

Universidad Autónoma de Baja California

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LAS DUNAS DEL
EJIDO PRIMO TAPIA, BAJA CALIF., MEXICO.



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
P R E S E N T A
LAURA VALDES COTERA

Ensenada, Baja Cfa.

Mayo de 1987

RESUMEN

En el ejido Primo Tapia, existe un campo de dunas costeras que se utiliza como zona turística. El constante paso del hombre sobre éstas, no permite el desarrollo de vegetación que ayude a estabilizar el sistema. Esto, provoca una erosión marcada en ciertas zonas de la duna, afectando su conservación. Para determinar el grado de estabilidad, se analizó la dirección y sentido predominante del transporte del sedimento en el área. A través de un muestreo piloto, se obtuvo un panorama general de la dirección del transporte, anterior a la época de lluvias, y el número mínimo de muestreo. El muestreo, que se hizo, posterior a las lluvias, es estratificado simple, con diez transectos en dirección perpendicular y ocho paralelos a la costa, a lo largo del campo de dunas. Estos transectos se encuentran distribuidos de norte a sur, desde el ejido Primo Tapia hasta el arroyo del Descanso. Se evaluó la media gráfica, la desviación estandar y asimetría, según la estadística de Folk y Ward (1957) y Friedman (1961), para obtener los parámetros estadísticos del sedimento. Por medio de las características del sedimento de tipo normal, se aplicaron los criterios de: a) media-clasificación (Sunamura y Horikawa 1971), y b) media-clasificación-asimetría (Mc Laren y Bowles 1985). El criterio de Mc Laren y Bowles (1985), muestra una tendencia más clara y completa de la dirección y sentido del transporte de sedimento, el cuál es predominante de playa a tierra, i.e., de la base de la duna a la cresta, con un transporte de tipo secuencial. Sin embargo, al identificar zonas de erosión y acreción se observa la erosión debida a la lluvia, la cual produce un transporte de sedimentos en las dunas, hacia la playa. Suministrando así, sedimentos a la costa. El campo de dunas del ejido Primo Tapia se asemeja al modelo de dunas barchan en equilibrio, propuesto por Howard et al. (1978).

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LAS DUNAS DEL
EJIDO PRIMO TAPIA, BAJA CALIF., MEXICO.

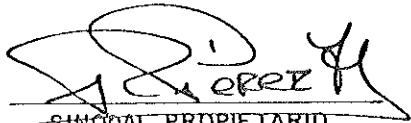
TESIS
QUE PRESENTA

Laura Valdés Coterá

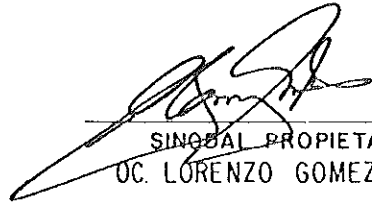
APROBADA POR :



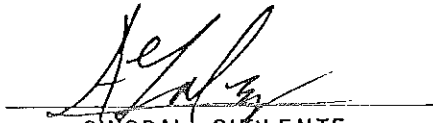
PRESIDENTE DEL JURADO
M.C. FRANCISCO SUAREZ VIDAL



SINODAL PROPIETARIO
OC. ROBERTO PEREZ HIGUERA



SINODAL PROPIETARIO
OC. LORENZO GOMEZ-MORIN F.



SINODAL SUPLENTE
M.C. ADOLFO GONZALEZ CALVILLO



SINODAL SUPLENTE
OC. FRANCISCO J. ARANDA MANTECA

DEDICATORIA

PARA LA HONRA Y GLORIA DE DIOS,
EL ES MI MOTIVO Y ALEGRIA DE VIVIR.

CON EL CORAZON, A LA IGLESITA DEL SAUZAL, CON QUIENES
HE PODIDO DESARROLLAR LO MEJOR DE MI, EN CRISTO JESUS.

CON EL AMOR QUE EL TIEMPO Y LA DISTANCIA HAN ACRECENTADO

A MI PADRE, QUE ME HA LLEVADO
A TRAVES DE UNA CARRERA DE AMOR
A MI MADRE DE QUIEN LLEVO
PRECIOSOS RECUERDOS DE MI NIÑEZ.
A RAFAEL, LOURDES Y MARCELA N.
A EDGAR, BRENDA Y XIMENA RAQUEL.
A EDGAR, MIRIAM , EDGAR DANIEL,
IVAN ISRAEL Y DEBORA NATALIA.
A RAUL, TERE, ALMA Y MERCEDES.
A PAPA ELOY Y MAMA CARMELA.
A EL TIO CUCO Y LA TIA MARTHA.

DE QUIENES DESCUBRO CADA DIA, ALGO MEJOR.

AL REV. F. JAVIER MORALES BUSTOS, QUIEN HA SIGNIFICADO,
MI RELACION MAS ESTABLE, PURA Y PROFUNDA.

A MIS GRANDES AMIGAS Y CONSEJERAS.

SRA. MARTHA AVILA SOTOMAYOR

OC. MA. DE LA LUZ OROSCO Z.

HERMANA YOLANDA DE ARMENTA

SRA. ARISTELA GARIBALDI B.

TIA OLGA RUTH

A MIS AMIGOS, AMABLES Y SENCILLOS.

LUZ MA. YEPÍZ

ROBERTO MONTES

HECTOR ATILANO

MIRIAM POUMIAN

JORGE GONZALES

MARGARITA VEGA

JORGE RAMIREZ

BLANCA ESCAREÑO.

AGRADECIMIENTOS

Muchas fueron las personas que contribuyeron a la realización de ésta tesis, incluyendo el apoyo constante de mi familia.

Entre ellas están :

El M.C. Fco. Suárez, quien me propuso y dirigió en el tema de tesis, en quien encontré libertad total, gran paciencia y entusiasmo renovado.

El Oc. Roberto Pérez, por su continuo apoyo y oportunas asesorías, así como sus consejos que fueron definitivos en los logros obtenidos. Al Oc. Lorenzo Gómez Morín, por animarme y asesorarme para formar, de una leve idea, un proyecto de tesis. Al Oc. Fco. Manteca Aranda, por su motivación en el estudio, por su preocupación, sus comentarios y su empeño en el mejoramiento de la presente.

Al M.C. Adolfo Calvillo, por su apoyo y colaboración al proporcionarme los programas de computadora para el análisis de sedimentos, así como de las asesorías prestadas al respecto de su funcionamiento y manejo.

Al personal académico, técnico y administrativo del CICESE, por todo el apoyo brindado durante la permanencia en el centro y para la realización de la misma.

De entre la comunidad CICESE quisiera destacar al equipo de bibliotecarias, por su ayuda en el acopio de material bibliográfico.

Al Dr. Chagoya, Dr. José Frez, M.C. Eloy Salazar, M.C. Miguel Telles y O.C. Jorge Ramírez, por su especial asesoría en los análisis estadísticos y computacionales.

Agradesco, la permanente asesoría del personal del Centro de Cómputo

Deseo expresar las gracias más sinceras por la lectura y crítica del manuscrito a la Oc. Amelia de Nishikawa, Sria. Blanca Escareño y M.C. Amabel Ortega.

A ésta última, por prestarme su escritorio sin cobrarme renta y a Lic. Lourdes R. por soportarme con paciencia en su cubo.

A mis amigos de geofísica que han sido un aliciente constante, cada uno a su manera, de la importancia de seguir adelante !

Al JEFE DEL PROYECTO, por su apoyo económico : MI Papá.

I N D I C E.

I.	INTRODUCCION.....	1
1.	ANTECEDENTES.....	3
2.	OBJETIVO.....	5
II.	METODOLOGIA	6
1.	LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	6
2.	TECNICAS DE CAMPO.....	9
2.1.	MUESTREO PILOTO.....	9
2.2.	MUESTREO.....	12
3.	TECNICAS DE LABORATORIO.....	16
4.	TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS.....	16
4.1.	EVALUACION DE DATOS.....	17
4.2.	DESCRIPCION DE MODELOS.....	19
4.2.1.	CRITERIO MEDIA-CLASIFICACION.....	19
4.2.2.	CRITERIO-MEDIA-CLASIFICACION -ASIMETRIA.....	19
III.	RESULTADOS.....	26
1.	MUESTREO PILOTO.....	26
2.	MUESTREO.....	31

IV.	DISCUSIONES.....	45
1.	CRITERIO MEDIA-CLASIFICACION (SUNAMURA Y HORIKAWA).....	51
2.	CRITERIO MEDIA-CLASIFICACION -ASIMETRIA (MC LAREN Y BOWLES).....	57
3.	EXTENSION COMPARADA CON SUNAMURA Y HORIKAWA, MC LAREN Y BOWLES, HOWARD.....	99
V.	CONCLUSIONES.....	101
VI.	SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES.....	104
VII.	LITERATURA CITADA.....	105
VIII.	APENDICES.....	109
1.	APENDICE 1.....	109
2.	APENDICE 2.....	110
3.	APENDICE 3.....	114
4.	APENDICE 4.....	117

LISTA DE TABLAS.

Tabla I. Resultados de parámetros estadísticos del muestreo piloto.....27

Tabla II. Resultados de parámetros estadísticos del muestreo32

Tabla III. Resultados de parámetros estadísticos de los transectos perpendiculares.....33

Tabla IV. Resultados de parámetros estadísticos de los transectos paralelos.....40

Tabla V. Ejemplo de la construcción e Interpretación de matrices.....58

Tabla VI. Direcciones preferenciales de transporte de sedimento de los transectos perpendiculares a la costa, obtenidos de la hipótesis de la distribución binomial79

Tabla VII.	Dirección preferencial de transporte de sedimento en los transectos paralelos a la costa obtenidos de la prueba de hipótesis de la distribución binomial	93
Tabla I.A	Prueba de Kolmogorov-Smirnov (apéndice 1).....	109
Tabla II.A	Resultados del análisis de varianza para los transectos perpendiculares. (apéndice 2)	112
Tabla II.B	Resultados del análisis de varianza para los transectos paralelos. (apéndice 2)	113
Tabla III.A	Tabla de prueba A POSTERIORI en los transectos perpendiculares. (apéndice 3)	115
Tabla IV.A	Matrices construidas según Mc Laren (1981), para el muestreo piloto. (apéndice 4)	117
Tabla IV.B a IV.K	Matrices de tendencia de tamaño de grano para los transectos perpendiculares del muestreo. (apéndice 4)	118

Tabla IV.L a IV.R Matrices de tendencia de tamaño de grano para los transectos paralelos a la costa del muestreo. (apéndice 4)	121
---	-----

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1.	Ubicación del área de estudio.....	2
Figura 2.	Ubicación del campo de dunas.....	7
Figura 3.	Transectos del muestreo piloto (sin escala)	10
Figura 4.	Transectos perpendiculares a la costa del muestreo	13
Figura 5.	Transectos paralelos a la costa del muestreo	14
Figura 6.	Gráficas de media y clasificación contra distancia del muestreo piloto	28
Figura 7 a	10. Gráficas de media-clasificación contra distancia del muestreo.....	34

	media-clasificación.....	49
Figura 28.	Posibles trayectorias de transporte en los transectos perpendiculares y paralelos, según el criterio media-clasificación.....	50
Figura 29 a 36.	Tendencias probables de tamaño de grano para los transectos del muestreo piloto, según el criterio de media-clasificación-asimetría.....	61
Figura 37.	Resumen de las posibles tendencias de transporte en los transectos del muestreo piloto	63
Figura 38 a 47.	Posibles tendencias de transporte de sedimento de cada uno de los transectos perpendiculares, según el criterio media-clasificación-asimetría.....	66
Figura 48.	Posibles tendencias de transporte del sedimento de todos los transectos perpendiculares, según el criterio de media-clasificación-asimetría.....	76

Figura 49.	Resumen del transporte preferencial de los transectos perpendiculares para los casos A, B, y C	78
Figura 50 a 57.	Posibles tendencias de transporte de sedimento en los transectos paralelos a la costa, según el criterio de media-clasificación-asimetría.....	81
Figura 58.	Posibles tendencias del sentido de transporte de sedimentos para todos los transectos paralelos a la costa, según el criterio media- clasificación-asimetría	91
Figura 59.	Tendencia preferencial del sentido de transporte para los transectos paralelos a la costa, para los casos A, B y C.....	92
Figura 60.	Mapa de zonas de erosión y acreción del área de estudio obtenida a partir del criterio de media-clasificación-asimetría.....	96
Figura 61.	Rangos simulados de erosión y depositación del modelo propuesto por Howard et al. (1978).....	100

Figura 11 a 14. Gráficas de media-clasificación contra distancia del muestreo.....	36
Figura 15 a 16. Gráficas de media-clasificación contra distancia del muestreo.....	38
Figura 17 a 20. Gráficas de media-clasificación contra distancia del muestreo.....	41
Figura 21 a 24. Gráficas de media-clasificación contra distancia del muestreo.....	43
Figura 25. Trayectorias probables de transporte de sedimento para los transectos del muestreo piloto, según el criterio media-clasificación	47
Figura 26. Posibles trayectorias de transporte de transporte para los transectos perpendiculares del muestreo, según el criterio de media-clasificación.....	48
Figura 27. Posibles trayectorias de transporte de los transectos paralelos a la costa, según el criterio de	

LISTA DE APENDICES.

Apéndice 1. Prueba de Normalidad.....	109
Apéndice 2. Análisis de Varianza de una vía.....	110
Apéndice 3. Prueba de Homogeneidad.....	114
Apéndice 4. Matrices de tendencia de tamaño de grano.....	117

I. INTRODUCCION.

En Baja California, en el ejido Primo Tapia (Fig. 1), existe un campo de dunas costeras que se utiliza como zona turística. El constante paso del hombre, sobre ciertas zonas de la duna, no permite el desarrollo de vegetación para que establezca el sistema de dunas, provocando una erosión marcada en algunas áreas de la duna, afectando su conservación.

Las dunas son rasgos de origen eólico, compuestas de sedimento no consolidado, depositados en la dirección del viento. Ocurren en donde hay un suministro abundante de arena, viento que la mueva y un bajo topográfico (natural) que funcione como trampa.

En las dunas costeras, los sedimentos son llevados desde el área de aporte sedimentario a la línea de costa y depositados en la playa por el oleaje y las corrientes a lo largo de la costa, (Pettijohn et al. 1963). Los granos son levantados y transportados por el viento en marea baja, acumulándose en la berma hasta formar una duna (Bagnold, 1959).

Las dunas costeras son un recurso natural para la protección de costas, debido a que son almacén y suministro de material sedimentario para las playas cercanas a ellas. También son amortiguadores del

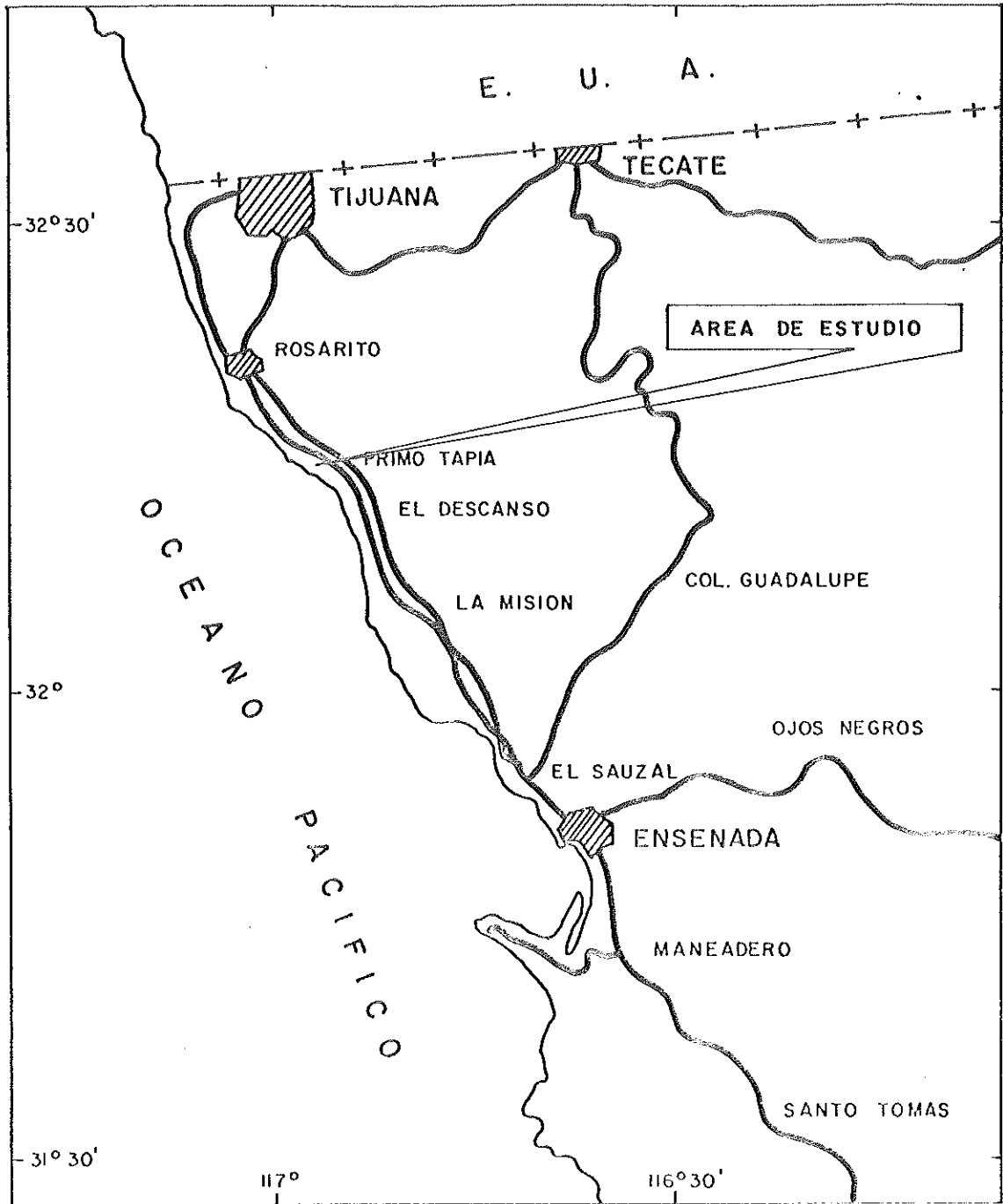


FIGURA I. UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO.

oleaje, pudiendo así proteger estructuras físicas construidas en la costa, evitando con su conservación grandes gastos económicos.

1.1. ANTECEDENTES.

La formación de las dunas en el ejido Primo Tapia, comienza en los inicios de la Transgresión Flandiana, definida por Dubois (1930) en el final del Pleistoceno, cuando es el máximo de la Glaciación Wisconsin 18,000 A.P., (Flint, 1957, p. 325 y Fig. 18-8) citado por (Cooper, 1967), y en algunos lugares se extiende hasta el Hypsithermal aproximadamente 4,000-6,000 A.P. (Cooper, 1967).

O-Barndoff-Nielsen et al. (1982), estudiaron la variación de la distribución del tamaño de grano de arena en una pequeña duna barchan en Rabjerg Mile, Dinamarca. Lo que los autores hicieron fue ajustar ese parámetro a una distribución hiperbólica y obtuvieron que: El valor modal (o típico) del tamaño logarítmico se incrementa linealmente con la distancia desde el pie a la cresta de la duna, sobre el lado de barlovento y cae bruscamente en el lado de sotavento. La clasificación de la distribución logarítmica del tamaño de grano, es aproximadamente constante, localmente, cerca del valor modal en el lado de barlovento, pero decrece significativamente hacia abajo de la cara de deslizamiento.

Krumblein y Sloss (1963), en un estudio de gráficas y mapas de análisis estadísticos de las variaciones de tamaño de sedimento y de los grados de clasificación, encontraron una guía para inferir el posible sentido de transporte. Bajo éstas bases, Sunamura y Horikawa (1971), establecen los criterios para la interpretación de datos estadísticos para inferir el posible sentido de transporte. Sunamura y Horikawa (1971), proponen que la dirección del transporte de sedimentos puede obtenerse utilizando la variación en el tamaño y la clasificación del sedimento. Mc Laren (1981), menciona que los cambios relativos que pueden ocurrir en los parámetros estadísticos del sedimento, entre el depósito y su fuente, dan la pauta para conocer la dirección de transporte de sedimentos. Mc Laren y Bowles (1985), reconocen que la naturaleza del transporte y depositación son probabilísticas, que sus resultados se deben reflejar en los cambios relativos de la distribución del tamaño de grano encontrado en los depósitos sedimentarios relacionados.

Un estudio intenso del transporte de sedimentos en las dunas costeras a lo largo del Norte de California, es presentado por Cooper (1967), en el cual, presenta en general, el patrón de circulación del sedimento en transporte, que según menciona, se suelta de base a cima de las dunas.

Tanto Cooper (1967) como Allison y Books (1968), han realizado estudios preliminares en ésta área de estudio.

1.2. OBJETIVO.

Determinar la dirección y sentido predominante del transporte del arena de las dunas del ejido Primo Tapia, en Baja California, México.

II. METODOLOGIA.

II.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

El campo de dunas se encuentra ubicado entre los $32^{\circ} 14'$ a $32^{\circ} 13'$ de LATITUD Norte y los $116^{\circ} 54'$ a $116^{\circ} 55'$ de LONGITUD Oeste, en el km. 48 de la Carretera Peninsular Tijuana-Ensenada, entre Rosarito y La Misión, Baja California, México. (Fig. 2).

El listón de dunas, tiene una altura de 40 mts. (D.G.G.T.E.N.A.L., 1981A), una longitud de aproximadamente 1,500 mts. y un ancho de 500 mts. En la pendiente más suave de las dunas mayores, existe un desarrollo de montículos pequeños, debido a que la pendiente de barlovento dispersa la carga que choca con plantas ploneras. La pendiente de barlovento se encuentra desnuda y activa en la parte de arriba, pero con considerable vegetación en la parte de abajo. (Cooper, 1967).

Al Norte, las dunas se encuentran muy erosionadas por encontrarse en el poblado del ejido Primo Tapia, y al Sur, se encuentran cubiertas por vegetación.

Las dunas yacen sobre una terraza en el borde de un escarpe. La superficie sobreyacente en la terraza es de arena de tamaño grueso, (Cooper, 1967), al igual que la arena en la playa de abajo de las dunas.

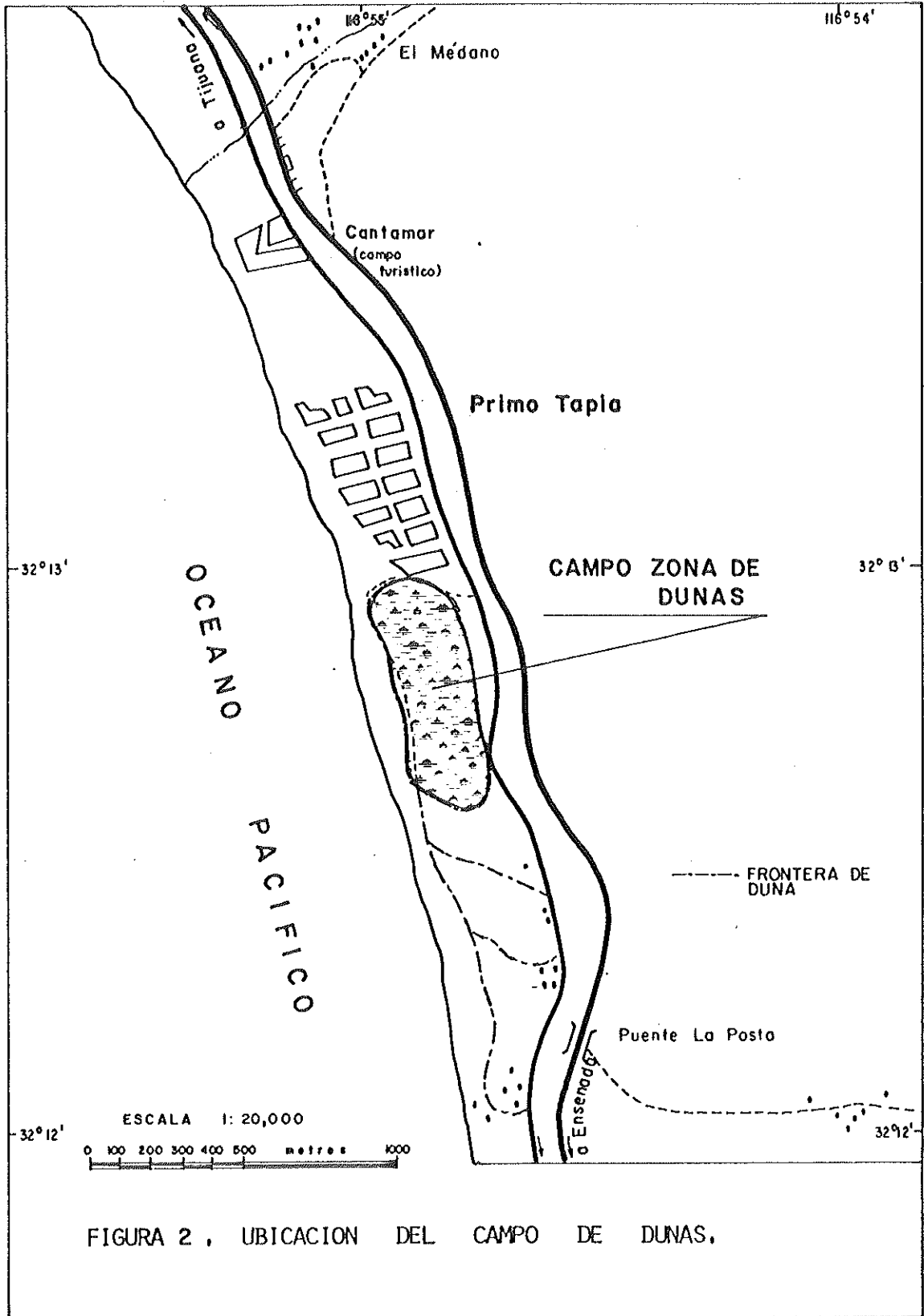


FIGURA 2 , UBICACION DEL CAMPO DE DUNAS.

La playa del Norte, es más amplia que la playa del Sur, encontrándose la primera formada por arena de tamaño de grano grueso y presenta una terraza de aproximadamente 20 mts. de altura. La playa del Sur, presenta arcos de roca ígnea, es una playa estrecha, formada por cantos rodados y tiene una terraza de 1.5 mts. de altura.

Los médanos, nombrados así por Allison y Books (1968), se encuentran en una cuenca de drenaje (bajo topográfico), en donde desemboca el arroyo de La Misión, al Norte desemboca en Cantamar el arroyo Del Paraiso, y al Sur las aguas Intermitentes del Can del Descanso. En el ejido Primo Tapia reportan que la agricultura está siendo afectada por la erosión del área, (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1980). Las dunas están formadas por sedimentos eólicos y el área circundante por rocas de la Formación Rosario del Cretácico Superior, (D.G.G.T.E.N.A.L., 1981B).

11.2. TECNICAS DE CAMPO.

11.2.1. MUESTREO PILOTO.

A través de un muestreo piloto al azar (Fig.3), se obtuvo una idea general de la dirección del transporte, anterior a las lluvias, y el número mínimo de sitios a muestrear.

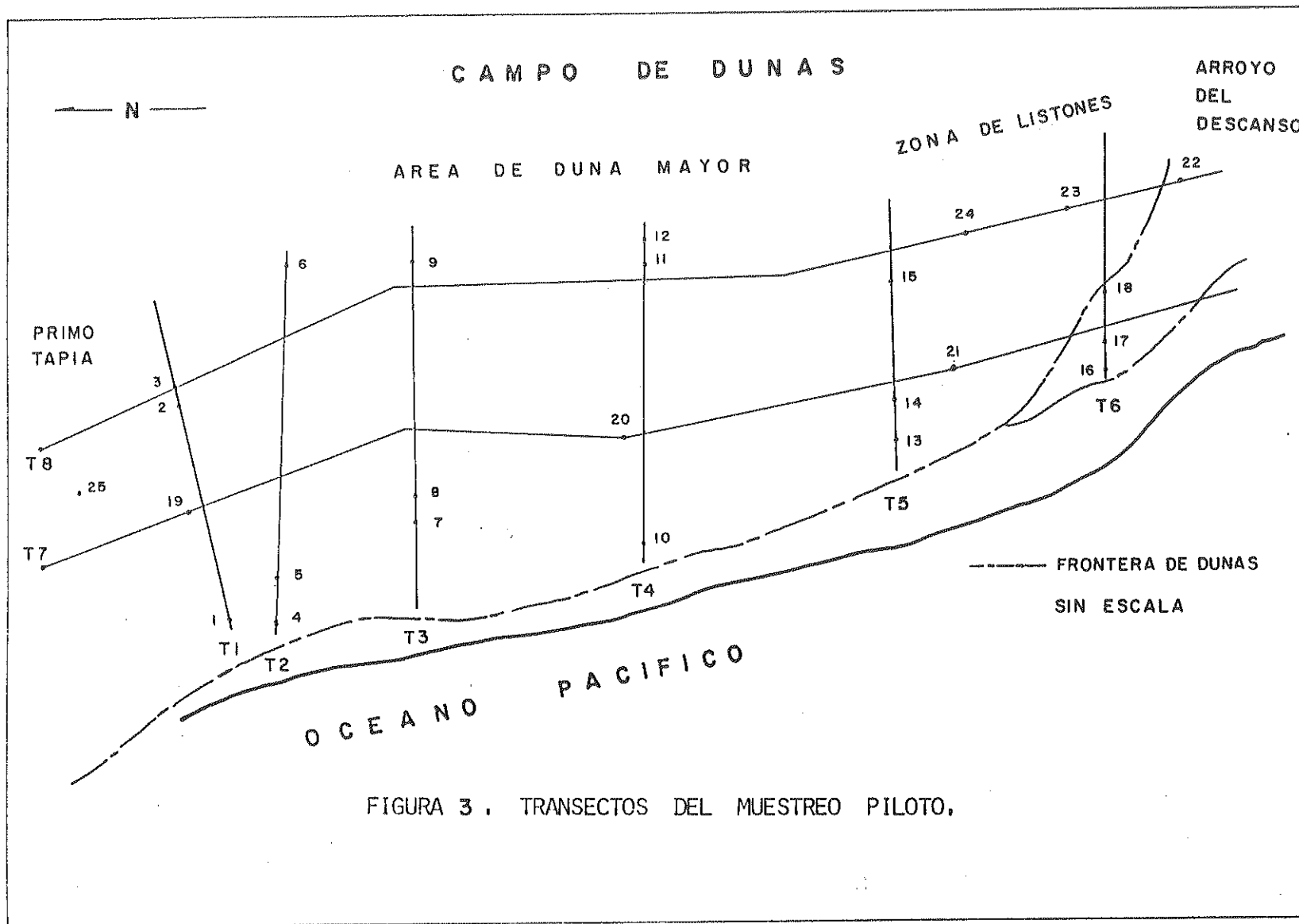
Para obtener el número mínimo de muestreo, se utilizaron las notas de la materia de bioestadística del curso de titulación, impartida por Fock, (1984), en la Facultad de Ciencias Marinas.

Para un muestreo menor a 30 muestras, se utiliza la distribución Student, que para muestras pequeñas es semejante a la distribución normal.

El número mínimo de muestreo, está dado por :

$$N = \left(\frac{S_p T_c}{e} \right)^2$$

$$S_p^2 = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \quad (1) \quad (2)$$



(1) = Número de observaciones

(2) = Número de muestras totales.

N = Número Mínimo de muestreo.

I.C. = Intervalo de confianza.

Sp = Desviación estandar ponderada.

tc = Valor crítico en la distribución student.

e = El error estandar del Intervalo de confianza.

$$S = (X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2$$

S = Desviación estandar

X = Valor de la media de cada muestra.

\bar{X} = Media muestral

n = Número de muestras.

De las tablas estadísticas de Sokal y Rohlf, (1981), se obtiene el valor de Tc de las tablas de la distribución Student, en donde gl = 24 y e = 0.2. Los grados de libertad (gl), están dados por:

$$v = gl = n-1 \quad n = \text{número de muestras.}$$

Después de haber realizado el cálculo, se obtuvo que para un I.C. de 80%, con un e = 0.2, un tc = 1.318 y un Sp = 1.3807 con gl = 24, el número mínimo de muestreo es de N = 82.78 muestras.

Esto significa que se ha requerido recolectar un N = 82.78 muestras para que el muestreo sea representativo en un I.C. 80%.

11.2.2. MUESTREO.

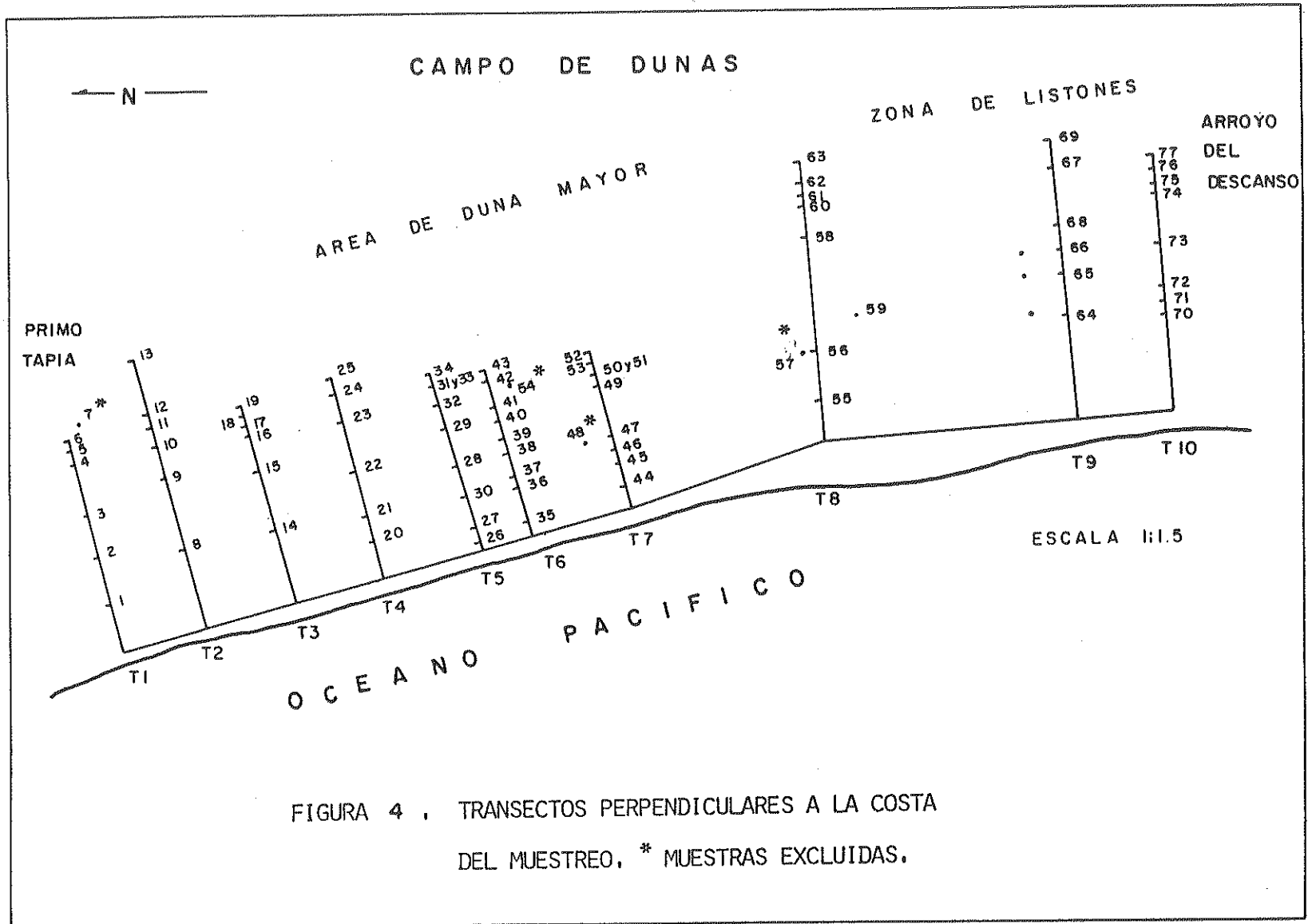
El muestreo se realiza a través de una red de diez transectos en dirección perpendicular y ocho paralelos a la costa, a lo largo del campo de dunas. (Figs. 4 y 5).

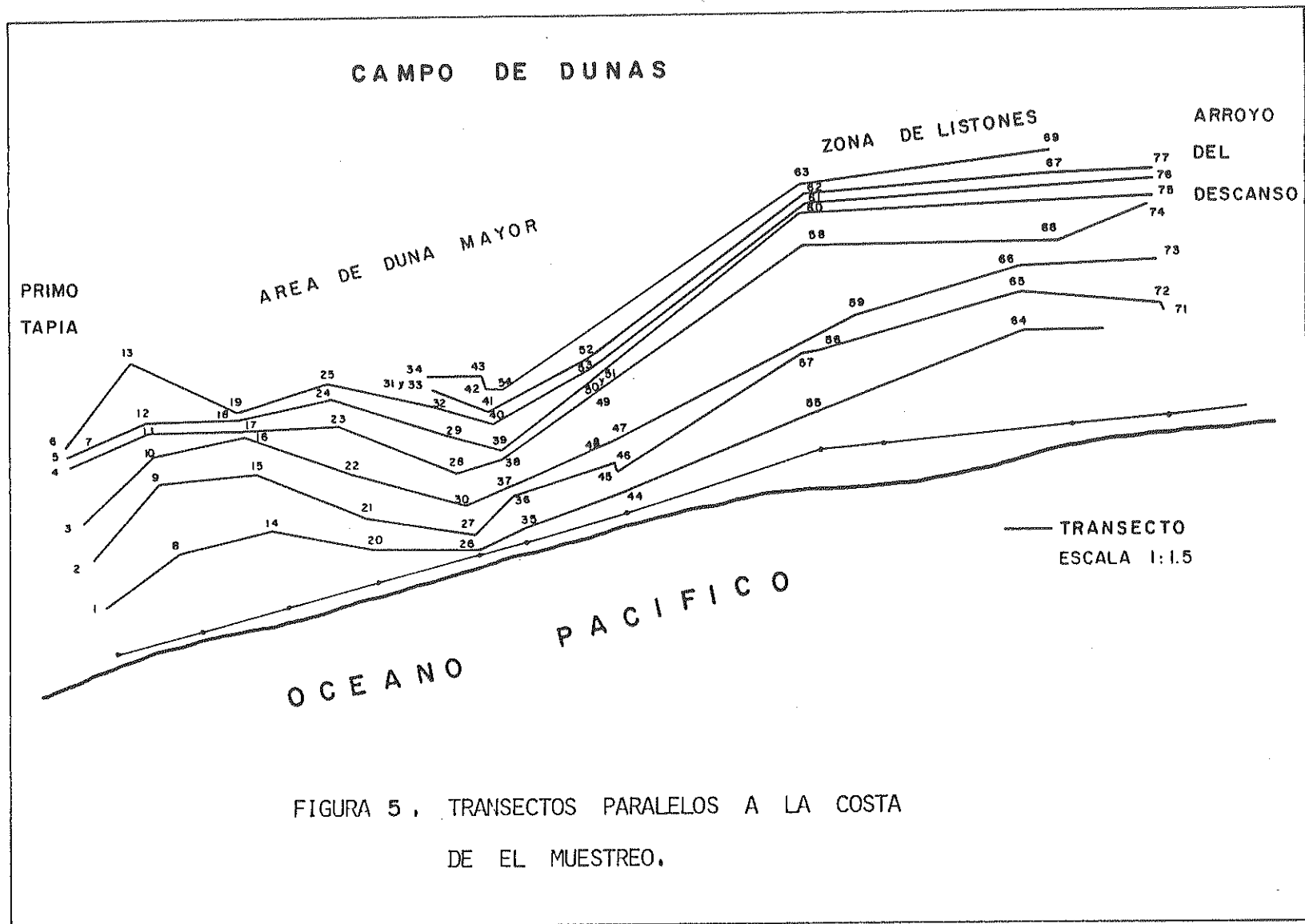
Los transectos se encuentran distribuidos de Norte a Sur desde el ejido Primo Tapia hasta el arroyo Del Descanso.

La línea base es una poligonal abierta paralela a la costa, que ha servido de apoyo para la proyección de los transectos perpendiculares. Esta tiene una orientación de $N10^{\circ}W \pm 5^{\circ}$ a $S10^{\circ}E \pm 5^{\circ}$, al igual que los transectos paralelos a la costa. Al mencionar que el transporte va de Norte a Sur, será en ésta misma orientación. Mientras que para los transectos perpendiculares la orientación será de $S80^{\circ}W \pm 5^{\circ}$ a $N80^{\circ}E \pm 5^{\circ}$, que es cuando se hace referencia al transporte de tierra a mar o de base a la cima de la duna.

Al unir los transectos perpendiculares en forma paralela a la costa, para construir los transectos paralelos, éstos últimos, quedan sesgados. El levantamiento se realizó con cinta y brújula Bruntom.

El muestreo, posterior a las lluvias (Febrero 23 y 24 de 1985), es estratificado simple, que consiste en dividir el área de muestreo





por secciones, y en cada una se utilizan números al azar, para muestrear sobre un transecto dado.

Según el número mínimo de muestreo calculado en la primera etapa se requerían 83 muestras, para obtener un I.C. = 80%. Se restringió el muestreo a 77 muestras por limitaciones económicas. Debido a las condiciones de muestreo, en algunas ocasiones, se rompió el orden progresivo de muestras en los transectos perpendiculares.

Las muestras fueron colectadas insertando un cilindro de plástico ABC de 10 por 20 cm., a una profundidad de 5 cm.

Posteriormente fueron etiquetadas y puestas en bolsas de plástico en un lugar fresco a la temperatura del medio ambiente.

II.3. TECNICAS DE LABORATORIO.

-TRATAMIENTO PRELIMINAR

El pre-tratamiento de las muestras se realizó según Carver (1971).

Eliminándose las sales solubles y la materia orgánica se procede a tamizar la muestra, acomodando una serie de tamices U.S. Standar de 4.0 ϕ a 0.0 ϕ , con un intervalo de 1/2 ϕ , con un tiempo de tamizado de 10 minutos.

II.4 TECNICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS.

-OBTENCION DE PARAMETROS ESTADISTICOS.

Los datos de tamizado se procesaron con ayuda de una computadora PRIME 750.

Se evaluó la media gráfica, la desviación estandar o clasificación y la asimetría, según Folk y Ward (1957) y Friedman (1961), para obtener los parámetros estadísticos del sedimento.

Se seleccionó el método de Folk y Ward (1957) por considerarlo

más conveniente.

Con los datos correspondientes al muestreo, se reevaluó el número mínimo de muestreo, para muestras mayores de 30, utilizándose la distribución normal, con el propósito de cerciorarse que el número de muestras fuera representativo con un Intervalo de confianza (I.C.) de 85%, obteniéndose que en 77 muestras se tiene un I.C. mayor al 85%.

II.4.1. EVALUACION DE DATOS.

Se utiliza un muestreo estratificado al azar y se evalúan las muestras para conocer si tienen una distribución normal en los transectos. Esto permite tener peso al análisis de varianza. Según los resultados de la Tabla I.A, en el apéndice 1, la hipótesis nula de la prueba de la distribución normal (H_0) es rechazada, significando que cada uno de los transectos tiene una distribución normal.

Para comprobar en que medida los transectos paralelos como los perpendiculares, son estadísticamente similares se lleva a cabo un análisis de varianza de una vía, en el que se comparan las medias de cada muestra y se evalúa si existe una diferencia o variación significativa entre ellos (ver Tabla II.A y II.B del apéndice 2).

El análisis de varianza ha sido significativo en los transectos perpendiculares, por lo que las medias de las muestras de los

transectos, son estadísticamente distintas. Entonces, se procede a aplicar la prueba A POSTERIORI para saber cuáles pares de medias de las muestras son diferentes de las otras, y cuántos grupos de medias pueden formarse siendo cada grupo significativamente distinto de los demás (Ver Tabla III.A del apéndice 3). Como se observa (en la Fig. 4), hay una diferencia entre los grupos de transectos 4,5 con los transectos 1, 2, 7 y 8.

El análisis para la evaluación, se realiza a través un paquete estadístico llamado ESIMSL Integrado en una computadora PRIME 750.

11.4.2. DESCRIPCION DE MODELOS

11.4.2.1. CRITERIO MEDIA-CLASIFICACION.

Se graficaron los valores de media y clasificación conforme a los criterios de Sunamura y Horikawa (1971).

La dirección de transporte puede obtenerse utilizando la variación en el tamaño y la clasificación del sedimento. Es así, que la distribución de sedimentos disminuirá su tamaño y mejorará su clasificación con respecto a la distancia e intensidad del transporte.

11.4.2.2. CRITERIO MEDIA-CLASIFICACION-ASIMETRIA.

Los cambios relativos que pueden ocurrir en los parámetros estadísticos del sedimento entre el depósito y su fuente, son una gran ayuda para detectar la posible dirección de transporte. La media, asimetría y clasificación de un depósito sedimentario, son dependientes de la distribución de tamaños de su fuente y del proceso que se ha efectuado sobre el sedimento, (Mc Laren, 1981).

--DESCRIPCION DE MATRICES.

Se construyeron las matrices de tendencia de tamaño de grano con los valores de media, clasificación y asimetría, de acuerdo con lo descrito por Mc Laren (1981).

En la matriz de tendencia, se toma cada una de las muestras como fuente posible de sedimentos de todas las demás, las características del tamaño de grano están dadas en orden, media, clasificación y asimetría. Las letras F, A y G, corresponden a la media del sedimento, se denota como F, si al comparar con el posible depósito resulta ser más fino que la fuente asumida, se usa A, si es igual, y la letra G, si la media del depósito es más gruesa que la media de la supuesta fuente. Las letras M, B y P corresponden al grado de clasificación del sedimento. La letra M, resulta si al comparar la supuesta fuente con los posibles depósitos, éstos, son mejor clasificados que la fuente; la letra B, si son iguales, y la letra P, se usa si el depósito tiene una clasificación más pobre (peor) que la fuente. Las letras S, C y N, indican el grado de asimetría del depósito, S, si es más positivo, C, si es igual y N, si es más negativo que la fuente seleccionada.

Las matrices son un resumen de las trayectorias posibles en el transporte de sedimentos. Se seleccionan los casos indicadores de transporte, es decir caso A) , B) y C).

La distribución de granos cambiará en respuesta a la erosión y depositación, en tal forma que, el depósito remanente será más grueso y con asimetría más positiva que la fuente caso A) .

Sin embargo, los depósitos secuenciales serán más finos y con asimetría más negativa: caso B) , con una energía original T_1 , baja y una energía T_2 , que disminuye (difícilmente se puede conservar en el campo) ó que aumenta en la dirección de transporte; ó gruesos y con asimetría más positiva que es el caso C) , con una energía inicial T_1 , alta y un T_2 , que decrece o aumenta en la dirección de transporte. La clasificación será cada vez mejor en cada uno de los tres casos. Se hace notar que el caso A) y el caso C) producen idénticas tendencias y que el caso A), por sí solo, no provee una dirección de transporte. Para distinguir el caso A) del C), se utiliza la interpretación geológica del ambiente muestreado.

El modelo expuesto por McLaren y Bowles (1985), indica que los sedimentos pueden ser más finos en la dirección de transporte por el incremento del régimen de energía, rara vez se puede notar un resultado de la cohesión en sedimentos finos ó en una razón alta de suplemento de sedimentos finos. Los depósitos sucesivos (caso A), rara vez tienen una clasificación pobre, así que en la dirección de transporte no se tornan exclusivamente bien clasificados. En una depositación total con sedimentos finos, y una asimetría negativa, la energía inicial T_1 , puede ser alta o baja, y $T_2 = 0$.

-PRUEBA DE HIPOTESIS

Mc Laren y Bowles (1985), reconocen que la naturaleza del transporte y depositación son probabilísticas y que sus resultados se deben reflejar en los cambios relativos de la distribución del tamaño de grano encontrado en los sedimentos relacionados. En base a lo anterior, se elabora una hipótesis nula para evaluar si un posible par unidireccional tiene un sentido predominante de transporte. Dada una secuencia de muestras n , hay $\frac{n^2 - n}{2}$ pares orientados direccionalmente, que pueden mostrar o sugerir en la tendencia del transporte una dirección y un número igual de pares en la dirección opuesta.

Cuando dos muestras son comparadas con respecto a la media del tamaño, clasificación y asimetría, se producen ocho tendencias posibles existentes. Comparando el posible depósito y la fuente asumida, pueden ser :

- 1) F,M,N (caso B)
- 2) G,P,S
- 3) G,M,N
- 4) F,P,N
- 5) G,P,N
- 6) F,M,P
- 7) G,M,S (caso C)
- 8) F,P,S

Solo son dos los indicadores de transporte, el caso B) y el caso C), para los cuales hay una probabilidad de un octavo (0.125) de que ocurran al azar. Debido a la falta de certeza asociada con la varianza (clasificación), que puede ser mayor (más pobremente clasificado), antes de hacerse más pequeña, se decidió aceptar sólo los mejor clasificados como un criterio en los dos casos que sugieren la dirección de transporte.

Para determinar si el número de ocurrencias de un caso en particular excede la probabilidad al azar de 0.125, se propone una prueba de hipótesis, utilizando la probabilidad de la distribución binomial para un número de combinaciones menor a 30 ($N < 30$).

Hipótesis Nula : H_0 : $P(X = \text{ó menor a } K < 0.95$ no hay una dirección preferencial de transporte.

Hipótesis Alternativa : H_1 : $P(X = \text{ó mayor a } K > 0.95$ hay una dirección preferencial de transporte.

La distribución binomial esta definida por :

$$P(x = k) = \binom{n-k}{k} p^k q^{n-k} P(x=k-1)$$

en donde :

$$p = 1/8$$

$$q = 1 - p = 0.875$$

n = número de muestra del transecto.

N = número total de posibles pares unidireccionales.

x = el número observado de pares representando un caso en una de las dos direcciones opuestas.

Seleccionándose el 95% de intervalo de confianza en la prueba de cada transecto, no se utiliza la distribución para la normalización planteada por Mc Laren y Bowles (1985), debido a que se requiere que $N > 30$.

Para poder afirmar que en un caso existe un sentido de transporte de sedimentos predominantemente unidireccional, se requiere que se obtenga una probabilidad con un intervalo de confianza del 95%.

Se decidió que cuando hubiera un sentido unidireccional similar en dos casos distintos, ambos con un I.C. = 0 mayor a 95%, el transporte de sedimentos se marcaría en ese sentido. Pero cuando se presentaran dos sentidos contrarios en uno o en dos casos distintos, se mencionaría que ambos tienen un I.C. = 0 mayor a 95% pero no se seleccionaría ninguno de los dos sentidos aunque uno de ellos tuviera un valor mayor en el I.C.

La premisa de la hipótesis alterna sólo requiere que el I.C. sea

de 95%. Para decidir acertadamente, se necesita saber si la diferencia de los I.C. es significativa en las unidades phi que se están utilizando.

III. RESULTADOS

III.1. RESULTADOS DEL MUESTREO PILOTO.

La Tabla I, muestra resultados estadísticos obtenidos a partir de la distribución de tamaño de sedimento en la duna, en el muestreo piloto. Mientras que la fig. 6, describe el comportamiento de los valores de la media y clasificación con respecto a la distancia, en el muestreo piloto.

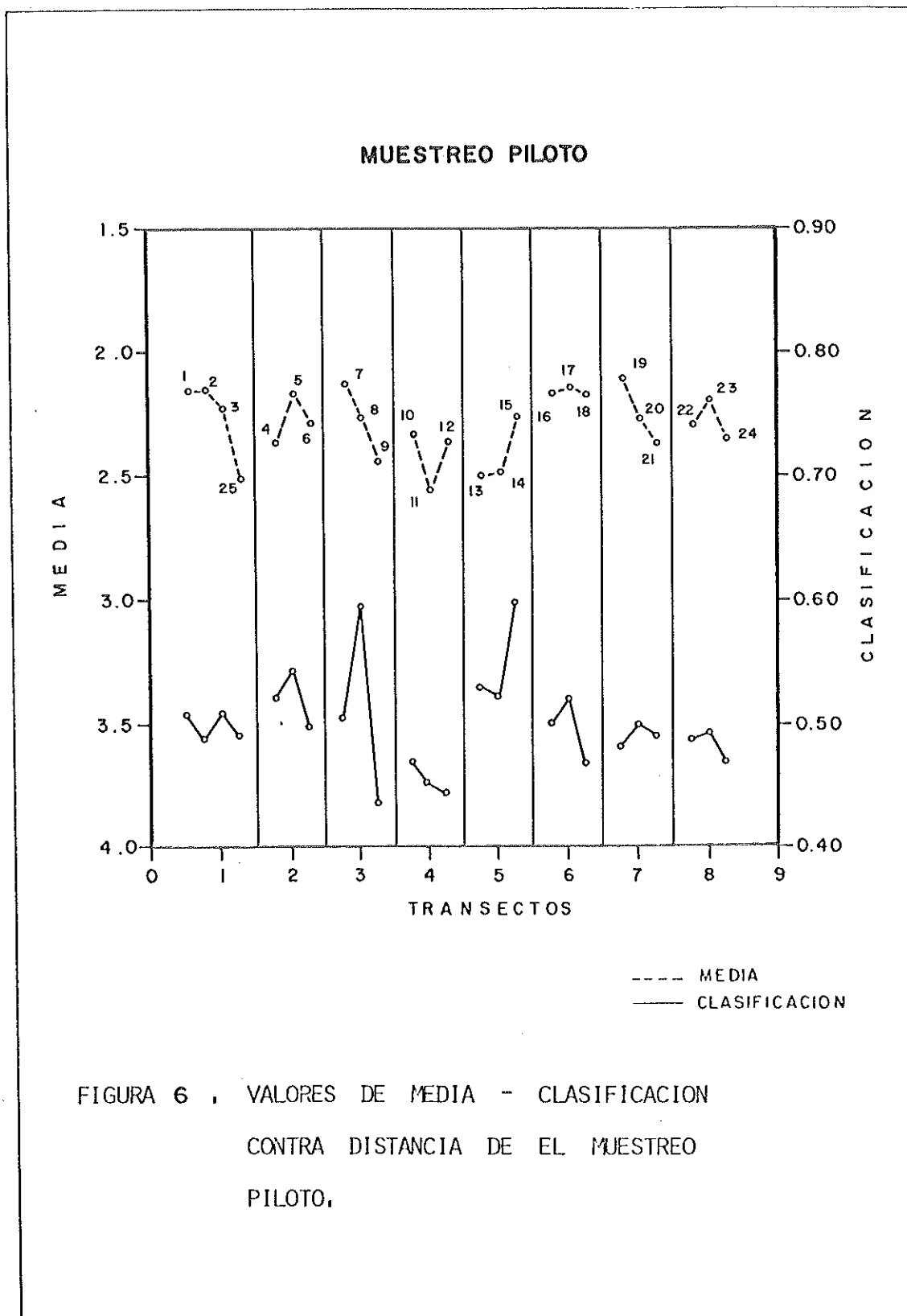
En la Tabla I, transecto uno, de la Fig. 6, la inclinación de tamaño de grano es a disminuir de la estación 1 a la 25. La clasificación se ve favorecida de la estación 1 a la 2, de la 3 a la 25 y su calidad empeora de la 2 a la 3. En los valores de asimetría, su propensión es a ser negativa de la estación 1 a la 25.

De la Tabla I en el transecto dos y en la Fig. 6, la tendencia del tamaño de grano es a reducirse de la estación 5 a la 6 y de incrementarse de la estación 4 a la 5. La clasificación viene a mejor de la estación 5 a la 6 y a peor de la 4 a la 5. Los valores de asimetría aumentan positivamente de la estación 4 a la 6.

En la Tabla I en el transecto tres y en la Fig. 6, el

TABLA I. RESULTADOS DE LOS PARAMETROS ESTADISTICOS
DEL MUESTREO PILOTO.

EST.	TRANSECTOS	EN UNIDADES σ_1		
		MEDIA	CLASIF.	ASIMETRIA.
1	T1.1	2.145	0.500	0.007
2	T1.2	2.150	0.488	0.159
3	T1.3	2.220	0.510	0.102
25	T1.4	2.516	0.490	-0.014
4	T2.1	2.372	0.521	0.036
5	T2.2	2.160	0.546	0.135
6	T2.3	2.290	0.497	0.543
7	T3.1	2.129	0.504	0.178
8	T3.2	2.263	0.598	0.263
9	T3.3	2.454	0.434	0.122
10	T4.1	2.320	0.469	0.014
11	T4.2	2.560	0.451	-0.090
12	T4.3	2.361	0.442	0.008
13	T5.1	2.499	0.529	-0.017
14	T5.2	2.467	0.520	-0.010
15	T5.3	2.260	0.596	0.263
16	T6.1	2.165	0.496	0.071
17	T6.2	2.139	0.520	0.099
18	T6.3	2.176	0.467	0.102
19	T7.1	2.111	0.480	0.178
20	T7.2	2.275	0.499	0.077
21	T7.3	2.372	0.491	0.065
22	T8.1	2.295	0.466	0.013
23	T8.2	2.193	0.491	0.127
24	T8.3	2.349	0.475	0.014



comportamiento del tamaño de grano es de hacerse más pequeño de la estación 7 a la 9. La calidad de la clasificación aumenta de la estación 8 a la 9, y de la 7 a la 8 disminuye. Los valores de asimetría son más negativos de la estación 8 a la 9 y son más positivos de la 7 a la 8.

En la Tabla I en el transecto cuatro y la Fig. 6, el tamaño de grano disminuye de la estación 10 a la 11 y aumenta de la 11 a la 12. La clasificación es mejor de la estación 10 a la 12. Los valores de asimetría son más negativos de la estación 10 a la 11 y más positivos de la 11 a la 12.

La Tabla I en el transecto cinco y la Fig. 6, indica que los valores del tamaño de grano se acrecentan de la estación 13 a la 15. La clasificación es favorecida de la estación 13 a la 14 y desfavorecida de la 14 a la 15. Los valores de asimetría se tornan más positivos de la estación 13 a la 15.

La Tabla I en el transecto seis y en la Fig. 6, denota que la tendencia de tamaño de grano es a tornarse menor de la estación 17 a la 18 y de acrecentarse de la 16 a la 17. La clasificación es mejor de la estación 17 a la 18 y se torna peor de la 16 a la 17. Los valores de asimetría son más positivos de la estación 16 a la 18.

De la Tabla I en el transecto siete y en la Fig. 6, se destaca que el tamaño de grano mengua, de la estación 19 a la 21. La

clasificación mejora de la estación 20 a la 21 y empeora de la 19 a la 20. Los valores de asimetría van siendo más negativos de la estación 19 a la 21.

La Tabla I en el transecto ocho y en la Fig. 6, muestra que la tendencia de tamaño de grano se reduce de la estación 23 a la 24 y aumenta de la 22 a la 23. La clasificación es mejor de la estación 23 a la 24 y empeora de la 22 a la 23. Los valores de asimetría se tornan más negativos de la estación 23 a la 24 y más positivos de la 22 a la 23.

11.2. RESULTADOS MUESTREO

La Tabla II muestra los resultados estadísticos obtenidos a partir de la distribución de tamaño de sedimento en la duna del muestreo en general, y la Tabla III de los transectos perpendiculares.

-TRANSECTOS PERPENDICULARES.

La Tabla III y la Fig. 7, muestran para el transecto uno, que el tamaño de grano disminuye de la estación 1 a la 2 para aumentar después de la 2 a la 6. La clasificación, permanece casi constante, mejorando de la estación 1 a la 5, empeorando en la 6. Los valores de asimetría se presentan con asimetría más negativa de la estación 1 a la 6.

La Tabla III y la Fig. 8, se observa que para el transecto dos, el tamaño de grano se reduce de las estaciones 8 a la 13. La clasificación tiende a mejorar en forma tenue. Los valores de asimetría son más negativos en la estación 9 a 12 presentándose más positivos de la estación 8 a la 9 y de la 12 a la 13.

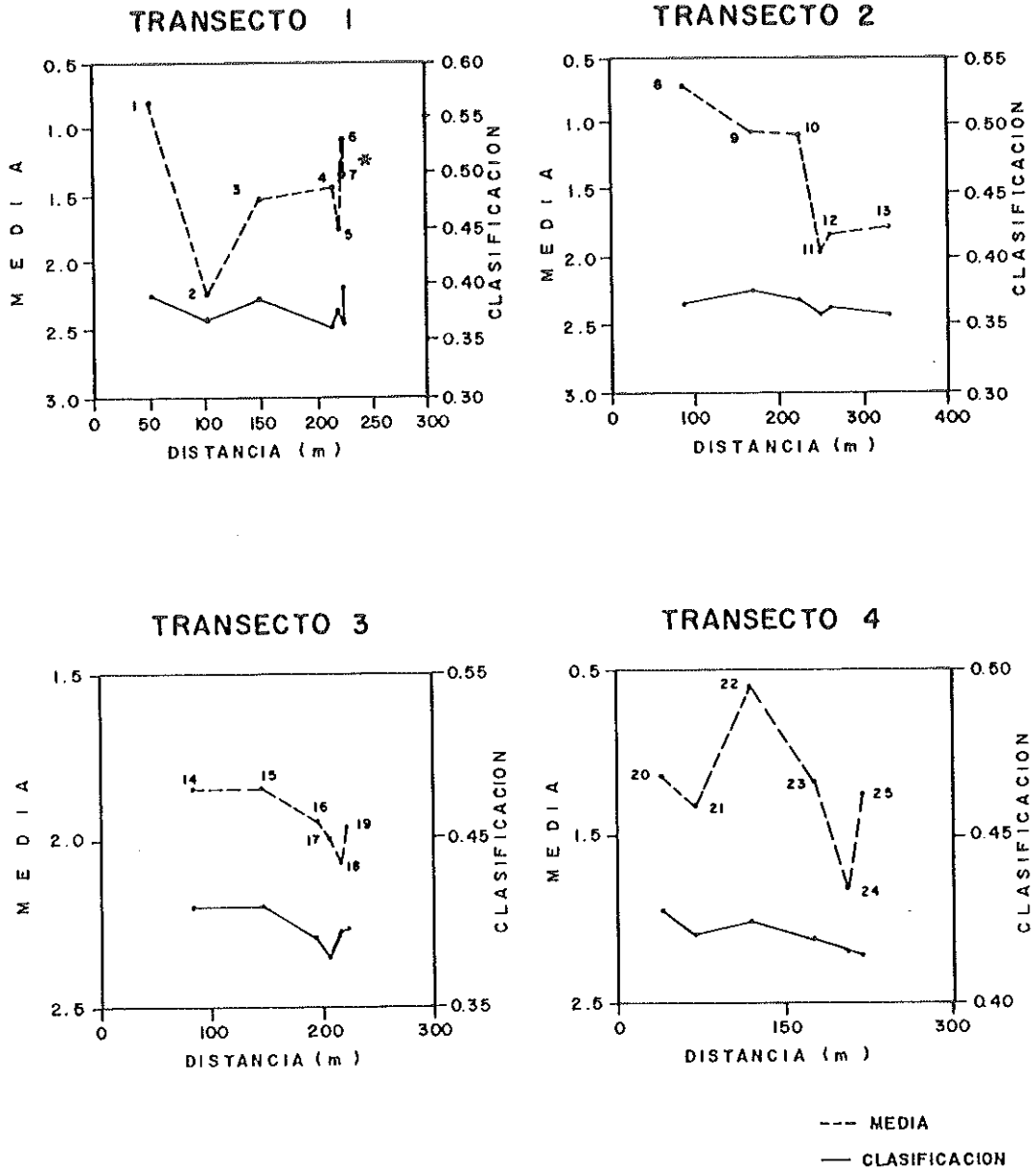
En la Tabla III y la Fig. 9, en el transecto tres, se puede ver, que de la estación 14 a la 17, el tamaño de grano se torna menor y crece de la 17 a la 19. La clasificación es tenue al mejorar de la estación 14 a la 17, y se hace peor de la 17 a la 19. Los valores de

TABLA 11. RESULTADOS DE LOS PARAMETROS ESTADÍSTICOS DEL MUESTREO.

EST.	TRANSECTOS	DISTANCIA	MEDIA	CLASIF.	ASIMETRIA
		ACUM.			
		EN MTS.			EN UNIDADES D.
1	11-11.1	53.98	2.238	0.568	0.184
2	11.2	103.98	2.433	0.398	0.077
3	11.3	149.60	2.277	0.476	0.063
4	11.4	215.44	2.494	0.486	0.029
5	11.5	228.04	2.365	0.448	0.076
6	11.6	224.31	2.474	0.528	-0.002
7	11.7	224.31	2.194	0.504	0.117
8	12-12.1	07.14	2.337	0.528	0.042
9	12.2	168.46	2.245	0.494	0.084
10	12.3	224.31	2.313	0.492	0.058
11	12.4	248.56	2.428	0.483	0.041
12	12.5	461.00	2.372	0.417	0.023
13	12.6	321.61	2.422	0.423	0.064
14	13-13.1	84.25	2.197	0.481	0.112
15	13.2	146.35	2.199	0.488	0.110
16	13.3	195.65	2.298	0.461	0.011
17	13.4	206.70	2.355	0.451	0.059
18	13.5	217.15	2.278	0.435	0.025
19	13.6	221.65	2.267	0.457	0.024
20	14-14.1	40.75	1.941	0.468	0.024
21	14.2	69.65	2.091	0.459	0.193
22	14.3	119.67	2.018	0.495	0.186
23	14.4	176.25	2.137	0.466	0.142
24	14.5	207.00	2.183	0.433	0.039
25	14.6	219.00	2.211	0.462	0.049
26	15-15.1	6.40	2.038	0.548	0.219
27	15.2	20.70	2.095	0.491	0.152
28	15.3	55.35	2.197	0.528	0.083
29	15.E1	95.00	2.098	0.488	0.206
29	15.E2	137.40	2.187	0.532	0.055
32	15.4	165.55	2.132	0.437	0.053
33	15.5	178.35	2.197	0.446	0.042
34	15.E3	191.35	2.158	0.413	0.027
34	15.6	198.40	2.009	0.467	0.112
35	16-16.1	19.15	1.972	0.525	0.276
36	16.2	56.05	2.199	0.453	0.094
37	16.E1	59.85	2.586	0.394	0.055
38	16.3	95.05	2.298	0.559	0.125
39	16.48	106.25	2.298	0.455	0.017
40	16.E3	136.25	2.187	0.465	0.039
41	16.5	147.15	2.118	0.475	0.197
42	16.E2	167.15	2.488	0.448	0.041
43	16.6	181.95	2.235	0.434	0.033
44	17-17.1	29.58	2.273	0.482	0.010
45	17.2	49.45	2.158	0.421	0.044
46	17.E1	58.45	2.385	0.431	0.038
47	17.E2	76.85	2.228	0.475	0.053
48	17.E3	78.05	2.284	0.512	0.037
49	17.38	134.57	2.393	0.382	0.074
50	17.4	149.27	2.413	0.379	0.043
51	17.5	164.02	2.254	0.401	0.014
54	17.E4	167.15	2.418	0.588	0.167
55	17.E3	188.80	2.439	0.371	0.058
52	17.6	178.55	2.377	0.483	0.046
55	18-18.1	42.18	2.285	0.538	0.091
56	18.2	99.10	2.281	0.498	0.056
57	18.E1	99.10	2.254	0.439	0.010
59	18.E2	135.60	2.338	0.516	0.062
60	18.3	139.95	2.347	0.658	0.056
60	18.E3	254.85	2.443	0.425	0.046
61	18.48	256.75	2.451	0.485	0.050
62	18.5	268.35	2.442	0.418	0.044
63	18.6	279.88	2.394	0.425	0.053
64	19-PL1	181.18	2.218	0.461	0.036
65	19.2	147.88	1.999	0.432	0.144
66	19.3	177.75	2.213	0.465	0.053
68	19.5	250.15	2.142	0.447	0.098
67	19.4	267.55	2.231	0.452	0.048
69	19.6	289.55	2.131	0.498	0.031
70	PL1-118.E1	99.88	2.357	0.495	0.051
71	118.1	103.88	2.481	0.484	0.018
72	118.2	111.98	2.359	0.476	0.048
73	118.E2	161.88	2.278	0.465	0.028
74	118.3	217.38	2.247	0.456	0.074
75	118.4	226.98	2.286	0.431	0.021
76	118.5	237.48	2.136	0.439	0.076
77	118.6	246.68	2.132	0.437	0.065

TABLA III. RESULTADOS DE LOS PARAMETROS ESTADISTICOS DE LOS
TRANSECTOS PERPENDICULARES.

EST. TRANSECTOS	DISTANCIA ACUM. EN MTS.	MEDIA	CLASIF. EN UNIDADES β .	ASIMETRIA.	
1	T1				
2	T1-T1.1	53.98	2.238	0.568	0.104
3	T1.2	103.98	2.435	0.398	0.077
4	T1.3	149.08	2.277	0.476	0.063
5	T1.4	215.46	2.494	0.486	0.026
6	T1.5	278.83	2.265	0.448	0.076
7	T1.6	224.31	2.474	0.528	-0.002
8	T1.7	224.31	2.194	0.504	0.117
9	T2				
10	T2-T2.1	87.19	2.337	0.528	0.042
11	T2.2	168.46	2.245	0.494	0.064
12	T2.3	224.31	2.215	0.492	0.058
13	T2.4	246.56	2.428	0.483	0.041
14	T2.5	261.66	2.372	0.417	0.023
15	T2.6	231.66	2.422	0.423	0.064
16	T3				
17	T3-T3.1	84.25	2.197	0.461	0.112
18	T3.2	148.35	2.199	0.480	0.118
19	T3.3	195.65	2.295	0.461	0.011
20	T3.4	206.78	2.355	0.451	0.053
21	T3.5	217.15	2.278	0.435	0.025
22	T3.6	221.65	2.267	0.457	0.024
23	T4				
24	T4-T4.1	48.75	1.941	0.468	0.024
25	T4.2	69.65	2.091	0.459	0.153
26	T4.3	119.65	2.018	0.495	0.186
27	T4.4	176.25	2.117	0.466	0.142
28	T4.5	207.88	2.183	0.433	0.039
29	T4.6	219.88	2.211	0.462	0.049
30	T5				
31	T5-T5.1	4.40	2.038	0.548	0.219
32	T5.2	28.28	2.095	0.491	0.152
33	T5.3	55.35	2.197	0.508	0.083
34	T5.E1	93.88	2.098	0.488	0.288
35	T5.E2	187.48	2.187	0.532	0.055
36	T5.4	165.31	2.132	0.497	0.093
37	T5.5	178.85	2.197	0.446	0.042
38	T5.E3	191.35	2.158	0.413	0.027
39	T5.6	198.48	2.069	0.467	0.112
40	T6				
41	T6-T6.1	19.15	1.972	0.525	0.276
42	T6.2	56.85	2.199	0.453	0.093
43	T6.E1	58.85	2.586	0.394	0.055
44	T6.3	95.85	2.298	0.559	0.125
45	T6.4	184.25	2.298	0.455	0.012
46	T6.4B	136.25	2.187	0.465	0.039
47	T6.5	147.15	2.118	0.475	0.197
48	T6.E2	147.15	2.488	0.418	0.081
49	T6.6	181.95	2.225	0.434	0.032
50	T7				
51	T7-T7.1	29.58	2.273	0.492	0.018
52	T7.2	49.45	2.158	0.421	0.044
53	T7.E1	58.85	2.385	0.431	0.038
54	T7.E2	78.85	2.228	0.475	0.053
55	T7.3	78.85	2.264	0.512	0.077
56	T7.3B	134.52	2.393	0.382	0.074
57	T7.4	149.27	2.419	0.379	0.043
58	T7.5	164.82	2.256	0.481	0.014
59	T7.5B	167.15	2.418	0.588	0.169
60	T7.E3	168.88	2.439	0.371	0.038
61	T7.6	178.55	2.077	0.483	0.046
62	T8				
63	T8-T8.1	42.18	2.285	0.538	0.091
64	T8.2	99.18	2.281	0.498	0.056
65	T8.E1	99.18	2.254	0.439	0.018
66	T8.E2	135.68	2.338	0.516	0.062
67	T8.3	183.95	2.347	0.658	0.056
68	T8.3B	254.85	2.443	0.423	0.046
69	T8.E3	256.75	2.451	0.485	0.058
70	T8.4	268.35	2.442	0.418	0.044
71	T8.6	279.88	2.394	0.425	0.033
72	T9				
73	T9-PL1	181.18	2.218	0.461	0.036
74	T9.2	147.88	1.993	0.432	0.144
75	T9.3	177.75	2.213	0.465	0.053
76	T9.5	258.15	2.142	0.447	0.096
77	T9.4	267.55	2.231	0.452	0.048
78	T9.6	289.55	2.131	0.498	0.031
79	T10				
80	PL1-T10.E1	99.88	2.257	0.495	0.051
81	T10.1	182.88	2.481	0.484	0.018
82	T10.2	111.98	2.359	0.476	0.048
83	T10.E2	161.88	2.278	0.465	0.028
84	T10.3	217.38	2.247	0.454	0.024
85	T10.4	226.98	2.286	0.431	0.021
86	T10.5	237.68	2.136	0.439	0.074
87	T10.6	246.68	2.132	0.437	0.005



FIGURAS 7, 8, 9 Y 10. VALORES DE MEDIA - CLASIFICACION
CONTRA DISTANCIA.

* MUESTRA EXCLUIDA.

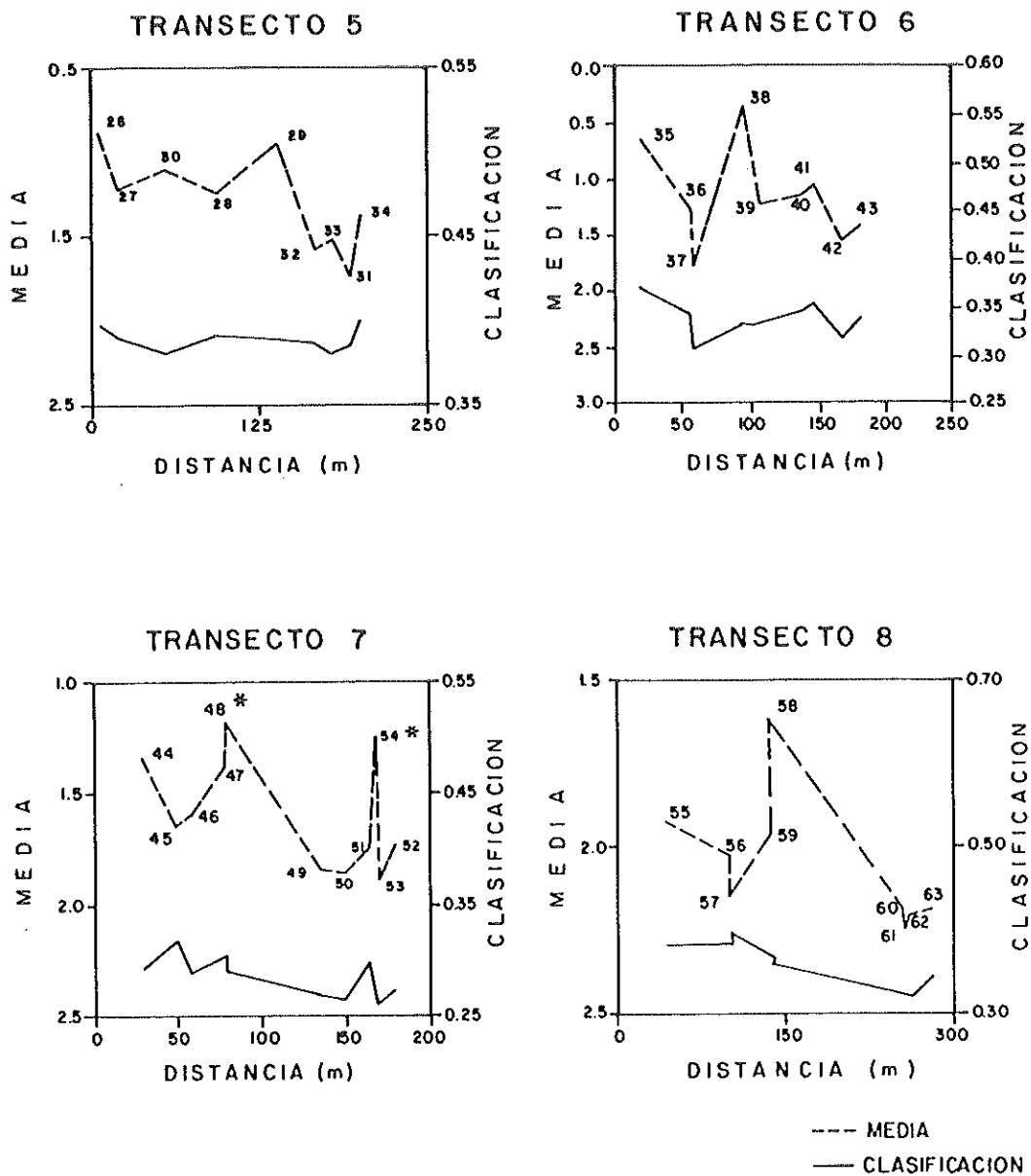
asimetría son más positivos de la estación 16 a 17 y más negativos de la 14 a 16 y de la 17 a la 19.

La Tabla III y la Fig. 10, en el transecto cuatro, la tendencia de tamaño de grano muestra un decremento de la estación 20 a 21 y de la 22 a la 24, y a tornarse más grande en la estación 21 a 22 y de la 24 a la 25. La calidad de la clasificación aumenta de la estación 20 a 21 y de la 22 a la 25, pero empeora de la estación 22 a la 21. Los valores de asimetría son más negativos de la estación 21 a la 25 y más positivos de la 20 a la 21.

La Tabla III, en el transecto cinco, y la Fig. 11, presenta el menoscabo del tamaño de grano de la estación 26 a la 34. La clasificación es casi constante. Los valores de asimetría son más negativos de la estación 26 a la 30, de la 28 a la 29, de la 32 a la 31, y se vuelven más positivos de la 30 a la 28, de la 29 a la 32, y de la 31 a la 34.

En la Tabla III, en el transecto seis, y la Fig. 12, se puede observar que el tamaño de grano mengua de la estación 35 a la 37, de la 38 a la 43 y se acrecenta de la 37 a la 38. La clasificación es casi constante. Los valores de asimetría tienden a ser más negativos de la estación 35 a 37, de 38 a 39, de 41 a 43 y va a ser más positivos de la 37 a la 38, de la 39 a la 41.

En la Tabla III, transecto siete, y Fig. 13, se destaca que el



FIGURAS 11, 12, 13 Y 14, VALORES DE MEDIA - CLASIFICACION
CONTRA DISTANCIA.

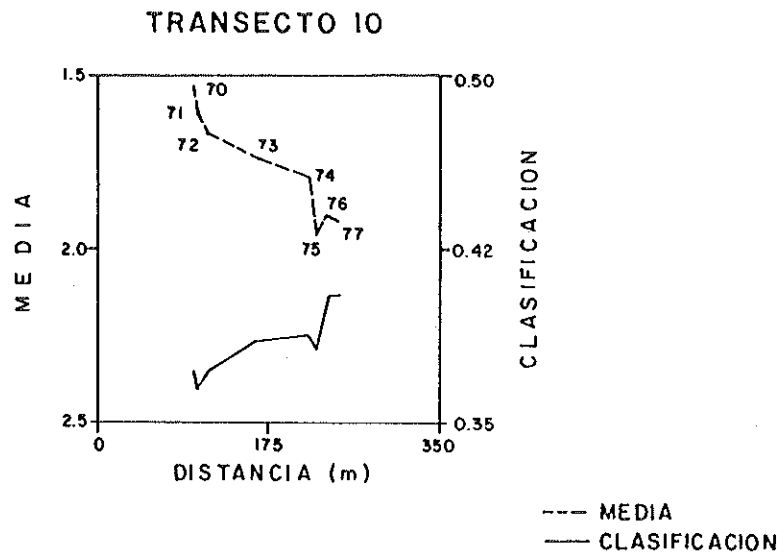
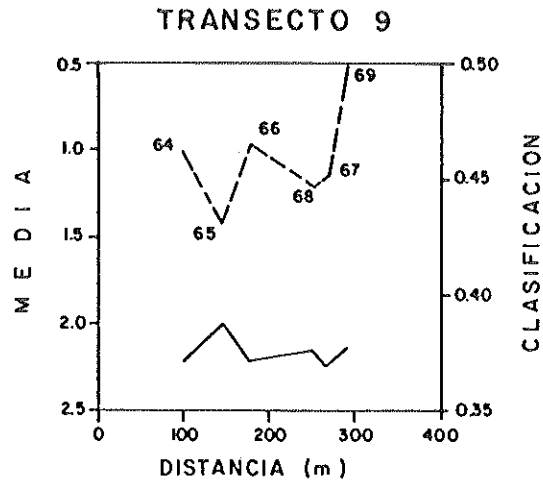
tamaño de grano se aminora de la estación 44 a la 52. La clasificación tiende a mejorar, no sin algunas variaciones. Los valores de la asimetría cambian a más negativos de la estación 45 a 46, de la 49 a 51 y a más positivos de la 44 a 45, de la 46 a 49 y de la 51 a 52.

La Tabla III, en el transecto ocho y la Fig. 14, denotan que el tamaño de grano viene a menos de la estación 55 a 56, de 58 a 63 y viene a más en la 56 a 58. La clasificación se vuelve mejor de la estación 55 a la 63. Los valores de asimetría cambian a más negativos de la estación 55 a 56, de 59 a 60, de 61 a 63 y más positivos de la 56 a 59, de la 60 a 61.

En la Tabla III, en el transecto nueve y la Fig. 15, aunque con algunas variaciones, el tamaño de grano tiende a ser mayor. La clasificación mejora ligeramente. Los valores de la asimetría son más negativos de la estación 65 a 66 y de la 68 a 69, y son más positivos de la estación 64 a 65 y de la 66 a la 68.

En general, en la Tabla III, en el transecto diez, y en la Fig. 16, el tamaño de grano se resta de la estación 70 a 77. La clasificación empeora de 70 a 77. Los valores de asimetría son más negativos de la estación 70 a 71, de la 72 a la 75 y es más positiva de 71 a 72, de la 75 a 77.

Los valores que aparecen indicados con asteriscos en la Tabla



FIGURAS 15 Y 16, VALORES DE MEDIA - CLASIFICACION

CONTRA DISTANCIA.

III, y en las Figs. 7, 13, y 14 en las estaciones No. 7, 48, 54 y 57, no fueron utilizadas debido a que se encuentran alejadas de los transectos perpendiculares.

-TRANSECTOS PARALELOS.

La Tabla IV, muestra los resultados estadísticos obtenidos a partir de la distribución de tamaño de sedimento en la duna, en el muestreo piloto.

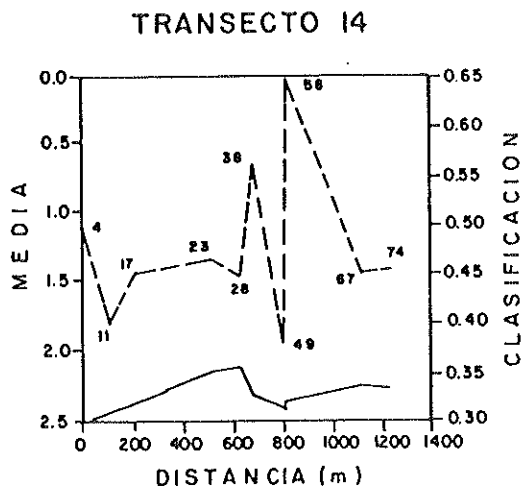
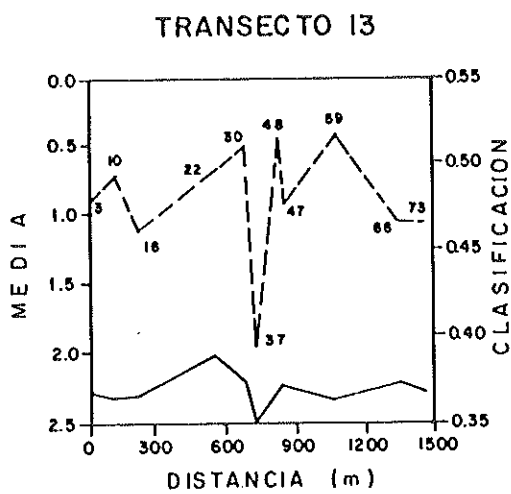
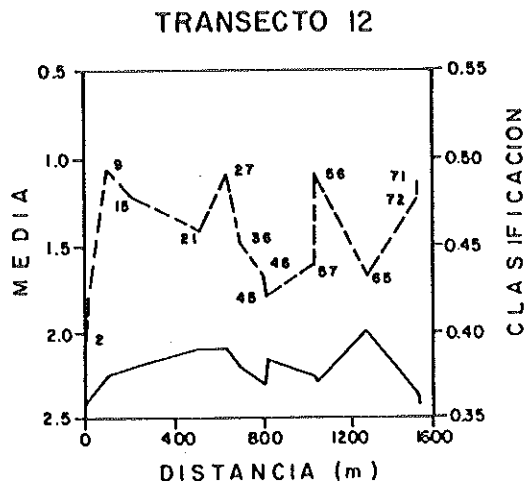
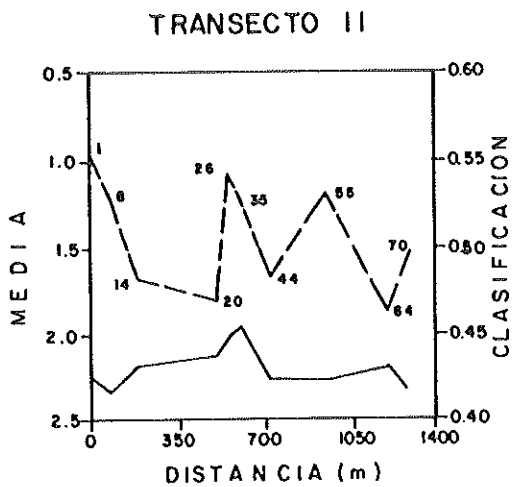
En la Tabla IV, en el transecto once, y en la Fig. 17, denotan que tamaño de grano se reduce, pero con marcadas variaciones, (no existe una tendencia muy clara). La clasificación es casi constante. Los valores de asimetría son más negativos de la estación 1 a la 8, de la 26 a la 35, de la 44 a la 64 y más positivos de la 8 a la 26 y de la 35 a la 44.

De la Tabla IV, en el transecto doce y en la Fig. 18, el comportamiento del tamaño de grano es el de hacerse menor de la estación 9 a la 45 y mayor de la estación 2 a la 9 y de la 45 a la 71. Su clasificación no se encuentra muy bien definida. Los valores de asimetría son más negativos de la estación 21 a la 46, de la 45 a la 57, de la 65 a la 72 y más positivos de la estación 2 a la 21, de la 36 a la 46, de la 57 a la 65 y de la 18 a la 48.

En la Tabla IV, en el transecto trece y en la Fig. 19, el tamaño

TABLA IV, RESULTADOS DE LOS PARAMETROS ESTADISTICOS DE LOS
TRANSECTOS PARALELOS.

EST. TRANSECTOS	DISTANCIA ACUM. EN MTS.	MEDIA	CLASIF. EN UNIDADES β ,	ASIMETRIA.	
	T11				
1	11.1	88.00	2.236	0.510	0.104
8	12.1	99.00	2.337	0.526	0.042
14	12.1	281.04	2.197	0.481	0.112
20	14.1	517.68	2.141	0.460	0.220
26	15.1	567.12	2.030	0.540	0.594
35	16.1	610.53	1.922	0.525	0.276
44	17.1	731.56	2.273	0.482	0.482
55	18.1	955.18	2.265	0.530	0.091
64	19.1	1206.73	2.210	0.461	0.036
70	110.1E	1292.00	2.357	0.495	0.051
	T12				
2	11.2	88.00	2.433	0.398	0.077
9	12.2	119.60	2.245	0.494	0.084
15	13.2	217.46	2.199	0.480	0.118
21	14.2	539.95	2.091	0.459	0.199
27	15.2	663.13	2.095	0.491	0.151
36	16.2	724.49	2.195	0.455	0.051
46	17.E1	897.01	2.305	0.431	0.030
49	17.2	848.01	2.150	0.421	0.044
57	18.E1	1065.04	2.264	0.439	0.010
65	18.2	1075.84	2.281	0.490	0.056
65	19.2	1310.57	1.993	0.432	0.144
72	110.2	1544.16	2.359	0.476	0.010
71	110.1	1553.06	2.401	0.484	0.048
	T13				
3	11.3	88.00	2.277	0.476	0.063
10	12.3	114.42	2.012	0.492	0.050
16	13.3	210.28	2.290	0.461	0.011
22	14.3	540.13	2.010	0.495	0.166
30	15.3	670.01	2.197	0.500	0.083
37	16.E1	720.01	2.506	0.394	0.055
40	17.EE	814.44	2.204	0.512	0.037
47	17.E2	834.44	2.220	0.475	0.053
55	18.E2	1064.86	2.330	0.516	0.062
66	19.3	1342.86	2.213	0.465	0.053
73	110.E2	1450.94	2.270	0.465	0.020
	T14				
4	11.4	88.00	2.494	0.486	0.029
11	12.4	97.12	2.420	0.483	0.041
17	13.4	199.02	2.355	0.451	0.053
23	14.4	511.76	2.117	0.466	0.142
20	15.E1	624.61	2.090	0.440	0.200
30	16.2	674.41	2.290	0.559	0.126
49	17.3	793.62	2.393	0.382	0.074
58	18.3	1000.02	2.347	0.650	0.056
67	19.4	1111.25	2.231	0.457	0.040
74	110.3	1227.10	2.247	0.456	0.024
	T15				
5	11.5	88.00	2.365	0.440	0.076
12	11.E1	20.00	2.194	0.504	0.117
12	12.5	95.01	2.372	0.417	0.032
16	13.5	199.17	2.270	0.431	0.025
24	14.5	512.00	2.103	0.421	0.039
29	15.E2	644.66	2.107	0.532	0.055
39	16.4	703.29	2.290	0.451	0.012
50	17.4	813.63	2.413	0.379	0.043
51	17.1	822.03	2.256	0.401	0.014
60	18.3	1046.03	2.443	0.425	0.046
75	110.4	1446.25	2.286	0.431	0.021
	T16				
6	11.6	88.00	2.474	0.521	0.002
13	12.6	95.11	2.422	0.403	0.064
19	13.6	190.97	2.267	0.457	0.074
25	14.6	511.79	2.211	0.462	0.049
32	15.4	626.00	2.132	0.427	0.099
40	16.E3	694.25	2.107	0.465	0.039
53	17.E3	607.00	2.439	0.371	0.030
61	18.4	1045.40	2.451	0.405	0.050
76	110.5	1432.71	2.130	0.439	0.076
	T17				
31	15.E3	80.00	2.150	0.415	0.027
33	15.5	123.00	2.197	0.446	0.042
41	16.5	101.76	2.118	0.475	0.195
51	17.6	294.26	2.377	0.409	0.046
62	18.5	550.25	2.442	0.410	0.044
66	19.5	810.17	2.142	0.447	0.070
77	110.6	530.42	2.132	0.427	0.025
	T18				
24	15.6	80.00	2.009	0.467	0.112
43	16.6	49.94	2.235	0.434	0.033
42	16.E2	64.74	2.444	0.410	0.021
54	17.E4	95.50	2.410	0.500	0.169
63	18.6	335.61	2.394	0.425	0.053
69	19.6	616.09	2.131	0.490	0.031



--- MEDIA
 — CLASIFICACION

FIGURAS 17, 18, 19 Y 20. VALORES DE MEDIA - CLASIFICACION

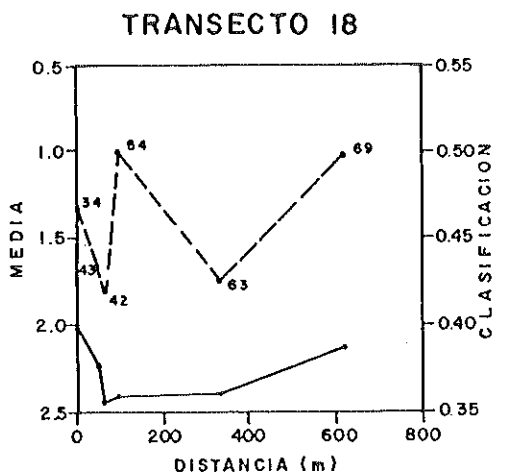
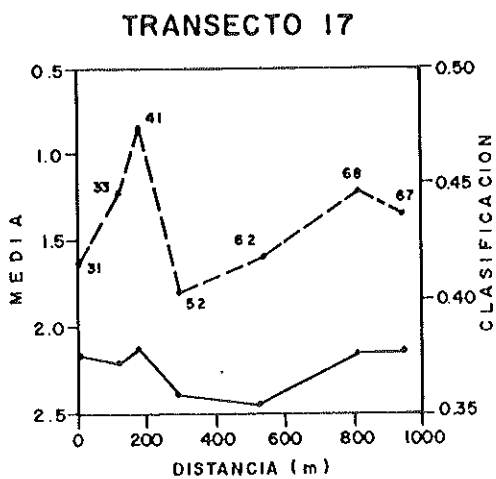
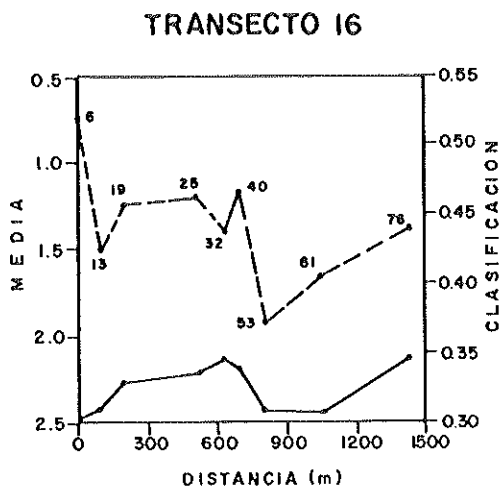
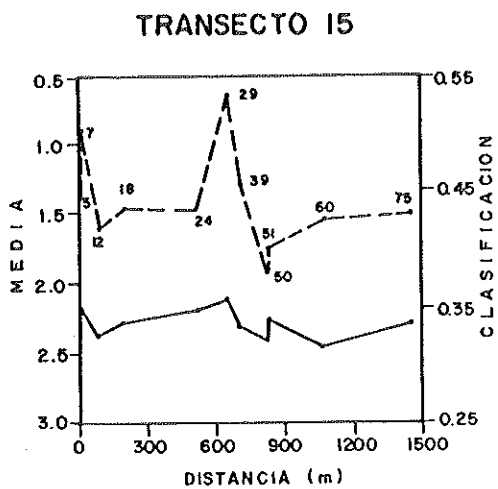
CONTRA DISTANCIA.

de grano resulta ser más pequeño de la estación 30 a la 37 y de la 59 a la 73, y a ser más grande de la 3 a la 30 y de la 59 a la 73. La clasificación no presenta posible ninguna inclinación. Los valores de la asimetría se cambian a más negativos de la estación de la 22 a la 48, de la 59 a la 73 y más positivos de la 16 a la 22 y de la 48 a la 59.

La Tabla IV, en el transecto catorce y en la Fig. 20, presentan en general, que el tamaño de grano se aminora, de la estación 4 a la 11, de la 58 a la 74 y medra, de la 11 a la 58. La clasificación permanece constante o posiblemente mejora un poco de la estación 4 a la 28 y de la 49 a la 74. Los valores de asimetría cambian a más negativos de la estación 28 a la 74 y más positivos de la estación 4 a la 28.

Como se observa en la Tabla IV en el transecto quince y en la Fig. 21, el tamaño de grano mengua, de la estación 7 a la 24, de la 29 a la 75 y se acrecenta de la 5 a la 7 y de la 24 a la 29. La clasificación permanece constante. Los valores de la asimetría son más negativos de la estación 7 a la 18, de la 29 a la 39, de la 50 a la 51, de la 46 a la 21 y más positivos de la 5 a la 7, de la 18 a la 29, de la 39 a la 50 y de la 51 a la 46.

La Tabla IV en el transecto dieciseis y en la figura 22, se obtiene que el tamaño de grano se atenúa en la estación 6 a la 53 y viene a más de la 53 a la 76. La calidad de la clasificación es



--- MEDIA
 — CLASIFICACION

FIGURAS 21, 22, 23 Y 24, VALORES DE MEDIA - CLASIFICACION
 CONTRA DISTANCIA.

favorecida de la estación 40 a la 61 y desfavorecida de la 6 a la 40 y de la 61 a al 76. Los valores de asimetría, se presentan más negativos de la estación 13 a la 19, de la 32 a la 53 y más positivos de la 6 a la 13, de la 19 a la 32 y de la 53 a la 76.

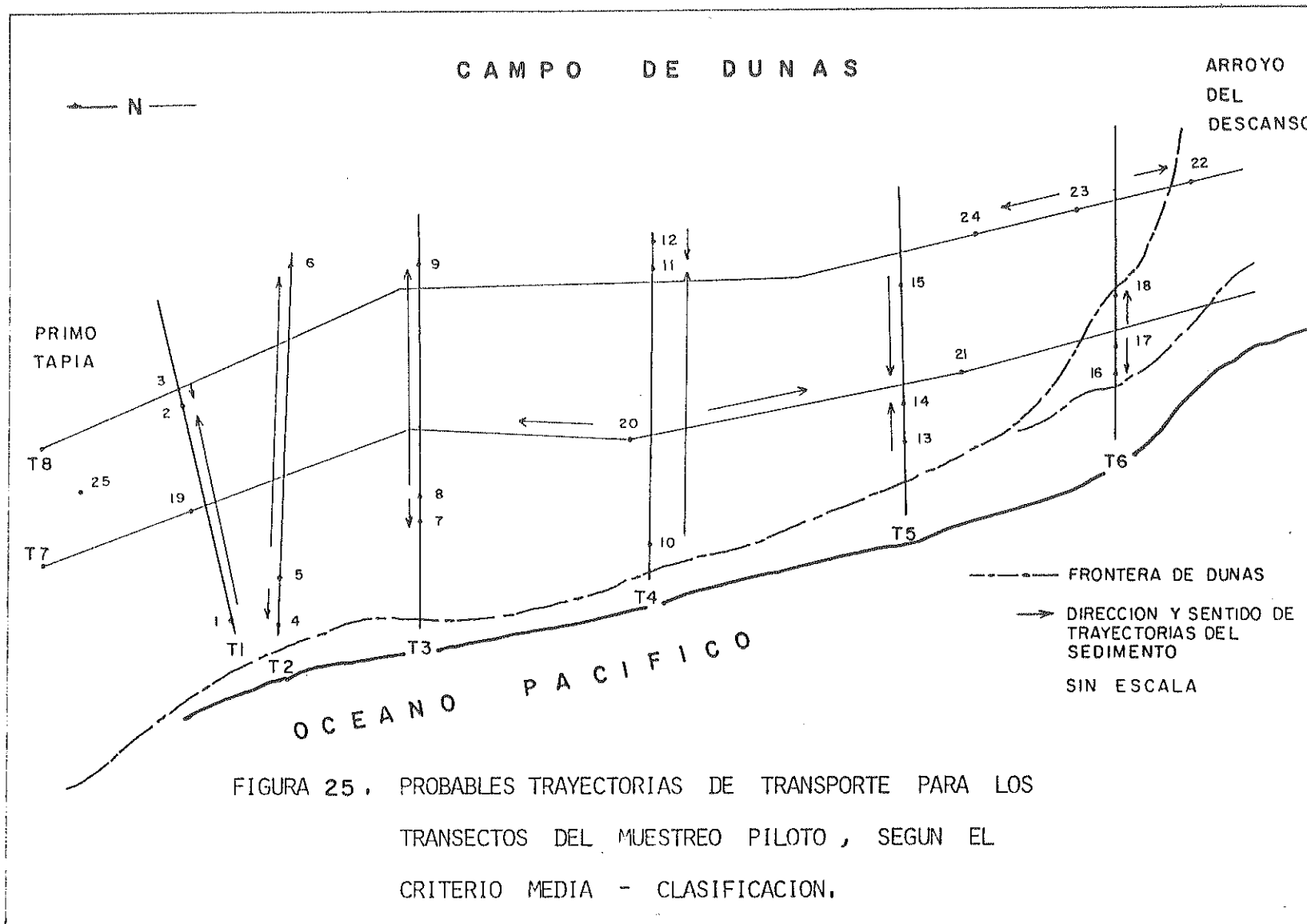
La Tabla IV en el transecto diecisiete y en la Fig. 23, marcan una tendencia del tamaño de grano a hacerse menor de la estación 41 a la 52 y de la 68 a la 67, y a hacerse mayor de la estación 31 a la 41 y de la 52 a la 68. La clasificación tiende a mejora ligeramente de la estación 31 a la 62 y empeora de la 62 a la 67. Los valores de asimetría tienden a ser más negativos de la estación 41 a la 52, de la 68 a la 77 y más positivos de la 31 a la 41 y de la 52 a la 68.

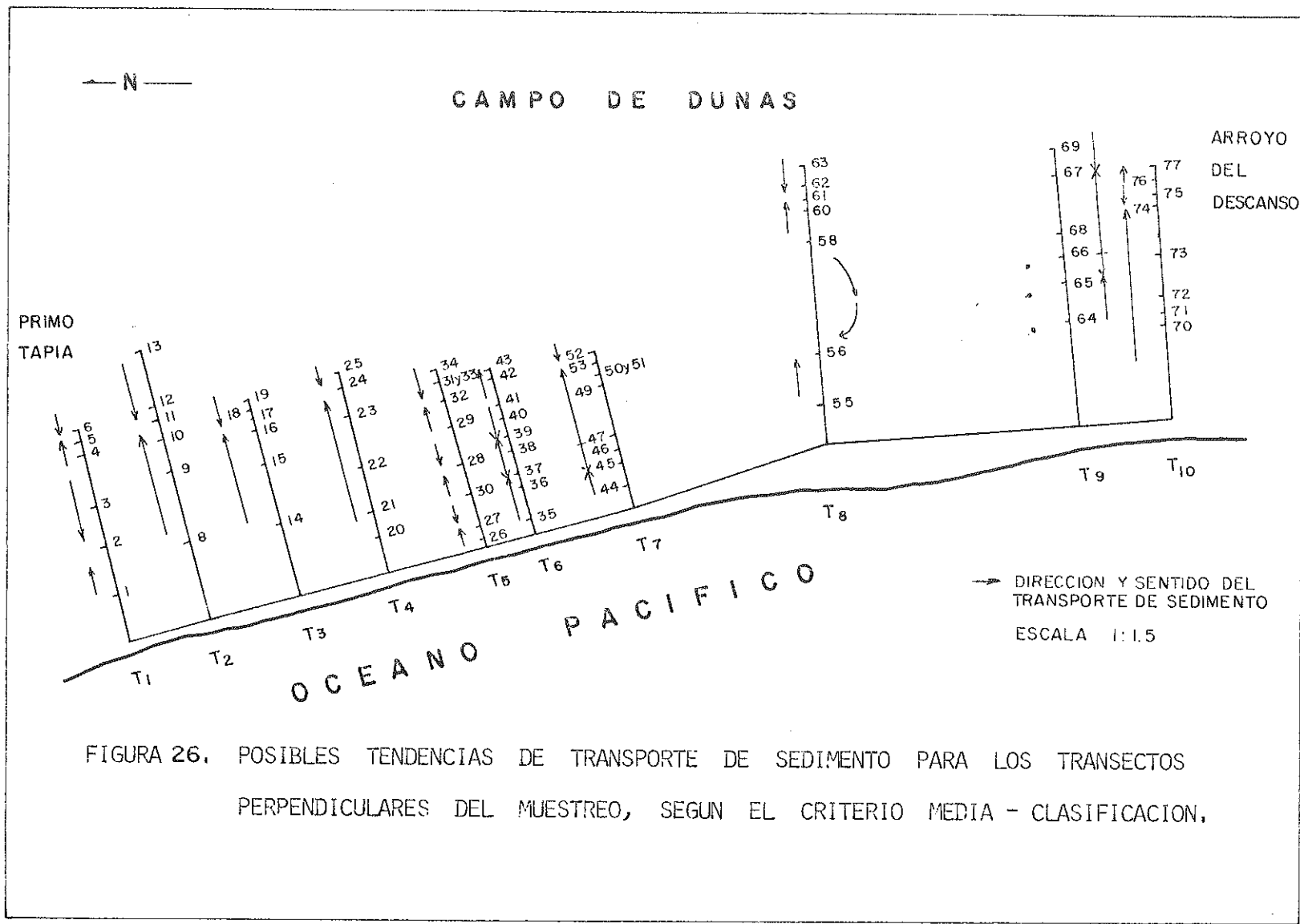
La Tabla IV en el transecto dieciocho y en la Fig. 24, indica que la variación del tamaño de grano no es muy marcada, y posiblemente tienda a incrementarse. La clasificación mejora de la estación 34 a la 42 y empeora de la 42 a la 69. Los valores de la asimetría son más negativos de la estación 34 a la 43, de la 54 a la 63 y más positivos de la 43 a la 54 y de la 63 a la 69.

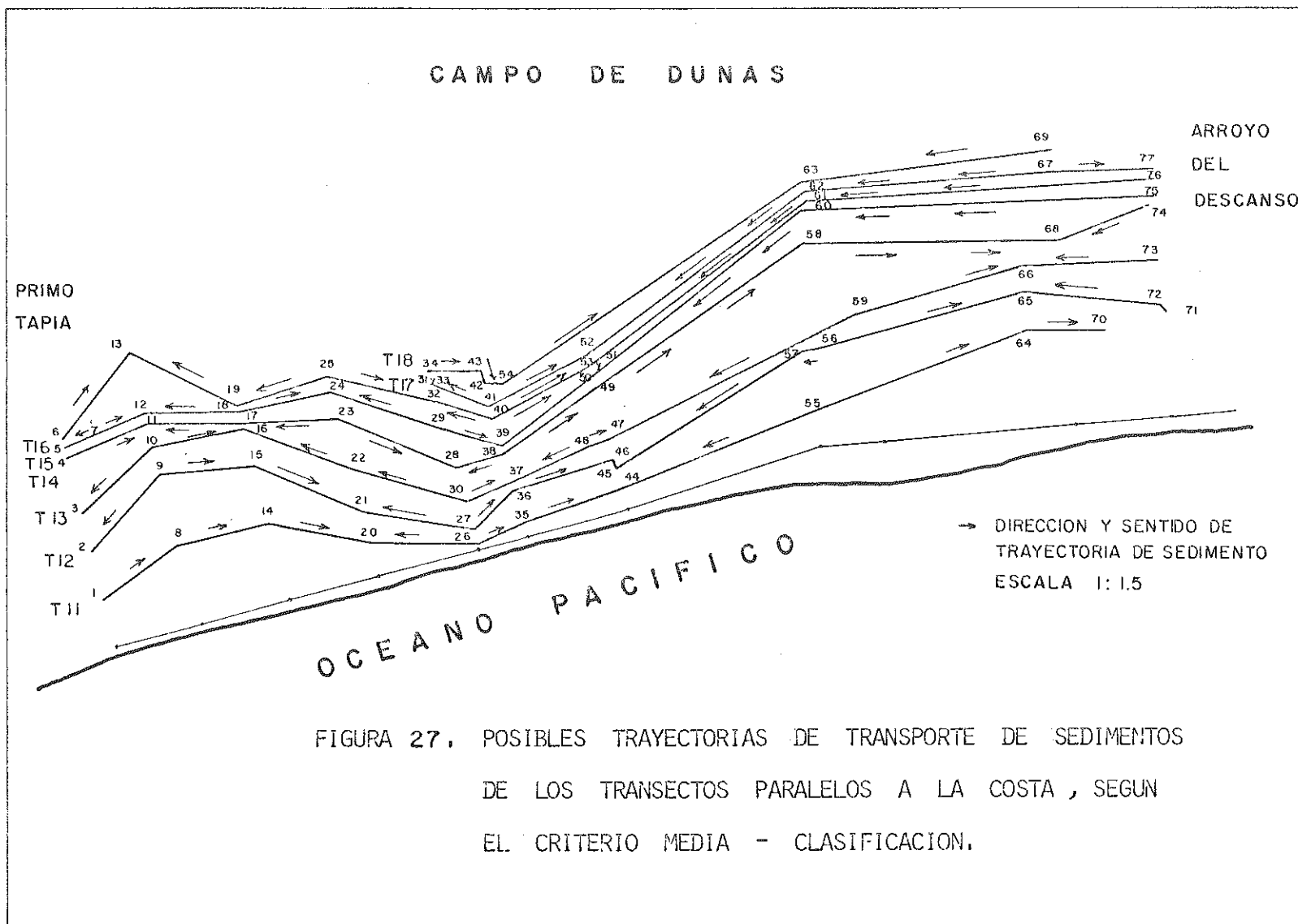
IV. DISCUSIONES

En forma de premisa para suscitarse la discusión en el texto, se requiere delinear algunos puntos que podrían causar error y/o poca claridad de los resultados. 1) Debido a las condiciones de muestreo en algunos transectos, se rompió el orden del número progresivo de muestra, debido a esto, se debe tener cuidado con el manejo de los datos, (en la Fig.4, se localiza el arreglo de las muestras). 2) A partir de los transectos perpendiculares, se obtuvo la red de muestreo de los transectos paralelos, esto produjo que quedaran sesgados y que en estos últimos fuera difícil de interpretar el sentido de la dirección de transporte. 3) En los transectos perpendiculares se eliminaron las muestras que estaban fuera de los transectos porque causaban problemas en el manejo de datos. Las muestras eliminadas se citan en el mapa de la Fig. 5. 4) Al comparar dos muestras en base a los valores estadísticos de media, clasificación y asimetría, o por medio de las gráficas de media y clasificación con respecto a la distancia, se pudo suponer una diferencia cuando en realidad no era significativa en las unidades Phi, o bien, que al compararse, se consideraran iguales, cuando no lo son. Esto puede causar error en las interpretaciones obtenidas. Es importante hacer notar, para evitar errores de lectura, que cada gráfica tiene su propia escala.

Como resultado de la interpretación basada en el criterio de Sunamura y Horikawa (1971), de los parámetros texturales expuestos en las Tablas I, II, III y IV, y en las Fig. 6 a la 24, se muestra el posible patrón de circulación del campo de dunas en la Fig. 25, para el muestreo piloto, en la Fig. 26, para transectos perpendiculares a la costa, en la Fig. 27 para transectos paralelos a la costa, y en la Fig. 28 para unir los últimos dos.







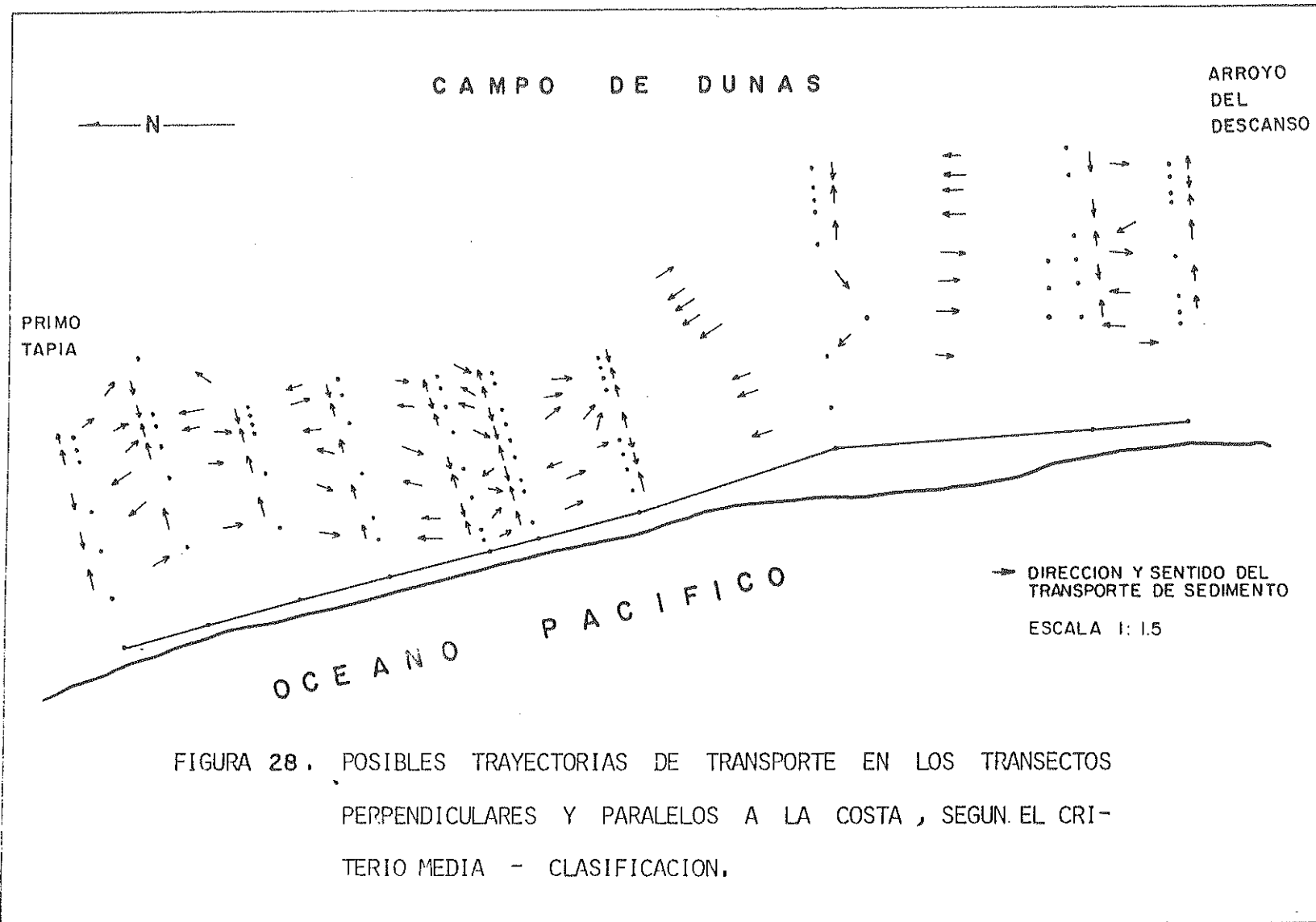


FIGURA 28. POSIBLES TRAYECTORIAS DE TRANSPORTE EN LOS TRANSECTOS PERPENDICULARES Y PARALELOS A LA COSTA, SEGUN EL CRITERIO MEDIA - CLASIFICACION.

IV.1 CRITERIO MEDIA-CLASIFICACION.

-DISCUSIONES DEL MUESTREO PILOTO.

En la Fig. 25 en el muestreo piloto se muestra que en el transecto uno, el sentido de transporte se dirige de M1 a M2, es decir de base a cima, y de M3 a M2 en el sentido contrario. En el transecto dos, M5 es aporte de M4 de tierra a mar, y de la M5 a la M6, el suministro es de mar a tierra. Para el transecto tres, se abastece de sedimento de tierra a mar de M8 a M7, y de mar a tierra de M8 a M9. Para el transecto cuatro, se Surte de mar a tierra de M10 a M11 y en sentido contrario de M12 a M11. En el transecto cinco, se provee sedimento de mar a tierra de M13 a M14 y de tierra a mar de M15 a M14. En el transecto seis, se proporciona sedimento de M17 a M16 y hacia tierra de M17 a M18. Para el transecto siete, se otorga sedimento al Norte de M20 a M19, y al Sur de M20 a M21. Para transecto ocho se suministra sedimento de M23 a M24 al Norte, y al Sur de M23 a M22.

En los primeros cuatro transectos, en donde existe mayor espacio entre las muestras, se observa un dominio de aporte de sedimentos de mar a tierra, y en las muestras que poseen menor distancia entre ellas, el transporte domina de tierra a mar.

En el transecto cinco, el transporte va de los extremos al centro del transecto, y en el transecto seis, se dirige del centro a los

extremos. En el transecto siete el transporte procede de pendiente de la duna mayor a los extremos. En el transecto ocho, en la zona de llistones va de la parte media a los extremos.

-TRANSECTOS PERPENDICULARES DEL MUESTREO.

En la Fig 26, para transectos perpendiculares se puede observar que en el transecto uno, se presentan dos sentidos de transporte de sedimento, el que se dirige de mar a tierra, indicado por la muestra M1 que suministra sedimentos a M2, M4 que le da a M5, y en sentido contrario, es decir de tierra a mar de M6 a M5, de M4 a M2.

En el transecto dos, se muestran dos sentidos en el transporte de sedimentos, de la base M8 a la pendiente abrupta M11, que provee de mar a tierra, y en sentido contrario del sotavento M13 a la pendiente abrupta M11. El sentido dominante de transporte es de base a cima.

En el transecto tres, la dirección del transporte esta señalada de la base M14 a la cima M17, con excepción del aporte marcado en sentido contrario en el sotavento M19 a M17.

En el transecto cuatro, sucede el mismo caso que en el transecto tres. De la M20 a la M24 aporta de base a cima, y de la M25 a la M24 de la cima a la base. El sentido predominante de transporte procede de la base a la cima.

El sentido de transporte indicado en el transecto cinco, se dirige de mar a tierra de la muestra M26 a la M27, de M30 a M28, y de la M29 a la M32, y en el sentido contrario de la M34 a la M32, de M29 a M28, y de la M30 a la M27. No existe un sentido de transporte definido.

En el transecto seis, la dirección de transporte de sedimentos procede de la base a la cresta, a excepción de las siguientes muestras: la M38 que aporta a la M37, la M40 a la M39, y la M41 a la M40.

En el transecto siete, el sentido de transporte está marcado de la M44 a M45, de la M47 a la M53 de mar a tierra, y de tierra a mar de la muestra M52 a la M53 y de la M47 a la M45. No existe un sentido de transporte definido.

En el transecto ocho, muestra dos sentidos de transporte, el primero de mar a tierra denotado por la muestra M55 que aporta a la M57, de la M58 a la M62, y el segundo de tierra a mar de la muestra M63 a la M62 y de la M58 a la M56. No existe un sentido de transporte predominante.

El transecto nueve, indica el sentido de transporte de mar a tierra de la M64 a la M65, de la M66 a la M67 y cambia de sentido de mar a tierra de la M69 a la M67, así como de la M66 a la M65. No hay sentido de transporte predominante.

En el transecto diez, el transporte se dirige de la base a la cresta, y sólo la M76 abastece a la M75 en el sentido contrario.

Para los transectos paralelos a la costa, es difícil describir el patrón de circulación debido a la forma en que están colocados los transectos.

-TRANSECTOS PARALELOS DEL MUESTREO.

En el transecto once, el sentido de transporte predomina de Norte a Sur contribuyendo de M1 a M20, de M26 a M44, de la M55 a M70, y de Sur a Norte de M26 a M20, de la M55 a la M44.

En el transecto doce, de Norte a Sur, se proporciona de la muestra M9 a M21 y de la M27 a la M45 y M46. De Sur a Norte M9 suministra a M2, de M27 a M21, de la M56 a M46 y M45, y de la M72 a la M65.

En el transecto trece, surte de Norte a Sur con la muestra M10 a M16, de la M30 a M37, de la M48 a la M47 y de la M59 a la M66. El aporte de Sur a Norte procede de la muestra M10 a M3, de la M30 a la M16, de M48 a M37, de la M59 a la M47 y de M73 a la M66.

En el transecto catorce, el sentido del transporte se dá de Norte a Sur de la M4 a la M11, de la M38 a la M49 y de la M58 a la M68. El sentido contrario, es decir de Sur a Norte se dirige de la muestra M38 a M11, de la M58 a la M49 y de la M74 a la M68.

En el transecto quince, el sentido de transporte de Norte a Sur procede de la muestra M5 a la M12, de la M18 a la M50 y la M51. El sentido contrario esta marcado de la muestra M18 a la M12 y de la M75 a la M50 y M51.

En el transecto dieciséis, el sentido de transporte se sucede de la muestra M6 a la M17, de la M53 de Norte a Sur, y de Sur a Norte se denota de la M40 a la M17 y de M76 a M53.

En el transecto diecisiete, el sentido de transporte de Norte a Sur se da de la M42 a la M52, de la M68 a la M77. En el sentido contrario se indica de la M41 a la M31 y M33, y de M68 a M52.

En el transecto dieciocho, el sentido de transporte va de Norte a Sur de la muestra M34 a la M63, y de Sur a Norte de la M69 a la M63.

Resumiendo, en los transectos perpendiculares a la costa el sentido de transporte de sedimentos va de la base a la cima en los transectos 2,3,4,6 y 10, mientras que en los transectos 1,5,7,8 y 9, no se muestra un sentido de transporte claro. Para los transectos paralelos a la costa, es difícil describir el patrón de circulación debido a la forma en que se encuentran colocados los transectos. A primera vista, los sentidos de la dirección de transporte no están muy bien definidos, sin embargo, se agruparon las flechas con sentido similares y se obtiene una idea más general del transporte.

Sunamura y Horikawa (1971), proponen cuatro casos para conocer el sentido de transporte por medio de las propiedades del arena y especifican que fuera de éstos casos la dirección del arena es imposible de detectar. Mencionan que su modelo es muy sensible a los cambios del medio ambiente. Es posible que los cambios de la dirección del viento, así como la variación de la intensidad podrían haber afectado los resultados.

IV.2. CRITERIO MEDIA-CLASIFICACION-ASIMETRIA

La distribución del tamaño de grano cambiará en respuesta a la erosión y depositación en tal forma que un depósito remanente será de tamaño de grano más grueso y con simetría más positiva que su fuente (caso A), mientras que los depósitos secuenciales serán de tamaño más fino y con asimetría más negativa (caso B) ó tamaño más grueso y con asimetría más positiva (caso C). La clasificación será cada vez mejor, en cada uno de los tres casos. En el caso de depositación total, se obtendrán sedimentos finos y con asimetría negativa. Las trayectorias posibles del sedimento (Indicadas por puntas de flechas), son el resultado de la Interpretación de las matrices de tendencia de relaciones de tamaño de grano y representan un resumen de las trayectorias posibles.

De la siguiente Tabla V, se cita un ejemplo de Interpretación de matrices.

		D E P O S I T O .								
		45	47	51	44	46	52	49	50	53
45	A	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	B	M	P	M	M	P	P	P	P	P
	C	N	S	S	S	H	N	S	S	S
47	F	A	G	G	G	G	G	G	G	G
	P	B	P	M	P	P	P	P	P	P
	S	C	S	S	S	S	N	S	S	S
51	F	F	A	G	G	G	G	G	G	G
	H	H	B	M	M	M	P	P	P	P
	N	N	C	S	N	N	N	N	N	N
F U	44	F	F	F	A	G	G	G	G	G
	P	P	P	B	P	P	P	P	P	P
	N	N	N	C	N	N	N	N	N	N
E N	46	F	F	F	F	A	G	G	G	G
	P	H	P	M	B	P	P	P	P	P
	N	N	S	S	C	N	N	N	N	N
T E	52	F	F	F	F	F	A	G	G	G
	H	H	P	M	M	B	P	P	P	P
	S	N	S	S	S	C	N	S	S	S
49	F	F	F	F	F	F	A	G	G	G
	H	H	H	M	M	H	B	P	P	P
	S	S	S	S	S	S	C	S	S	S
50	F	F	F	F	F	F	F	A	G	G
	H	H	H	M	M	M	M	B	P	P
	N	N	S	S	S	N	N	C	S	S
53	F	F	F	F	F	F	F	F	A	G
	H	H	H	M	M	M	M	M	B	P
	N	N	S	S	S	N	N	N	C	S

La muestra M44 es fuente posible de M45, M47 y M51 (caso C). La relación con las otras muestras no es posible de Interpretar. La muestra M45, es la fuente posible de M51 y de M53 (caso B) La muestra M46 no es fuente posible de las demás. La M47, es fuente posible de M46, M51, M53 y M52 (caso B). La M49 es fuente posible de la M53 (caso B). La M50 es fuente posible de M53 (caso B). La M51 no es fuente posible de las demás. La M53 no es fuente probable de las otras. La M52 es fuente probable de la M53 (caso B).

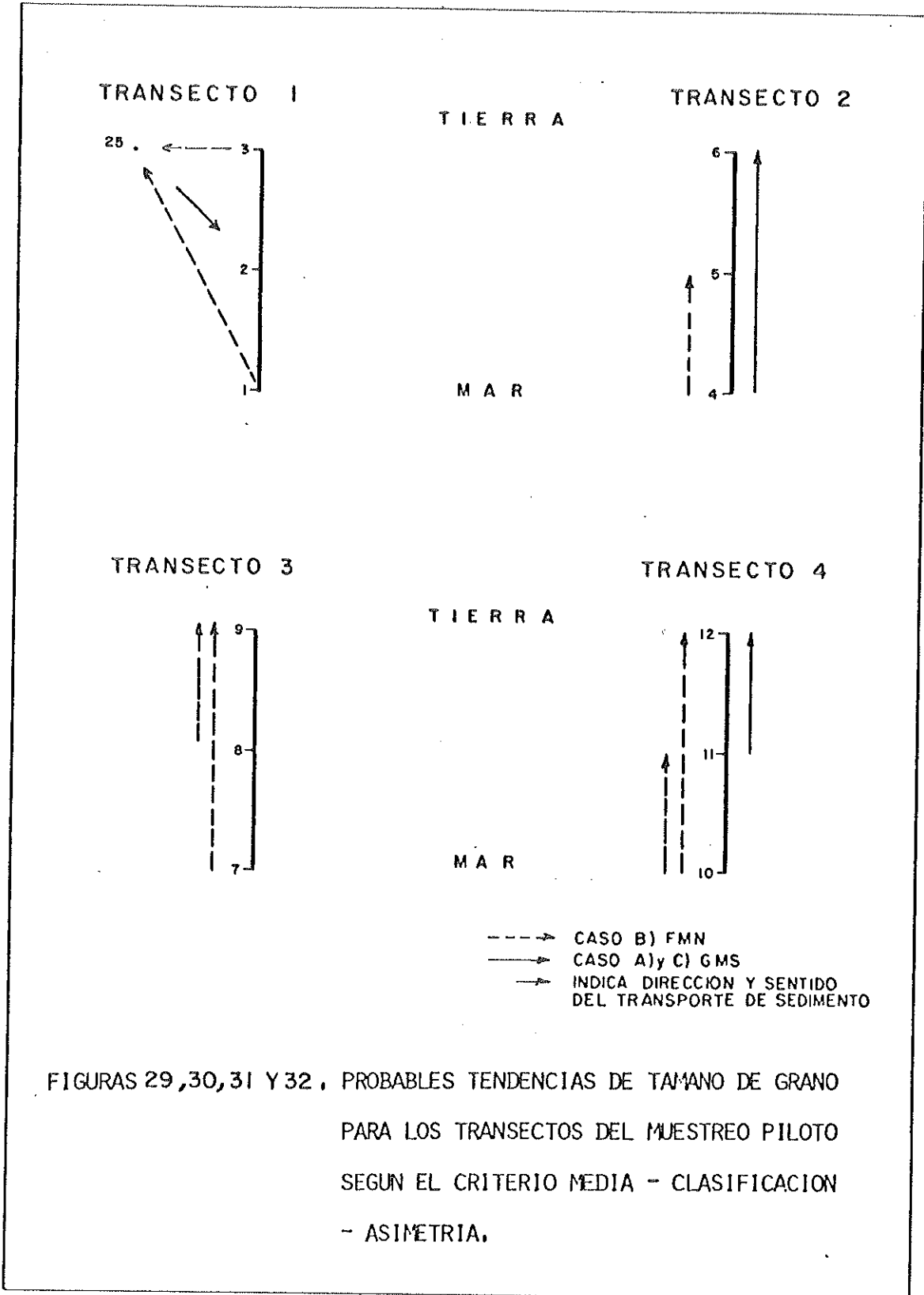
Las Tablas IV.A a la IV.R, en el apéndice 4, contienen las matrices de tendencia de relaciones de tamaño de grano del muestreo piloto, de los transectos perpendiculares y de los transectos paralelos.

-DISCUSION DEL MUESTREO PILOTO.

En las Figs. 29 a la 36, se presentan las probables direcciones del transporte de sedimentos. Un resumen de las posibles tendencias de transporte en el muestreo piloto se muestra en el mapa de la Fig. 37.

En el transecto uno, de la muestra M1 a M25, de M3 a M25, el transporte va a la misma dirección y hay un aporte de M25 a M2. En el transecto dos el sentido de transporte ocurre de base a cima de M4 a M5 y a M6. De el transecto tres, el sentido de transporte se dirige de base a cima de M7 a M9 y de M8 a M9. De el transecto cuatro, M10 suministra a M11 y M12, y el M11 es aporte de M12. En el transecto cinco, al igual que el anterior, el transporte sucede de base a cima de M13 a M15 y de M14 a M15. En el transecto seis, se proporciona sedimento de tierra a mar de M17 a M16. En el transecto siete se presentan dos sentidos de transporte, uno se dirige al Norte de M21 a M19, de M20 a M19 y al Sur de M20 a M21. En el transecto ocho, se presenta el traslado de sedimentos al Sur de M23 a M22 y de M23 a M24.

Así, el sentido de la dirección de transporte se denota en los transectos dos, tres, cuatro y cinco de la base a la cima, en el uno no está muy bien definido, en el seis se dirige de la parte media



TRANSECTO 5

T I E R R A

TRANSECTO 6



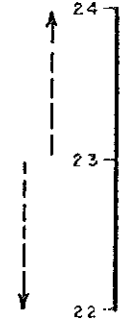
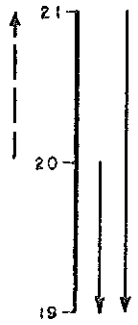
M A R

TRANSECTO 7

TRANSECTO 8

S U R

N O R T E

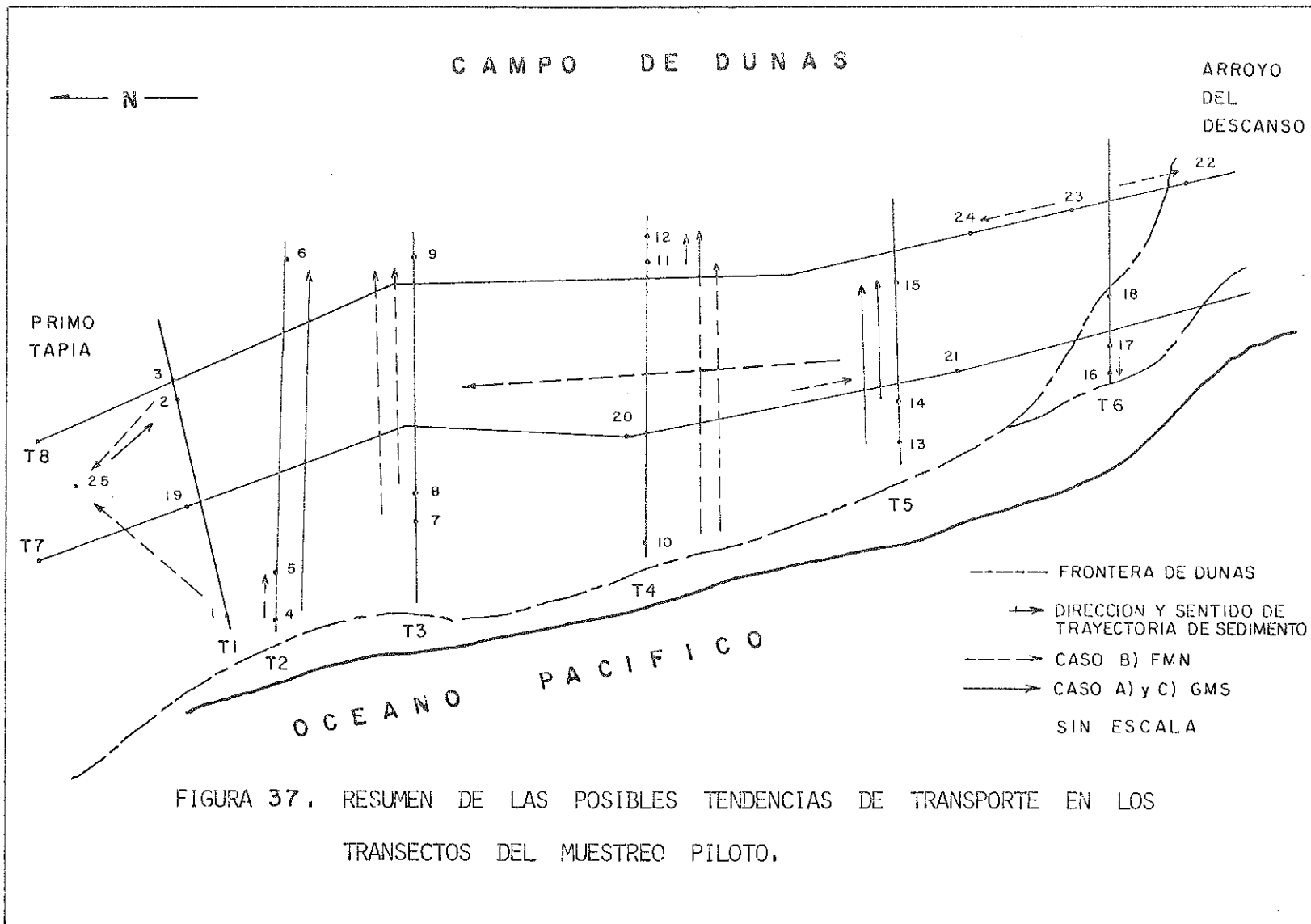


N O R T E

S U R

- > CASO B) FMN
- > CASO A) y C) GMS
- > INDICA DIRECCION Y SENTIDO DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTO

FIGURAS 33,34,35 Y 36 , PROBABLES TENDENCIAS DE TAMANO DE GRANO PAPA LOS TRANSECTOS DEL MUESTREO PILOTO SEGUN EL CRITERIO MEDIA - CLASIFICACION - ASIMETRIA.



hacia la base, es decir, de tierra a mar. En el transecto siete, va de Norte a Sur de la parte media del transecto al extremo Sur del mismo, y de Sur a Norte de un extremo a otro.

Para el transecto ocho en la zona de llstones el transporte presenta dos sentidos que van de la parte media hacia los extremos.

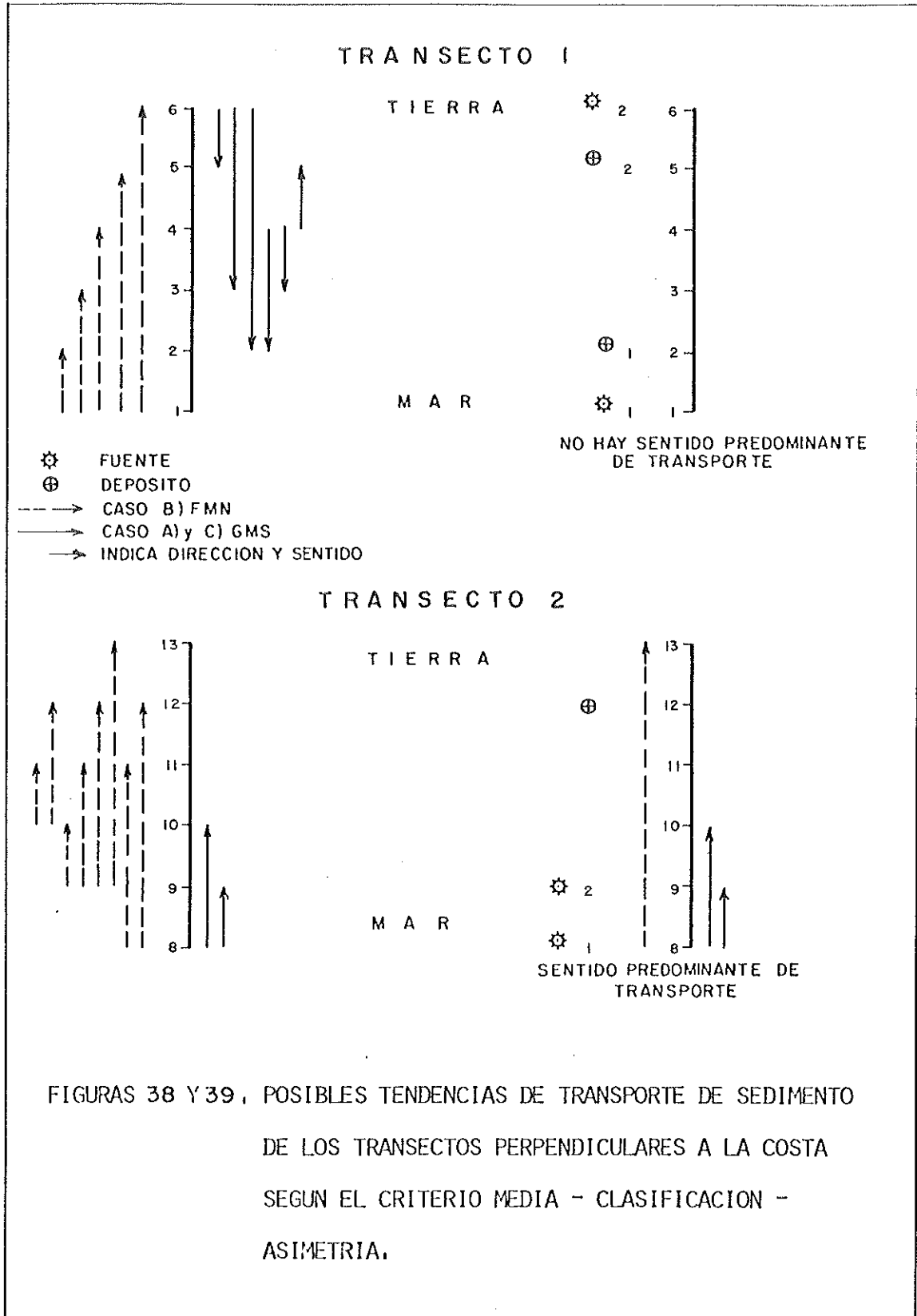
El caso que se presenta más frecuentemente es el (caso B), que se caracteriza por granos finos, asimetría negativa y bien clasificados, de la base a la cima.

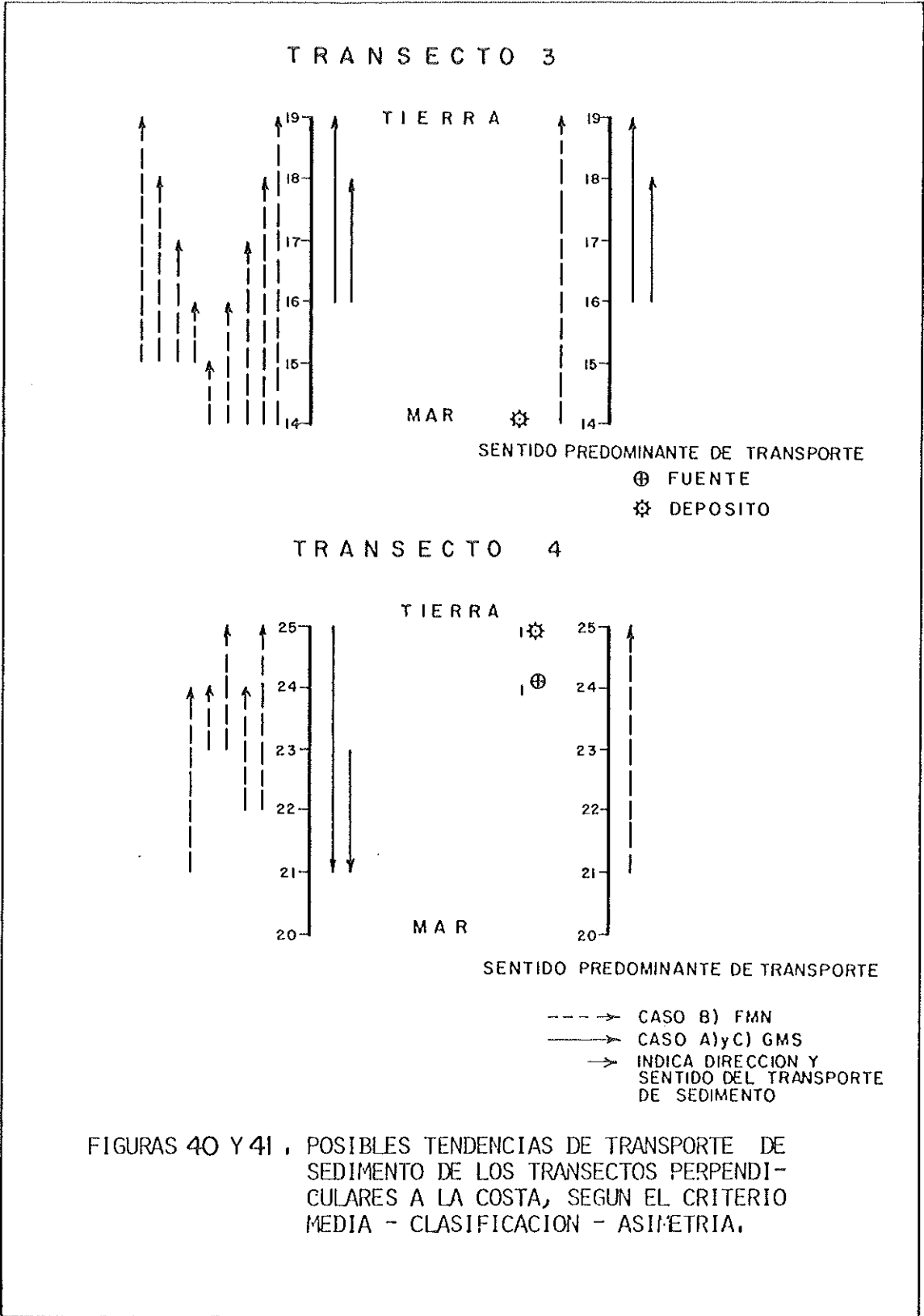
-DISCUSION DE TRANSECTOS PERPENDICULARES.

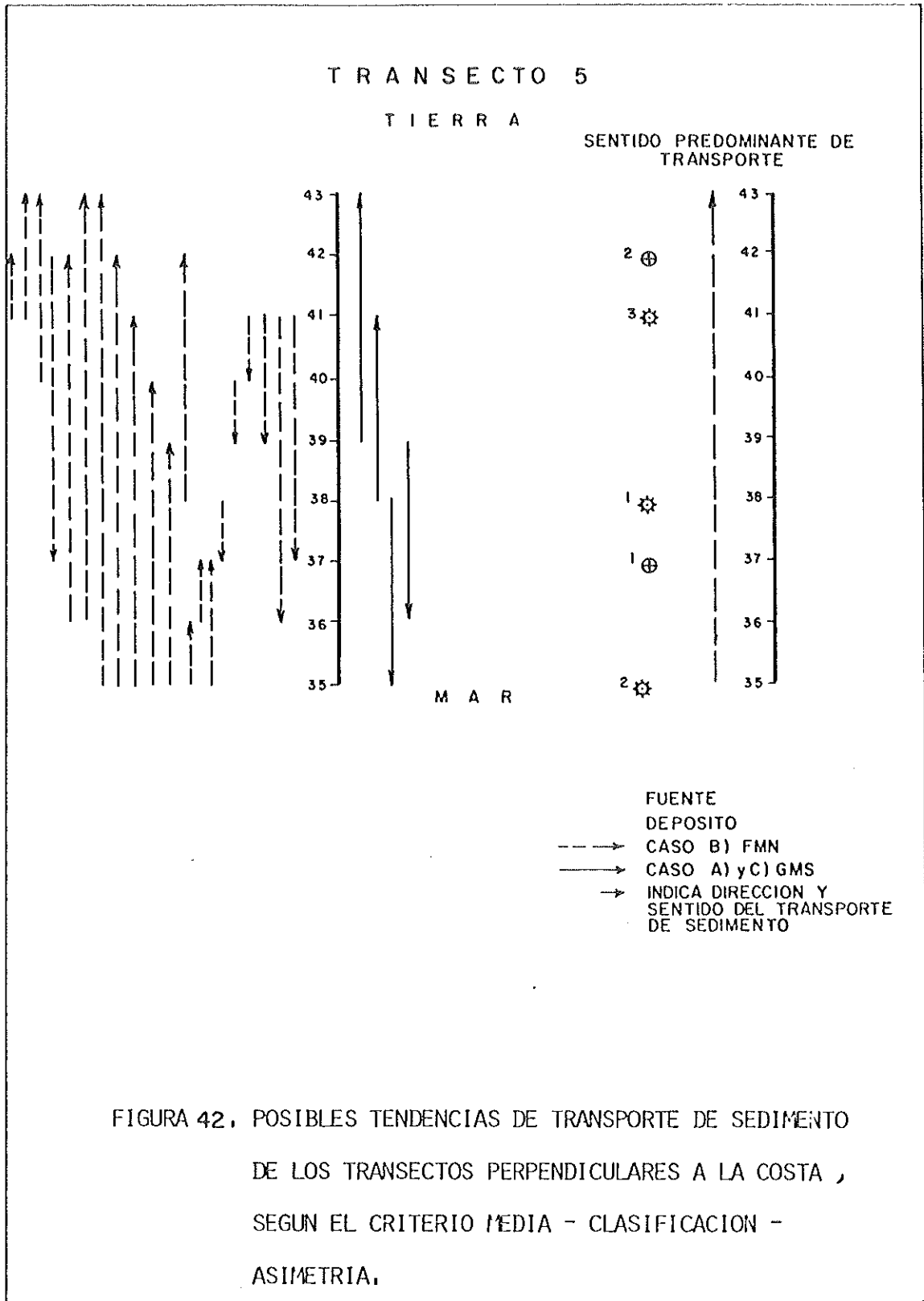
Las Figs. 38 a la 47, presentan las trayectorias del sedimento para cada uno de los transectos perpendiculares a la costa, es decir, de T1 a T10.

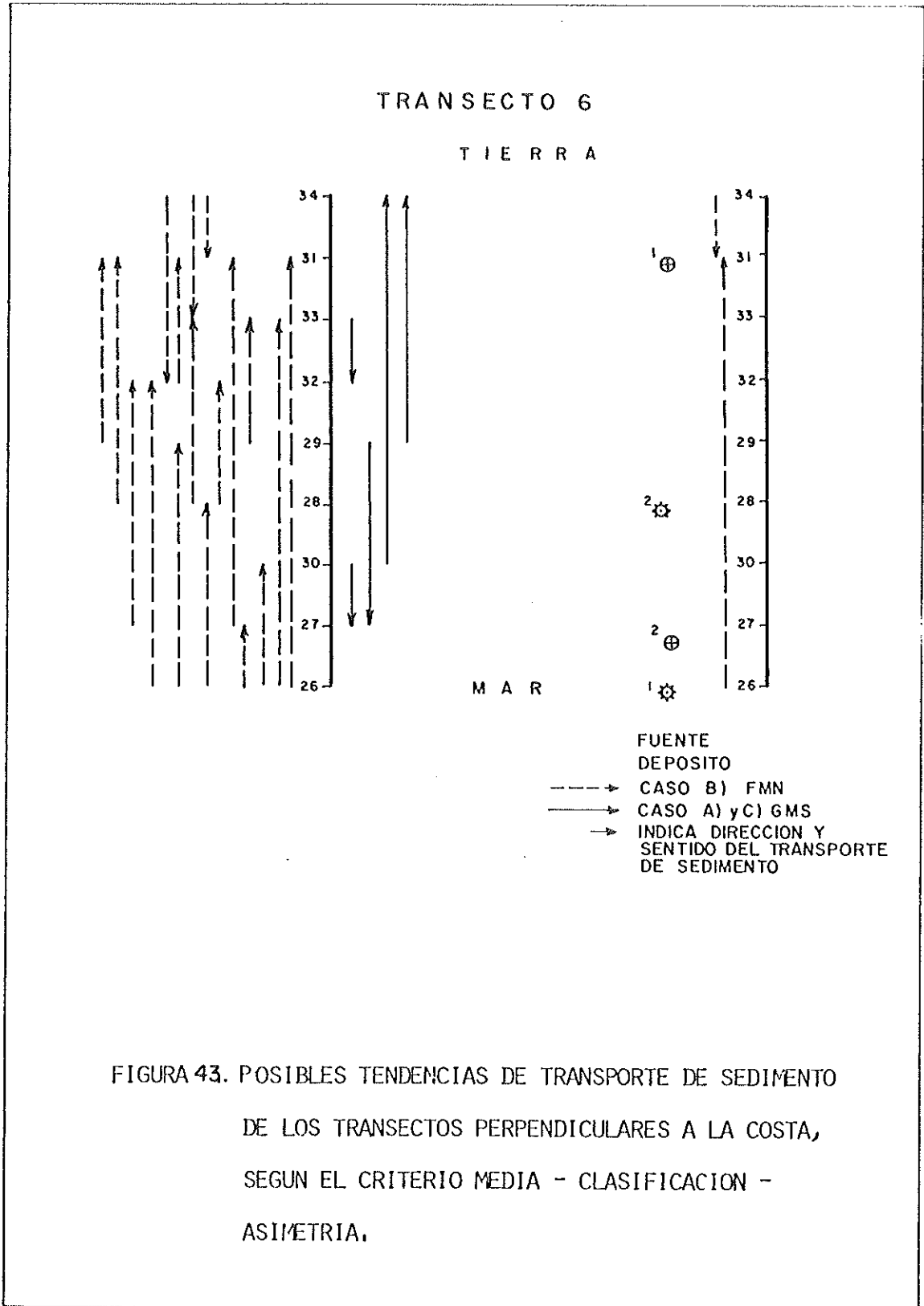
La mayoría de las muestras indican una tendencia a suministrar sedimentos de la base de la duna a la cresta.

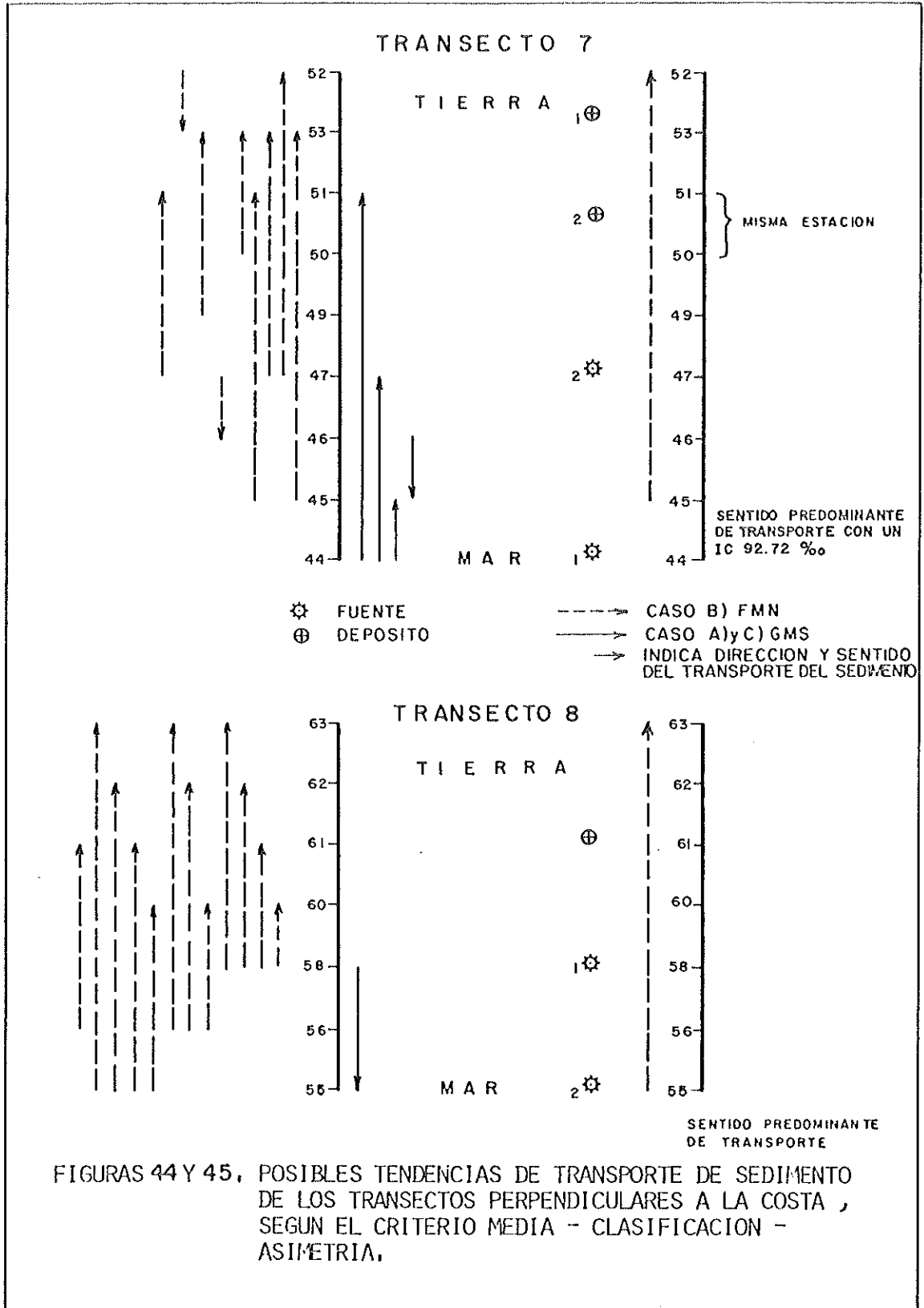
En el transecto uno, la muestra M4, perteneciente a la pendiente abrupta, se encuentra en una zona muy expuesta a la erosión, porque forma parte de la duna más cercana al Ejido Primo Tapia y frecuentemente la zona es explotada como bancos de arena. En esta zona, el viento no es suficiente para restaurar el daño provocado por el uso del recurso. La muestra M6, perteneciente al sotavento, aporta sedimentos al barlovento posiblemente por el viento paralelo que corre a lo largo de la cresta de la duna, que logra levantarlo y dispersar la carga hacia el barlovento. Otra causa probable, es la explicación dada por O-Barndorff-Nielsen et al. (1982), en donde detectan que de la base a la cima hay una disminución del tamaño de grano así como un mejoramiento en la clasificación. Al pasar el viento de la cima al sotavento, existe una diferencia de presión que provoca una caída brusca del sedimento, denotándose un aumento de tamaño de grano de la

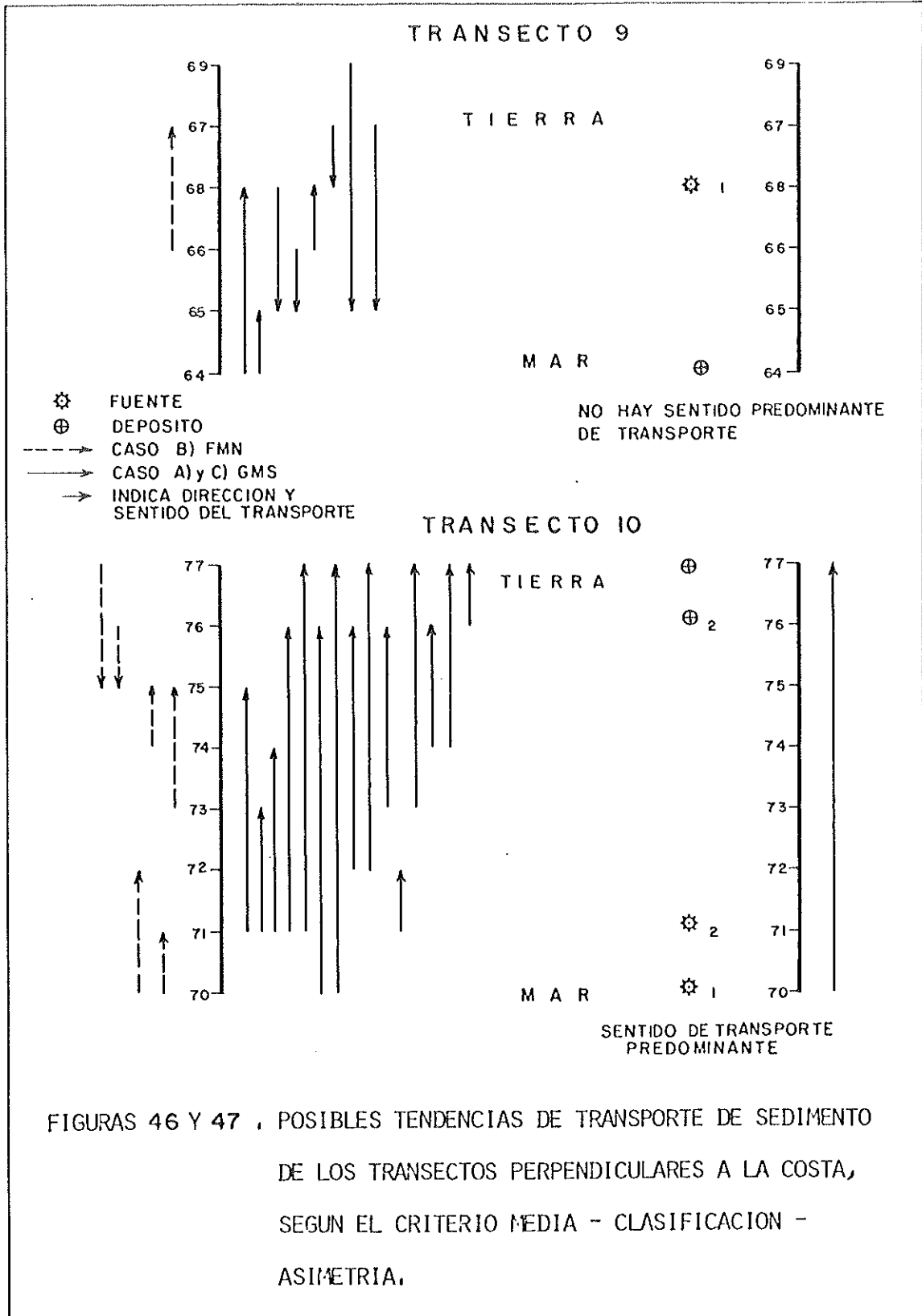












cima a la base del sotavento, ocurriendo también, que la clasificación de tamaño de grano sea peor de la cima a la base de sotavento. La fuente principal de sedimentos para el transecto uno, se encuentra situada en la M5, sin embargo, no se puede afirmar que existe una dirección preferencial en éste transecto.

Para el transecto dos, la fuente más probable esta ubicada en la M8 y su depósito principal en la M12, el sentido preferencial de transporte se da de mar a tierra.

Para el transecto tres, la fuente más poderosa es la M14 que aporta sedimentos de la base a la cima de la duna.

En el transecto cuatro, se tienen las muestras M23 y M24 que pertenecen a la parte más alta de una duna cuya pendiente es muy pronunciada, que se encuentra a la izquierda de la duna mayor y es casi tan elevada como la mencionada. Posiblemente se produce un rodamiento de los granos más gruesos de la parte alta, cuando el viento por su intensidad logra llevarlos a esta parte de la duna. Otra causa, es el paso constante e intenso sobre el área de los vehículos empleados por el turismo.

El transecto cuatro, tiene su fuente principal en la M25 y su depósito en la M24. Sin embargo, la frecuencia de fuentes menos intensas, produce un transporte predominante de base a cima de la duna.

En los transectos cinco y seis, se tienen las muestras M30, M33, M41 y M42 las cuales pertenecen a las zonas más altas de la duna mayor; son aporte de sedimentos de las partes más bajas, es decir, de los montículos izquierdo y derecho que se encuentran sobre la pendiente de la duna mayor. A causa de la temporada de lluvias, previas al muestreo, se provocó un deslave de sedimentos que se observó principalmente en la erosión causada en los montículos antes mencionados. Al parecer, para obtener la estabilidad de la duna, hay un suministro de sedimentos de las partes más altas de la duna a estos montículos. Se podría considerar la posibilidad de que sea suscitado por el acarreo que producen los vehículos empleados por el turismo. En la muestra M29 y la M47, que son de las zonas de cuencas de las partes altas de la duna, es posible que se produzca ese cambio de aporte por el paso del viento entre, y sobre los montículos de la pendiente, cambiando la dirección e intensidad del viento por el cambio de presión, teniendo como consecuencia celdas de circulación. Para las muestras M34 y M52, que corresponden a la parte de sotavento de la duna mayor y que son fuentes posibles de barlovento, corre durante el día un viento dominante paralelo a la cresta de la duna mayor, que levanta y dispersa el sedimento a lo largo de la pared del sotavento, de la parte más alta de la cima hacia la parte Sur de la pared. Por este levantamiento de sedimentos, se produce además, suministro de sedimento al barlovento y esto es verificable a lo largo de la línea de cresta, encontrándose crestas regresadas, es decir, inclinadas hacia el lado del mar. Otra causa, podría ser la ya citada con O-Barndorff-Nielsen, et al. (1982).

El transecto cinco, tiene su fuente principal en la M26 y su depósito en la M31. Así mismo, la fuente más poderosa, pero no la más frecuente, en el transecto seis es la M38 y su depósito la M37. Para el transecto siete, la fuente más poderosa es la M44 y su depósito la M53.

La dirección preferencial de transporte, parte de base a cima en los transectos cinco, seis y siete, aunque el transecto siete cumple con un I.C. = 92.72%.

En el transecto ocho, la muestra M58, forma parte de la pendiente abrupta de un llistón de duna, es posible que sea fuente potencial de sedimentos, sin embargo, se encuentra en una zona vegetada reteniendo el sedimento entre las raíces de las plantas.

La fuente principal para el transecto ocho, es la M58 y su depósito es la M61. Y es en éste sentido que se dá el transporte predominante de sedimentos.

En el transecto nueve, las muestras M64 y M66, son parte de un llistón de duna. Aunque son fuente posible de sedimentos, no hay una clara dirección del transporte. Probablemente la presencia de la barra que se encuentra a la salida del arroyo Del Descanso, afecta el aporte de sedimentos a ésta zona. Además, existe una gran cantidad de brechas en ésta zona, que son formadas a consecuencia del intenso paso de triciclos que causan la mortandad de la vegetación, y por lo tanto

erosión, desestabilizando la zona.

La fuente dominante para el transecto nueve es la M68 y su depósito es la M64. Pero eso no produce una dirección preferencial de transporte en los sedimentos, posiblemente por lo mencionado anteriormente.

Transecto diez, muestra M76, hay un problema de distorsión del proceso de sedimentación por el paso continuo de los vehículos, causando un desfase de la cima hacia sotavento, de tal forma, que la pendiente de ambos es muy similar. Esto pudo producirse debido a la diferencia en la cohesión de los sedimentos base, que en la zona de la cima cedieron y tendieron a erosionarse. Otra causa posible, es la variación de las condiciones del viento, siendo ésta cima solo un vestigio, pudiéndose posteriormente formar una nueva cima en la parte más alta.

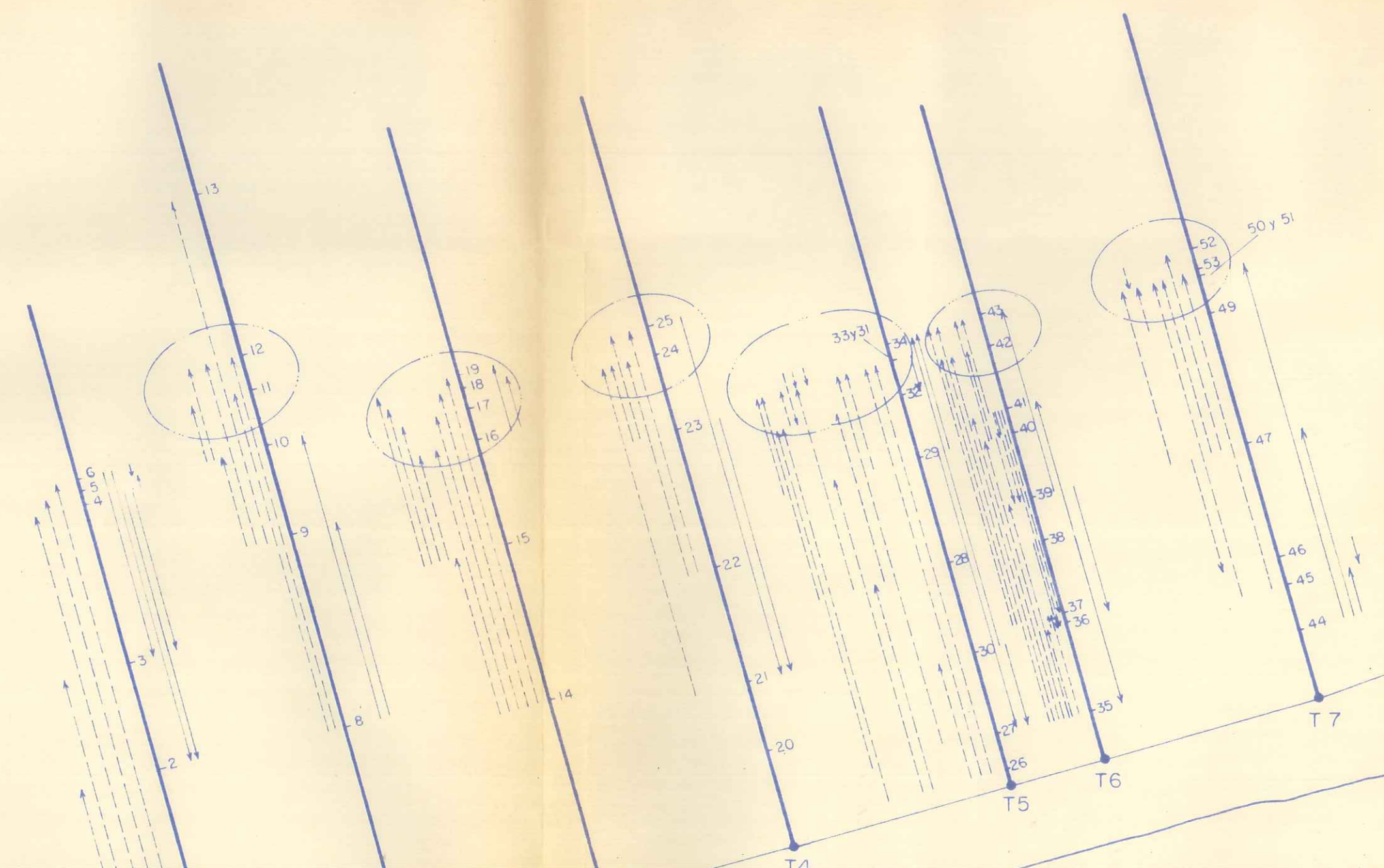
La fuente dominante para el transecto diez, se encuentra ubicada en la M71 y su depósito en la M77. Y es en ésta dirección que se produce el transporte preferencial de sedimentos.

La Fig. 48, presenta todas las posibles trayectorias de transporte de sedimento para todos los transectos perpendiculares a la costa.

Salvo en algunas excepciones, en la Tabla IV se confirma el

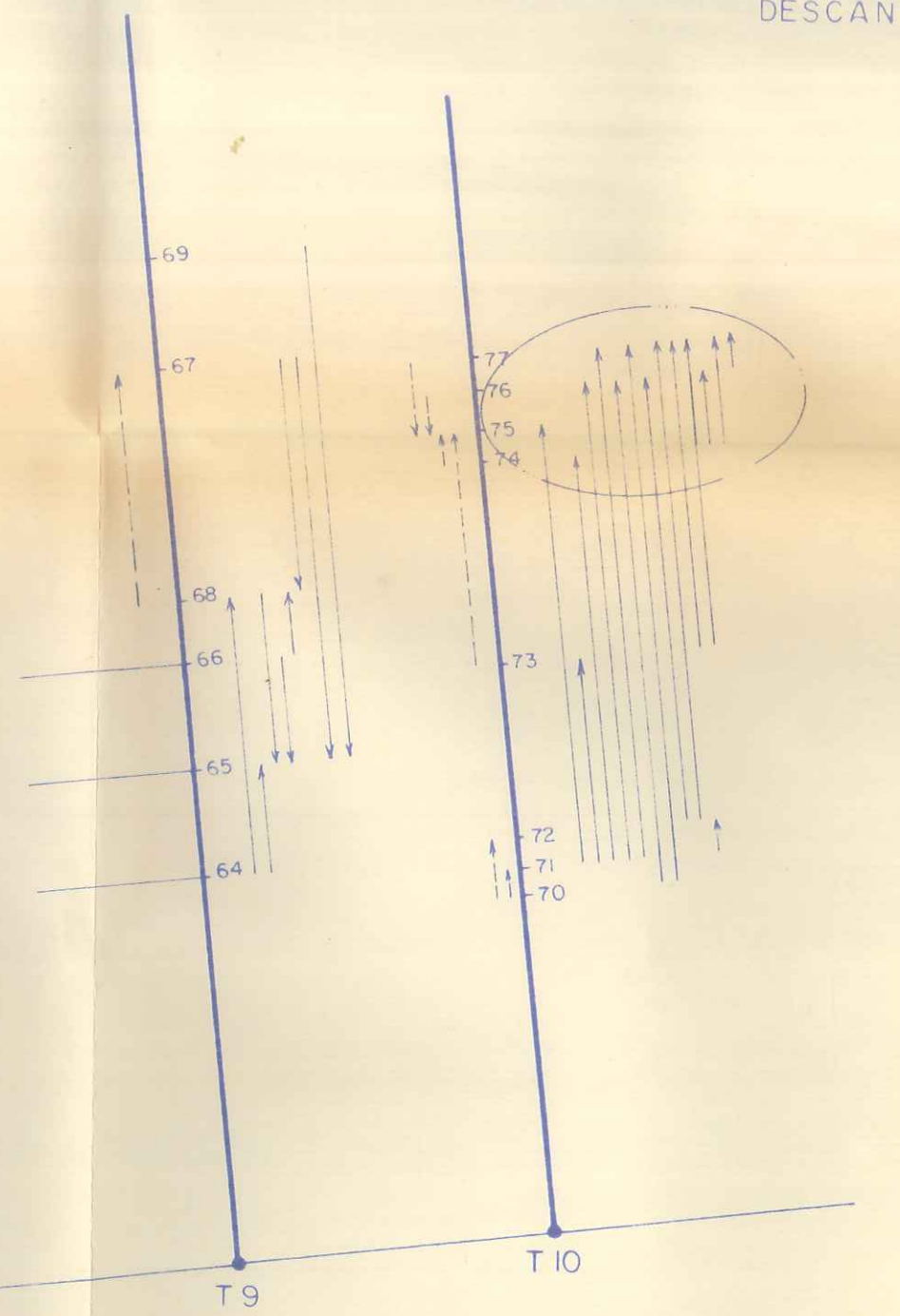
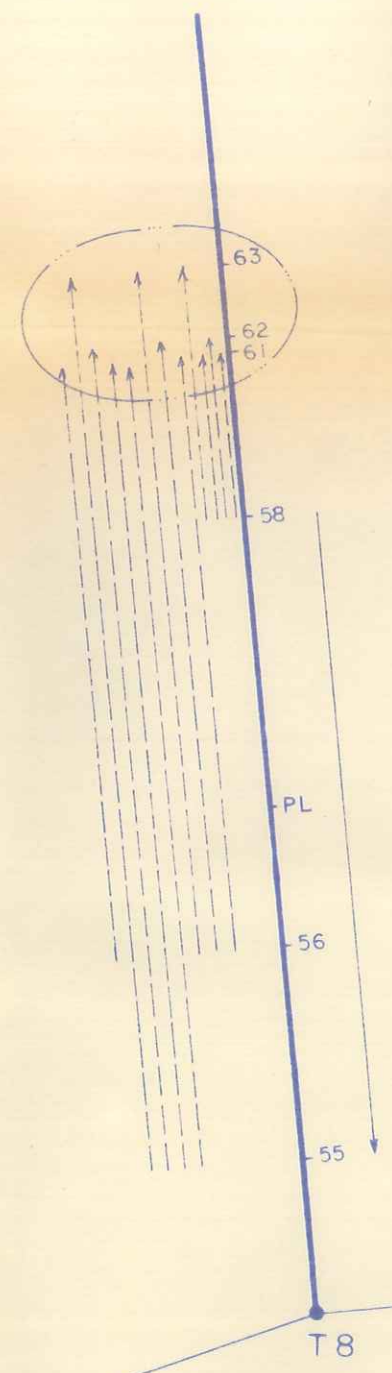
- > CASO B) FMS
- > CASO A) y C) GMN
- > DIRECCION Y SENTIDO DE TRANSPORTE
- DEPOSITACION

EJIDO
PRIMO TAPIA



DUNAS

ARROYO
DEL
DESCANSO



P A C I F I C O

ESCALA 1.5 : 1.0

sentido de transporte de sedimentos, presentándose de base a cima de la duna, y en la Fig. 49 se muestra la dirección preferencial de los sedimentos en los transectos perpendiculares.

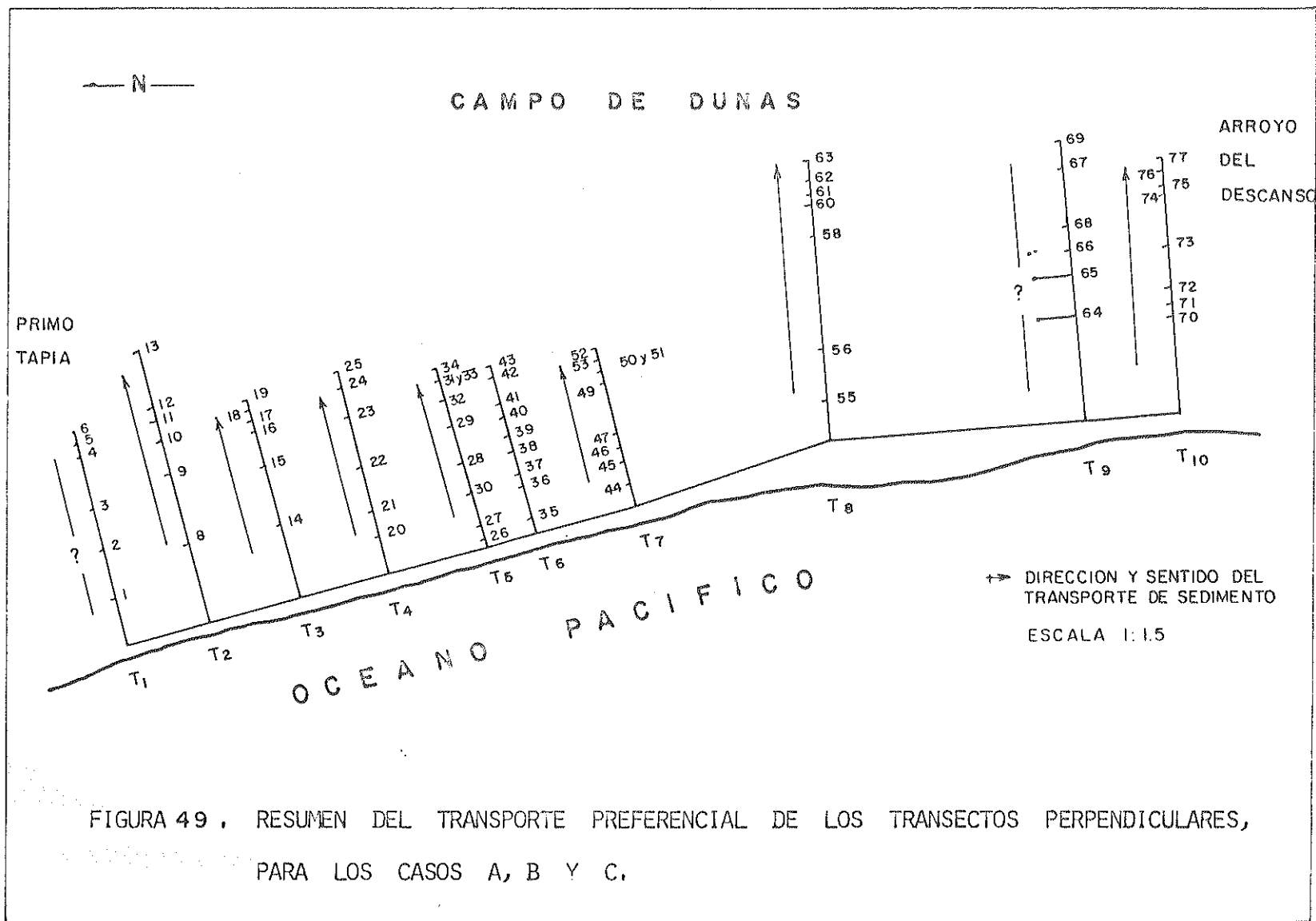


Tabla VI. Direcciones preferenciales de transporte de sedimentos de los transectos perpendiculares a la costa obtenidos de la prueba de hipótesis de la distribución binomial. N, n, x y P están definidas en el texto. El I.C. es de 95%.

Trans.	n N	Caso B) FMN		Caso A) y C) GMS	
		A Tierra	A Mar	A Tierra	A Mar
1	n=6	x = 5***		x = 1	x = 5***
	N=15	P = 99.30		P = 42.11	P = 99.30
2	n=6	x = 8***		x = 2	
	N=15	P = 10.00		P = 71.32	
3	n=6	x = 9***		x = 2	
	N=15	P = 10.00		P = 71.32	
4	n=6	x = 5***			x = 2
	N=15	P = 99.30			P = 71.32
5	n=9	x = 15***		x = 2	x = 3
	N=36	P = 99.99		P = 15.52	P = 32.54
6	n=9	x = 14***	x = 7*	x = 2	x = 2
	N=36	P = 99.99	P = 92.72	P = 15.52	P = 15.52
7	n=9	x = 7*	x = 2	x = 3	x = 1
	N=36	P = 92.72	P = 15.53	P = 32.54	P = 5.02
8	n=7	x = 12***			x = 1
	N=28	P = 99.99			P = 11.89
9	n=6	x = 1		x = 3	x = 5
	N=36	P = 5.02		P = 32.54	P = 70.91
10	n=8	x = 4	x = 2	x = 15***	
	N=28	P = 73.32	P = 30.24	P = 99.99	

* I.C. 90%

** I.C. 95%

*** I.C. 99%

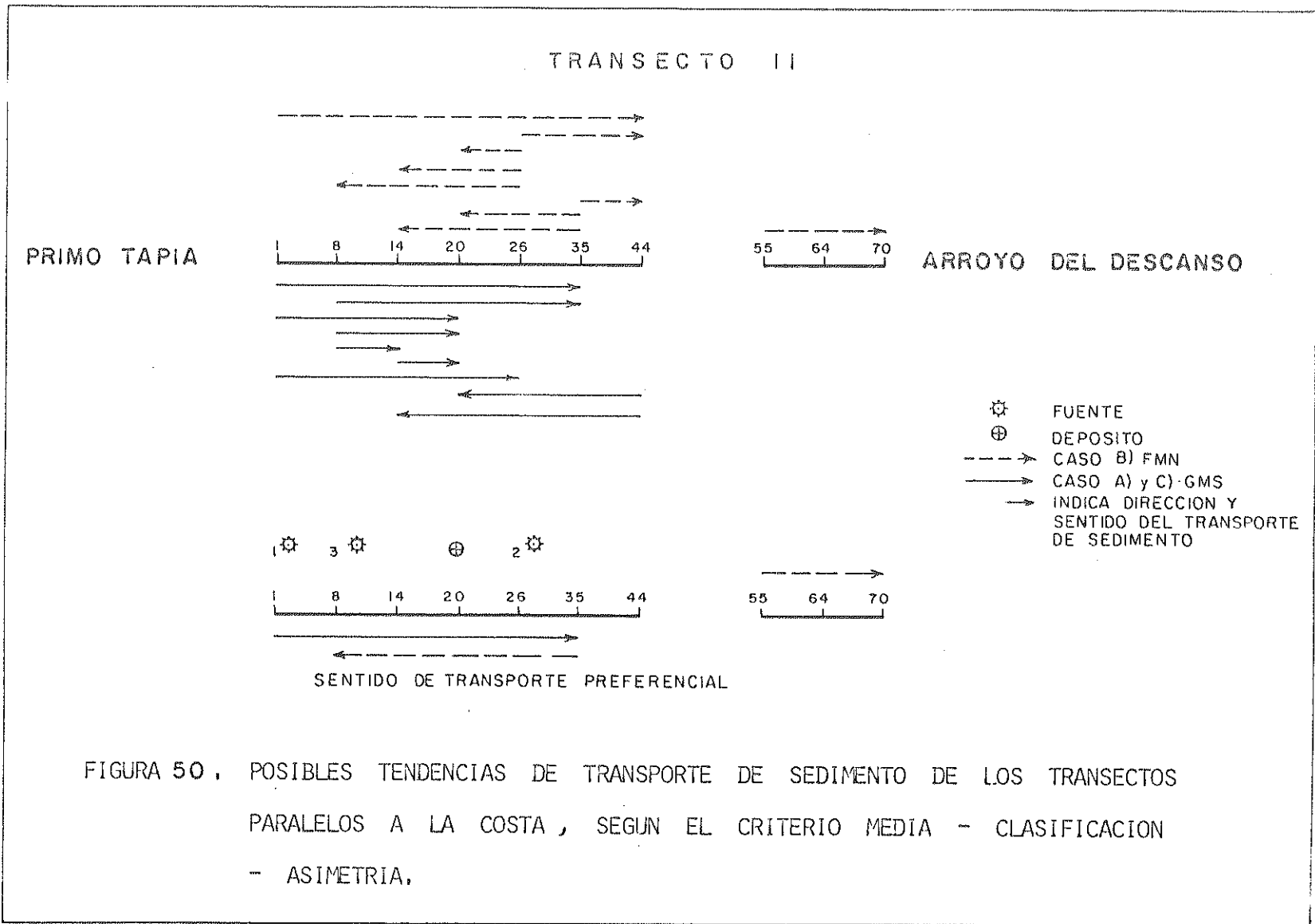
Indican la dirección perpendicular a la costa y el sentido preferencial de transporte de sedimentos, hacia el mar o hacia tierra.

-TRANSECTOS PARALELOS

Las Figs. 50 a la 57, presentan las trayectorias del sedimento para cada transecto paralelo a la costa. Estos transectos no tienen un patrón definido en cuanto al sentido de transporte en ésta dirección, la mayoría de las estaciones pueden ser fuente de sedimentos localizadas tanto al Sur de la costa como hacia el Norte de cada una de éstas.

El transecto once, presenta dos sentidos de transporte con un I.C. mayor de 95%. El sentido de transporte de sedimentos que posiblemente domina, va del extremo Norte al extremo Sur del transecto. El otro sentido de transporte se dá de la mitad del transecto hacia el sur, con la muestra M35 que provee a la M20 y M14, la M26 que aporta a la M20, M14 y M8. Su fuente principal es la M1, y su depósito es la M20. En la zona de Ilstones el sentido va de Norte a sur.

En el transecto doce, se denotan dos sentidos de transporte, predominando de Norte a Sur. Sus excepciones suministran, de la muestra M36 que aporta a la M2, la M27 a la M2, de la M21 a la M2, de la M15 a la M2, de la M9 a la M2. En la zona de Ilstones el transporte ocurre de Norte a Sur. Su fuente primaria es la M9, su depósito principal es la M2.



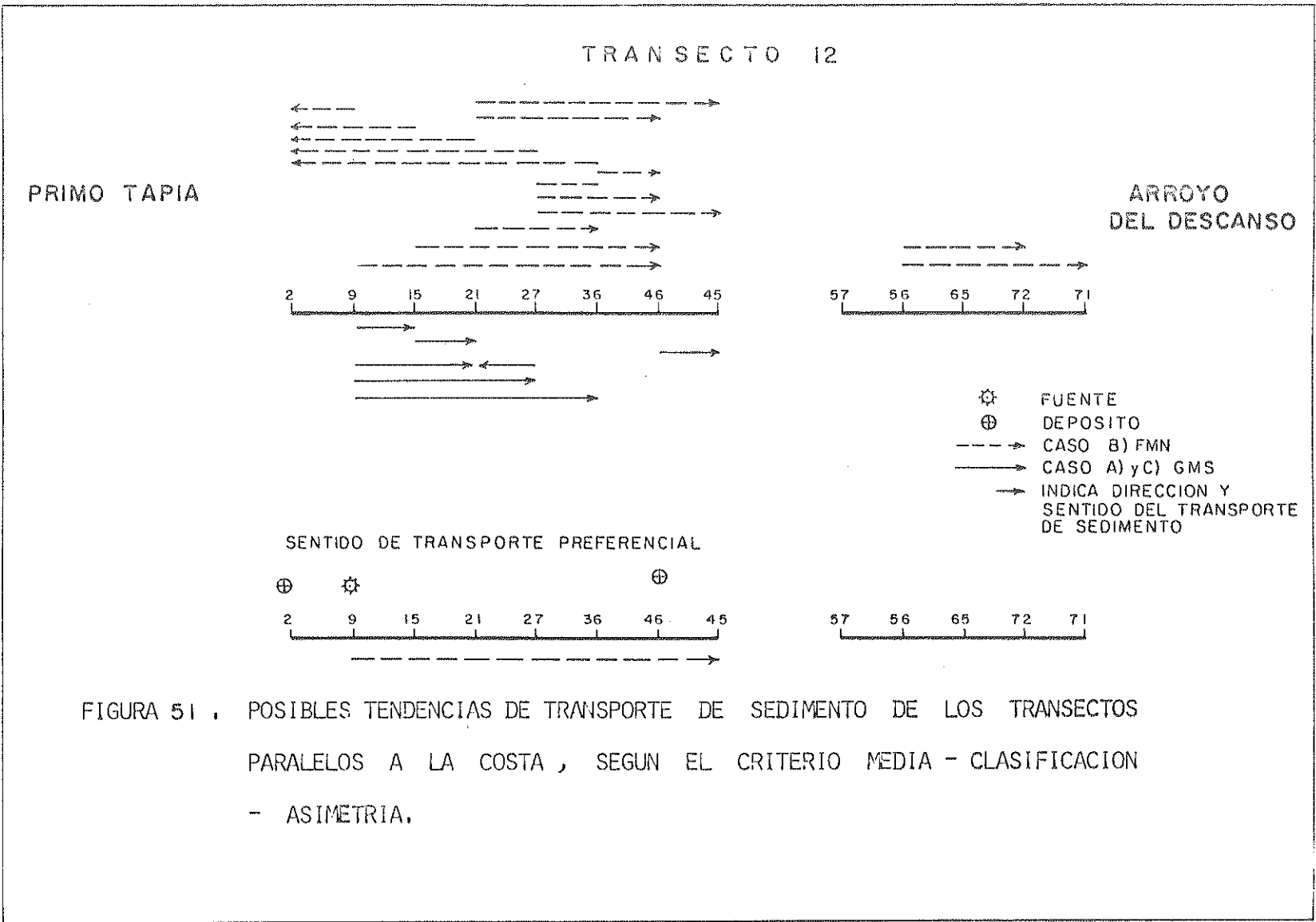


FIGURA 51 , POSIBLES TENDENCIAS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTO DE LOS TRANSECTOS PARALELOS A LA COSTA , SEGUN EL CRITERIO MEDIA - CLASIFICACION - ASIMETRIA.

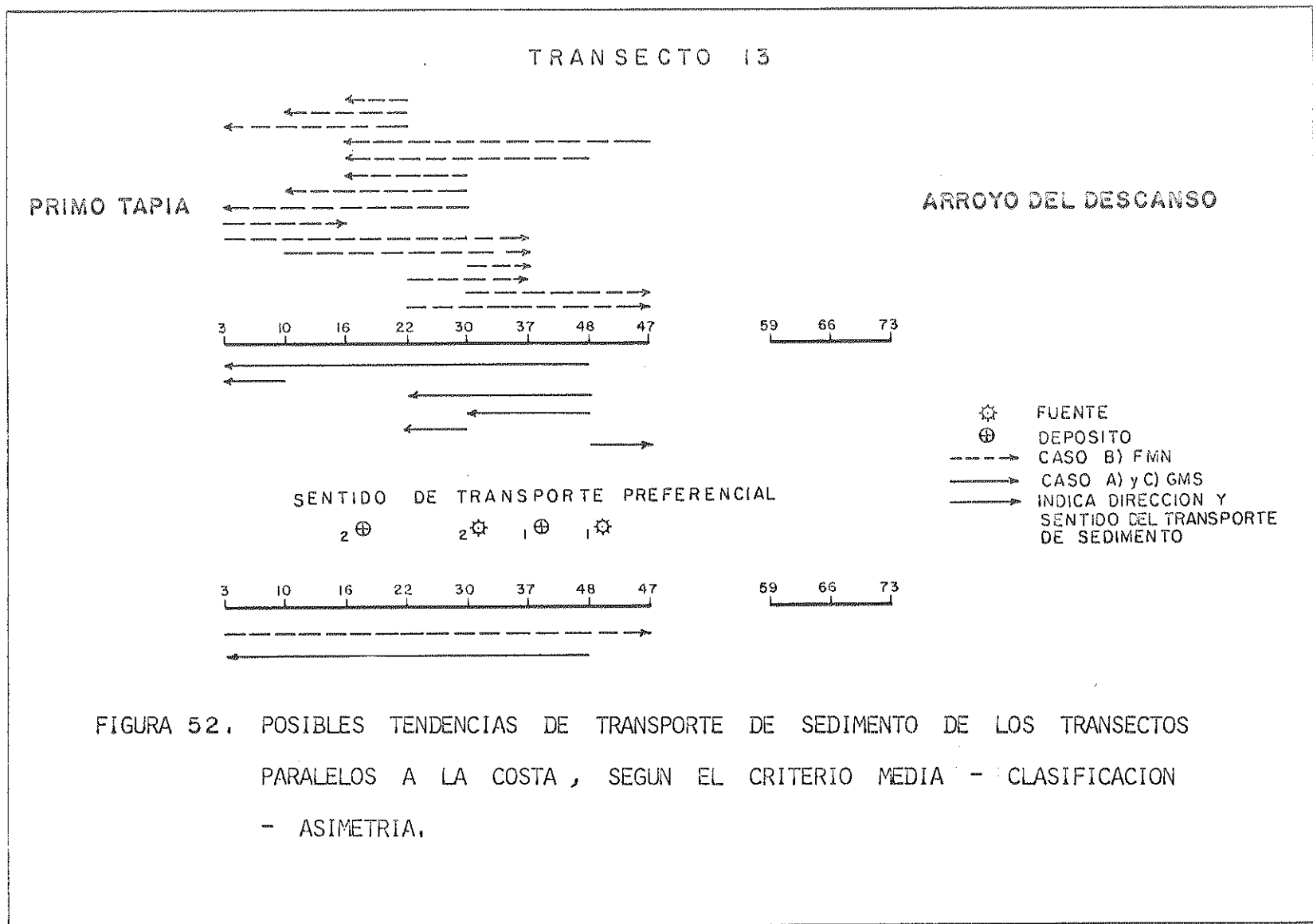
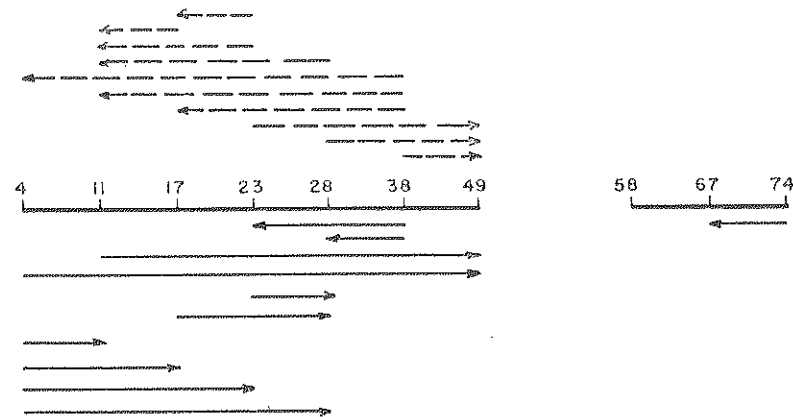


FIGURA 52. POSIBLES TENDENCIAS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTO DE LOS TRANSECTOS PARALELOS A LA COSTA, SEGUN EL CRITERIO MEDIA - CLASIFICACION - ASIMETRIA.

TRANSECTO 14

PRIMO TAPIA

ARROYO DEL DESCANSO



SENTIDO DE TRANSPORTE PREFERENCIAL

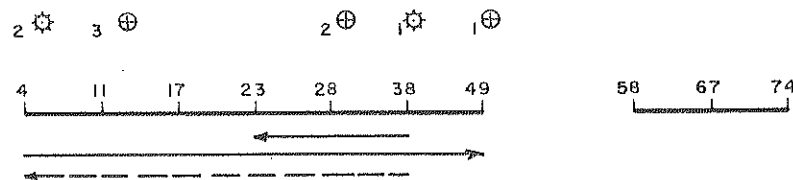


FIGURA 53. POSIBLES TENDENCIAS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTO DE LOS TRANSECTOS PARALELOS A LA COSTA, SEGUN EL CRITERIO MEDIA - CLASIFICACION - ASIMETRIA.

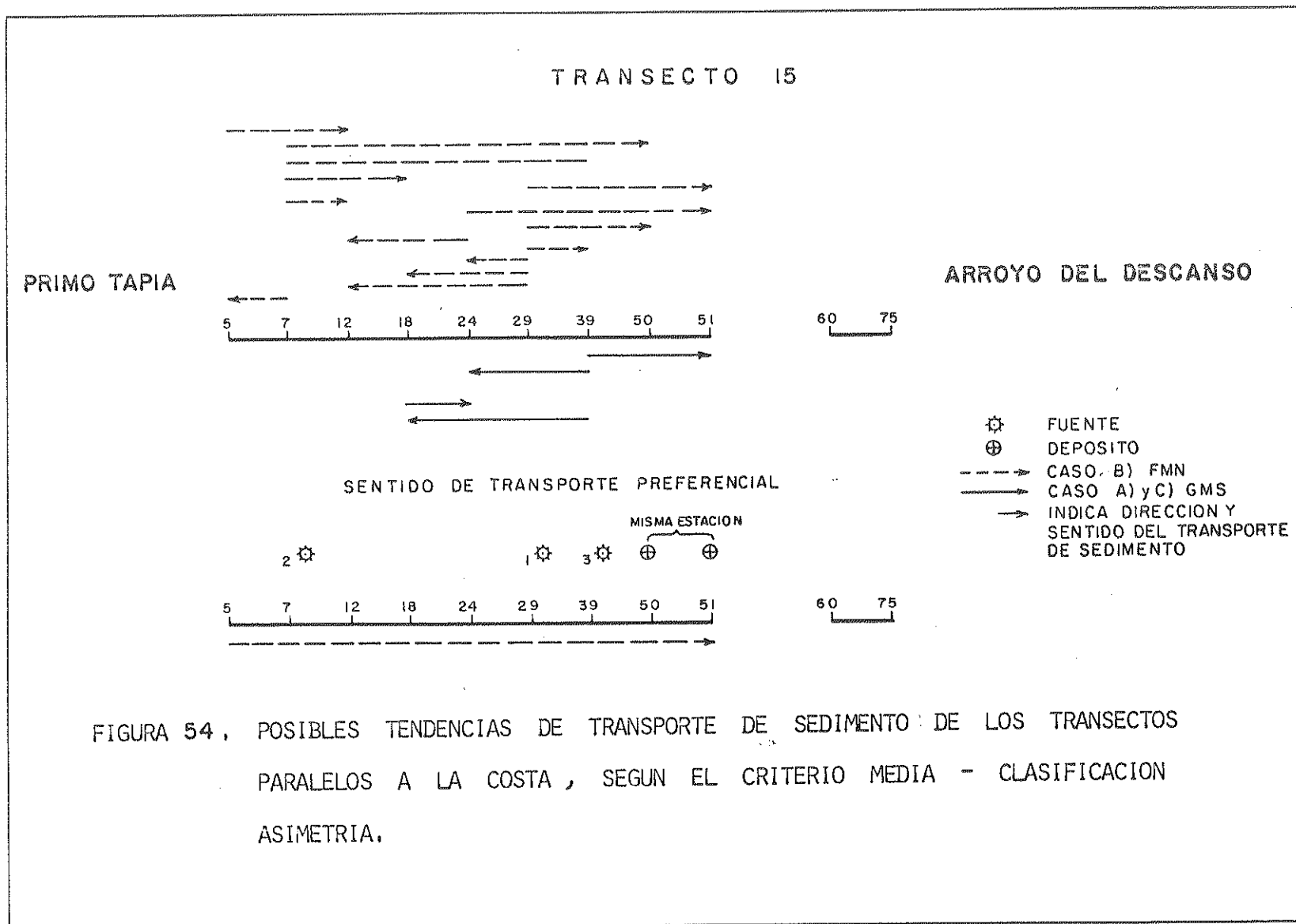


FIGURA 54. POSIBLES TENDENCIAS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTO DE LOS TRANSECTOS PARALELOS A LA COSTA, SEGUN EL CRITERIO MEDIA - CLASIFICACION ASIMETRIA.

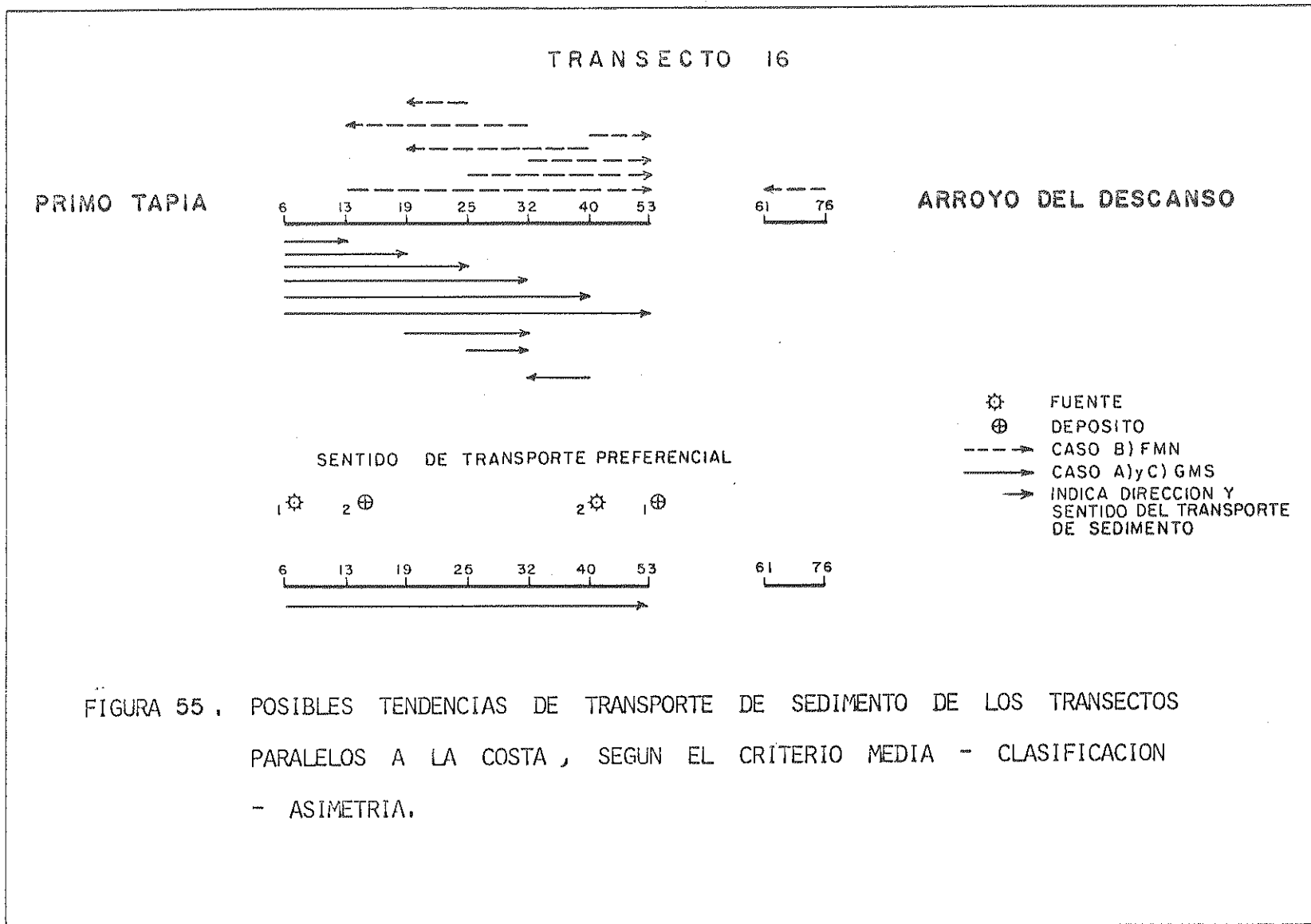
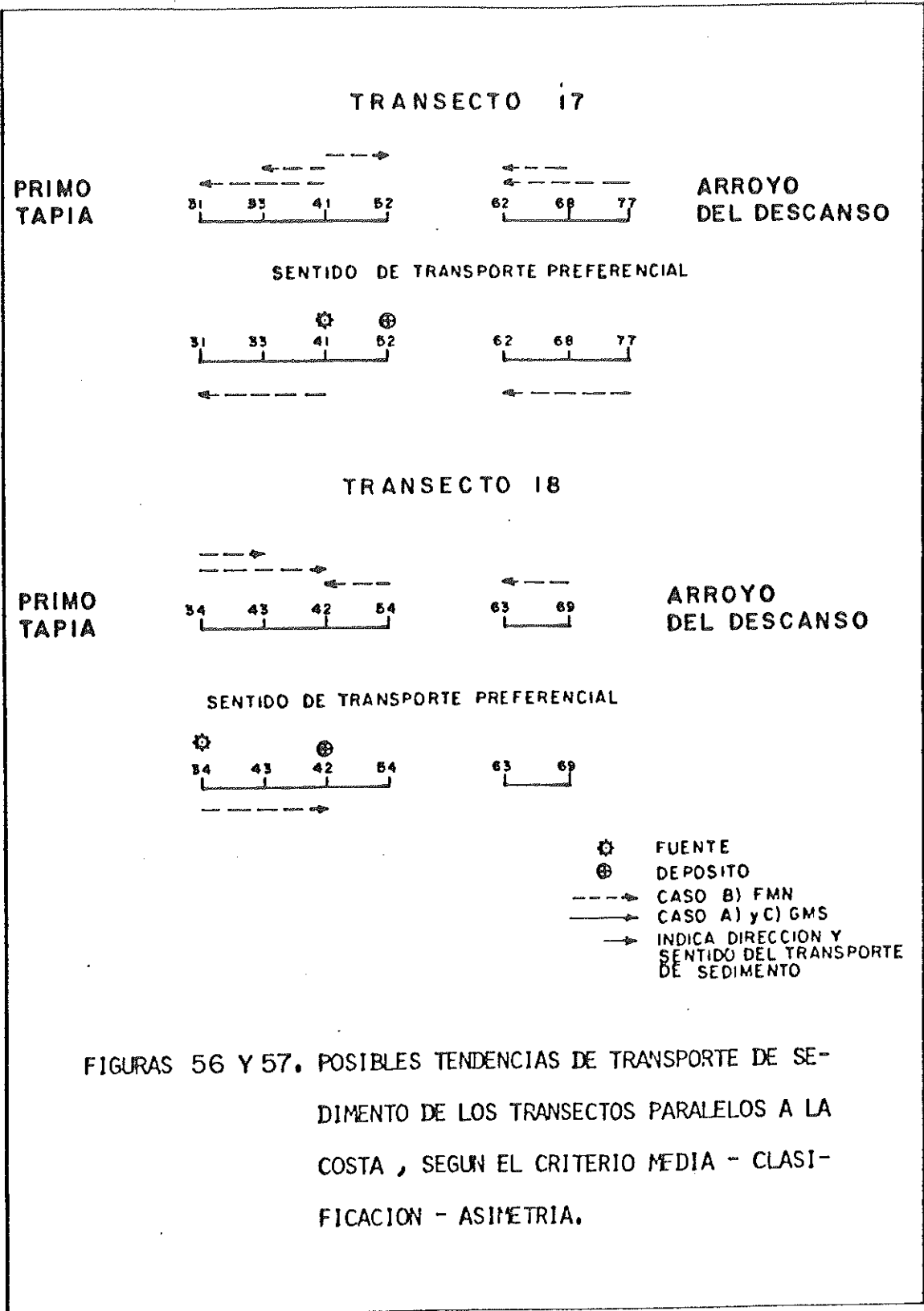


FIGURA 55. POSIBLES TENDENCIAS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTO DE LOS TRANSECTOS PARALELOS A LA COSTA, SEGUN EL CRITERIO MEDIA - CLASIFICACION - ASIMETRIA.



En el transecto trece, se producen dos sentidos de transporte con un I.C. mayor de 95%. Ambos sentidos van de la parte media del transecto hacia los extremos. Las muestra que Surten al Sur son: la M3 que provee a la M16 y la M37, la M10 a la M37, la M22 que abastece a la M37 y la M47, la M30 a la M37 y M47, la M48 que aporta a la M47. Y las que contribuyen al Norte son : la M47 que proporciona la M16, M48 a la M30, M32, M16 y M3. La M30 dona a la M22, M16, M10 y M3. La M22 a la M16, M10 y M3, la M10 da a la M3. La fuente principal de sedimentos es la M48 y su depósito es la M37. En la zona de Ilstones no hay tendencia de transporte. Aunque en realidad no se podría asegurar que predomina un sentido de transporte.

En el transecto catorce, se indican dos sentidos de transporte que van de un extremo a otro, para el caso B), que se presenta al Norte con un I.C. de 99.73%, y al Sur con un I.C. de 99.95%, la fuente más potente es la M38 y el depósito primario es la M39. En éste caso no se puede decir que hay dirección preferencial de transporte. Las muestras que contribuyen al Sur son : M4 que da a la M11, M17, M23 y M28, la M11 que aporta a la M49, la M17 que a la M28, la M23 a la M28, la M38 a la M49. Las muestras proporcionan al Norte son : la M38 que Surte a la M28, M23, M17, M11, M4, la M28 a la M11, la M23 a la M17 y M11.

En el transecto quince, la fuente primaria M29 está en la parte de en medio y provee a ambos extremos. La fuente secundaria es la M7 que con su aporte produce la dominancia del sentido de transporte de

sedimentos de Norte a Sur a excepción de la contribución a la M5. Otros suministros al Sur son de la M5 a la M12, la M18 a la M24, y las restantes excepciones son de la M39 a la M24 y M18, y de la M18 a la M24 que abastecen al Norte. Al Sur otorga sedimentos M5 a la M12 y de la M18 a la M24.

En el transecto dieciséis, el suministro predominante de sedimento es de Norte a Sur, a excepción de el aporte de M40 a M19 y a M32, de la M32 a la M13, y de M25 a M19. La fuente primaria está en la M6 y el depósito principal es la M53. En la zona de llanos ocurre el sentido de transporte de Sur a Norte.

En el transecto diecisiete, se suceden dos sentidos de transporte, de la parte media a los extremos, con la fuente más potente en la M41 que produce que el transporte domine hacia el Norte, y en la parte de los llanos contribuye de Sur a Norte también.

En el transecto dieciocho, los sentidos de transporte proceden de los extremos a la parte media, la fuente primaria es la M34, el depósito principal es la M42, produciéndose un predominio del transporte de sedimentos de Norte a Sur en el transecto. La zona de llanos señala un sentido de transporte del Sur hacia el Norte.

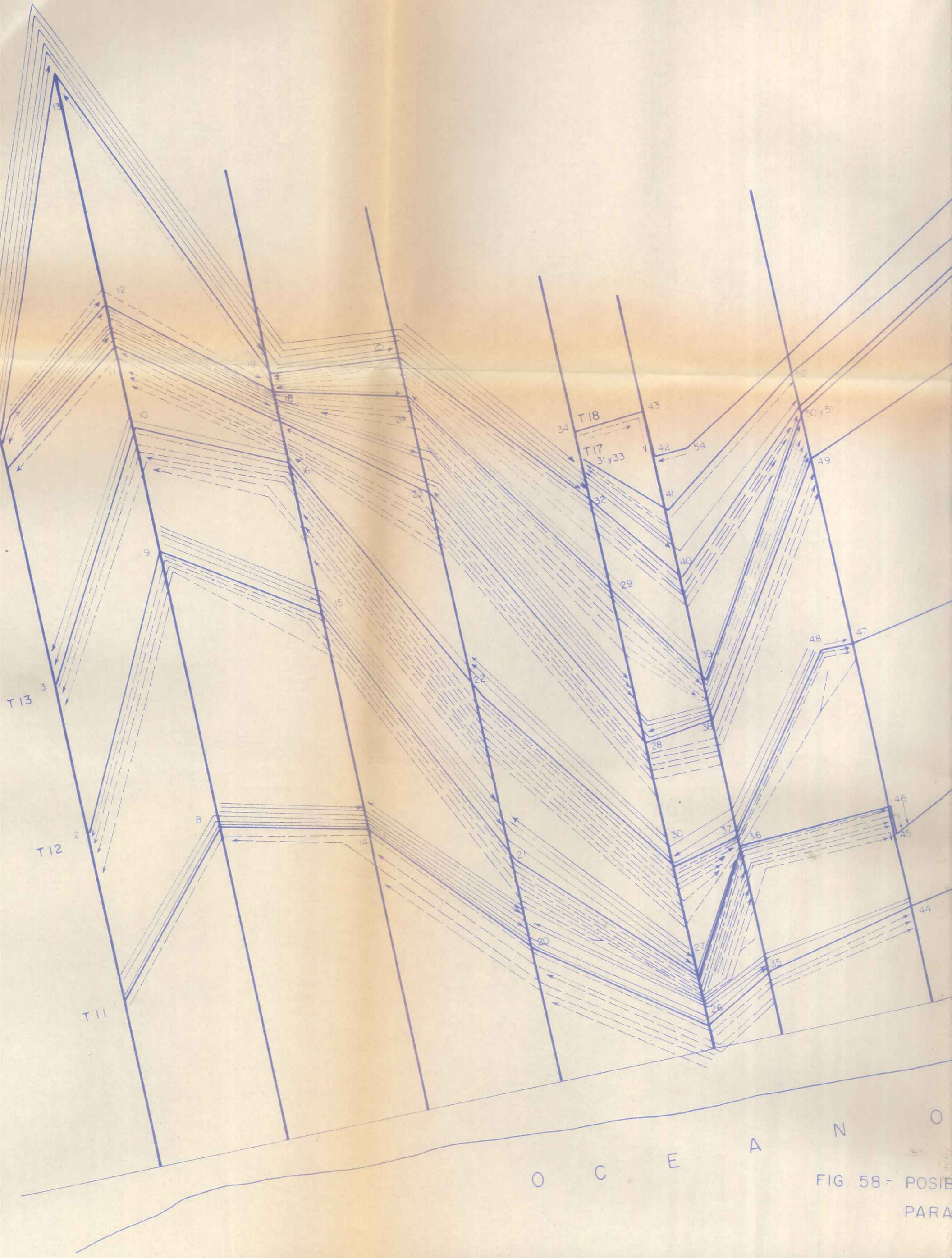
Realmente se dificulta la descripción de los sentidos de transporte a través de los transectos paralelos.

La Fig. 58, presenta la tendencia de los sentidos de transporte para todos los transectos paralelos; en la Tabla VII, se puede confirmar el patrón no definido del sentido de transporte de sedimentos en ésta dirección; y en la Fig. 59, se muestran los sentidos de transporte preferenciales de los transectos paralelos a la costa.

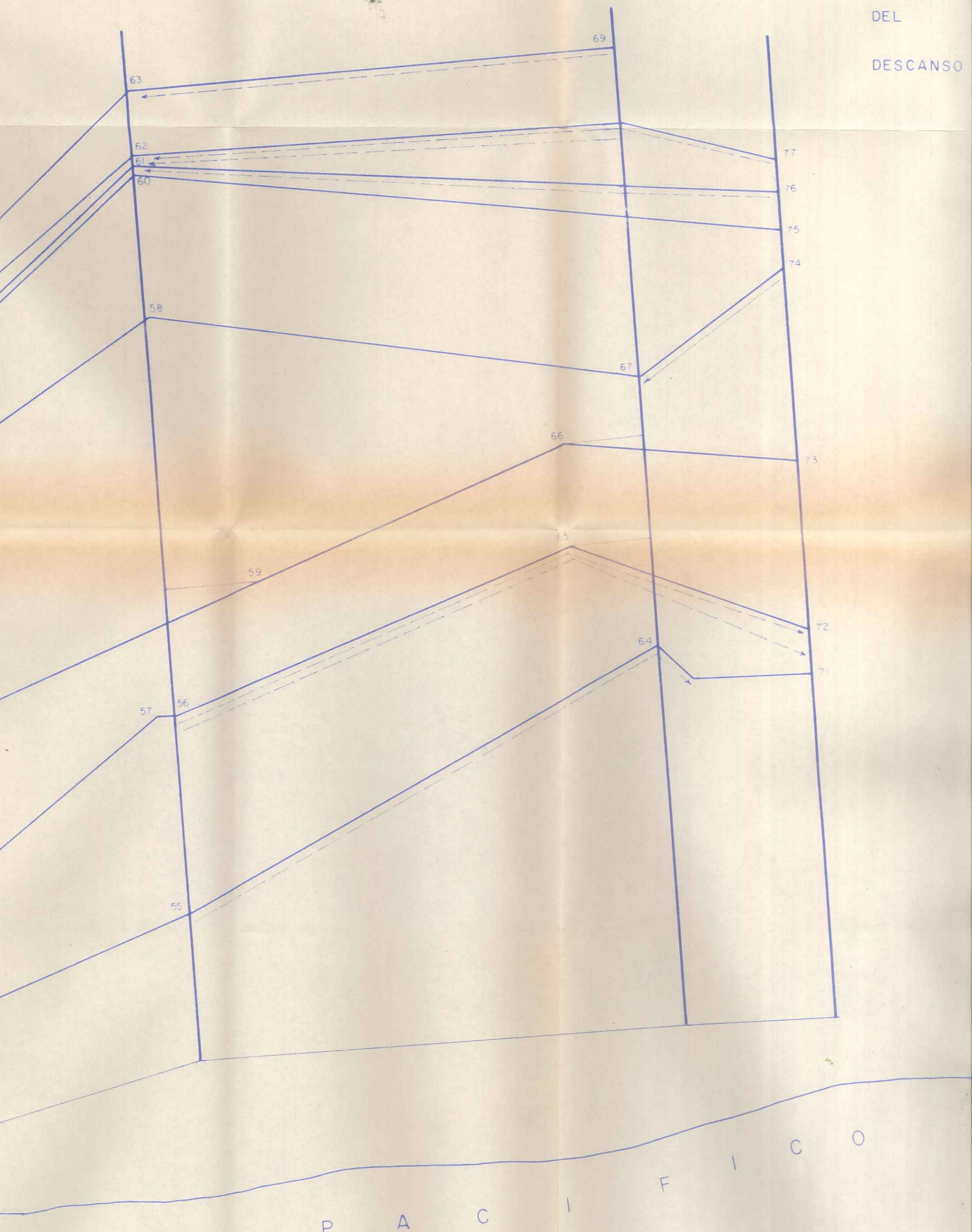
B) FMS

A) y C) GMN

ON Y SENTIDO DE TRANSPORTE



O C E A N O
FIG 58 - POSIE PARA



P A C I F I C O

ANCIAS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS DE TODOS LOS TRANSECTOS
LA COSTA, SEGUN EL CRITERIO DE MEDIA - CLASIFICACION - ASIMETRIA.

ESCALA
VERT. 3.0
HORIZ. 1.5

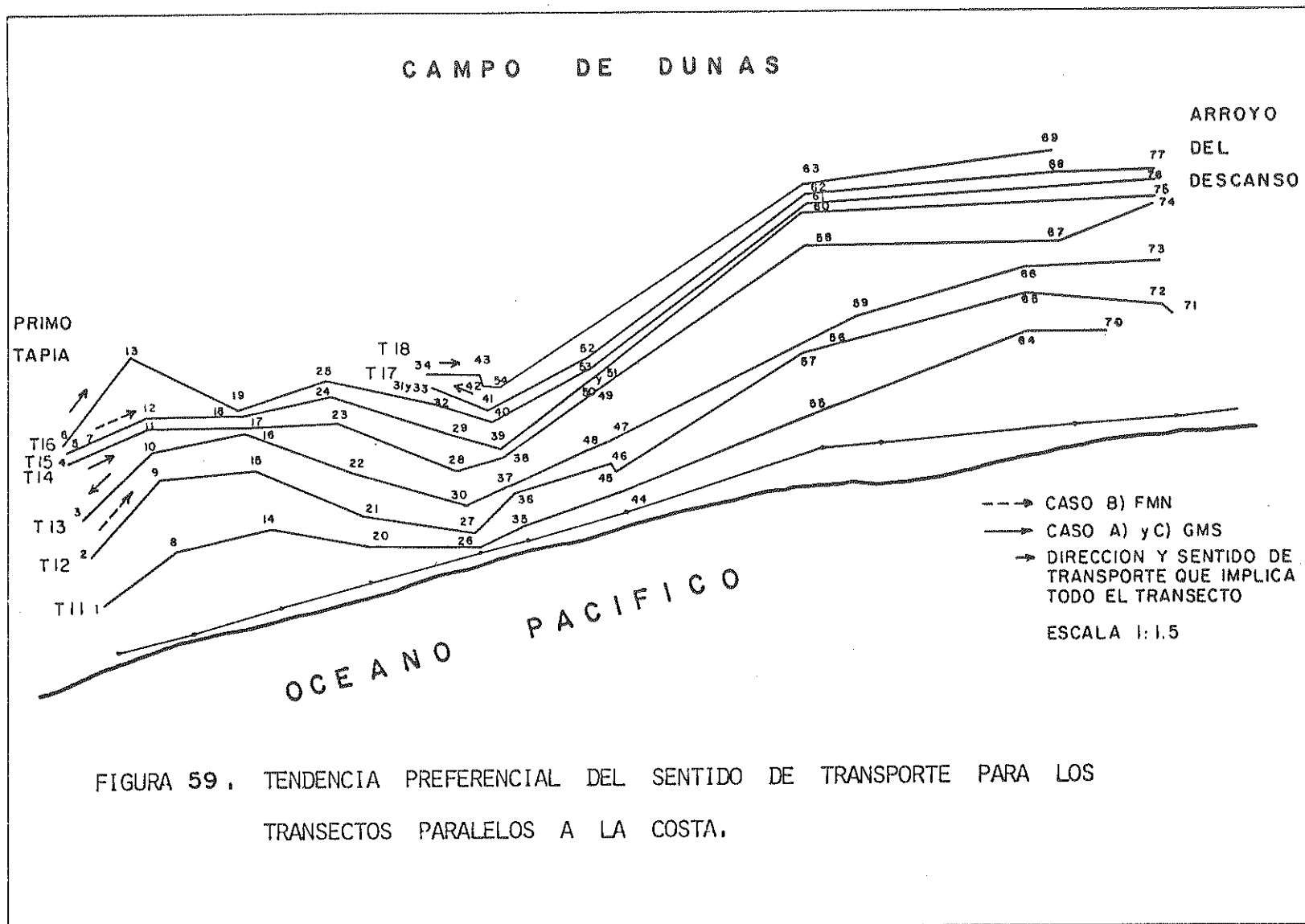


Tabla VII. Dirección preferencial de transporte de sedimentos de los transectos paralelos obtenidos de la prueba de hipótesis de la distribución binomial. N,n,x y P, están definidas en el texto. El I.C. es de 95%.

Trans. n	N	Caso B)		Caso A) y C)	
		Al Sur	Al Norte	Al Sur	Al Norte
11	n=7 N=21	x = 3 P = 73.66	x = 5** P = 96.09	x = 7** P = 99.73	x = 2 P = 50.18
Z.	n=3	x = 1**			
Ilst.	N=3	P = 95.70			
12	n=8 N=28	x = 9*** P = 99.86	x = 5 P = 87.13	x = 6* P = 94.75	x = 1 P = 11.89
Z.	n=5	x = 2			
Ilst.	N=10	P = 88.05			
13	n=8 N=28	x = 7** P = 98.17	x = 8*** P = 99.45	x = 1 P = 11.89	x = 5 P = 87.13
Z.	n=3				
Ilst.	N=3				
14	n=7 N=21	x = 3 P = 73.66	x = 7*** P = 99.73	x = 8*** P = 99.95	x = 2 P = 50.18
Z.	n=3				
Ilst.	n=3				
15	n=9 N=36	x = 9** P = 98.92	x = 5 P = 70.91	x = 2 P = 15.53	x = 2 P = 15.53
Z.	n=2				
Ilst.	N=2				
16	n=7 N=21	x = 4 P = 88.75	x = 3 P = 73.66	x = 8*** P = 99.85	x = 1 P = 24.25
Z.	n=2		x = 1		
Ilst.	N=2		P = ---		
17	n=4 N=6	x = 1 P = 83.35	x = 2** P = 97.09		
Z.	n=3		x = 2***		
Ilst.	N=3		P = 99.80		
18	n=4 N=6	x = 2** P = 97.09	x = 1 P = 83.35		
Z.	n=2		x = 1		
Ilst.	N=2		P = ---		

* I.C. 90%

** I.C. 95%

*** I.C. 99%

Indican la dirección paralela a la costa y el sentido preferencial de transporte de sedimentos, hacia el Norte o al Sur.

El campo de dunas en el ejido Primo Tapia, Baja California, México, presenta un sentido y dirección de transporte de arena obtenido por el método de McLaren y Bowles (1985), éste es a seguir :

a) En los transectos perpendiculares a la costa, el sedimento es transportado de la base a la cima, a excepción de los transectos uno y nueve, que no presentan un sentido claro de transporte.

b) En el caso de los transectos paralelos, debido a la complejidad del transporte, ocurren en los transectos once, trece y catorce, dos sentidos de transporte a lo largo de éstos. En los transectos doce, quince, dieciséis y dieciocho, el transporte es hacia el sur y en el transecto diecisiete el transporte domina al Norte.

Para los transectos perpendiculares el caso B) FMN se presenta con mayor frecuencia, es decir, ocurre cuando hay una depositación total, con una energía original T_1 alta ó baja, y una energía final $T_2 = 0$, ó cuando hay una depositación selectiva en donde la energía va decreciendo y tiene una energía final T_2 , baja.

En los transectos paralelos domina el caso B) FMN con depositación selectiva, con una energía original T_1 , baja y una energía T_2 decreciente.

El caso A) y C) GMS se presentan con alta frecuencia en éstos transectos, con una depositación remanente A) y una depositación

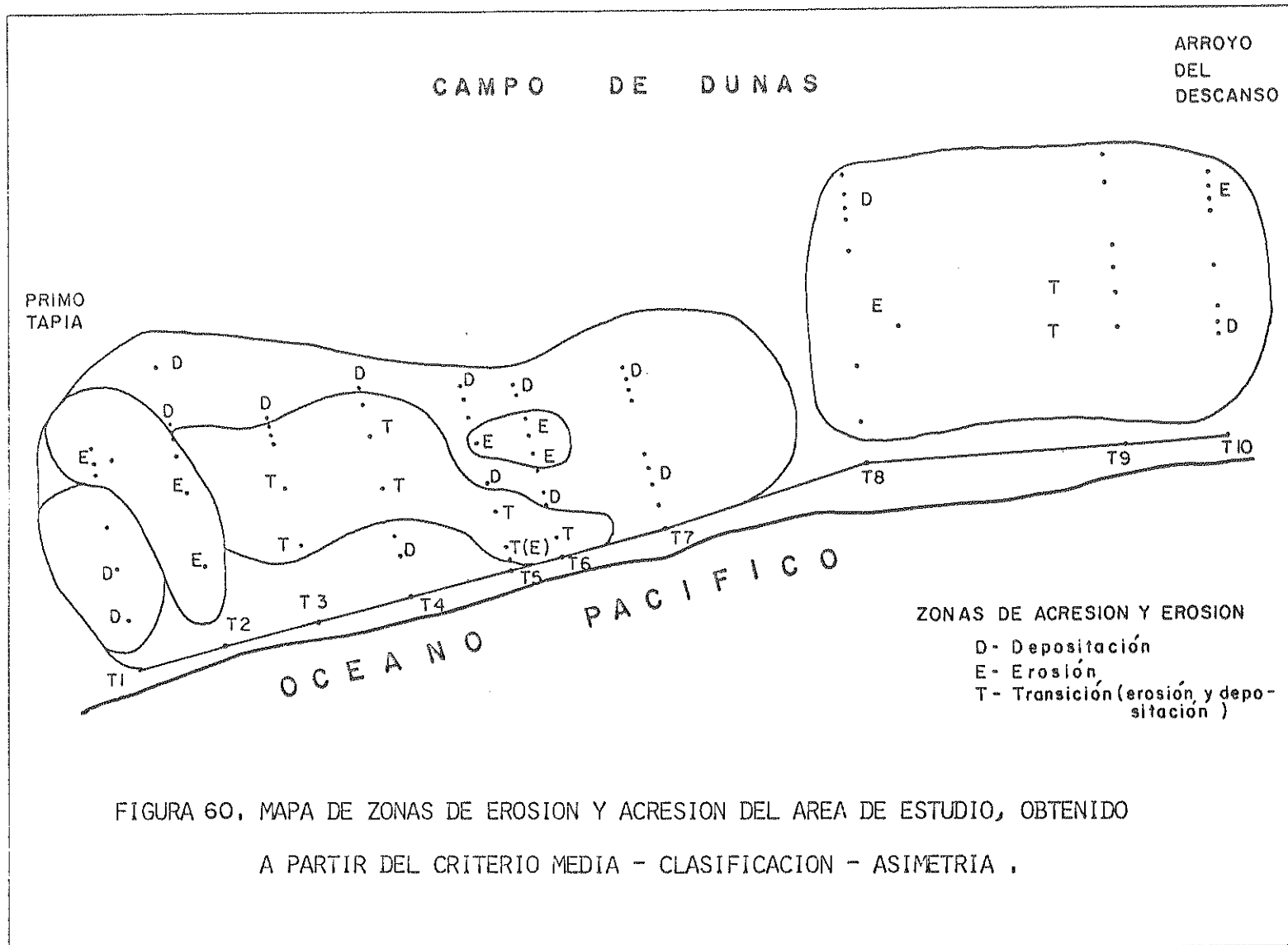
selectiva C) con una energía inicial T1 alta y una T2 en aumento.

La playa se encuentra en la parte interna de la Bahía del Descanso y tiene una amplia zona de rompiente.

Los vientos registrados en la estación meteorológica de Rosarito indican una baja energía, pero por la forma de toma de datos, no son muy confiables. Sin embargo por observaciones en el campo se ha podido notar que los vientos son suaves. Esto ayuda a corroborar la presencia del caso A) y B) en los transectos.

Existe dificultad en la descripción del sentido de la dirección de transporte para los transectos paralelos y una alternativa al problema es detectar zonas de acreción y erosión en el campo de dunas. En la Fig. 60, se notarán las zonas afectadas por la intensidad de las lluvias y en la depositación que prevaleció como respuesta para obtener un equilibrio después del decremento en la altura de la duna, debido al deslave causado por éstas.

Como un sistema de respuesta a la situación anterior, usualmente en las dunas barchan al reducir la altura de las partes altas en la cima, se incrementa la depositación en los cuernos de los brazos, así como la línea de cresta, como se destaca en la figura 60. Al depositarse gran cantidad de sedimento en la zona, se promueve un engrosamiento en la cresta. Pero, el viento paralelo a la cresta



dispersa la carga hacia el lado Sur del sotavento, ayudando a que la línea de cresta conserve su posición. Produciéndose una duna asimétrica, en la cual, la parte más alta se encuentra al Norte, y el cuerno o brazo del Sur tiene una extensión mayor, Howard et al. (1978).

El proceso de depositación se restablece ayudado enormemente por vientos dominantes posteriores a las lluvias, a las pocas semanas de ocurridas éstas, esto fué obtenido a partir de las observaciones en el campo.

Con los datos con que cuenta el presente trabajo con respecto al tiempo, no se puede asegurar que el campo de dunas es estable. Por comunicación personal del M.C. Fco. Suárez, desde 1953 el campo no ha tenido una variación local y su altura sólo se mantiene dentro de ciertos rangos.

M.C. Francisco Suárez, CICESE, Ensenada B.C., México.

-CRITICA AL MODELO DE MC LAREN Y BOWLES

Las excepciones a los criterios propuestos por Mc Laren (1981), pueden ser aquí fuente de error. El modelo de Mc Laren y Bowles (1985), no se utilizó directamente por la carencia de variables de energía que eran imprescindibles. Por eso sólo se utiliza en parte.

-COMPARACION DE METODOS.

El patrón de transporte obtenido por Mc Laren y Bowles (1985), es más consistente aquí que el de Sunamura y Horikawa (1971), posiblemente debido a que el método es utilizado en la comparación de muestras y no necesariamente en la decisión del sentido de transporte en base a los parámetros texturales.

Mientras que Sunamura y Horikawa (1971), muestran varias fuentes posibles de sedimentos y la relación es solo de una muestra con respecto a otra, y no con respecto a las demás, Mc Laren y Bowles (1985), indican que cada muestra es la fuente posible de todas las demás muestras, pero solo se tiene una fuente. El método de Mc Laren y Bowles (1985), aportó buenos resultados, claros para interpretarlos, además de fácil obtención y bajo costo.

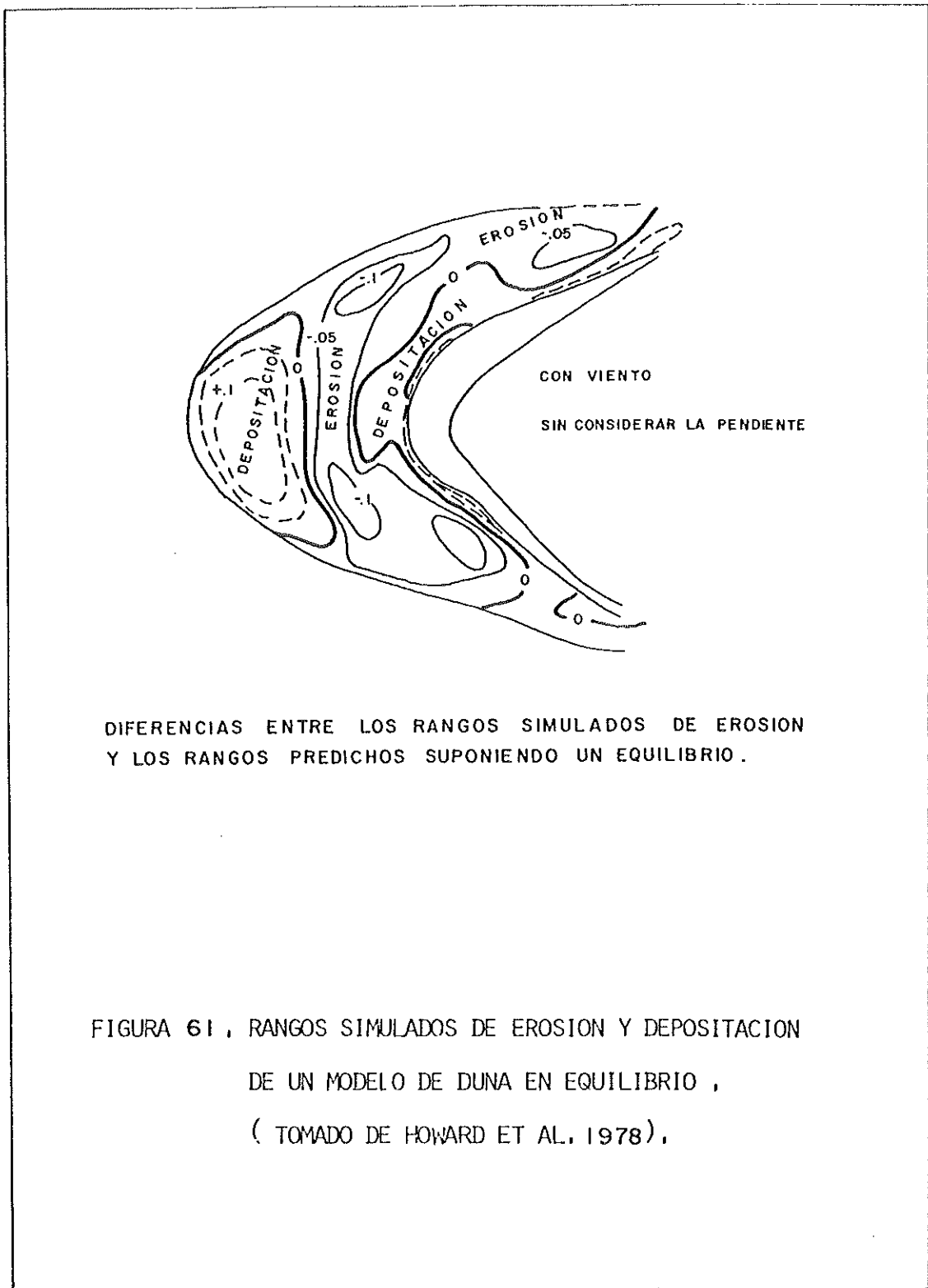
IV.3 EXTENSION COMPARADA ENTRE SUNAMURA Y HORIKAWA

(1971), MC LAREN Y BOWLES (1985), Y

HOWARD ET AL. (1978).

Si se comparan los mapas de sentido de la dirección de transporte de los transectos paralelos a la costa de la Fig. 27, obtenidos a partir de los métodos de Sunamura y Horikawa (1971), y de Mc Laren y Bowles (1985) de la Fig. 58, se puede observar, una similitud en el patrón general, aunque no deja de haber diferencias entre ambos.

Howard et al. (1978), en el modelo de equilibrio de dunas barchan que proponen, citan una figura, (reproducida en la Fig. 61), que indica las diferencias entre los datos suavizados a mano y los rangos de erosión predichos cuando se supone en equilibrio. Esta figura tiene una similitud cualitativa en el mapa de erosión y acreción citado en la Fig. 60.



V. CONCLUSIONES

En el campo de dunas del ejido Primo Tapia, Baja California Norte, México, se infirió la dirección y sentido de transporte de arena utilizando los modelos de Sumnamura y Horikawa (1971), criterio media-clasificación, y el criterio de Mc Laren y Bowles (1985), media-clasificación-asimetría.

El transporte de sedimentos tiene una dirección $S80^{\circ}W \pm 5^{\circ}$ a $N80^{\circ}E \pm 5^{\circ}$ y un sentido de tierra a mar, es decir, de la base a la cima de la duna con excepción de dos transectos en que no se presenta un sentido claro de transporte.

Los transectos paralelos a la costa con orientación de Norte a Sur de $N10^{\circ}W \pm 5^{\circ}$ a $S10^{\circ}E \pm 5^{\circ}$ presentan, debido a su complejidad del transporte, en unos transectos, dos sentidos a lo largo de éstos, y en otros transectos domina el transporte hacia el Norte, por lo que no es posible hacer una interpretación clara del sentido de transporte.

En los transectos perpendiculares y paralelos el transporte de sedimento se produce con una energía original T_1 que va decreciendo y una energía final T_2 , baja, al depositarse selectivamente o bien, con una energía original T_1 alta o baja y una energía final T_2 igual a cero, al depositarse totalmente. Caracterizándose el sedimento por ser más fino, mejor clasificado y con asimetría más negativa, correspondiéndole el caso B).

Si se comparan los mapas de la dirección y sentido de transporte de sedimento obtenidos por el criterio de Sunamura y Horikawa (1971), con el de McLaren y Bowles (1985) se puede observar una similitud en el patrón general, aunque no deja de haber diferencia entre ambos. Con el segundo se obtienen resultados más confiables estadísticamente, mientras que con el primero se obtienen resultados a nivel general. Posiblemente la diferencia más marcada se deba al método de comparación de muestras.

Debido a la intensidad de las lluvias anuales se tienen zonas afectadas por la erosión y una disminución de la altura en las dunas. Como respuesta para obtener un equilibrio, hay un rápido restablecimiento por medio del transporte y depositación causados por fuertes vientos posteriores a las lluvias anuales.

La dinámica del campo de dunas del ejido Primo Tapia es semejante al de las dunas Barchan, que al decrecer la altura de la partes altas de la cima, se incrementa la depositación en los cuernos o brazos, así como la línea de cresta. Pero el viento paralelo a la cresta dispersa la carga hacia el lado Sur de sotavento, ayudando a que la línea de cresta conserve su posición. Produciéndose una duna asimétrica, en la cual, la parte más alta se encuentra al Norte, y el cuerno o brazo del Sur tiene una extensión mayor.

Existe una similitud cualitativa entre el modelo de equilibrio de dunas barchan propuesto por Howard et al. (1978) y los resultados de erosión y acreción obtenidos en el campo de dunas en el ejido Primo Tapia.

VI. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

1) Que se muestren dos ciclos completos para tener una idea más exacta de los cambios que se producen dentro del campo de dunas. 2) Se recomienda, mientras se muestrea, la toma de datos de viento a través de un anemómetro predominante, en la dirección del viento, en la base, la pendiente y la cresta. 3) En el muestreo de transectos paralelos evitese que sea en zig-zag porque puede causar error. Este estudio introductorio nos lleva casi sistemáticamente a tratar de conocer si el campo de dunas es estable.

Se propone crear un programa de conservación que incluya :

- 1) el sembrar plantas que ayuden a evitar la erosión.
- 2) que se cree un campo turístico con cicloplistas planeadas (que sea un plan rotatorio), basado en mapas de erosión y acreción, y concursos de planeadores que traigan divisas al mismo ejido.
- 3) Programar la urbanización fuera de las dunas, para evitar su desaparición.
- 4) así como reubicar fuera del campo de dunas la maquinaria que explota la arena del arroyo.

VII. LITERATURA CITADA

- Allison, E.C., M.G. Acosta, D.L. Fife y K. Nishikawa., 1970.
Pacific Slope Geology of Northern Baja California and
Adjacent Alta California. Pacific Sections AAPG, SEPM,
and SEG., 160 pp.
- Bagnold, R.A., 1954. The Physics of Blown Sand and Desert Dunes.
William Norrow and Co. New York, 265 pp.
- Carver, R.E., 1971. Procedures In Sedimentary Petrology. Wiley
Interscience, New York, 51-52 pp.
- Cooper, W.S., 1967. Coastal Dunes of California. Memoir 104. Edit.
The Geological Society of America, 131 pp.
- Davis, J.C. 1973. Statistics and Data Analysis In Geology, Edit.
John Wiley e Sons, 550 pp.
- D.G.G.T.E.N.A.L., 1981A. Carta Topográfica, Primo
Tapa,Clave:1-11-D-81, Escala 1:50,000.
- D.G.G.T.E.N.A.L., 1981B. Carta Geológica, Primo Tapa,
Clave:1-11-D-81, Escala: 1:50,000.

- Dubois, G., 1930. Un tableau de l'Europe Flandrienne. Soc. Geol. de France, Livre Jubilaire, Vol. 1 :263-277.
- Flint, R.F., 1957. Glacial and Pleistocene Geology. New York, Mc. Graw. Hill Book Co., Inc., 534 pp.
- Fock, L., (1984). Ecología de Peces. Memorias del curso de titulación, Ciencias Marinas, B.C. Mex.--YOB,B353,EJEM. 2-. Curso de Bioestadística, Impartido por Fock L. (no publicado).
- Folk, R.L. y Ward, W.C., 1957. Brazos river bar: A study of the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, Vol.27 (1) :3-26
- Friedman, G.M., (1961). Distinction between dune, beach, river sand from their textural characteristics. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 31 :514-529.
- Howard, A.D., J.B. Morton, Mohamed Gad-El-Hak and Deborah B. Pierce, 1978. Sand transport model of barchan dune equilibrium. Sedimentology, Vol. 25 :307-338.
- Krumbein W.C. y L.L. Sloss, (1963). Estratigrafía y Sedimentación. UTEHA, Mex., 107-122 pp.

Mc Laren, P., 1981. An Interpretation of trends in grain size measures. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 51 :611-624.

Mc Laren P. and D. Bowles., 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 55(4) :457-470.

O-Bardoff-Nielsen, K. Dalsgaard, C. Halgreen, H. Kuhlman, J.T.Moller y G. Schou, 1982. Variation in particule size distribution over a small dune. *Sedimentology*, Vol. 29 :53-65.

Pettijohn, Potter y Siever, 1963. *Sand and Sandstone*. Springer-Verlag New York - Heidelberg Berlin, 440 pp.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1980. Estudio de tierras para el diseño de obras de conservación de suelo y agua, en el Ejido de Primo Tapia, Municipio Tijuana, Estado de Baja California. (Reporte).

Sokal R.R. y Rohlf J.F., 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, San Fco. U.S.A. 2nd. edition, 859 pp.

-----, 1981. Statistical Tables. Friedman and
Company, San Fco. U.S.A., 2nd. ed., 219 pp.

Sunamura, T. and K. Horikawa, 1971. Predominant direction of
littoral transport along Kuju-kury Beach, Japan.
Coastal Engineering In Japan, Vol. 14 :107-117.

VIII. APENDICES

VIII.1 APENDICE 1.

Tabla I.A. Prueba de Kolmogorov-Smirnov, para ajuste de la distribución normal. Decisión en base a la tabulación de Lilliefors).

Tran. est.	sigma est.	valor obs.	valor tabular	al 5% Ho es:	
01	2.35	0.014	0.1745	0.2470	0.20<p<:1.00
02	2.35	0.005	0.1765	0.2650	0.20<p<:0.20
03	2.27	0.004	0.1979	0.2650	0.20<p<:1.00
04	2.09	0.011	0.1621	0.2650	0.20<p<:1.00
05	2.11	0.004	0.1471	0.2230	0.20<p<:1.00
06	2.25	0.024	0.1443	0.2230	0.20<p<:1.00
07	2.32	0.009	0.1849	0.2060	0.20<p<:1.00
08	2.35	0.007	0.2364	0.2440	0.15<p<:1.00
09	2.15	0.008	0.2391	0.2650	0.20<p<:1.00
10	2.29	0.007	0.1735	0.2330	0.20<p<:1.00
11	2.20	0.016	0.1778	0.2150	0.20<p<:1.00
12	2.23	0.017	0.0935	0.1900	0.20<p<:1.00
13	2.27	0.014	0.2017	0.2060	0.20<p<:1.00
14	2.30	0.017	0.1462	0.2150	0.20<p<:1.00
15	2.29	0.011	0.1287	0.2060	0.20<p<:1.00
16	2.30	0.021	0.2431	0.2490	0.10<p<:0.15
17	2.22	0.017	0.2915	0.3000	0.05<p<:0.10
18	2.27	0.031	0.2593	0.2650	0.20<p<:1.00

Ho es rechazada en cada uno de los 18 transectos. Si Ho es rechazada, significa que los transectos tiene cada uno, una distribución normal.

VIII.2. APENDICE 2.

Para comprobar en que medida los transectos paralelos y los perpendiculares pertenecen a un mismo depósito, se hizo un análisis de varianza de una vía, en el cual se comparan las medias de cada muestra y se evalúa si existe una diferencia o variación significativa entre ellas. Se utiliza un paquete de programas estadísticos ESIMSL, para obtener la tabla que muestra los resultados del análisis de varianza. La teoría está fundamentada en Davis (1973) y, Sokal y Rohlf, (1981).

Identificación de variables:

D.f.: Grados de libertad.

V1 : D.f. de numerador (entre transectos).

V2 : D.f. de denominador (dentro de transectos).

SSa : Suma de cuadrados entre transectos.

SSw : Suma de cuadrados dentro de los transectos.

SSt : Suma de cuadrados de la variación total.

Msa : Cuadrado de las medias entre los transectos.

Msw : Cuadrado de las medias dentro de los transectos.

Razón de la varianza entre las medias:

$$F_s = \frac{M S A}{M S W}$$

F : Prueba de la distribución F (student).

$$F_{\alpha} \left[V_1, V_2 \right]$$

α : Intervalo de error del nivel de significancia.

La probabilidad de F_s se compara con el valor crítico F , obtenido de la tabla 3.12c, pag. 104 de Davis, (1973). Si el valor de F_s cae dentro del valor de F (es decir, es menor), la hipótesis nula se acepta.

Se plantea la hipótesis nula H_0 que se acepta cuando las medias de entre los transectos y las de dentro de cada transecto no son significativamente diferentes. Ambas medias estiman la misma varianza. La hipótesis alterna H_1 , es aceptable cuando existe una componente de varianza que es significativa en este caso al I.C. = 99%.

Prueba de varianza de una vía para los transectos perpendiculares a la costa.

Tabla II.A. Resultados del Análisis de Varianza.

Fuente	D.F.	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	Fs	FProb
entre tran.	V1:9	SSA:0.6762	MSA:0.0751	7.748	2.702
dentro tran.	V2:67	SSW:0.6497	MSW:0.0097		
Total	:76	SST:1.3259			

P : Fs : 7.75 > F0.01[9,67] : 2.702

Hay una componente de varianza que es significativa, $P < 00.1$ entre los transectos. Fs es altamente significativa, por tanto, las medias entre los transectos y dentro de los transectos son significativamente diferentes, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

-Prueba de varianza de una vía para los transectos paralelos a la costa.

Tabla II.B. Resultados del Análisis de Varianza.

Fuente	D.F.	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	Fs	FProb
entre tran.	V1:7	SSA:0.0939	MSA:0.0134	0.798	2.926
dentro tran.	V2:69	SSW:1.1597	MSW:0.0168		
Total	:76	SST:1.2535			

P : Fs :0.80 << F0.01[7,69] : 2.926

La hipótesis nula es aceptada porque las medias de entre los transectos no son significativamente diferentes. Ambas medias estiman la misma varianza entre los transectos.

El análisis de varianza ha sido significativo en los transectos perpendiculares porque las medias de las muestras de los transectos no son estadísticamente iguales.

VIII.3. APENDICE 3 .

Se procederá a aplicar la prueba A POSTERIORI para saber cuales pares de medias de las muestras son diferentes de las otras y cuantos grupos de medias pueden formarse siendo cada grupo significativamente diferente de los demás. El análisis A POSTERIORI está basado en ésta prueba :

$$| \bar{X}_I - \bar{X}_J | < R(\alpha, g, F) * S\bar{X}$$

$R(\alpha, g, F)$, es el rango basado en el nivel de significancia (α).

g : es el número de grupos en el conjunto.

F : son los grados de libertad en la suma de cuadrados entre grupos.

$S\bar{X}$: es el error estandar en el conjunto combinado

Un nivel de significancia (α) es considerado un rango de error. Los diferentes procedimientos difieren en la forma en cómo definen el rango de error, $\alpha = 0.05$

En éste trabajo se utilizaron los procedimientos de Duncan, el LSD modificado y el Scheffe, los dos últimos son los de mayor exactitud.

Tabla III.A. Prueba A POSTERIORI.

Cochans c = varianza máxima/suma de varianzas
 = 0.2575, P= 0.068
 Bartlett Box F = 1.1560, P= 0.319
 Varianza máxima/Varianza mínima = 6.585

En los procedimientos a seguir, los rangos que se obtienen son rangos de tablas. El valor comparado entre la media (J) - la media (I) es : $0.0917 * \text{rango} * \text{raíz cuadrada } (1/N(I) + 1/N(J))$.

1) Procedimiento según Duncan.

Grupo	1	4	5	9			
	2	9	6	3			
	3	6	3	10	7	2	1
	4	3	10	7	2	1	

Se formaron 4 distintos grupos con diferencias significativas, con un intervalo de error de $e = 0.05\%$.

2) Procedimiento LSD modificado.

	4	5	9
7	*	*	*
2	*	*	
1	*	*	
8	*	*	

Existen diferencias significativas de varianza con un rango de error $e = 0.05\%$ entre los transectos que tienen un *.

3) Procedimiento de Scheffe.

	4	5
7	*	*
2	*	*
1	*	*
8	*	*

Hay una diferencia entre los grupos de los transectos 4,5 con los transectos 1,2,7 y 8. Esto lo consideraremos para la Interpretación. Esta prueba se obtuvo utilizando el paquete estadístico ESIMSL.

TABLAS IV.B. A IV.E. MATRICES DE TENDENCIA DE TAMAÑO DE GRANO
 PARA LOS TRANSECTOS 1, 2, 3 Y 4.

		DEPOSITO					
		1	3	2	5	6	4
F U E N T E	1	R	G	G	G	G	G
		B	P	P	P	P	P
		C	S	S	S	S	S
	3	F	A	G	G	G	G
		M	B	P	P	H	H
		N	C	N	N	S	S
	5	F	F	R	G	G	C
		M	H	B	P	H	M
		N	S	C	N	S	S
	2	F	F	F	R	G	G
		M	M	M	B	H	M
		N	S	S	C	S	S
	6	F	F	F	F	R	G
		M	P	P	P	B	P
		N	N	N	N	C	N
	4	F	F	F	F	F	R
M		P	P	P	H	B	
N		H	N	N	S	C	

		DEPOSITO						
		9	18	8	12	11	13	
F U E N T E	9	A	G	G	G	G	G	
		B	P	H	P	P	P	
		C	S	S	S	S	S	
	18	F	R	G	G	G	G	
		M	B	H	P	P	P	
		N	C	S	S	S	N	
	6	F	F	A	G	G	G	
		M	P	B	P	P	P	
		N	H	C	S	S	N	
	12	F	F	F	R	G	G	
		M	H	H	B	P	H	
		N	N	N	C	N	N	
	11	F	F	F	F	A	C	
		M	N	N	N	S	C	
		N	N	N	N	B	N	
	15	F	F	F	F	F	R	
M		M	M	M	P	B		
N		S	S	S	S	C		

		DEPOSITO.					
		14	15	19	18	16	17
F U E N T E	14	A	G	G	G	G	G
		B	P	P	P	P	P
		C	S	S	S	S	S
	15	F	R	G	G	G	G
		M	B	P	P	P	P
		N	C	S	S	S	S
	19	F	F	R	G	G	G
		M	M	B	P	H	P
		N	N	C	N	S	N
	18	F	F	F	R	G	G
		M	M	M	B	H	M
		N	N	S	C	S	N
	16	F	F	F	F	R	G
		M	M	P	P	B	P
		N	N	N	N	C	N
	17	F	F	F	F	F	R
M		M	S	S	H	B	
N		N	S	S	S	C	

		DEPOSITO.						
		20	22	21	23	24	25	
F U E N T E	20	A	G	G	G	G	G	
		B	H	P	P	P	P	
		C	N	N	N	N	N	
	22	F	R	G	G	G	G	
		M	B	P	P	P	P	
		N	C	N	S	S	S	
	21	F	F	R	G	G	C	
		M	M	B	H	P	S	
		N	S	C	S	S	S	
	23	F	F	F	R	G	G	
		M	M	P	B	P	P	
		N	N	N	C	S	S	
	24	F	F	F	F	R	C	
		M	M	M	H	B	H	
		N	N	N	N	C	N	
	25	F	F	F	F	F	R	
M		M	P	P	H	B		
N		S	S	S	S	C		

TABLAS IV.L. Y IV.M. MATRICES DE TENDENCIA DE RELACIONES DE
TAMAÑO DE GRANO PARA LOS TRANSECTOS 11 Y 12.

D E P O S I T O

	35	26	28	14	64	1	44	55	8	78
35	R	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	B	H	P	P	P	M	P	M	M	P
	C	N	S	S	S	S	S	S	S	S
26	F	R	G	C	G	G	G	G	G	C
	P	B	P	P	P	M	P	P	P	P
	S	C	S	S	S	S	S	S	S	S
28	F	F	R	C	C	C	C	C	C	C
	M	M	B	H	P	M	M	M	M	M
	N	N	C	S	S	S	S	S	S	S
F 14	F	F	F	R	G	G	C	C	C	G
	M	M	P	B	P	M	M	M	M	M
	N	N	N	C	S	N	S	S	S	S
E 64	F	F	F	F	R	G	C	C	C	C
	M	M	M	N	C	N	S	N	N	N
	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
T 1	F	F	F	F	R	G	G	C	G	G
	P	P	P	P	B	P	P	P	P	P
	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
44	F	F	F	F	F	R	G	G	G	G
	M	M	P	P	M	B	M	M	M	N
	N	N	N	N	C	N	S	S	S	S
55	F	F	F	F	F	F	R	G	G	G
	P	M	P	P	P	M	P	M	B	P
	N	N	N	N	S	N	S	N	C	N
8	F	F	F	F	F	F	F	R	G	G
	P	M	P	P	P	M	P	M	B	P
	N	N	N	N	S	N	S	N	C	N
78	F	F	F	F	F	F	F	F	R	A
	M	M	P	P	M	P	M	N	B	P
	N	N	N	N	S	N	S	N	C	N

D E P O S I T O

	65	21	27	45	36	15	9	57	56	46	72	71	2
65	R	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	B	M	M	P	M	M	M	M	M	P	M	M	P
	C	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
21	F	R	C	G	G	G	G	C	G	G	C	G	C
	P	B	H	P	P	M	M	P	M	P	M	M	P
	S	C	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
27	F	F	R	G	G	G	C	C	G	G	G	C	C
	P	P	B	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P
	S	N	C	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
45	F	F	F	R	G	C	C	G	G	G	G	C	G
	M	M	M	B	M	M	M	M	M	M	M	M	P
	N	N	N	C	N	N	N	S	N	S	S	N	N
F 36	F	F	F	F	R	A	G	C	G	G	C	C	C
	P	M	M	P	B	M	M	P	M	P	M	M	P
	N	N	N	S	C	N	S	S	S	S	S	S	S
E 15	F	F	F	F	R	A	G	C	G	G	C	C	C
	P	P	M	P	P	B	M	P	M	P	P	M	P
	N	N	N	S	S	C	S	S	S	S	S	S	S
T 9	F	F	F	F	F	R	A	G	C	G	G	C	C
	P	P	P	P	P	B	P	P	P	P	P	P	P
	N	N	N	N	N	C	S	S	S	S	S	S	S
E 57	F	F	F	F	F	F	R	G	C	G	C	C	C
	P	M	M	P	M	M	B	M	M	P	M	M	P
	N	N	N	N	N	N	C	N	N	N	N	N	N
56	F	F	F	F	F	F	R	G	C	G	C	C	C
	P	M	M	P	P	M	P	B	M	P	P	M	P
	N	N	N	S	N	N	S	C	S	S	S	S	N
46	F	F	F	F	F	F	F	R	G	C	C	C	C
	M	M	P	P	M	M	M	B	M	M	P	M	P
	N	N	N	N	N	N	S	N	C	S	N	N	N
72	F	F	F	F	F	F	F	R	G	C	C	C	C
	P	P	M	P	P	M	M	P	M	P	B	M	P
	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	C	N	N
71	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	R	G	G
	P	M	M	P	P	M	M	P	M	P	P	B	P
	N	N	N	S	N	N	N	S	N	S	S	C	N
2	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	R	A
	M	M	M	S	N	N	N	S	S	S	S	M	B
	N	N	N	S	N	N	N	S	S	S	S	S	C

TABLAS IV.O. Y IV.R. MATRICES DE TENDENCIA DE RELACIONES DE
TAMAÑO DE GRANO PARA LOS TRANSECTOS 15, 16, 17 Y 18.

DEPOSITO.

	29	24	7	51	18	75	39	5	12	50	60
F U E N T E	29	A B C	G P S	G P N	G P S	G P S	G P S	G P S	G P S	G P S	G P S
	24	F H N	A B C	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P
	7	F H S	F P S	A B C	G P S	G P S	G P S	G P S	G P S	G P S	G P S
	51	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N
	18	F H N	F P N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N
	75	F H N	F M N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N
	39	F H N	F P N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N
	5	F H S	F P S	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N
	12	F H N	F M N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N
	50	F H N	F M N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N
	60	F H N	F M N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N	G M N

DEPOSITO.

	32	76	40	25	15	13	53	61	6
F U E N T E	32	A B C	G M S	G M S	G M S	G M S	G M S	G M S	G M S
	76	F P N	A B C	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P
	40	F P N	F P N	A B C	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P
	25	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N
	15	F P N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N
	13	F M N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N
	53	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N
	61	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N
	6	F P N	F P N	F P N	A M C	G M N	G M N	G M N	G M N

DEPOSITO

	41	77	60	31	93	52	62
F U E N T E	41	A B C	G P S	G P S	G P S	G P S	G P S
	77	F H N	A B C	G M P	G M P	G M P	G M P
	60	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N
	31	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N
	93	F M N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N
	52	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N
	62	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N	G M N

DEPOSITO.

	34	69	43	63	54	42
F U E N T E	34	A B L	G M S	G M S	G M S	G M S
	69	F P N	A B C	G M P	G M P	G M P
	43	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N
	63	F M N	F M N	F M N	A M C	G M N
	54	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N
	42	F H S	F M S	F M S	A M S	G M S
	42	F H N	F M N	F M N	A M C	G M N