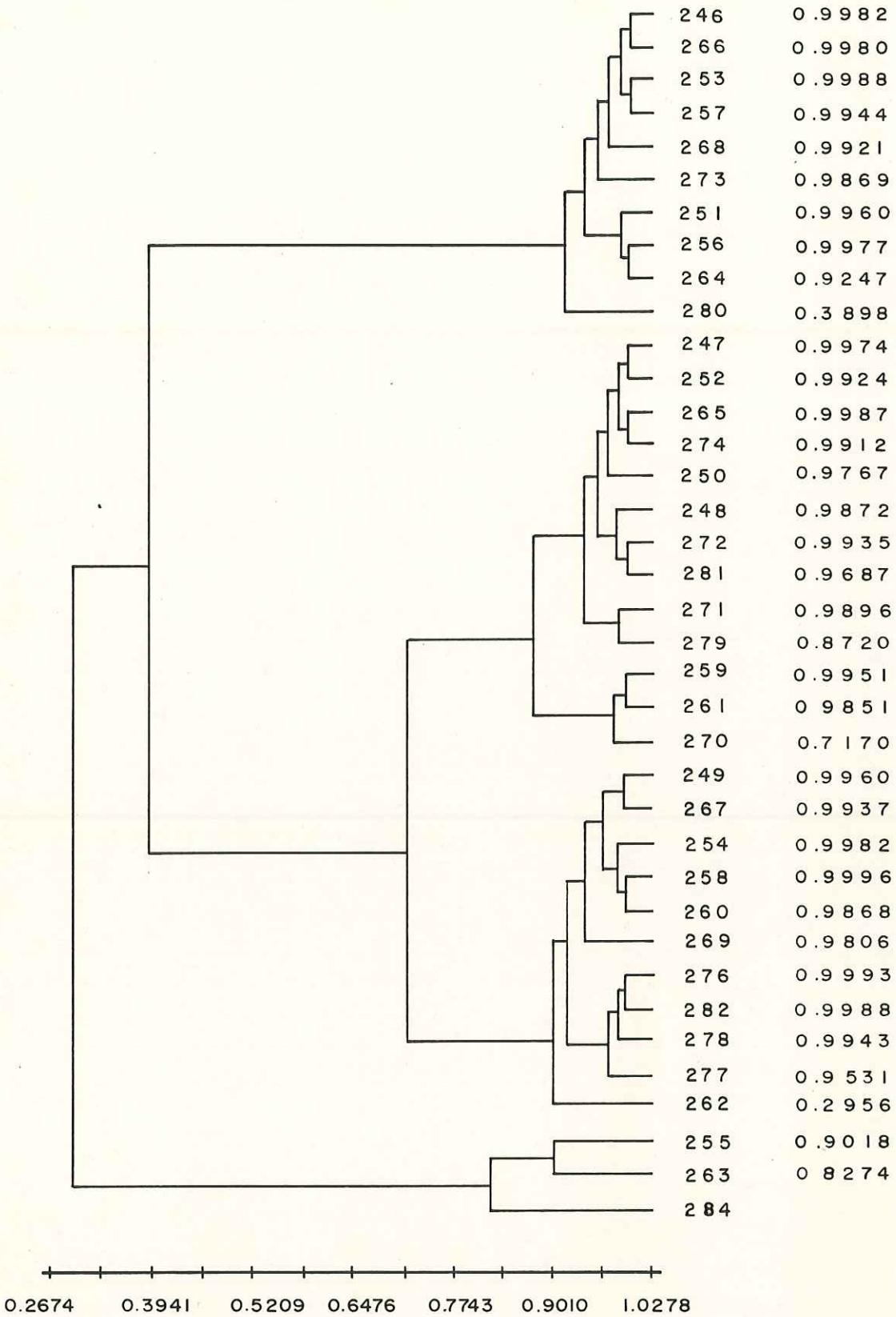


FIG. 16 DENDROGRAMA OBTENIDO POR ANALISIS DE GRUPOS EN MODO-Q DE LA FRACCION 3.5 ϕ .

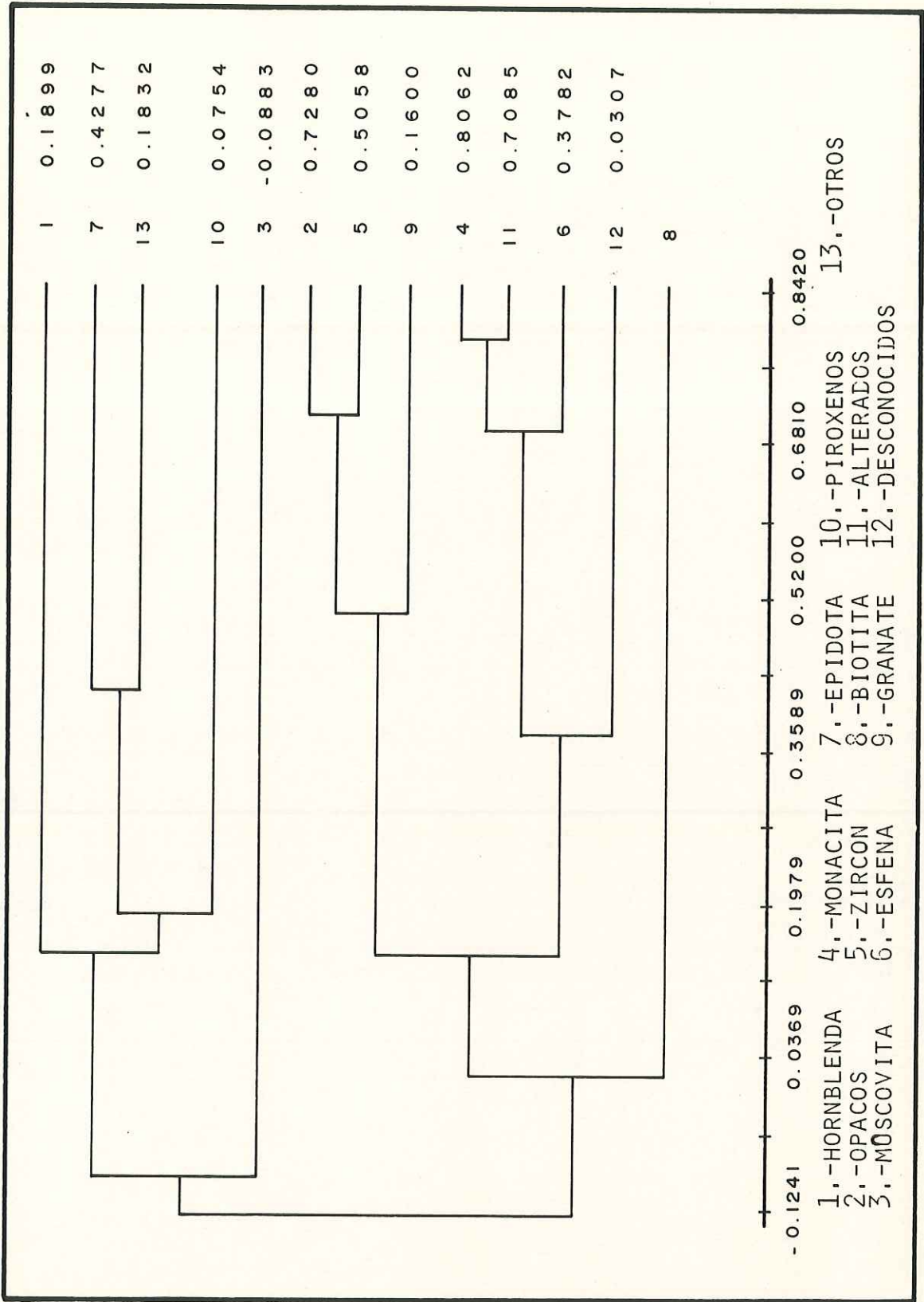


FIG. 17 DENDROGRAMA OBTENIDO POR ANALISIS DE GRUPOS EN MODO-R DE LA FRACCION 3.0 Ø .

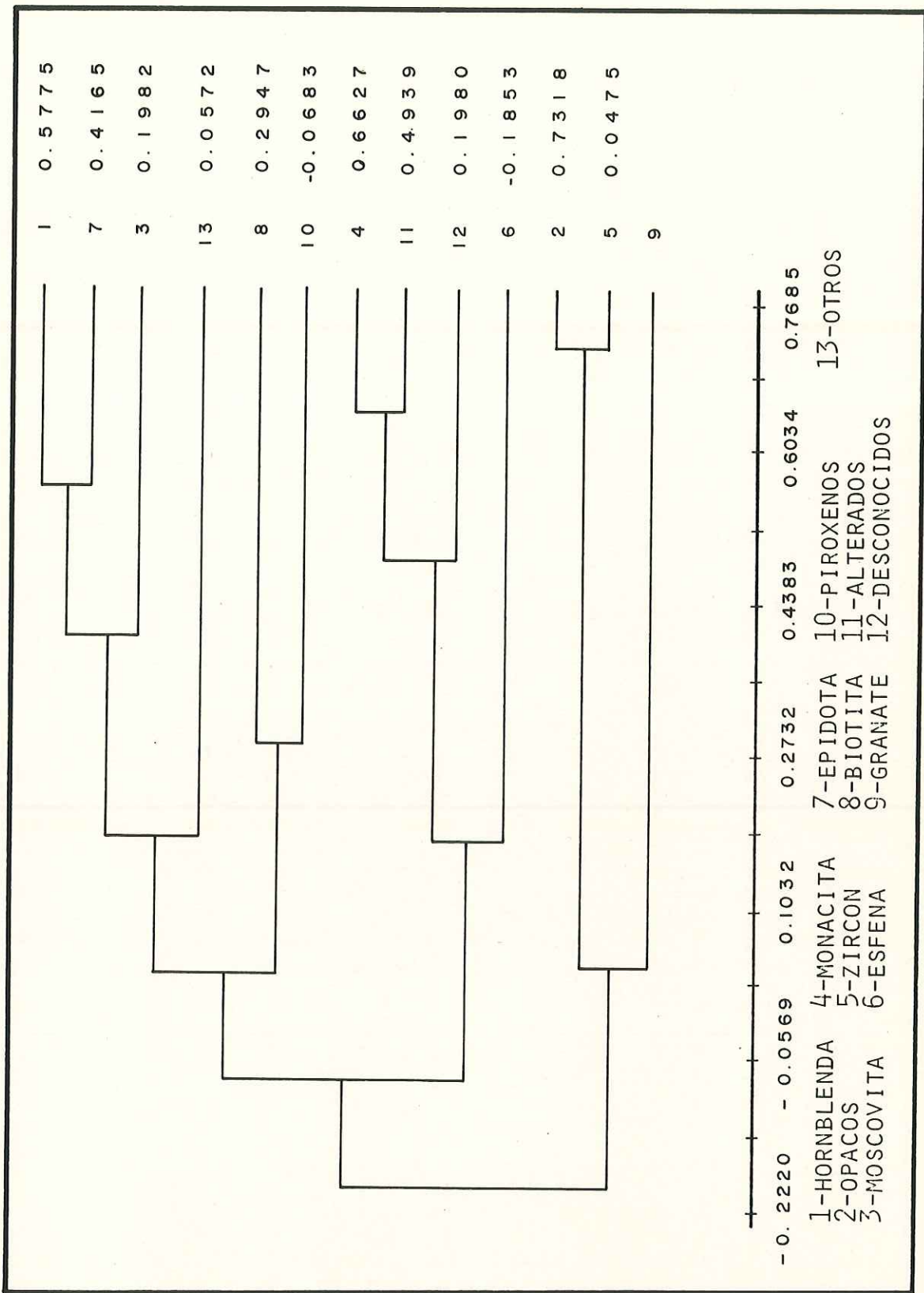


FIG. 18 DENDROGRAMA OBTENIDO POR ANALISIS DE GRUPOS EN MODO-R DE LA FRACCION 3.5 ϕ .

DISCUSIONES:

MINERALES PESADOS:

La composición mineral tanto de playas como de arroyos depende de la clase, la cantidad y el tamaño de los minerales en las rocas de origen, los cuales son desintegrados conforme actúan el transporte mecánico y la descomposición química. Durante el transporte diferentes minerales y también diferentes tamaños de minerales son acarreados dependiendo de las condiciones hidráulicas.

Es visto que bajo ciertas condiciones hidráulicas, los minerales pesados de menor tamaño pero de alta gravedad específica son depositados con los ligeros de mayor tamaño pero menor gravedad específica, por lo que encontramos juntos a estas dos clases de minerales en las playas, obedeciendo a lo que comunmente se conoce como equivalente hidráulico de tamaño.

Se escogieron las fracciones 3.0 y 3.5 ϕ pues en este tamaño se determinan mas fácilmente las propiedades físicas de los minerales como son exfoliación y fractura, los granos son suficientemente pequeños para que la mayoría de los minerales pesados permitan utilizar las propiedades ópticas

de cada uno para su identificación (Rittenhouse, 1943).

La mineralogía difiere en ambas fracciones, si no en variedad sí en concentración puesto que aunque la relación entre el tamaño de grano y la composición mineralógica es pequeña si existen algunos cambios, (Van Andel, 1959).

Al analizar las concentraciones de minerales pesados y ligeros de la fracción 3.0 ϕ (tabla 4, fig.4), no se observa que exista una tendencia de dilución clara. En la estación 258 y 263 existe un mínimo en la concentración de minerales pesados, la última estación corresponde a una desembocadura. En la fracción 3.5 ϕ (tabla 4, fig.5) se puede ver que el contenido de pesados es mayor lo cual se puede explicar en base a la equivalencia hidráulica de tamaño, también hay un mínimo para la estación 263 lo que indica que por ser una desembocadura puede tratarse de un aporte pero de minerales ligeros ó de pesados de un mayor tamaño.

En el mismo tipo de análisis para arroyos (fig.6 y 7) se observó que, contrariamente a lo que se presentaba en la cara de la playa, el contenido de minerales ligeros es mayor que el de pesados en ambas fracciones, aumentando solo un poco en la 3.5 ϕ , por lo que se puede descartar un aporte significativo de minerales pesados a la costa durante esta época del año.

Cuando se realizó el muestreo, se observó que únicamente el arroyo Rosarito (fig. 2) transportaba sedimento a la costa, el contenido de arenas negras en su desembocadura era alto en comparación con el resto de los arroyos, pudiendo ser el aportador local más importante.

TAMAÑO DE GRANO:

Los datos obtenidos del tamizado de muestras (tabla 5), indican que el material presente en la playa fue en general de moderadamente a bien clasificado. La asimetría fue positiva a excepción de las estaciones 263 y 273 que presentan asimetrías negativas y que corresponden a desembocaduras. Estos parámetros no muestran ninguna tendencia a disminuir o aumentar en cierta dirección (fig. 8) ya que se mantiene un tamaño constante a todo lo largo de la zona, con excepción de las estaciones 263 y 273 donde el material es pobremente clasificado lo que da un indicio de que puede haber aporte de material en periodos de flujo alto coincidiendo con lo establecido por Judge (1970). En los arroyos el material fue de moderado a pobremente clasificado.

MINERALOGIA EN ARENAS:

Se compararon todas las especies mineralógicas de la fracción 3.0 ϕ (tabla 7) graficando los porcentajes acumulativos de las mismas (fig.10) y no se observó ninguna tendencia de dilución, a excepción de la esfena que disminuye en concentración de sur a norte.

De la fracción 3.5 ϕ (tabla 8, fig.11) es evidente que el comportamiento es igualmente irregular que en la fracción anterior, variando solo las concentraciones de algunas especies, específicamente opacos y zircon, siendo de nuevo la esfena la que muestra una tendencia a disminuir de sur a norte.

Los arroyos, en cambio, muestran un comportamiento contrario al de la cara de la playa lo que coincide con el análisis hecho para minerales ligeros y pesados, la relación más significativa entre las especies de arroyos y playas son de minerales opacos, monacita y esfena que están presentes en ambas partes (fig.13 y 14).

Casi todas las especies consideradas aquí están presentes en rocas ígneas félsicas y máficas (tabla 1). Algunos de éstos minerales pueden encontrarse localmente ya que la geología regional está constituida predominantemente

de rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias marinas (Gastil et al 1971). Según la identificación establecida por Minch (1967), los basaltos y las rocas sedimentarias presentes en la región se componen de plagioclasas hasta en un 60%, hornblenda cuarzo olivino y augita en menor cantidad. Magnetita y productos de alteración también son encontrados en playas. La ausencia de olivino y augita en los sedimentos de playa nos lleva a pensar que el aporte de sedimentos por cantiles no es significativo, y que la mayor parte, puede provenir de fuentes alejadas de la zona, aunque cabe la posibilidad de que se encuentren alterados por ser minerales inestables.

Analizando lo anterior y observando las figs. 10 y 12 es evidente que las concentraciones del mineral mas abundante, que es la hornblenda, disminuye en los arroyos (muestras 255, 280 y 284) y se incrementa la abundancia de opacos, monacita y esfena principalmente, con lo cual se puede establecer que al menos monacita y esfena tengan la misma roca fuente, los opacos y el zircon aunque seguramente de otra fuente se encuentran junto con estos pues todo parece indicar que se trata de minerales policíclicos ya que algunos de ellos, principalmente monacita, granate y magnetita, que son de los mas estables se encuentran redondeados en su mayor parte, esto sugiere que pueden provenir de rocas sedimentarias.

El sedimento puede ser acarreado por detrás de la zona de rompiente y luego meterse hacia la playa por oleaje, Duffett (1969) menciona que con una velocidad de corriente menor a 30 cm/s los sedimentos de la costa oeste de Baja California comienzan a ser transportados perpendicularmente hacia la costa. Según los datos reportados por Marmolejo Lara (1985) se tiene un promedio de velocidad de corriente paralelo a la playa de 23 cm/s en playas de Rosarito, lo que constituye una posibilidad de que puede haber aporte de material de zonas alejadas..

Evidencias como marcas en la superficie y bordes corroídos presentes en algunos de los minerales son indicadores de inestabilidad. En base al clima prevaleciente en la región podemos decir que los sedimentos presentes en el área son poco maduros y por el gran contenido de hornblenda relativamente jóvenes..

Se hizo análisis de regresión para la esfena (fig.19) para muestras de playa en la fracción 3.0 ϕ obteniendo una tendencia neta de transporte. Lo mismo sucede en la fracción 3.5 ϕ (fig.20), no se tomaron en cuenta los arroyos en ninguna de éstas..

En la fig. 21 para la fracción 3.0 ϕ se aprecia la misma tendencia de la esfena al aplicar la regresión solo que

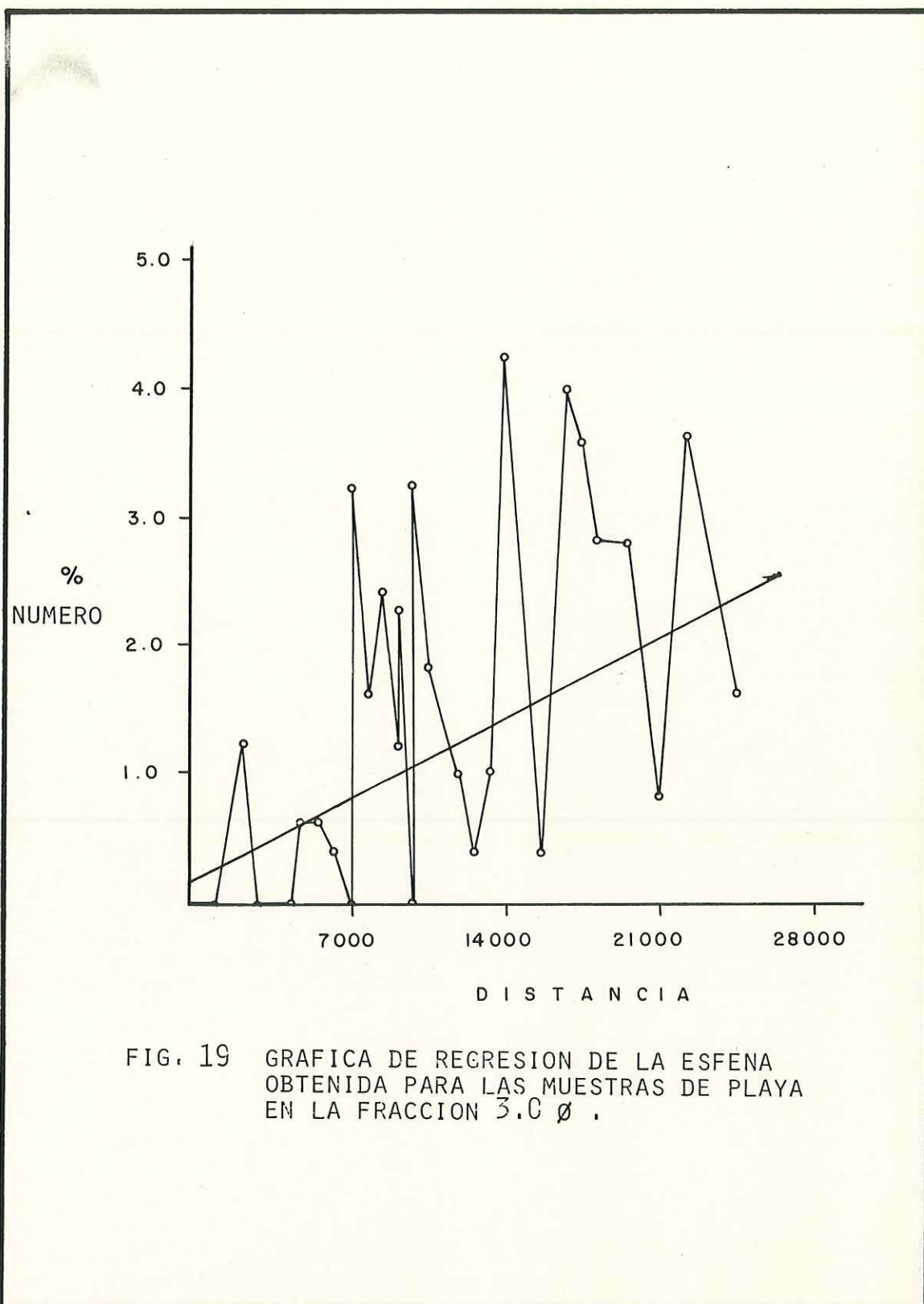


FIG. 19 GRAFICA DE REGRESION DE LA ESFENA
OBTENIDA PARA LAS MUESTRAS DE PLAYA
EN LA FRACCION 3.0 ϕ .

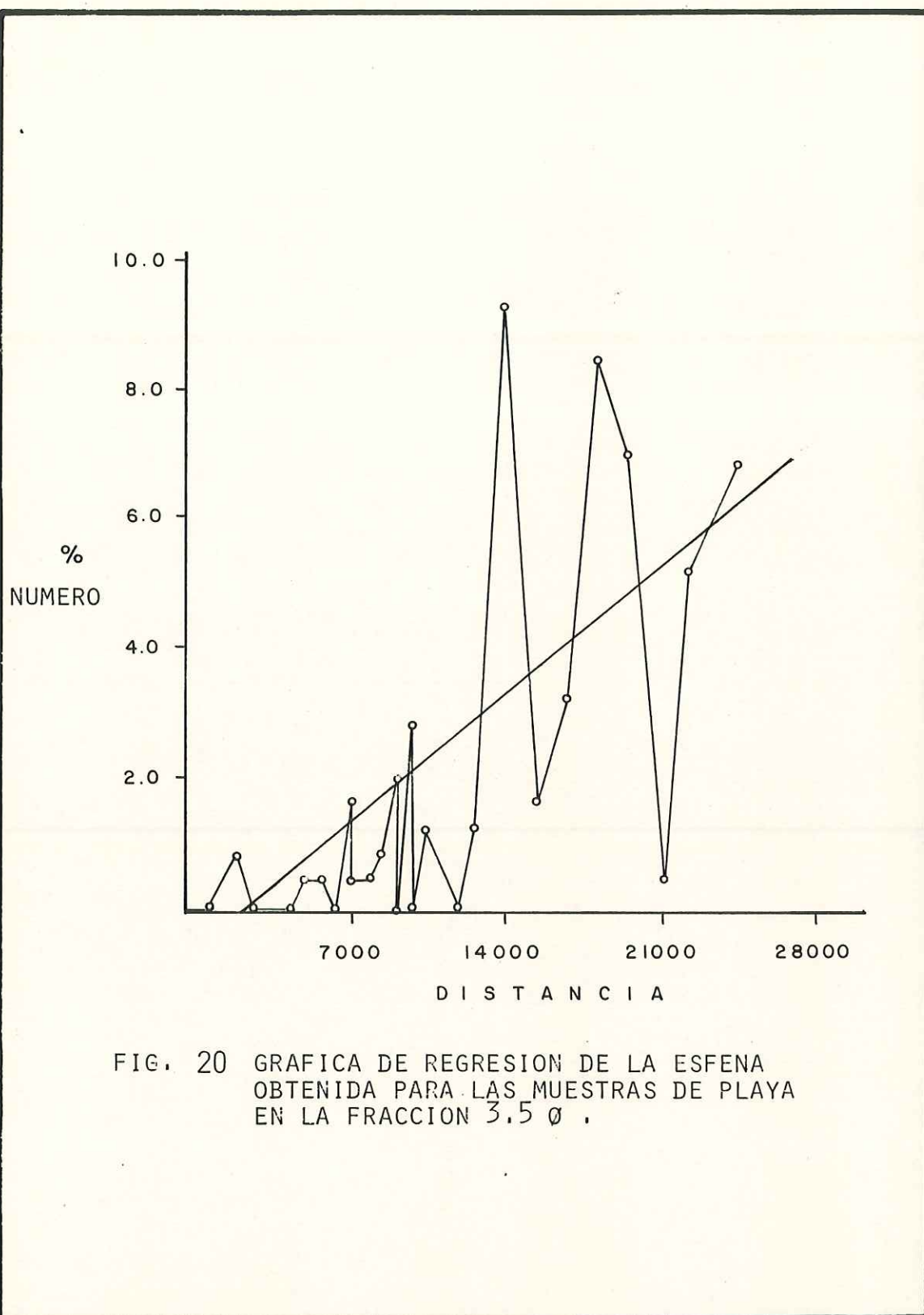


FIG. 20 GRAFICA DE REGRESION DE LA ESFENA
OBTENIDA PARA LAS MUESTRAS DE PLAYA
EN LA FRACCION 3.5ϕ .

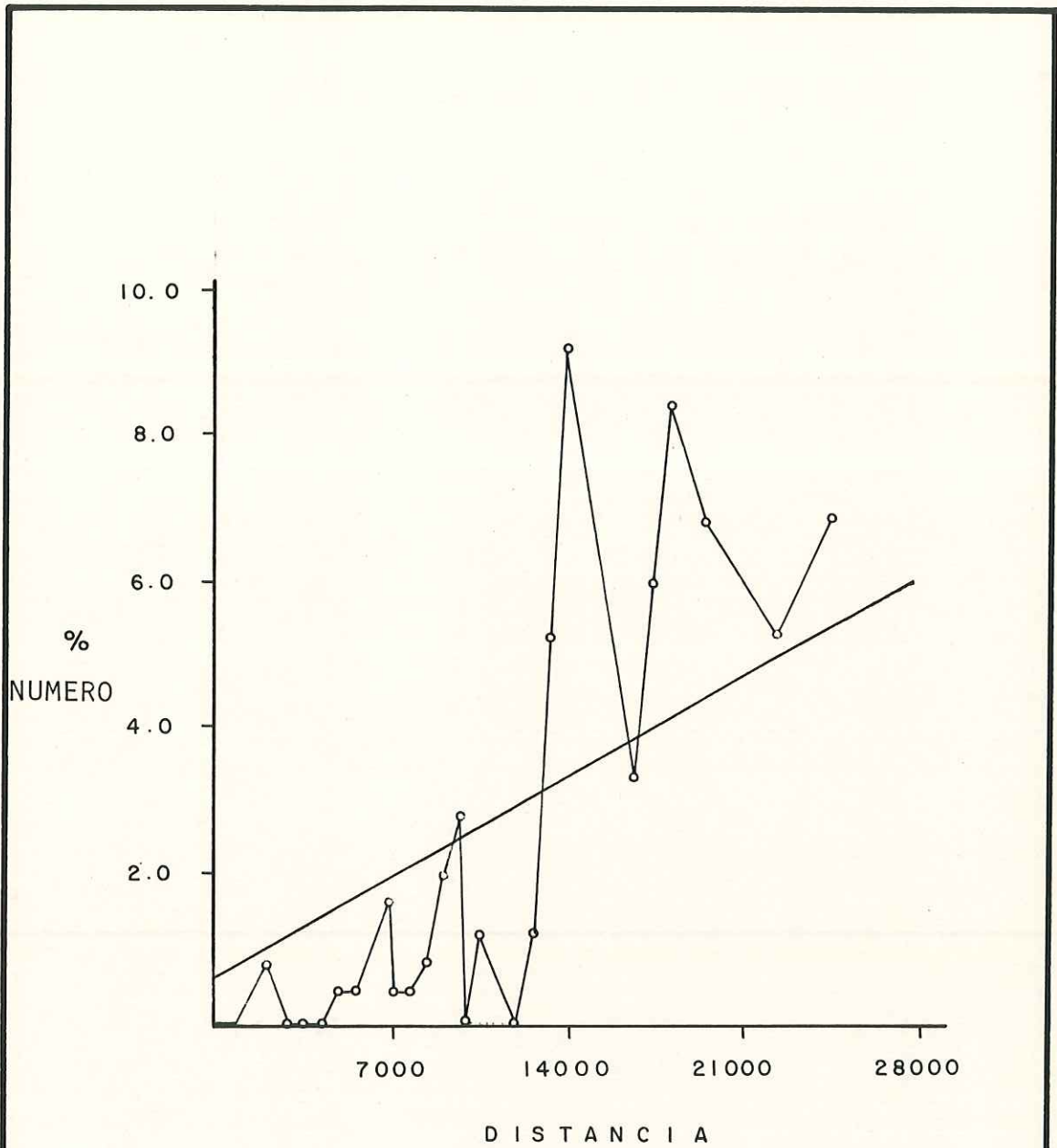


FIG 21 GRAFICA DE REGRESION DE LA ESFENA
OBTENIDA PARA LAS MUESTRAS DE PLAYA
SIN DESEMBOCADURAS EN LA FRACCION 3.0 ϕ .

aquí se eliminan los arroyos y las desembocaduras. Lo mismo vuelve a suceder con la fracción 3.5 ϕ (fig. 22). Este fue el único mineral que presentó una tendencia por lo cual se escogió como el trazador más importante.

Es posible que esta especie, como ya se mencionó, sea aportada durante los flujos mayores a la costa, lo que es característico de zonas áridas como nuestra área de estudio (Trask, 1951).

ANÁLISIS DE GRUPOS:

En el dendrograma obtenido para la fracción 3.0 ϕ (fig. 15) se tomaron en cuenta todas las especies y se observó una buena correlación entre todas, con excepción de la estación 255, 280 y 284 correspondientes a los arroyos.

En la fracción 3.5 ϕ se distinguen 4 grupos de muestras que no siguen una secuencia ordenada entre estaciones, de nuevo las estaciones 255, 280 y 284 permanecen aisladas del resto de las muestras.

La presencia de hornblenda constituye una provincia bien marcada coincidiendo con lo determinado por Cadena (1986), esto confirma la posición de que las arenas ricas en hornblenda pueden provenir de fuentes al norte y sur de la

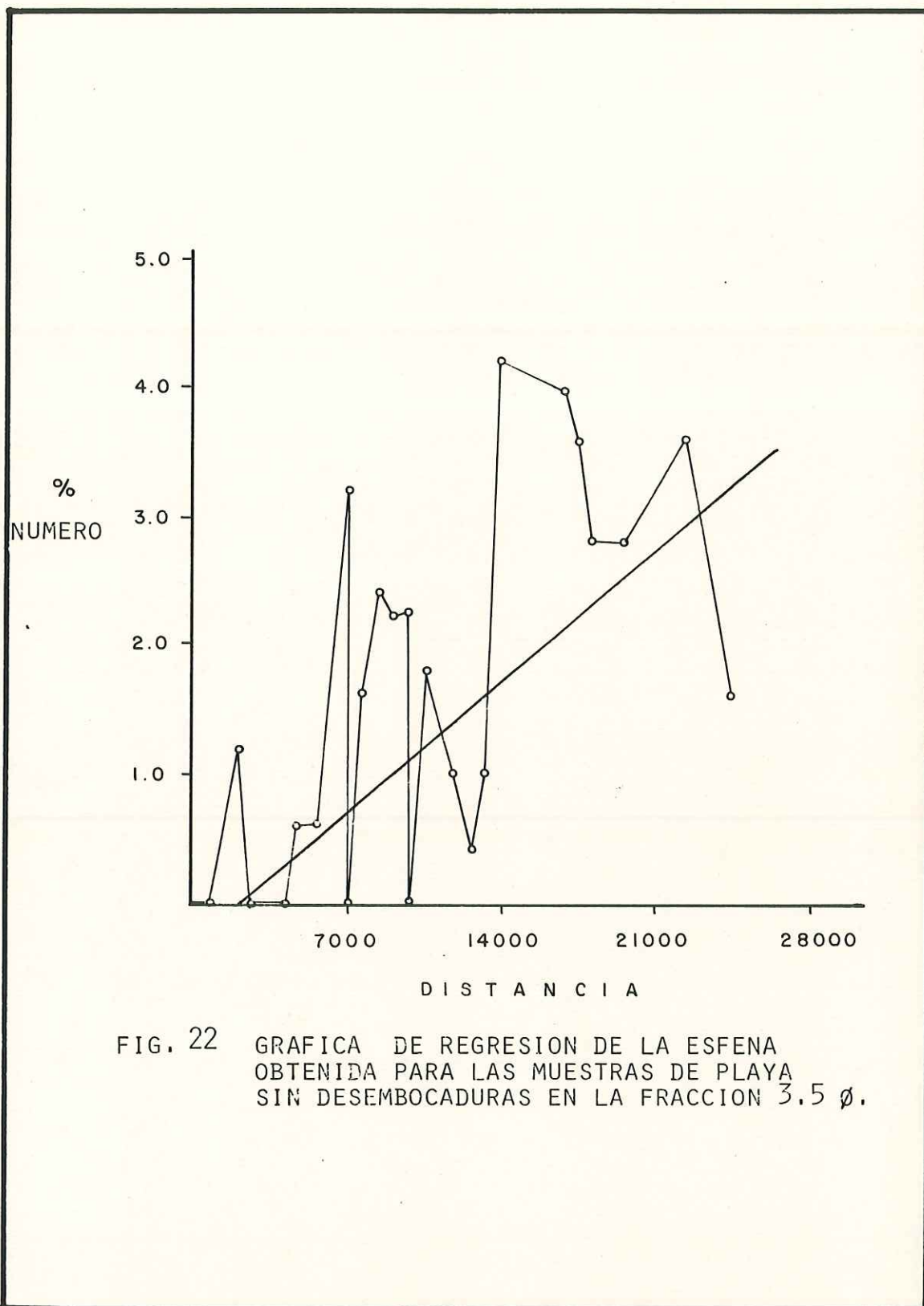


FIG. 22 GRAFICA DE REGRESION DE LA ESFENA OBTENIDA PARA LAS MUESTRAS DE PLAYA SIN DESEMBOCADURAS EN LA FRACCION 3.5 ϕ .

zona. Esto es factible ya que por la forma alargada de la hornblenda puede ser transportada grandes distancias.

En la fig. 23 para la fracción 3.0 ϕ se eliminó la hornblenda y los minerales opacos obteniéndose buenas correlaciones y separándose 5 grupos que siguen una tendencia a ordenarse entre muestras cercanas. De nuevo los arroyos presentan poca correlación con el resto de las muestras.

La fig. 24 de la fracción 3.5 ϕ presenta similar comportamiento a la anterior, la correlación entre arroyos y muestras de playa es mas marcada y se correlaciona con muestras ubicadas al norte, lo que corrobora un transporte en este sentido.

En el modo-R (Fig. 17) de la fracción 3.0 ϕ se observa una mejor correlación entre monacita, alterados y esfena, y también opacos y zircon.

Para la fracción 3.5 ϕ (fig. 18) las correlaciones mas significativas corresponden a opacos y zircon, monacita y alterados y hornblenda con epidota.

En la fig. 25 se eliminó la hornblenda y los opacos obteniéndose mejores correlaciones para la fracción 3.0 ϕ entre monacita y alterados, esfena con alterados y zircon con

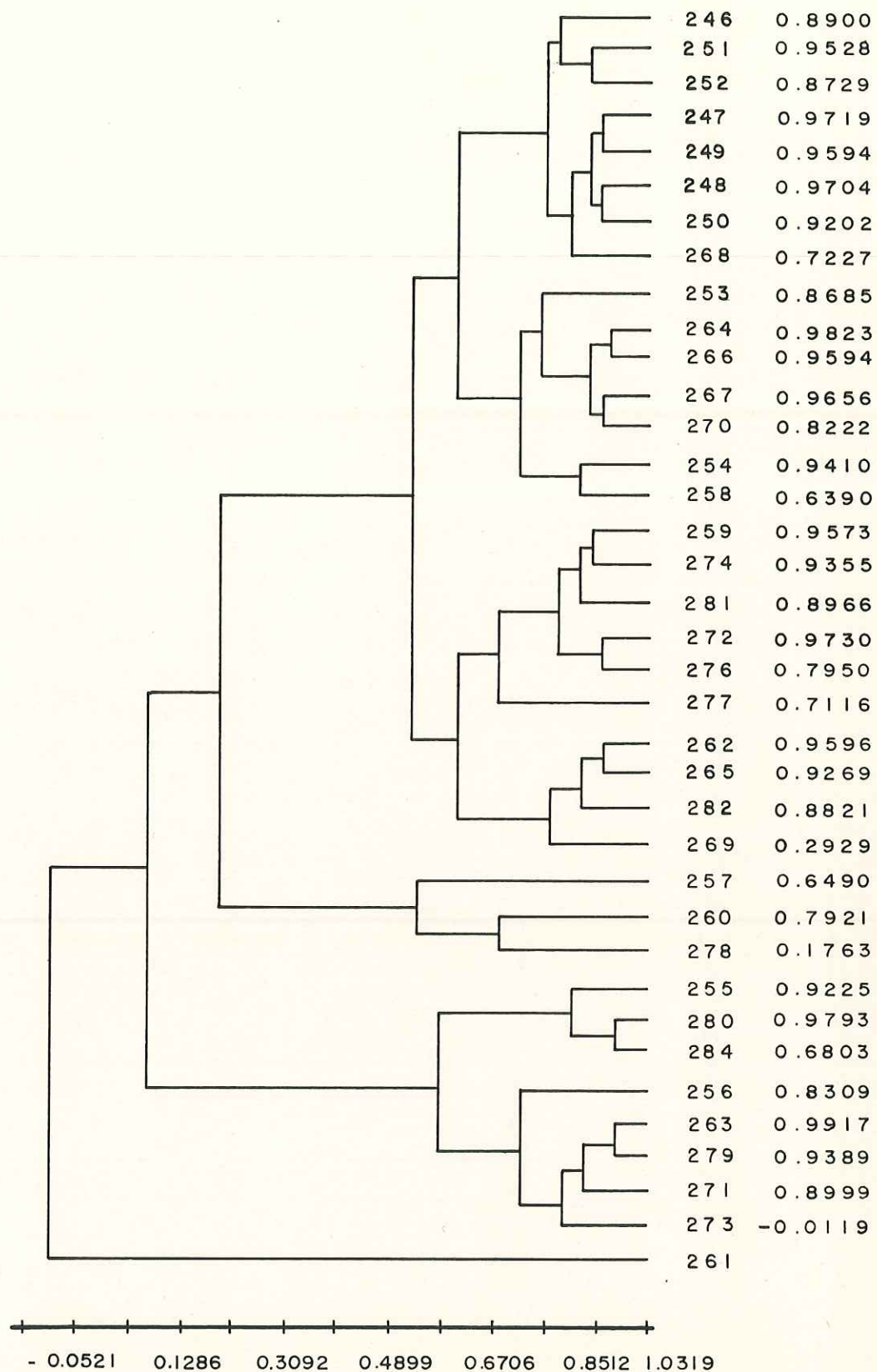


FIG. 23 DENDROGRAMA. OBTENIDO POR ANALISIS DE GRUPOS EN MODO-Q DE LA FRACCION 3.0 ϕ SIN HORNBLENDA Y SIN OPACOS.

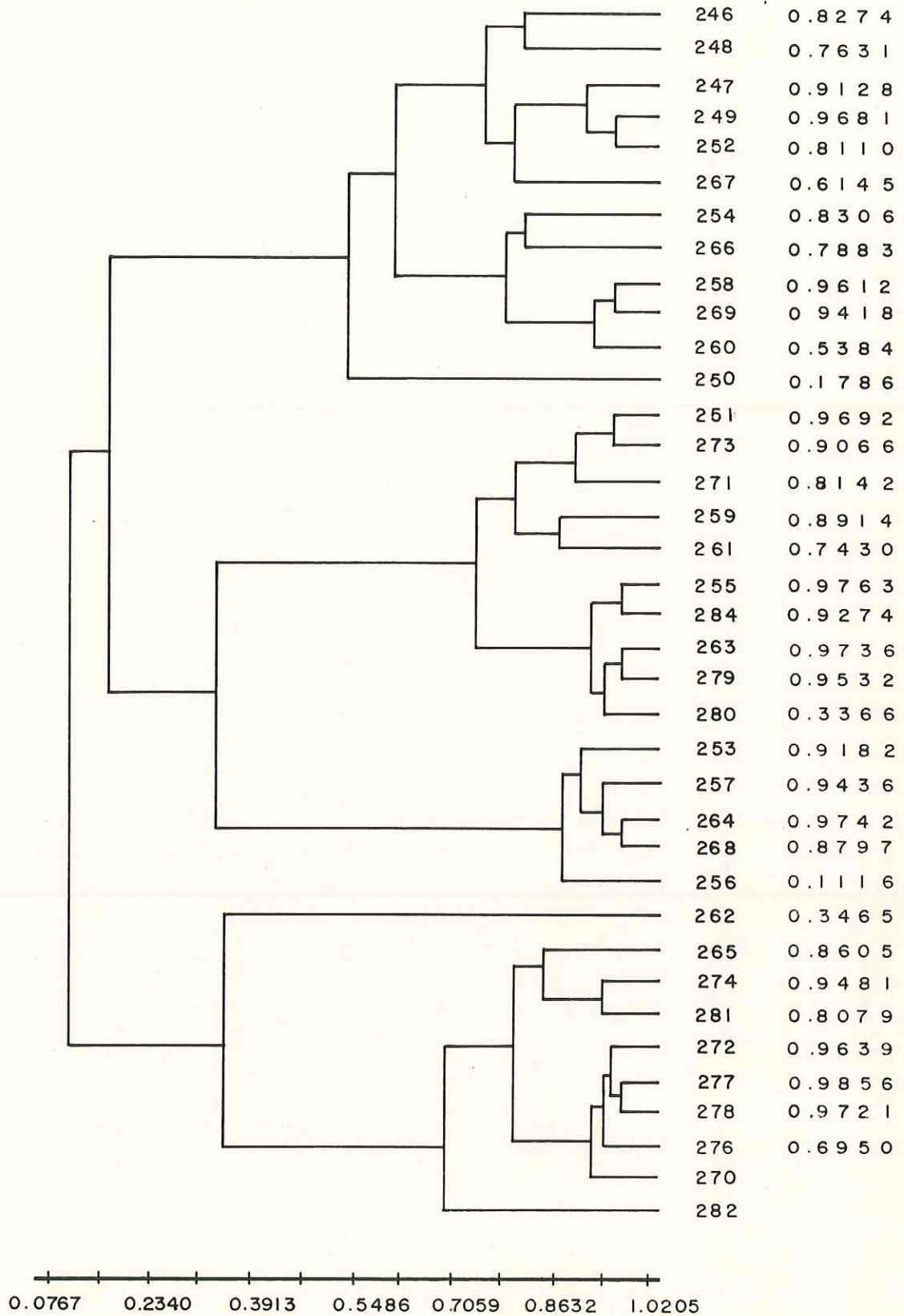


FIG. 24 DENDROGRAMA OBTENIDO POR ANALISIS DE GRUPOS EN MODO-Q DE LA FRACCION 3.5 ϕ SIN HORNBLENDA Y SIN OPACOS.

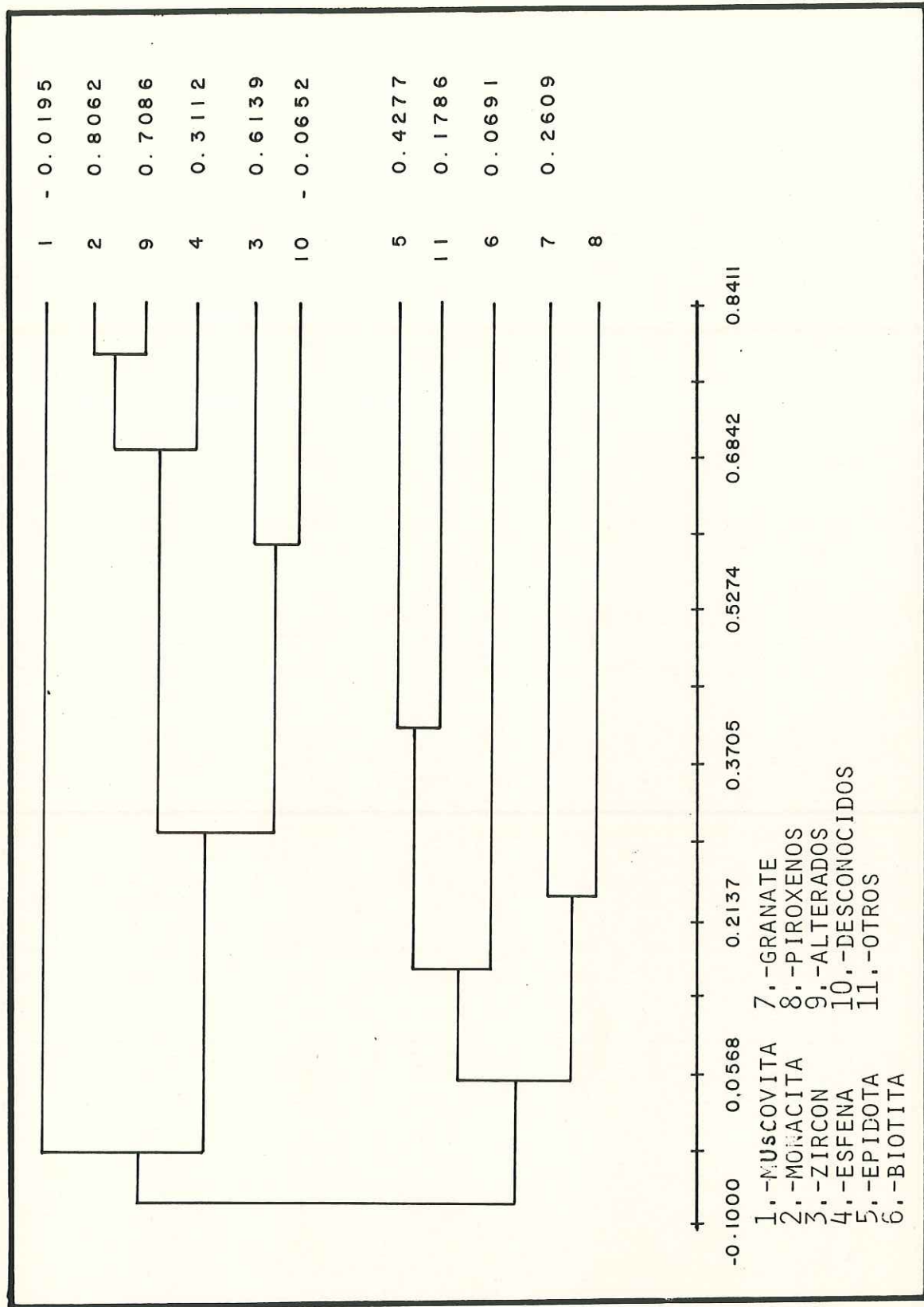


FIG. 25 DENDROGRAMA OBTENIDO POR ANALISIS DE GRUPOS EN MODO-R DE LA FRACCION 3.0 Ø SIN HORNBLENDA Y SIN OPACOS.

desconocidos, en cambio para la fracción 3.5 ϕ (fig.26) la correlación más significativa fué de monacita y alterados..

Estos análisis conducen a sugerir una provincia de hornblenda con asociaciones difíciles de determinar pudiendo ser éstas la magnetita, zircon, monacita, esfena y alterados..

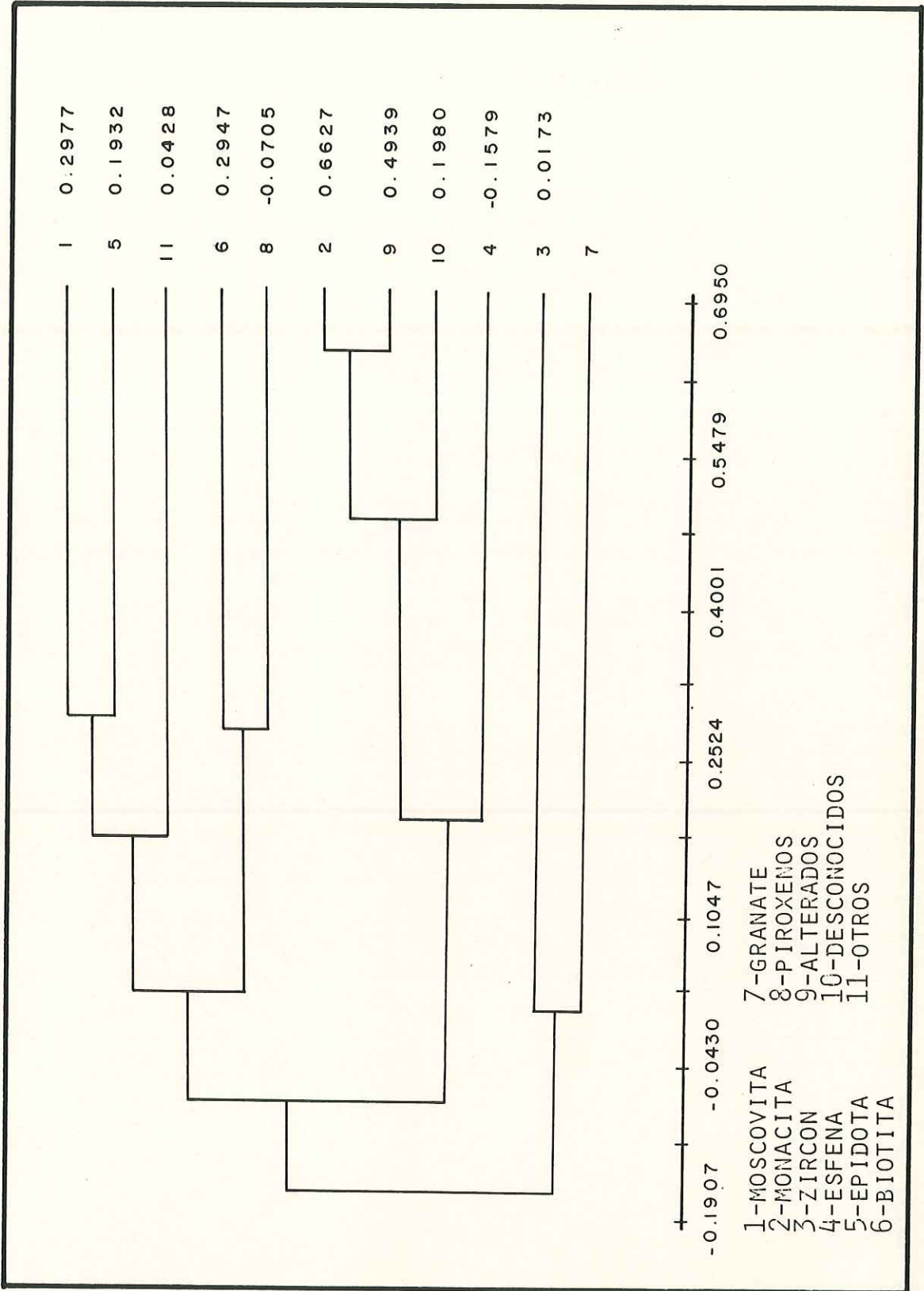


FIG. 26 DENDROGRAMA OBTENIDO POR ANALISIS DE GRUPOS EN MODO-R DE LA FRACCION 3.5 Ø SIN HORNBLENDA Y SIN OPACOS.

CONCLUSIONES:

La tendencia de transporte litoral observada se determinó en base a la dilución de la esfena, la cual por presentar las mejores características como mineral trazador, marca una dirección neta hacia el norte (fig. 27), lo que coincide con lo establecido por Marmolejo Lara (1985) para los meses de verano y con Ureña Portales (1986) quien determina una dirección neta hacia el norte en playas de Tijuana utilizando entre otros minerales trazadores a la esfena y monacita.

La dominancia de hornblenda sugiere que la fuente de aporte se puede encontrar principalmente en las rocas ígneas félsicas que son drenadas por los arroyos mayores al norte y sur de la zona de estudio. No fue posible utilizar a la hornblenda y a la magnetita como trazador debido a sus variadas fuentes de aporte.

Las asociaciones de monacita, esfena, muscovita, zircon y alterados indican por sus características que su fuente pueden ser las rocas sedimentarias locales que son drenadas por los arroyos.

La forma de algunos minerales como la monacita sugiere que los minerales encontrados son policíclicos.

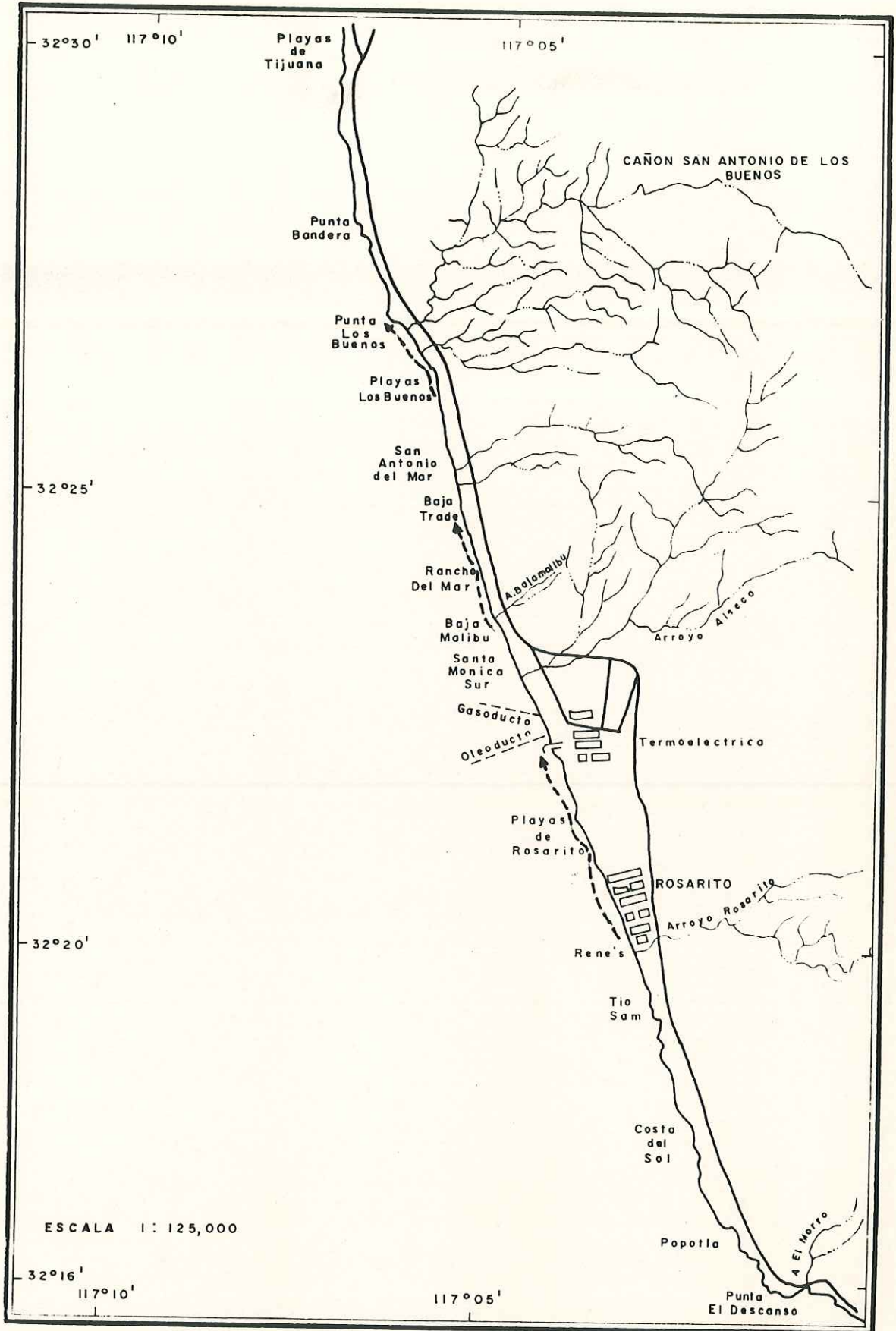


FIG. 27 DIRECCION PREDOMINANTE DEL TRANSPORTE LITORAL.

Opuesto a lo que establece Duffett (1969) los cantiles no son los principales aportadores de sedimento para esta parte de la costa.

BIBLIOGRAFIA:

- ARANDA MANTECA F., 1983. Estudio de minerales pesados como trazadores de la corriente litoral en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. Ensenada, B.C., México. 52 p.
- BASCOM W. N., 1950. The relationship between size and beach-face slope. Transactions, American Geophysical Union. 32(6):72-80 p.
- CADENA LUCERO J., 1986 . Provincias de minerales comprendidos entre la localidad El Morro y Playas de Tijuana. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., Ensenada, B.C. México, (En preparación).
- CARVER, R.E., 1976. Procedures in sedimentary petrology. Wiley Interscience, New York, 651 pp.
- DETENAL, 1980. Carta topográfica. Comisión de estudios del territorio nacional. Secretaría de la presidencia, 1980.

- DRYDEN, A. L., 1931. Accuracy in porcentaje representation of heavy mineral frequencies. Proceeding of the National Academy of Sciences, 17(5) 233-238 p.
- DUFFETT, W.N., 1969. Arroyo shoreline relationships in northwest B.C., México. Ph.D. Dissertation, University of Colorado. 259 pp.
- FESSENDEN, F.W., 1959. Removal of heavy liquid separates from glass centrifuge tubes. Jour. of Sedim. Petrology, 29(3): 621-622 p.
- GASTIL, R.G., PHILLIPS, R.P. y ALLISON, E.C., 1975. Reconnaissance Geology of the State of Baja California. Geology Society of America, Memoir 140, 170 pp.
- HUANG W. T., 1981. Petrología. Uteha, S.A. de C.V. México, 546 pp.
- JUDGE, C.W., 1970. Heavy minerals in beach sediments as indicators of shore processes between Monterey and Los Angeles, Cal. U.S.A Army Corps of Engineers, Tec. memorandum No.33. 45 pp.
- KRUMBEIN, W.C. y W.C. RASMUSEN, 1941. The probable error of sampling beach sand for heavy mineral analysis.

Jour. of Sed. Petrology., 11(11): 10-20 p.

MARMOLEJO LARA M., 1985. Control de azolvamiento en una obra de toma de agua marina. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A. B.C., Ensenada B.C., México. 60 pp.

MARTINEZ BELTRAN P., 1981. Dirección del transporte litoral en la costa oeste del estado de Baja California. Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., Ensenada B.C., México. 42 pp.

MINCH, A. J., 1967. Stratigraphy and structure of the Tijuana-Rosarito beach area northwestern Baja California, México. Geological Society of America Bull., 78(2): 1155-1178 p.

PETTIJOHN, F.J., POTTER P.E. y SIEVER R., 1973. Sand and sandstones. Springer Verlay, New York, 618 pp.

RAMESAM, V., 1966. Improved methods of heavy minerals separation and counting suitable for fine grained sandstones. Jour. of Sedim. Petrology, 36(2): 629-631 p.

RITTENHOUSE G. 1943. Transportation and deposition of heavy

- minerals. Geological Society of America Bull, 54:
1725-1780.
- ROYSE CH., 1970. An introduction to the sediment analysis.
Arizona State University, 180 pp.
- RUBBEY W. W., 1933. The size distribution of heavy minerals
within a water laid sandstone. Geological Society of
America, 11: 138-164 p.
- SHEPARD P. FRANCIS, 1950. Longshore currents observations
in southern California. Beach Erosion Board, Corps of
Engineers, Technical Memorandum No.13. 54 pp.
- S.R.H., 1971. Boletín Hidrológico No.28. Regiones
Hidrológicas 1-7, Península de Baja California. Oficina
de Publicación de la Dirección Hidrológica I-5 a I-6.
- SUNAMURA T. y K. HORIKAWA, 1971. Predominant direction of
littoral transport along Kujuukury beach, Japan.
Coastal Engineering in Japan, 14: 107-117 pp.
- TRASK D. P., 1951. Source of beach sand at Santa Barbara
California as indicated by mineral grain studies.
Technical memorandum No.23, Beach Erosion Board, Corps
of Engineers, 24 pp.

UREÑA PORTALES E., 1986. Transporte litoral paralelo a la costa en playas de Tijuana. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. Ensenada B.C. México, (En preparación).

VAN Tj. H. ANDEL, 1950. Provenance transport and deposition of Rhine sediments .I. A heavy mineral study on river sands from the drainage area of the Rhine. Wageningen, 129 pp.

VAN Tj. H. ANDEL, 1959. Reflections of the interpretation of heavy mineral analysis. Jour. of sed. petrology, 29(2): 153-163 pp.

WILDE P. y W. CHARLES, 1977. Technique for predicting sediment transport in the marine environment using natural heavy mineral tracers. Lawrence Berkeley Lab. University of California Berkeley, 25-30 p.