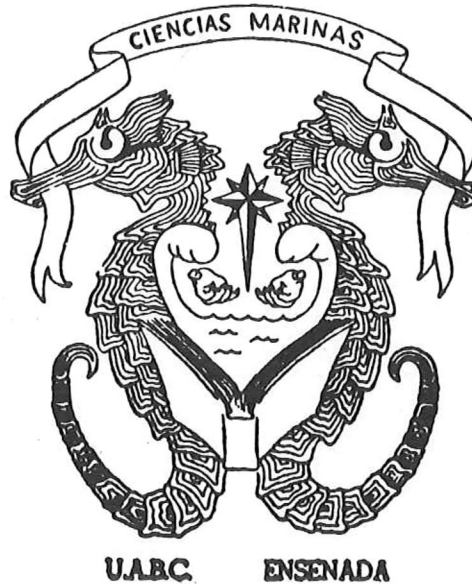


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**Transporte Litoral durante Invierno y
Verano en la Bahía de Kino, Sonora, México**

TESIS

que para obtener el Título de:

OCEANOLOGO

Presenta:

Jesús Antonio Cruz Varela

Ensenada, B.C.

Abril de 1989

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA.

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS.

TRANSPORTE LITORAL DURANTE INVIERNO

Y VERANO EN LA BAHIA DE

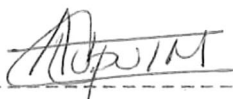
KINO, SONORA, MEXICO.

TESIS

QUE PRESENTA

Jesús Antonio Cruz Varela

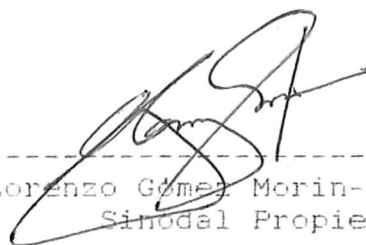
APROBADA POR:



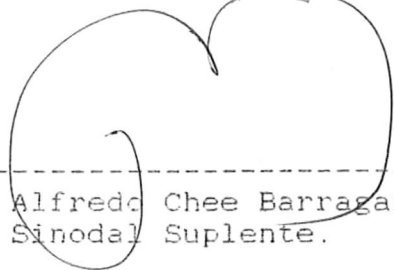
Oc. Amilcar L. Cupul Magaña.
Presidente del Jurado.



Oc. Roberto Pérez Higuera.
Sinodal Propietario.



Oc. Lorenzo Gómez Morín-Fuentes.
Sinodal Propietario.



Oc. Alfredo Chee Barragán.
Sinodal Suplente.



Oc. Luis A. Cupul Magaña.
Sinodal Suplente.

DEDICATORIA.

A MIS PADRES:

René y Martha.

Por su cariño y apoyo constante en los momentos más difíciles, así como también por sus acertados consejos y sugerencias.

A MIS HERMANOS:

Elvia, Martín, Samuel y Edith.

Por el amor y amistad que nos une.

A MI NOVIA:

Angélica

Por su gran amor, confianza y larga espera.

A LA MEMORIA DE MIS ABUELOS:

Antonio y Adalberto.

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente a Dios gracias, por haberme permitido realizar una etapa más de mi vida.

Quiero agradecer muy profundamente al Centro de Investigaciones Científicas y tecnológicas de la Universidad de Sonora (C.I.C.T.U.S.) por darme la oportunidad de llevar a cabo el presente estudio y muy especialmente a su director M.C. Pedro Ortega Romero por su apoyo y ayuda en todo momento.

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O), de la Universidad Autónoma de Baja California, por las facilidades prestadas en la utilización de sus instalaciones para llevar a cabo el pretratamiento y análisis de las muestras.

El presente estudio forma parte del proyecto "Aportación de Materia Orgánica por Productores Primarios en la Laguna La Cruz, Sonora" clave CONACyT ICCNXNA-031345, por lo que se agradece el patrocinio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

A todos mis maestros de la Facultad de Ciencias Marinas por su valiosa colaboración durante la formación de mi vida profesional.

A mi director de tesis y amigo Oc. Amilcar Cupul Magaña por su constante interés puesto en la realización del trabajo así

como tambien a sus criticas y comentarios que fueron de gran ayuda para la terminación de dicho estudio.

A mis sinodales Oc. Roberto Pérez Higuera, Oc. Lorenzo Gómez Morin, Oc. Alfredo Chee Barragan y Oc. Luis Cupul Magaña por sus acertadas sugerencias durante la revisión del trabajo.

A mi amigo P.O. Francisco A. Montoya Turrillas por su gran apoyo de compañerismo y por su participación desinteresada en el análisis de las muestras durante el trabajo de laboratorio.

A mi hermano Samuel Cruz V. por llevar a cabo los dibujos de los mapas contenidos en el trabajo.

A todos mis compañeros y amigos de la XXV generación de la Facultad de Ciencias Marinas que de una manera u otra hicieron posible la realización de este trabajo.

De una manera muy especial quiero agradecer la valiosa y desinteresada ayuda brindada por Roberto, Tomasa y Don. Gilberto durante la realización de mi vida de estudiante universitario.

A mis padres y hermanos por la confianza que en mi depositaron durante los cinco años de la carrera.

A mis Tíos Amanda y Carlos ("Chale"), por su amistad, cariño y ayuda brindada en los momentos que más la necesitaba.

Agradezco de la manera más atenta la amistad brindada

por mis compañeros y amigos Heriberto, Martín, Israel, Francisco Javier y José Santos con quienes compartí los cinco años de estancia de mi carrera.

A todos Ustedes Gracias mil.....

RESUMEN.

El presente estudio tiene como finalidad determinar el sentido del transporte litoral en la Bahía de Kino, Sonora, utilizando las características texturales de los sedimentos.

Se realizaron dos muestreos de sedimento en la cara de la playa, el primero fue en verano (julio de 1987), y el segundo en invierno (enero de 1988), para observar el comportamiento del transporte de los sedimentos en ambas épocas del año.

La evaluación de los parámetros estadísticos del sedimento: media (m), dispersión (D) y asimetría (A), se realizó utilizando el método de momentos, propuesto por Friedman (1961). Para la interpretación de resultados se aplicaron los criterios de: a) Media-Dispersión (Sunamura y Horikawa, 1971), y b) Media-Dispersión-Asimetría (McLaren, 1981). De una manera general y unificando los criterios de ambos métodos, para obtener resultados más aproximados a la realidad, se concluye que: para verano, existe una dominancia del transporte litoral hacia el Sur, en el Sector Norte. Mientras que para el Sector Sur no es posible dar un patrón bien definido de transporte ya que el número de muestras se considera insuficiente.

Los resultados del muestreo de invierno, reflejan la existencia de dos trayectorias de transporte opuestas en el Sector Norte: la primera con dirección Sur, y la segunda preferencialmente con dirección Norte. La divergencia de dichas corrientes se presenta en la parte central de la Bahía, ocasionando la formación de un tómbolo incipiente, localizado frente a la Isla. En el Sector Sur predomina el transporte hacia el interior de la Laguna.

CONTENIDO.

	Página
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	5
ANTECEDENTES.....	6
LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	9
MATERIALES Y METODOS.....	12
Colecta de Muestras.....	12
Pretratamiento.....	12
Tamizado.....	12
Obtención de los Parámetros Texturales.....	13
RESULTADOS.....	19
DISCUSIONES.....	42
Criterio Media-Dispersion.....	42
(Sunamura y Horikawa, 1971).	
Criterio Media-Dispersión-Asimetría.....	48
(McLaren, 1981).	
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	59
LITERATURA CITADA.....	60

LISTA DE TABLAS.

	Página
Tabla I. Resultados del análisis estadístico del sedimento por el método de momentos para el muestreo de Verano.....	21
Tabla II. Resultados del análisis estadístico del sedimento por el método de momentos para el muestreo de Invierno.....	22
Tabla III. Matriz de tendencia de relaciones de tamaño de grano para la zona A del Sector Norte de la Bahía de Kino durante el muestreo de verano.....	23
Tabla IV. Matriz de tendencia de relaciones de tamaño de grano para la zona B del Sector Norte de la Bahía de Kino durante el muestreo de verano.....	24
Tabla V. Matriz de tendencia de relaciones de tamaño de grano para la zona A del Sector Norte de la Bahía de Kino durante el muestreo de invierno.....	25
Tabla VI. Matriz de tendencia de relaciones de tamaño de grano para la zona B del Sector Norte de la Bahía de Kino durante el muestreo de invierno de 1987.....	26

Tabla VII. Matriz de tendencia de relaciones de tamaño de grano para el Sector Sur de la Bahía de Kino durante el muestreo de invierno.....	27
---	----

Tabla VIII. Matriz de tendencia de relaciones de tamaño de grano para el Sector Norte de la Bahía de Kino durante el muestreo de verano.....	27
--	----

LISTA DE FIGURAS.

	Página
Figura 1. Localización del área de estudio.....	10
Figura 2. Localización de las muestras tomadas durante el muestreo de verano.....	13
Figura 3. Localización de las muestras tomadas durante el muestreo de invierno.....	14
Figura 2a. Tendencias en medidas de tamaño de grano....	18
Figura 4. Comportamiento de la media con respecto a la distancia para el muestreo de verano en el Sector Norte de la Bahía de Kino.....	28
Figura 5. Comportamiento de la dispersión con respecto a la distancia para el muestreo de verano en el Sector Norte de la Bahía de Kino.....	29
Figura 6. Comportamiento de la media con respecto a la distancia para el muestreo de verano en el Sector Sur de la Bahía de Kino.....	30
Figura 7. Comportamiento de la dispersión con respecto a la distancia para el muestreo de verano en el Sector Sur de la Bahía de Kino.....	31

Figura 8. Comportamiento de la media con respecto a la distancia para el muestreo de invierno en el Sector Norte de la Bahía de Kino.....	32
Figura 9. Comportamiento de la dispersión con respecto a la distancia para el muestreo de invierno en el Sector Norte de la Bahía de Kino..	33
Figura 10. Comportamiento de la media con respecto a la distancia para el muestreo de invierno en el Sector Sur de la Bahía de Kino.....	34
Figura 11. Comportamiento de la dispersión con respecto a la distancia para el muestreo de invierno en el Sector Sur de la Bahía de Kino.....	35
Figura 12. Trayectorias de transporte para verano, (criterios de Sunamura y Horikawa, 1971)....	36
Figura 13. Trayectorias de transporte para invierno....	37
Figura 14. Posibles trayectorias de transporte del sedimento para la Zona "A" del muestreo de verano, (criterios de McLaren, 1981).....	38
Figura 15. Posibles trayectorias de transporte del sedimento para la Zona "B" y Sector Sur del muestreo de verano.....	39
Figura 16. Posibles trayectorias de transporte del sedimento para la Zona "A" del muestreo	

de invierno..... 40

Figura 17. Posibles trayectorias de transporte del
sedimento para la Zona "B" y Sector Sur
del muestreo de invierno..... 41

Figura 18. Comportamiento general del transporte de
sedimentos en la Bahía de Kino para el
muestreo de verano..... 55

Figura 19. Comportamiento general del transporte de
sedimentos en la Bahía de Kino para el
muestreo de invierno..... 56

INTRODUCCION.

El transporte litoral se ha definido como el movimiento que presenta el sedimento a lo largo de la playa, estando restringido entre la zona de rompiente y la línea de costa. Dicho transporte se produce principalmente por la incidencia en ángulo del oleaje con respecto a la costa, generando así una corriente litoral que es efectiva en mover a lo largo de la playa grandes volúmenes de agua y sedimentos. Este transporte se presenta más comunmente por arrastre con movimientos en Zig-Zag a lo largo de la costa (Komar, 1976).

Es de gran importancia reconocer y evaluar los procesos que tiene lugar en la franja costera, ya que con lo anterior es posible planear las estructuras adecuadas para el aprovechamiento máximo de la costa, sea con fines recreativos, para embarques industriales y desde luego para la explotación racionalizada de los recursos naturales marinos. En la construcción de las obras antes mencionadas es necesario la realización de varios estudios, entre los cuales, es básico el de la dirección del transporte litoral.

La circulación costera ha sido estudiada en diversos lugares atendiendo a las necesidades de carácter local, y en definitiva los resultados no son extrapolables puesto que cada zona en particular tendrá sus propias características en cuanto a mareas, vientos dominantes, topografía del fondo, configuración

costera, tipo de sedimento, aporte de materiales por ríos, oleaje incidente y otros factores que afectan la dinámica de la costa y que deben tomarse en cuenta (Bascom, 1951).

La construcción de obras ingenieriles en la costa tales como rompeolas, espigones y escolleras, causan desajuste en el equilibrio del transporte litoral, dichas estructuras actúan como trampas de sedimento obstruyendo el movimiento natural del mismo. Este desequilibrio causa cambios en los sitios de depositación y erosión, (Komar, 1976; USCERC 1977).

Cuando se construye alguna estructura costera en una playa estable con respecto al balance de material sedimentario, ésta presenta las siguientes transformaciones: Depositación en el lado de procedencia de la arena con tendencia hacia un perfil de equilibrio y carencia de material en el lado hacia donde se dirige el transporte, presentandose erosión, que tiende también a mantener su perfil de equilibrio, (USCERC, 1977).

El transporte litoral predominante puede variar de una estación a otra en un ciclo anual como consecuencia de la variación estacional de las condiciones de oleaje presente, pero la mayoría de las playas presentan un transporte paralelo neto en una sola dirección.

Existen varios métodos para determinar el sentido del transporte litoral tales como: mediciones en el campo de los parámetros de oleaje, uso de corrientímetros, utilización de

sensores de presión, boyas de deriva y evidencias sedimentológicas. De este último existen a su vez varios métodos que han sido utilizados en la realización de algunos estudios como es el de trazadores fluorescentes (Sanchez Barredo, 1972), minerales pesados como trazadores de corrientes (Aranda Manteca, 1983), medición de perfiles de playa (Lizarraga, 1976) y análisis de la distribución del tamaño de grano del sedimento (Sunamura y Horikawa, 1971; McLaren, 1981). Utilizando los criterios aportados por los dos últimos trabajos se realizaron estudios como el de Méndez Arriaga (1982); Pérez Higuera y Chee Barragan, (1984).

Las propiedades de los sedimentos varían como respuesta a su transporte en un fluido y aplicando la técnica apropiada, es posible indicar cambios en el transporte de sedimento estacionalmente o a largo plazo, siendo éstos últimos en la mayoría de los casos más importantes que las mediciones directas hechas por otros métodos (Corrientímetros, boyas de deriva, etc.).

La Bahía de Kino cuenta con una gran extensión de playas arenosas explotables para desarrollos turísticos y una Laguna Costera de la que se obtiene una alta producción pesquera, representando ésta actividad la más importante fuente de ingresos para la población. A la fecha no se ha realizado ningún trabajo de transporte litoral, y si tomamos en cuenta el gran potencial de desarrollo turístico y pesquero de la

localidad, se crea la necesidad de conocer los procesos que se estan llevando a cabo en la costa, para poder determinar los efectos que puedan causar en la planeacion a futuro de alguna estructura costera, cuya finalidad podria ser: proteccion a la playa o bien mantener el libre acceso a la Laguna Costera si presentara problemas de asolvamiento. La realizacion de este tipo de trabajos en el Estado de Sonora cobrará cada vez mayor importancia, ya que son determinantes para decidir la viabilidad de infraestructura dentro de la línea de costa y cerca de ella, es por eso, que el conocimiento de los procesos litorales, se enfoca a la prediccion de eventos geomorfológicos cuya importancia primordial radica en encontrar la solución a los problemas de Ingenieria Costera.

OBJETIVOS.

Determinar el sentido del transporte litoral en la
Bahia de Kino, Sonora, durante invierno y verano.

ANTECEDENTES.

O'Brien y Zeevaert (1968), realizaron un trabajo en la zona del Estero de Punta Banda con miras a la construcción de una marina, mencionando que en éste lugar existe un transporte litoral hacia el Norte y que se nota un avance de la barra en dirección Norte.

Sunamura y Horikawa (1971), infirieron el sentido del transporte litoral a partir de las variaciones de las características de los sedimentos en las arenas de playa; comparando el tamaño medio de los sedimentos y el coeficiente de clasificación a lo largo de la playa, y consideran que la dirección de transporte deberá ser determinado no solo a partir del tamaño medio de grano sino como una combinación del tamaño y la dispersión.

Lizarraga Arciniega (1976), utilizando la variación de los perfiles de playa adyacentes al Sur del Puerto de Ensenada, describe que el transporte litoral se efectúa de Sur a Norte.

Baca (1981), afirma que en el Suroeste de la Bahía de Todos Santos, los sedimentos se distribuyen en el sentido de la corriente hacia el Norte, depositando los más gruesos en Punta Banda y los finos en el área no protegida de la barra del Estero, mientras que por el extremo Noroeste (punta San Miguel), los sedimentos se distribuyen hacia el Sur, depositando los más

gruesos en San Miguel y los más finos preferencialmente en los alrededores de la costa localizada a 4 Km. hacia el Sur.

McLaren (1981), utilizando los parámetros estadísticos en el comportamiento del sedimento, sugiere que la media (m), la dispersión (D) y la asimetría (A), en una distribución de frecuencia de tamaño de grano, siguen tendencias que identifican claramente la dirección del transporte del sedimento, así como también los procesos sedimentarios de erosión, depositación selectiva y depositación total.

Méndez Arriaga (1982), realiza un trabajo en la Bahía de Todos Santos utilizando las características texturales del sedimento y concluye que aproximadamente en la parte Norte de la boca del estero de Punta Banda en el transporte litoral diverge en dos sentidos; hacia el Norte hasta la rada portuaria y hacia el Sur hasta la barra del estero.

Aranda Manteca (1983), por medio del comportamiento de la distribución de los minerales pesados en la Bahía Todos Santos, infiere que en la parte Norte de la misma, el sentido del transporte litoral es predominantemente hacia el sureste.

Pérez Higuera y Chee Barragan (1984), utilizando la distribución del tamaño de grano en un estudio realizado en la Bahía Todos Santos, determinan que en la parte Norte de la bahía el transporte dominante en la zona de playa es hacia el Sur mientras que el comportamiento de los sedimentos muestreados

atrás de la rompiente no parece mostrar un patrón definido; en la parte central los sedimentos de playa indican una circulación hacia el Norte y los sedimentos de atrás de la rompiente indican una circulación hacia el Sur y por último en la parte Sur la circulación inferida tanto en la zona de playa como en la rompiente es en el sentido Norte.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Kino se encuentra localizada en la porción central de la costa del Estado de Sonora, al Sureste de la Isla del Tiburón, sobre la costa Este del Golfo de California, entre las coordenadas geográficas $28^{\circ}44'$ - $28^{\circ}51'$ de Latitud Norte y $111^{\circ}54'$ - $112^{\circ}06'$ de longitud Oeste. Dista 110 Km. al Oeste de la Ciudad de Hermosillo y presenta una extensión aproximada de 15 Km. de largo. (Fig. 1).

Cuenta con un área aproximada de 50 Km² y mantiene comunicación permanente con la Laguna Costera La Cruz, por medio de una boca de 1 Km. de ancho y 5 metros de profundidad promedio sobre el canal de acceso. La barra de arena que separa dicha laguna del resto de la bahía, tiene 4 Km. de largo y 400 mts. de ancho.

El clima de la región es árido y el régimen de lluvias se encuentra repartido a través del año de la siguiente manera: la época de lluvias se presenta en los meses de mayo a julio, teniendo algunas lluvias aisladas durante los meses de invierno.

En invierno son predominantes los vientos del norte y los del Sur en verano. La temperatura ambiental alcanza su máximo en verano (agosto) con promedio de 36°C y en invierno con medias de 8°C llegando en días muy fríos a temperaturas cercanas a cero.

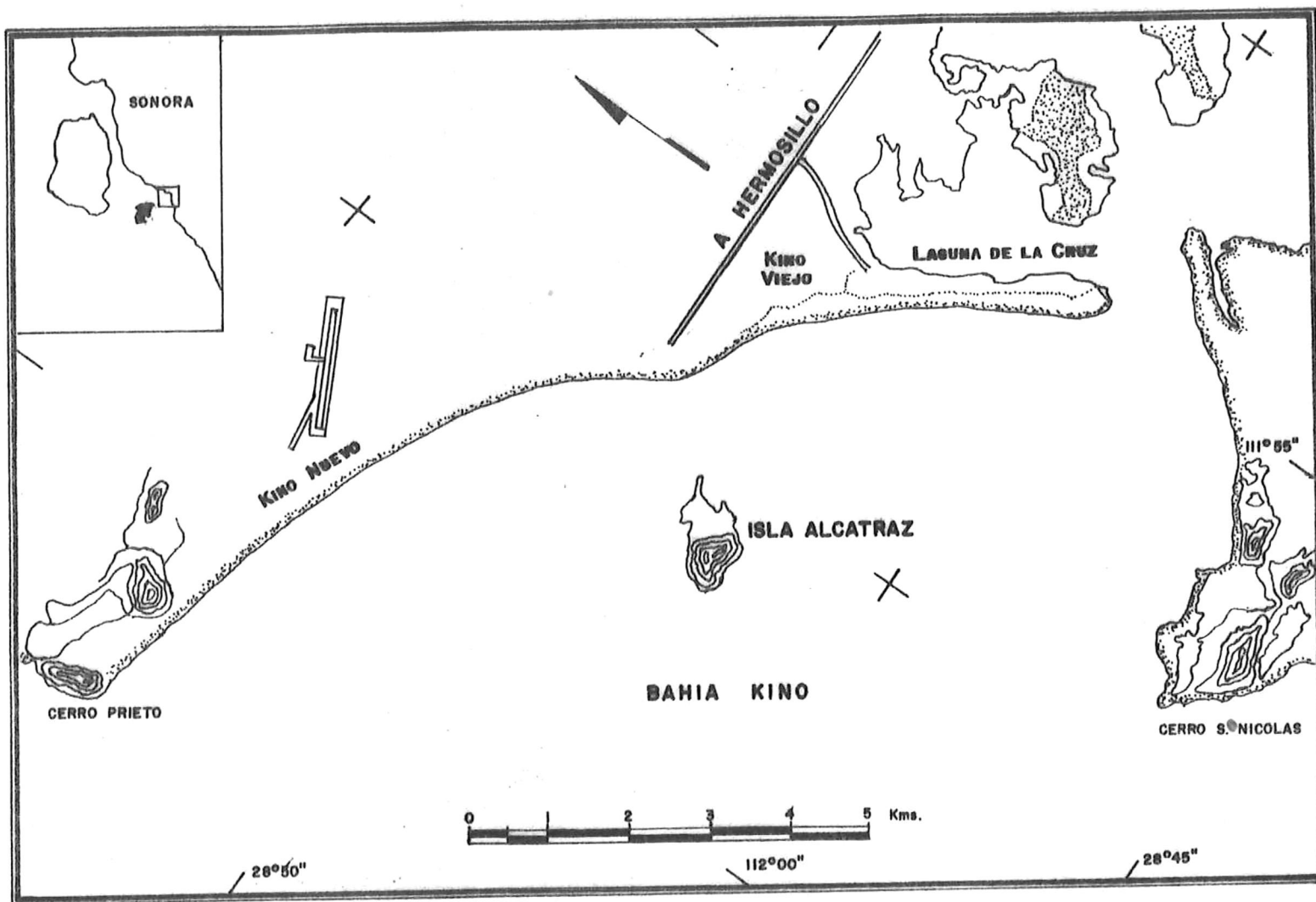


Fig. No. I LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

Tiene una profundidad promedio de 20 mts. El tipo de playas de arenas medias a finas domina en toda la linea de costa. Presenta acantilados en sus extremos, es decir, en su parte Sur y la porción Oeste. Localizado en la región central de la bahía se encuentra la Isla Alcatraz, separada 3 Km. de la costa. Frente a dicha Isla en la costa se tiene la formación incipiente de un Tómbolo.

MATERIALES Y METODOS

Para llevar a cabo la realización del presente trabajo será utilizado el método del análisis textural del sedimento (Sunamura y Horikawa, 1971; McLaren, 1981), el cual se basa en la distribución del tamaño de grano del sedimento a lo largo de una área determinada.

Se realizaron dos muestreos, uno en verano (julio de 1987) y el segundo en invierno (enero de 1988) para comparar el el sentido del transporte litoral en ambas épocas del año. (Fig. 2 y 3).

Colecta de Muestras.

Las muestras se tomaron sobre la cara de la playa con una separación entre muestra y muestra de aproximadamente 450 a 500 mts. Se utilizó un nucleador de mano, obteniéndose sedimento en de los primeros 3 cm. de profundidad, el cual se guarda en bolsas de plástico previamente etiquetadas. En total se tienen 24 muestras para verano y 39 de invierno.

Pretratamiento.

El pretratamiento de las muestras que consiste en la eliminación de la materia orgánica y sales solubles se llevó a cabo de acuerdo a lo propuesto por Royse (1970) y Carver (1976),

Tamizado.

Para obtener submuestras de aproximadamente 50 gr. se

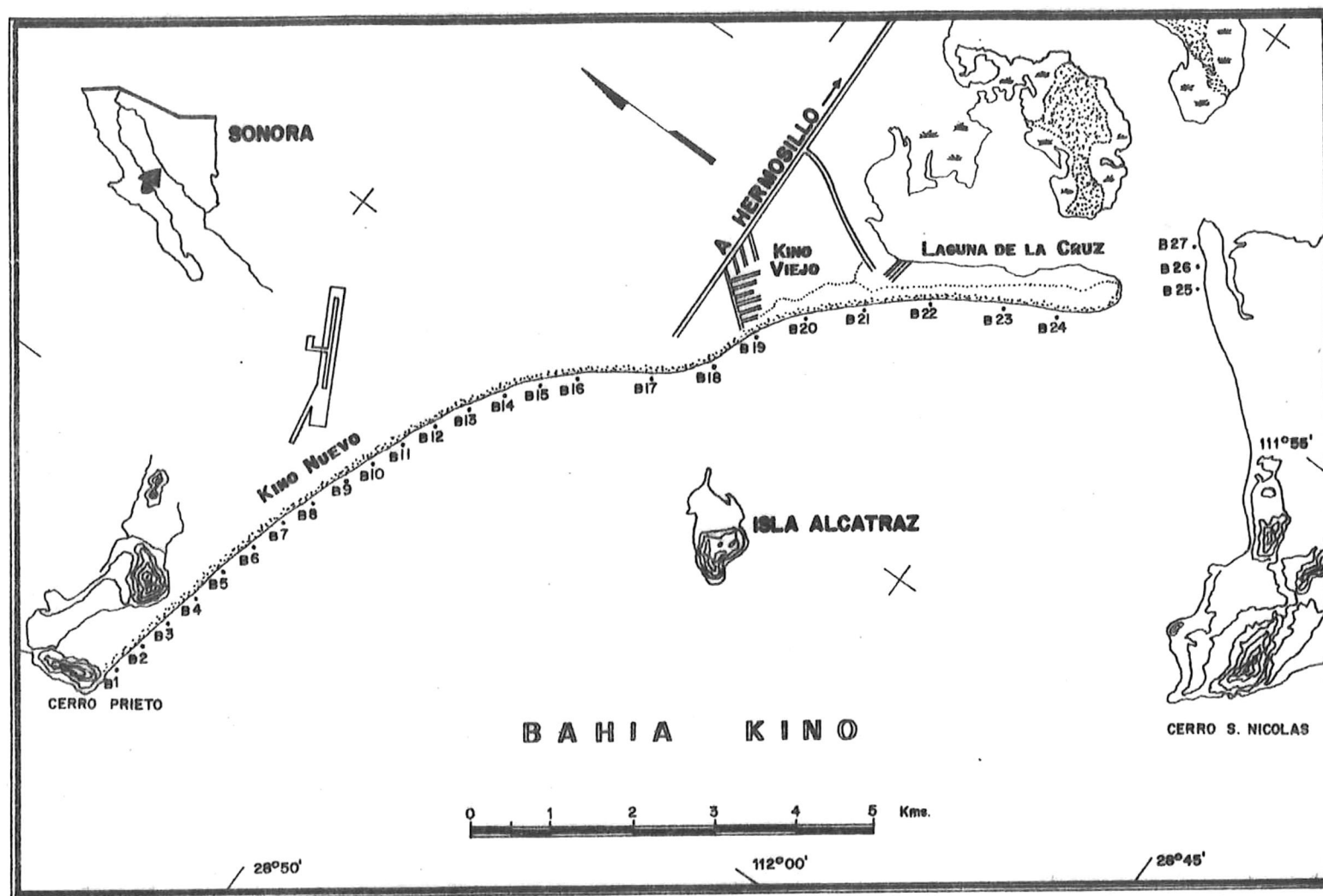


Fig. No. 2 LOCALIZACION DE LAS MUESTRAS TOMADAS DURANTE EL MUESTREO DE VERANO.

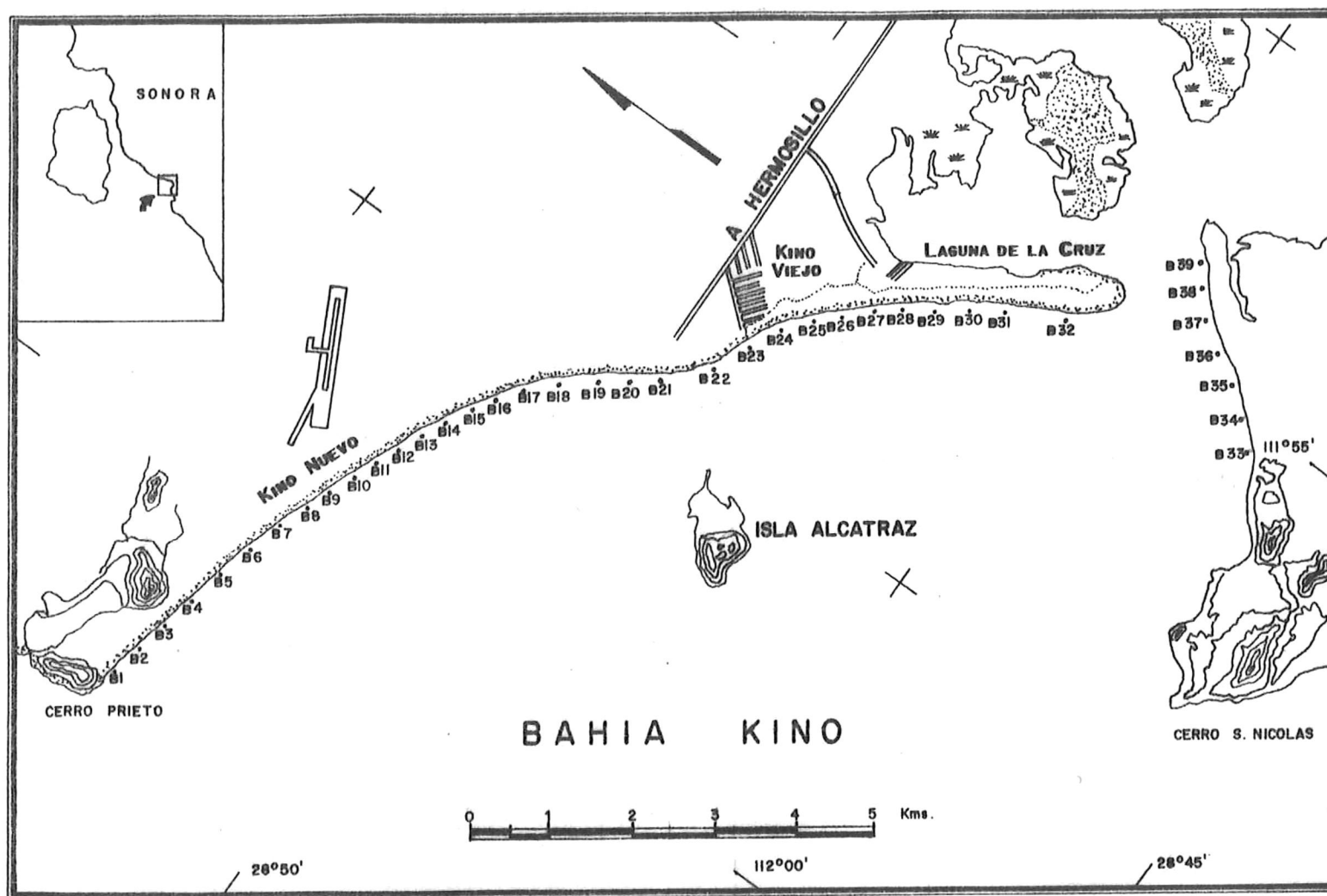


Fig. No. 3 LOCALIZACION DE LAS MUESTRAS TOMADAS DURANTE EL MUESTREO DE INVIERNO.

utilizó un cuarteador mecánico (Carver, 1971), posteriormente se realizó la separación de las fracciones de diferentes tamaños en la escala phi (ϕ) utilizando un juego de tamices (U.S. Standard) con un intervalo de tamaño de 0.5 ϕ (Krumbein, 1934; Folk y Ward, 1956); para llevar a cabo el pesado de las muestras se usó una balanza con precisión de .001 gr.

Obtención de los Parámetros Texturales.

Se procedió al análisis estadístico de las muestras utilizando un programa de computadora, el cual calcula cada una de los parámetros estadísticos media (m), dispersión (D) y asimetría (A) del sedimento por el método de momentos (Friedman, 1961).

Con los datos obtenidos anteriormente se realizaron una serie de gráficas de variación de tamaño de grano (media (m)) y coeficiente de dispersión (D), los cuales según Krumbein y Sloss (1963) ofrecen una guía para inferir el posible sentido del transporte. Tomando en cuenta las anteriores consideraciones Sunamura y Horikawa (1971), elaboraron algunos criterios para inferir la dirección del transporte litoral. Dichos criterios en una forma general señalan que la dirección del transporte puede obtenerse utilizando las variaciones en el tamaño y dispersión del sedimento, siendo éstos los siguientes:

- El transporte de sedimentos se efectúa en el sentido en que:
 - a).- El tamaño del sedimento y la dispersión disminuyan.
 - b).- El tamaño de sedimento aumente y el valor de la dispersión disminuya.

- c).- El tamaño de sedimento disminuya y los valores de la dispersión sean constantes.
- d).- Los valores de la dispersión disminuyan y el tamaño del sedimento sea constante.

Se construyeron también las matrices de tendencia de tamaño de grano con los valores de la media (m), la dispersión y (D) la asimetría (A), de acuerdo a lo propuesto por McLaren (1981), que utiliza las características texturales del sedimento para determinar las posibles trayectorias de transporte del mismo, basándose en los cambios relativos que pueden ocurrir en los parámetros estadísticos del sedimento entre el depósito y la fuente, son referidos como los casos I, II y III (Fig. 2A).

En la matriz de tendencia se toma cada una de las muestras como posible fuente de sedimentos de todas las demás, solo que éste caso las muestras del Sector Norte de ambos muestreos se dividieron en dos zonas A y B. La Zona A para el muestreo de verano comprende de la estación B1 a B14 y la Zona B de B14 a B24, mientras que para el muestreo de invierno la Zona A es de la estación B1 a B16 y la Zona B de B16 a B32. Las características del tamaño de grano están dadas en orden: media (m), dispersión (D) y asimetría (A). Las letras F 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 y G si la media del depósito es más gruesa que la media de la fuente considerada.

Las letras M y P corresponden al grado de clasificación o dispersión (D) del sedimento. La letra M resulta si al comparar la fuente asumida con los posibles depósitos éstos son mejor clasificados que la fuente; y la letra P se usa si el depósito tiene una clasificación mas pobre que la fuente. Los signos + ó - indican que el grado de asimetría del depósito es mas positiva (+) o mas negativa (-) que la fuente asumida. (Tomado de Pérez y Chee, 1984).

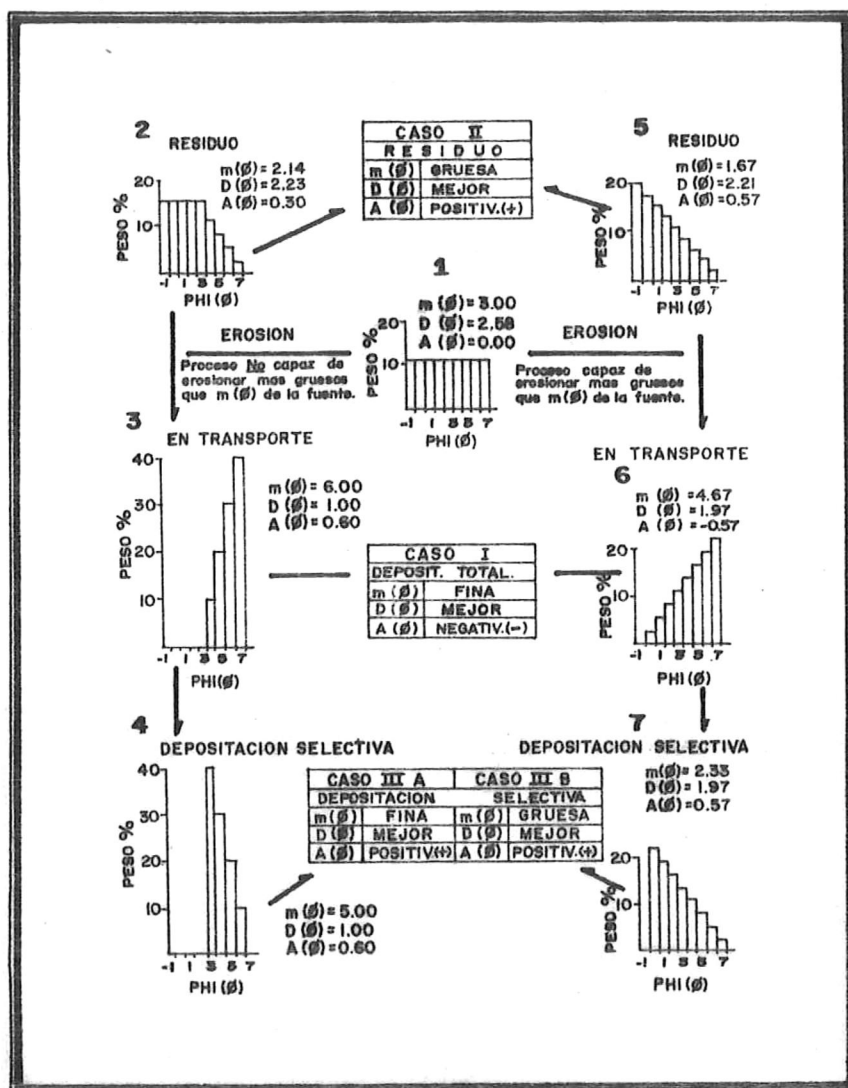


FIG. 2A. TENDENCIA EN MEDIDAS DE TAMAÑOS DE GRANO.
 (McLaren, 1981; Tomado de Pérez y Chee, 1984.).

RESULTADOS.

La tabla I, muestra los resultados estadísticos (media, dispersión y asimetría), obtenidos a partir del análisis granulométrico del muestreo realizado en verano, observándose un máximo de 2.511 ϕ en la estación B16 y un mínimo de 0.961 ϕ en la estación B1, para el valor de la media.

Los valores máximos de la dispersión se tienen en la estación B24 con 0.862 ϕ y el mínimo en la estación B3 con 0.353 ϕ , mientras que la asimetría tiene su máximo en la estación B1 con un valor de 0.824 ϕ y el mínimo lo presenta en la estación B17 con -0.768 ϕ .

La tabla II presenta los resultados de los mismos parámetros estadísticos para el muestreo de invierno en los cuales se observa el máximo valor de la media en la estación B22 con 2.748 ϕ y un mínimo de 0.866 ϕ en la estación B1; la dispersión presenta su máximo en la estación B32 con un valor de 1.152 ϕ y el mínimo en la muestra B1 con 0.468 ϕ . La asimetría cuenta con máximos en la estación B12 con 0.128 ϕ y el mínimo de -1.752 ϕ en la muestra B27.

En lo sucesivo para fines de redacción se denominará Sector Norte a la zona de playas que se localizan al lado norte de la boca de la Laguna Costera La Cruz y Sector Sur a las muestra tomadas al sur de la boca de la misma laguna.

Las figuras 4,5,6 y 7 describen el comportamiento de los valores de la media y la dispersión con respecto a la distancia tanto para el sector norte como sector sur del muestreo de Verano y las figuras 8,9,10 y 11 describen el comportamiento de los mismos parámetros y de ambos sectores del muestreo de Invierno.

Las tablas III y IV muestran las matrices de tendencias de relaciones de tamaño de grano para la zona A y B del sector norte para el muestreo de verano y la tabla VIII la matriz de tendencia de relaciones de tamaño de grano para el sector sur del mismo muestreo.

Las tablas V y VI representan las matrices de tendencia de relaciones de tamaño de grano para las zonas A y B del Sector Norte del muestreo de invierno y la tabla VII la matriz de tendencia para el Sector Sur del mismo muestreo.

Las figuras 12 y 13 muestran las posibles trayectorias de transporte para las zonas A y B del Sector Norte, así como también del Sector Sur para los muestreos de verano e invierno en la Bahía de Kino, por el método de Sunamura y Horikawa, 1971.

Las figuras 14,15,16 y 17 representan las posibles trayectorias de transporte del sedimento para la zona A y B del sector Norte de los muestreos de verano e invierno, así como también para la zona del Sector Sur de ambos muestreos, obtenidos a partir de método de McLaren 1981.

Tabla I. Resultados del análisis estadístico del sedimento por el método de momentos para el muestreo de verano.

ESTACION	DISTANCIA (Km.)	MEDIA ($\bar{x}$)	DISPERSION (s^2)	ASIMETRIA (a_3)
Sector Norte.				
B1	0.000	0.961	0.557	0.824
B2	0.500	1.194	0.382	0.079
B3	1.000	1.017	0.353	0.646
B4	1.500	1.257	0.417	0.351
B5	2.000	1.360	0.488	0.278
B6	2.500	1.637	0.417	0.070
B7	3.000	1.712	0.450	0.210
B8	3.500	1.744	0.597	0.050
B9	4.000	1.975	0.490	-0.011
B10	4.500	2.177	0.539	-0.327
B11	5.000	2.212	0.585	-0.479
B12	5.500	2.239	0.552	-0.463
B13	6.000	2.038	0.582	-0.072
B14	6.500	2.148	0.522	-0.006
B15	7.000	2.336	0.473	-0.233
B16	7.500	2.511	0.371	-0.191
B17	8.500	2.466	0.569	-0.768
B18	9.300	2.500	0.558	0.247
B19	10.000	2.234	0.518	0.200
B20	11.000	2.470	0.428	-0.284
B21	12.000	2.245	0.578	-0.100
B22	13.000	2.297	0.534	-0.202
B23	14.600	2.136	0.572	-0.006
B24	15.400	1.168	0.862	0.752
Sector Sur.				
B25	0.000	2.420	0.419	-0.823
B26	0.500	2.188	0.425	0.049
B27	1.000	2.132	0.465	0.026

Tabla II. Resultados del análisis estadístico del sedimento por el método de momentos para el muestreo de invierno.

ESTACION	DISTANCIA (Km.)	MEDIA ($\bar{x}$)	DISPERSION (s^2)	ASIMETRIA ($\bar{a}$)
Sector Norte.				
B1	0.000	0.866	0.468	-0.194
B2	0.500	0.976	0.485	0.042
B3	1.000	1.046	0.506	0.081
B4	1.500	1.300	0.541	-0.110
B5	2.000	1.373	0.537	-0.189
B6	2.500	1.590	0.557	-0.041
B7	3.000	1.684	0.484	0.014
B8	3.500	1.802	0.470	-0.133
B9	4.000	1.879	0.489	-0.269
B10	4.500	1.829	0.490	0.034
B11	5.000	1.192	0.512	-0.028
B12	5.500	2.067	0.470	0.128
B13	6.000	2.002	0.568	-0.092
B14	6.500	2.186	0.569	-0.969
B15	7.000	2.175	0.505	-0.152
B16	7.500	2.082	0.560	-0.471
B17	8.000	1.783	0.697	-0.317
B18	8.500	2.012	0.714	-0.998
B19	9.000	2.267	0.616	-0.128
B20	9.500	2.320	0.560	-0.620
B21	10.000	1.959	0.952	-1.104
B22	10.500	2.748	0.565	-2.465
B23	11.000	2.231	0.660	-0.441
B24	11.500	1.714	0.983	-0.438
B25	12.000	2.015	0.817	-1.045
B26	12.500	2.390	0.716	-1.122
B27	13.000	2.386	0.583	-1.752
B28	13.500	2.352	0.701	-0.822
B29	14.000	2.343	0.725	-0.765
B30	14.500	2.331	0.743	-0.640
B31	15.000	2.409	0.709	-1.201
B32	15.500	1.269	1.152	-0.038
Sector Sur.				
B33	0.000	1.901	0.866	-0.623
B34	0.500	2.243	0.600	-0.663
B35	1.000	1.961	0.806	-0.669
B36	1.500	2.377	0.505	-0.620
B37	2.000	2.212	0.696	-1.050
B38	2.500	2.246	0.592	-1.274
B39	3.000	1.668	0.652	-0.139

TABLA III: MATRIZ DE TENDENCIA DE RELACIONES DE TAMAÑO DE GRANO
 PARA LA ZONA A DEL SECTOR NORTE DE LA BAHIA KINO
 DURANTE EL MUESTREO DE VERANO DE 1987.

		D E P O S I T O													
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
F U E N T E	B1		FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FP-	FM-	FM-	FP-	FM-	FP-	FM-
	B2	GP+		GM+	FP+	FP+	FP-	FP+	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-
	B3	GP+	FP-		FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-
	B4	GP+	GM-	GM+		FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-
	B5	GP+	GM-	GM+	GM+		FM-	FM-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-
	B6	GP+	GM+	GM+	GM+	GP+		FP+	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-
	B7	GP+	GM-	GM+	GM+	GP+	GM-		FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-
	B8	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+		FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-
	B9	GP+	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GP+			FP-	FP-	FP-	FP-	FP+
	B10	GP+	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GP+	GM+			FP-	FP-	GP+	GM+
	B11	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GP+	GM+	GM+			FM+	FM+	FM+
	B12	GP+	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GP+	GM+	GM+	GP-			GP+	GP+
	B13	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GP+	GM+	FM-	FP-	FM-			FM+
	B14	GP+	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GP+	GM-	FP-	FP-	FP-	GP-		

F
U
E
N
T
E

E

[illegible]

DE INVIERNO DE 1987.

D E P O S I T O

F
U
E
N
T
E

TABLA VI: MATRIZ DE TENDENCIA DE RELACIONES DE TAMAÑO DE GRANO PARA LA ZONA B DEL SECTOR NORTE DE LA BAHIA KINO DURANTE EL MUESTREO DE INVIERNO DE 1987.

D E P O S I T O

	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27	B28	B29	B30	B31	B32
B16		GP+	GP-	FP+	FP-	GP-	FP-	FP+	GP+	GP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	GP+
B17	FM-		FP-	FM+	FM-	FP-	FM-	FM-	GP-	FP-	FP-	FM-	FP-	FP-	FP-	FP-	GP+
B18	FM+	GM+		FM+	FM+	GP-	FM-	FM+	GP+	FP-	FP-	FM-	FM+	FP+	FP+	FM-	GP+
B19	GM-	GP-	GP-		FM-	GP-	FM-	GP-	GP-	GP-	FP-	FM-	FP-	FP-	FP-	FP-	GP+
B20	GM+	GP+	GP-	GP+		GP-	FP-	GP+	GP+	GP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	FP-	GP+
B21	FM+	GM+	FM+	FM+	FM+		FM-	FM+	GP+	FM+	FM-	FM-	FM+	FM+	FM+	FM-	GP+
B22	GM+	GP+	GP+	GP+	GM+	GP+		GP+	GP+	GP+	GP+	GP+	GP+	GP+	GP+	GP+	GP+
B23	GM-	GP+	GP-	FM+	FM-	GP-	FM-		GP+	GP-	FP-	FM-	FP-	FP-	FP-	FP-	GP+
B24	FM-	FM+	FM-	FM+	FM-	FM-	FM-	FM-		FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	GP+
B25	FM+	GM+	GM+	FM+	FM+	GP-	FM-	FM+	GP+		FM-	FM-	FM+	FM+	FM+	FM-	GP+
B26	GM+	GM+	GM+	GM+	GM+	GP+	FM-	GM+	GP+	GP+		GM-	GM+	GP-	FP+	FM-	GP+
B27	GM+	GP+	GP+	GP+	GM+	GP+	FM-	GP+	GP+	GP+	FP+		GP+	GP+	GP+	FP+	GP+
B28	GM+	GM+	GP-	GM+	GM+	GP-	FM-	GM+	GP+	GP-	FP-	FM-		GP+	GP+	FP-	GP+
B29	GM+	GM+	GM-	GM+	GM+	GP-	FM-	GM+	GP+	GP-	FM-	FM-	FM-		GP+	FP-	GP+
B30	GM+	GM+	GM-	GM+	GM+	GP-	FM-	GM+	GP+	GP-	GM-	FM-	FM-	FM-		FM-	GP+
B31	GM+	GM+	GP+	GM+	GM+	GP+	FM-	GM+	GP+	GP+	GP+	GM-	GM-	GP+	GP+		GP+
B32	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	FM-	

F
U
E
N
T
E

TABLA VII: MATRIZ DE TENDENCIA DE RELACIONES DE TAMAÑO DE GRANO PARA EL SECTOR SUR DE LA BAHIA KINO DURANTE EL MUESTREO DE INVIERNO DE 1987.

		D E P O S I T O						
		B33	B34	B35	B36	B37	B38	B39
F U E N T E	B33		FM-	FM-	FM+	FM-	FM-	GM+
	B34	GP+		GM-	FM+	GP-	FM-	GP+
	B35	GP+	FM+		FM+	FM-	FM-	GM+
	B36	GP-	GP-	GP-		GP-	GP-	GP+
	B37	GP+	FM+	GP+	FM+		FM-	GM+
	B38	GP+	GP+	GP+	FM+	GP+		GP+
	B39	FP-	FM-	FP-	FM-	FP-	FM-	

TABLA VIII: MATRIZ DE TENDENCIA DE RELACIONES DE TAMAÑO DE GRANO PARA EL SECTOR SUR DE LA BAHIA KINO DURANTE EL MUESTREO DE VERANO DE 1987.

		D E P O S I T O		
		B25	B26	B27
F U E N T E	B25		GP+	GP+
	B26	FM-		GP-
	B27	FM-	FM+	

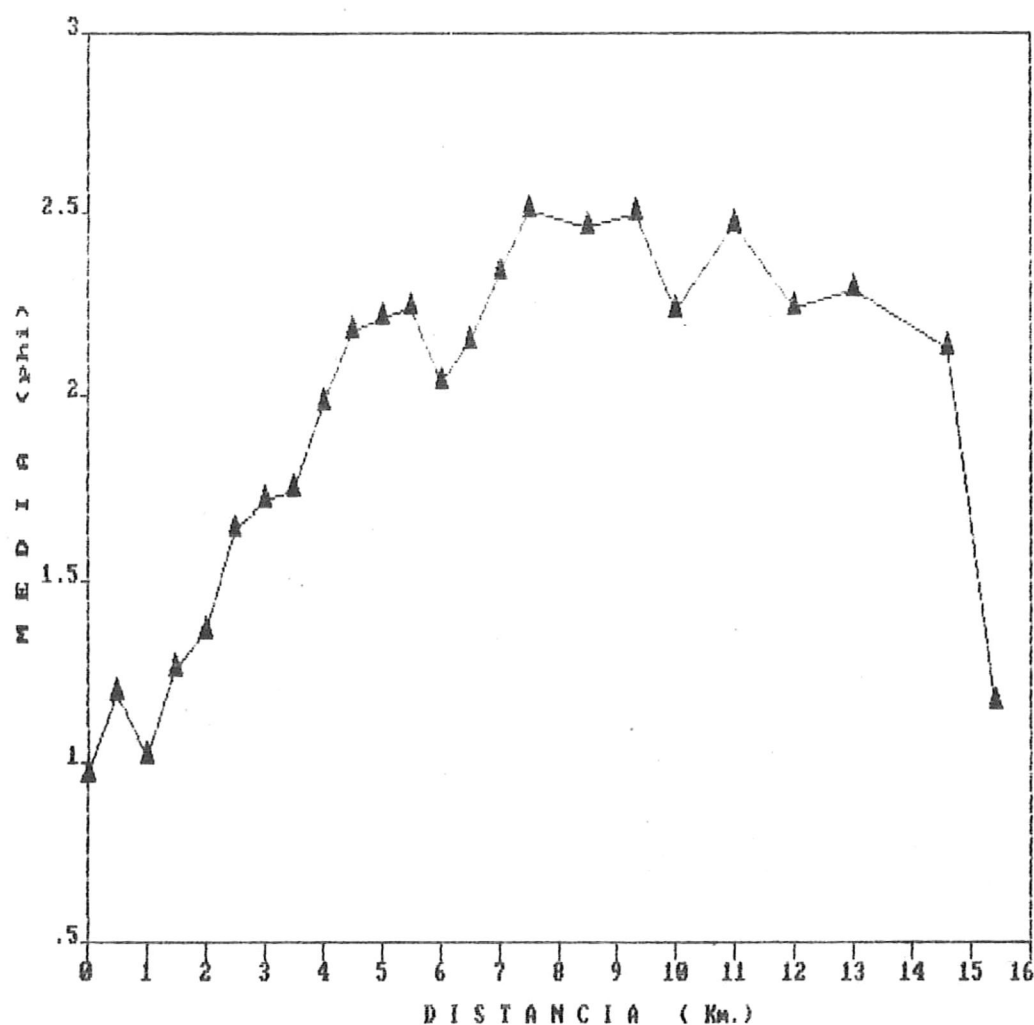


Fig. 4.- Comportamiento de la media con respecto a la distancia para el muestreo de verano en el sector norte de la Bahía de Kino.

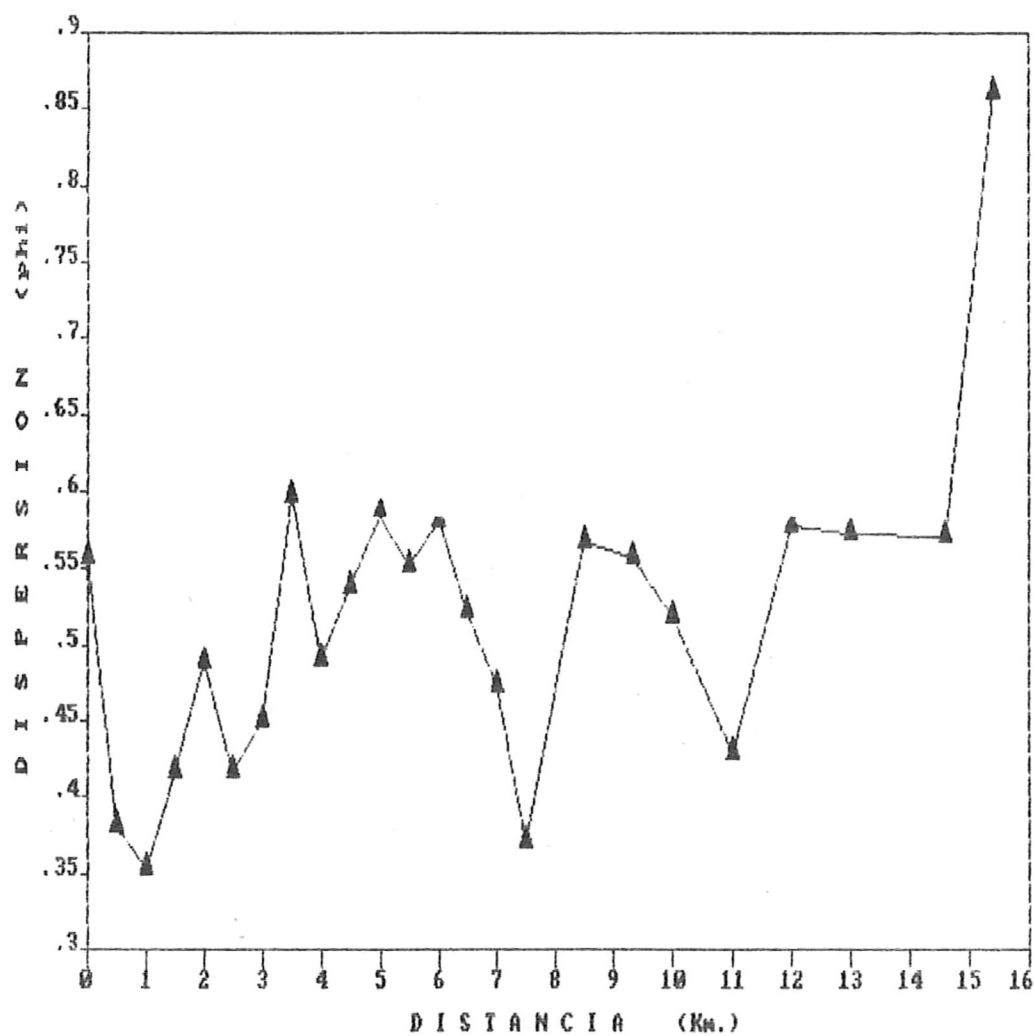


Fig. 5.- Comportamiento de la dispersión con respecto a la distancia para el muestreo de verano en el sector norte de la Bahía de Kino.

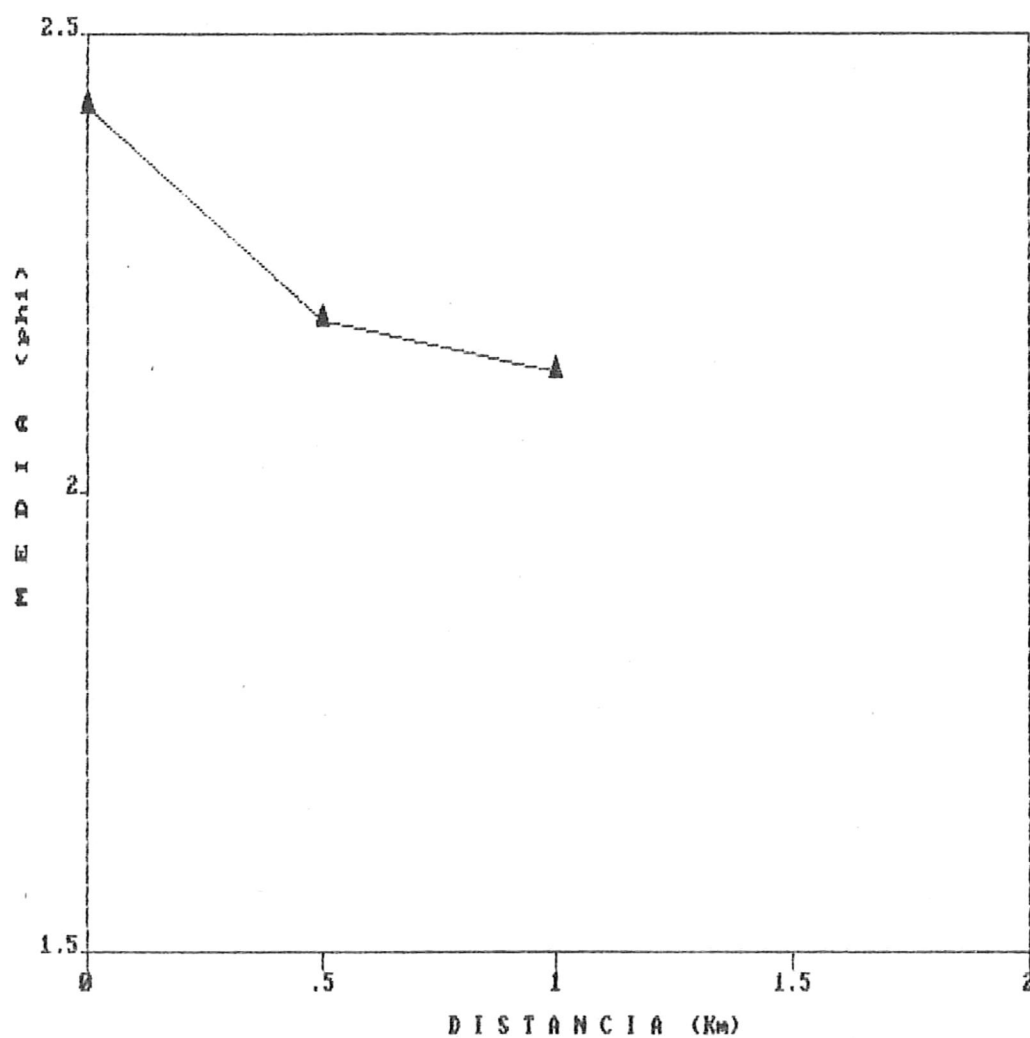


Fig. 6.- Comportamiento de la media con respecto a la distancia para el muestreo de verano en el sector sur de la Bahía de Kino.

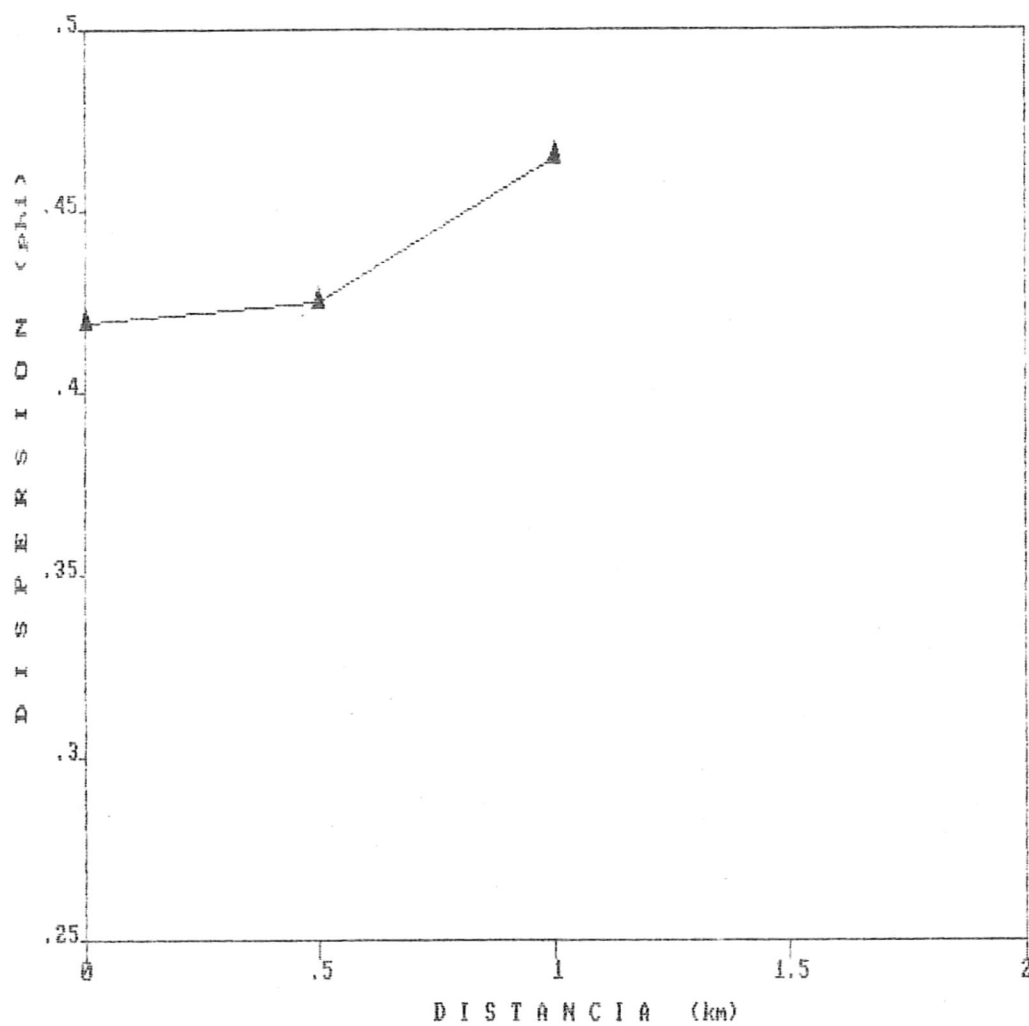


Fig. 7.- Comportamiento de la dispersión con respecto a la distancia para el muestreo de verano en el sector sur de la Bahía de Kino.

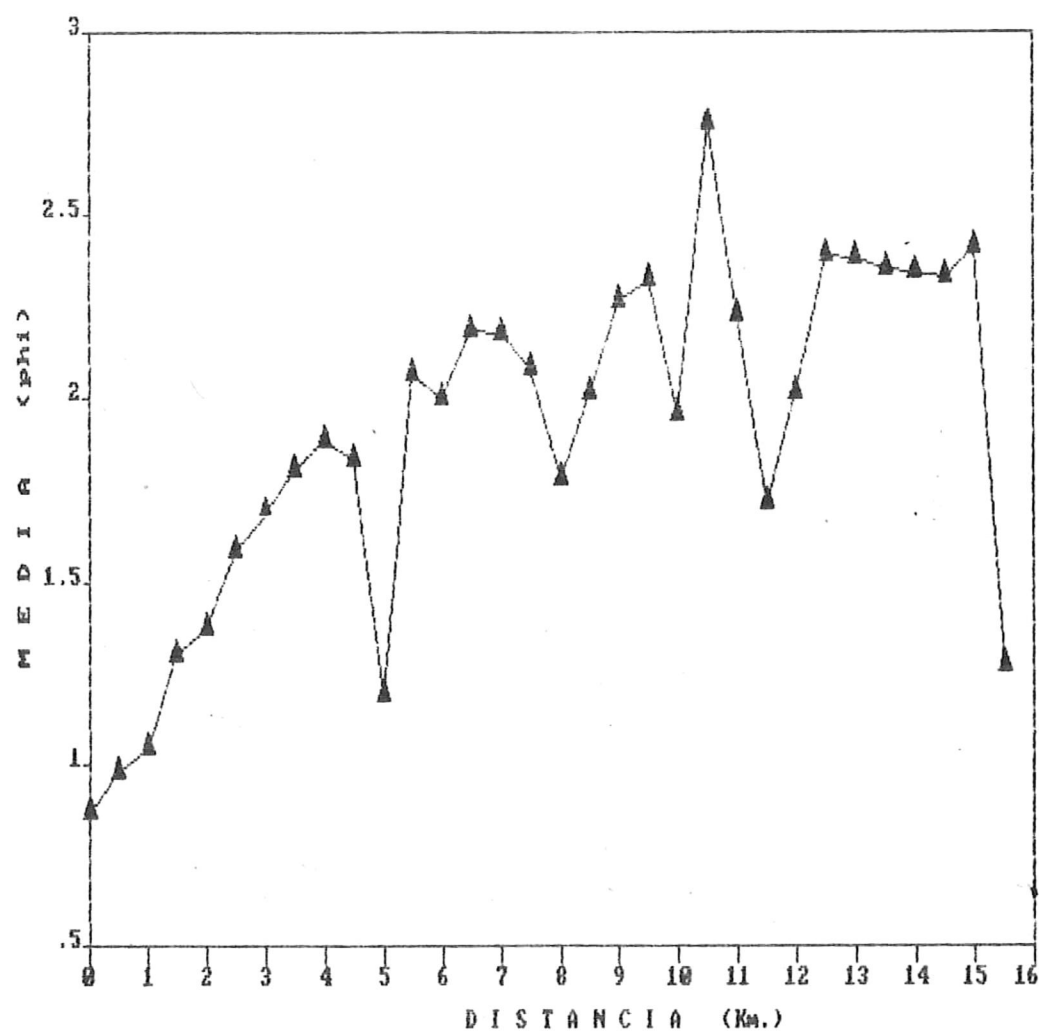


Fig. 8.- Comportamiento de la media con respecto a la distancia para el muestreo de invierno en el sector norte de la Bahía de Kino.

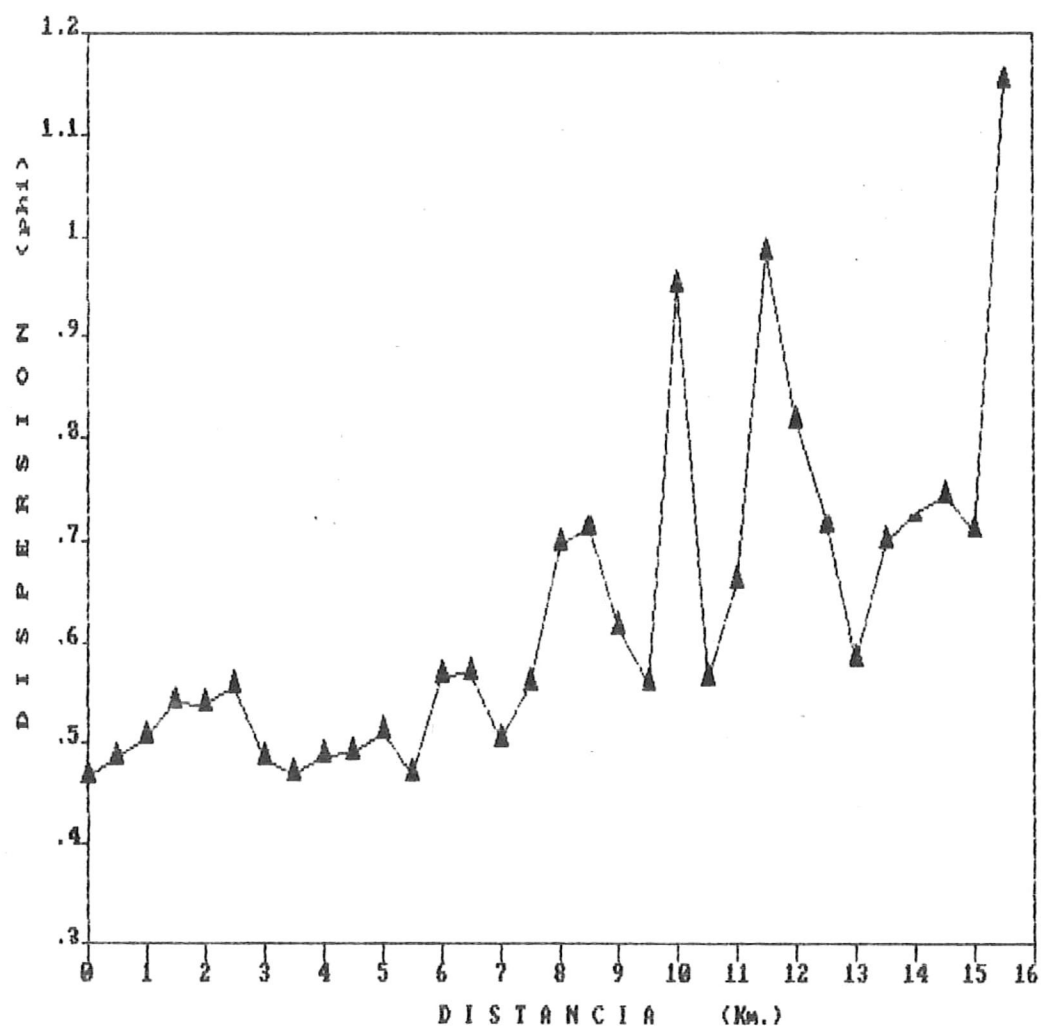


Fig. 9.- Comportamiento de la dispersión con respecto a la distancia para el muestreo de invierno en el sector norte de la Bahía de Kino.

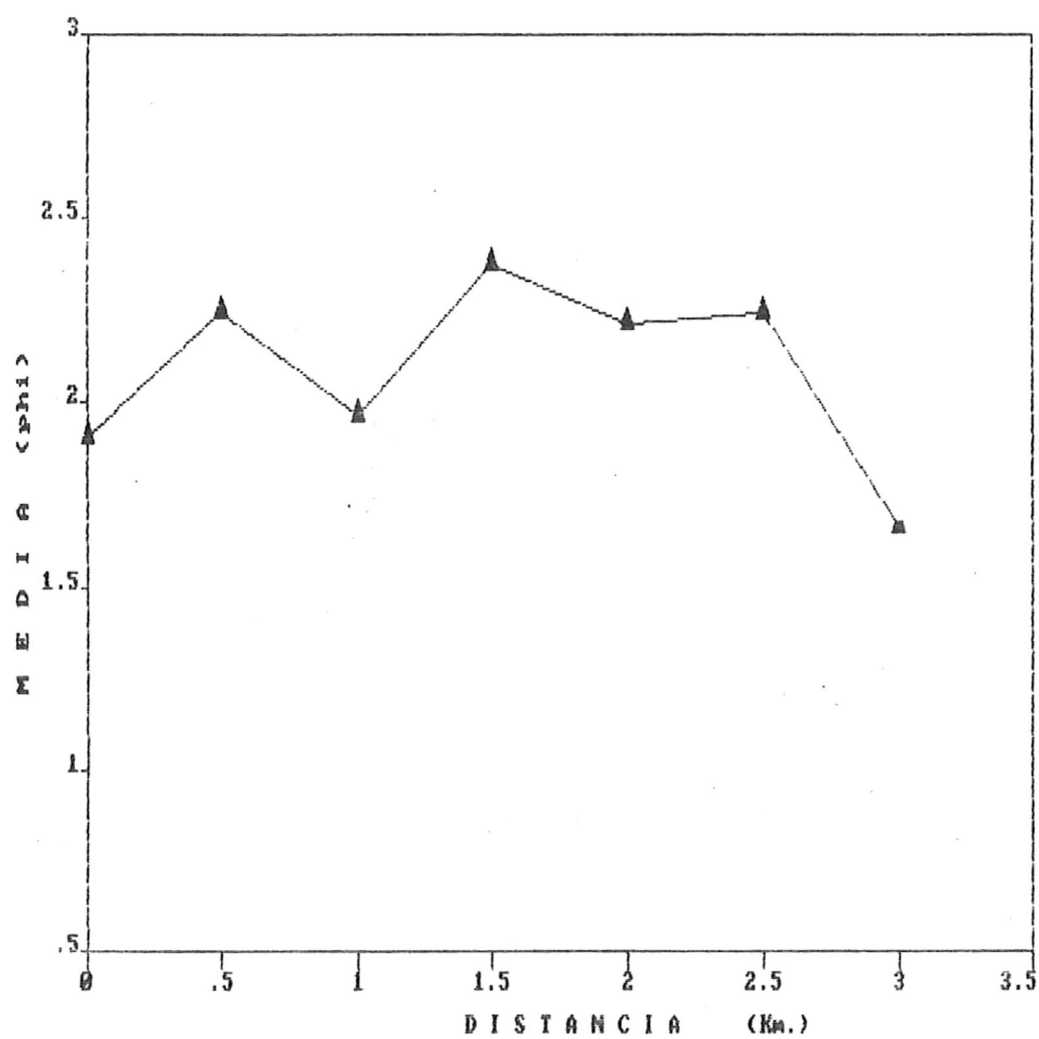


Fig. 10.- Comportamiento de la media con respecto a la distancia para el muestreo de invierno en el sector sur de la Bahía de Kino.

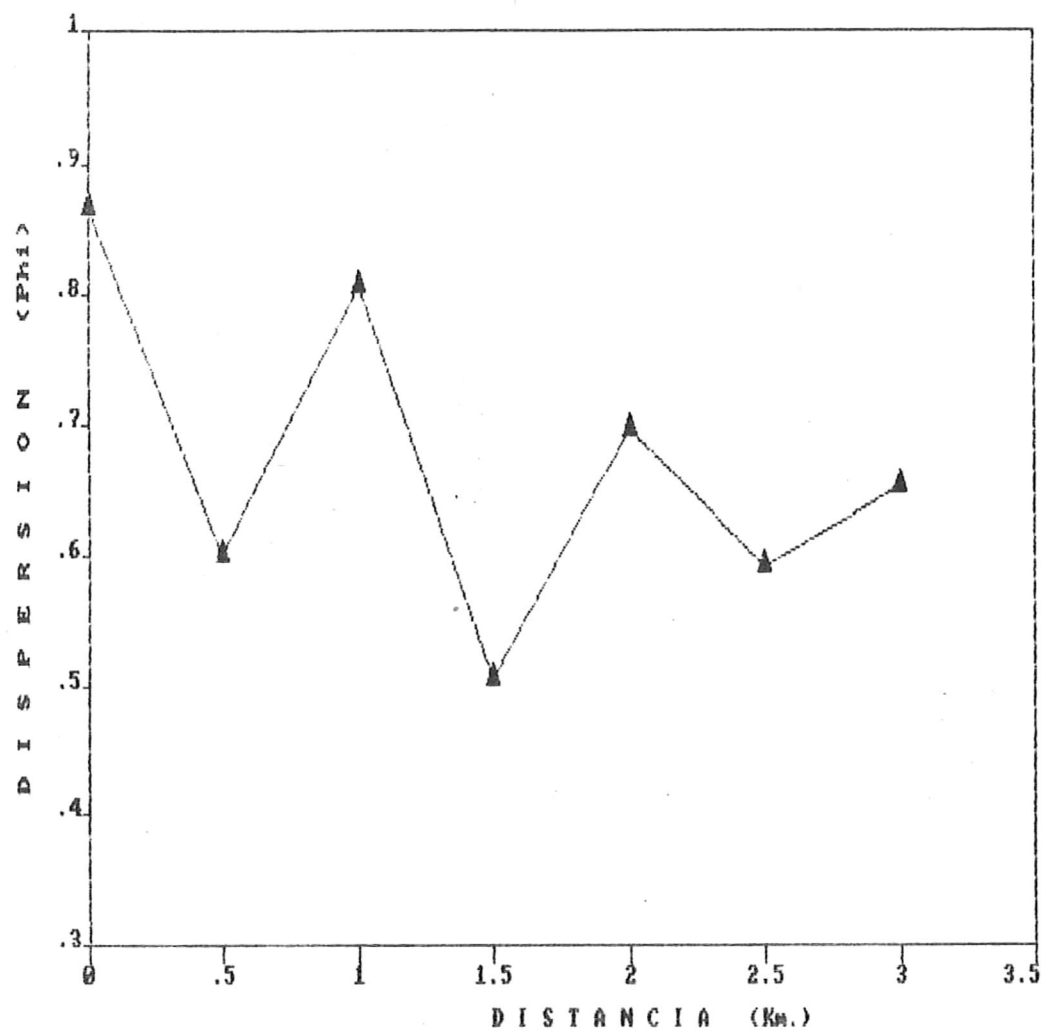


Fig. 11.- Comportamiento de la dispersion con respecto a la distancia para el muestreo de invierno en el sector sur de la Bahía de Kino.

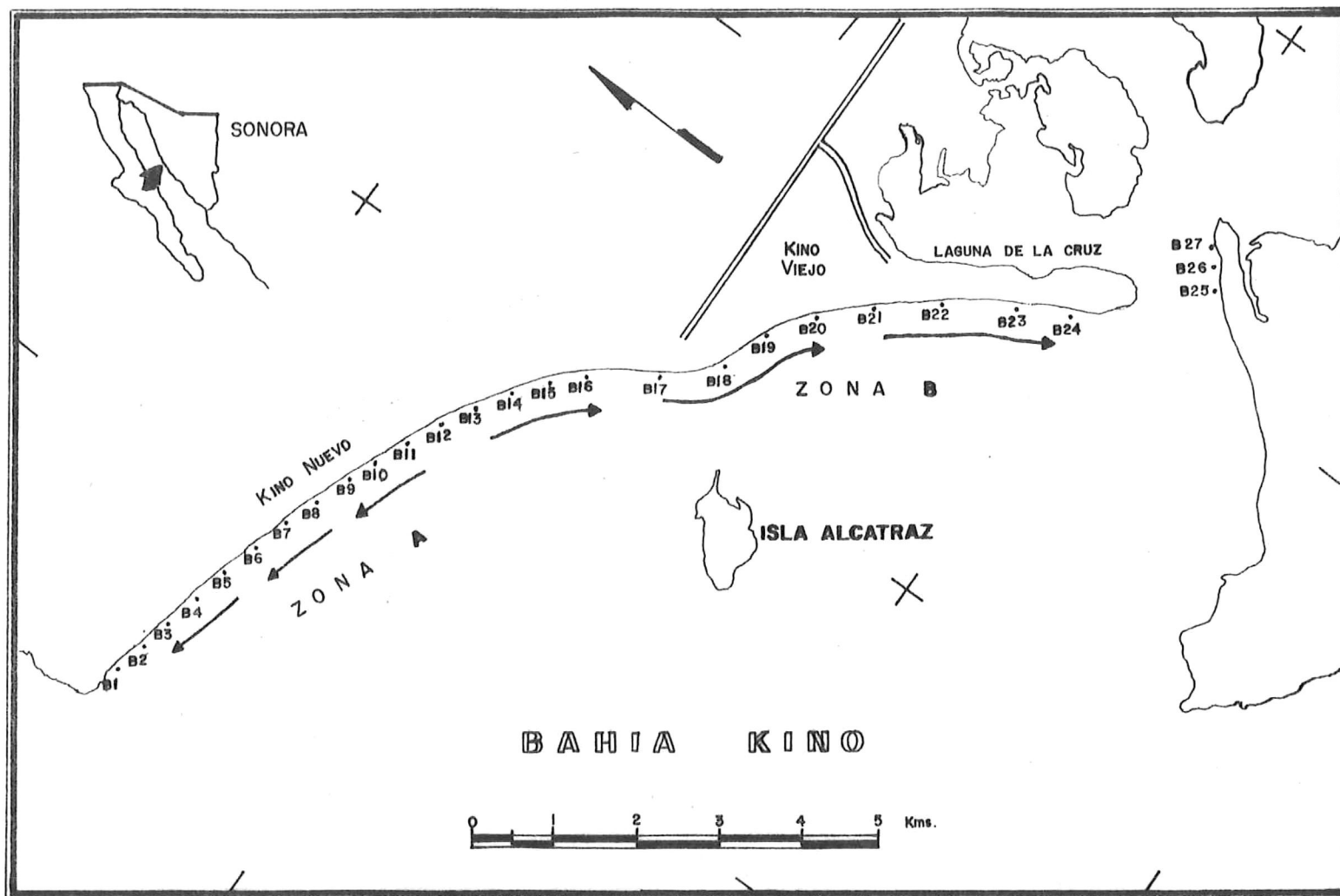


Fig. No.12 TRAYECTORIAS DE TRANSPORTE PARA VERANO.

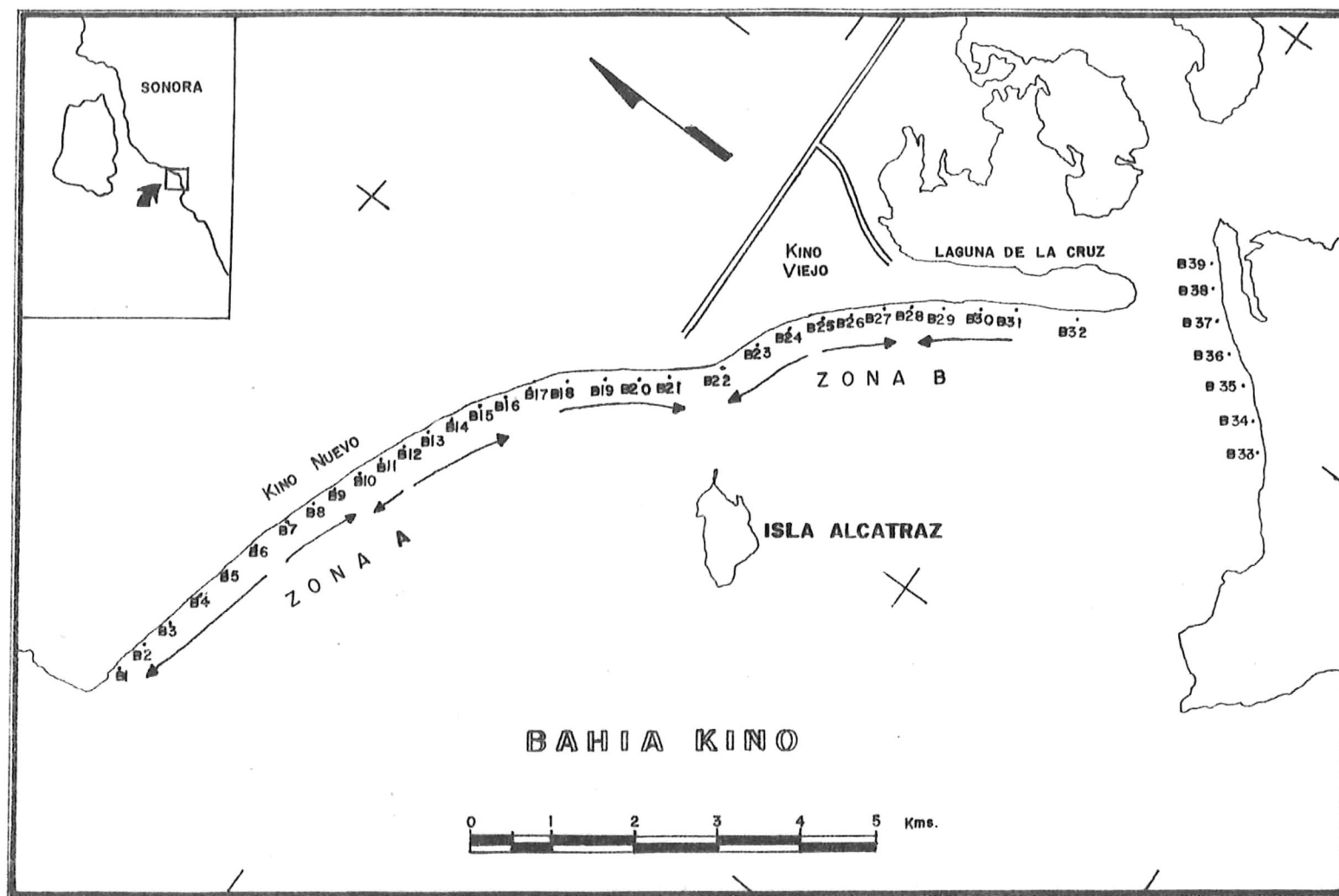


Fig. No.13 TRAYECTORIAS DE TRANSPORTES PARA INVIERNO.

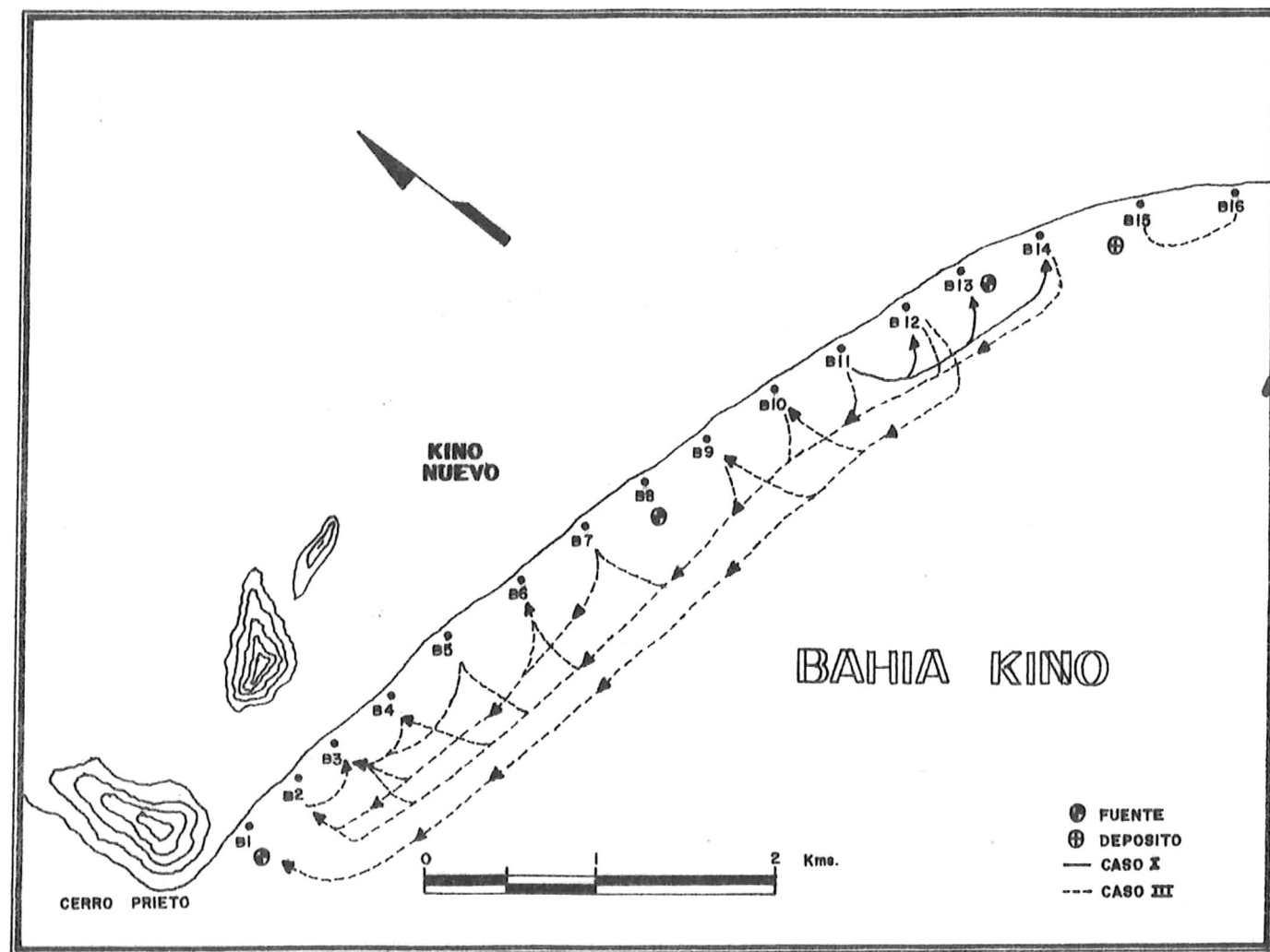


Fig. No.14 POSIBLES TRAYECTORIAS DE TRANSPORTE DEL SEDIMENTO PARA LA ZONA "A" DEL MUESTREO DE VERANO.

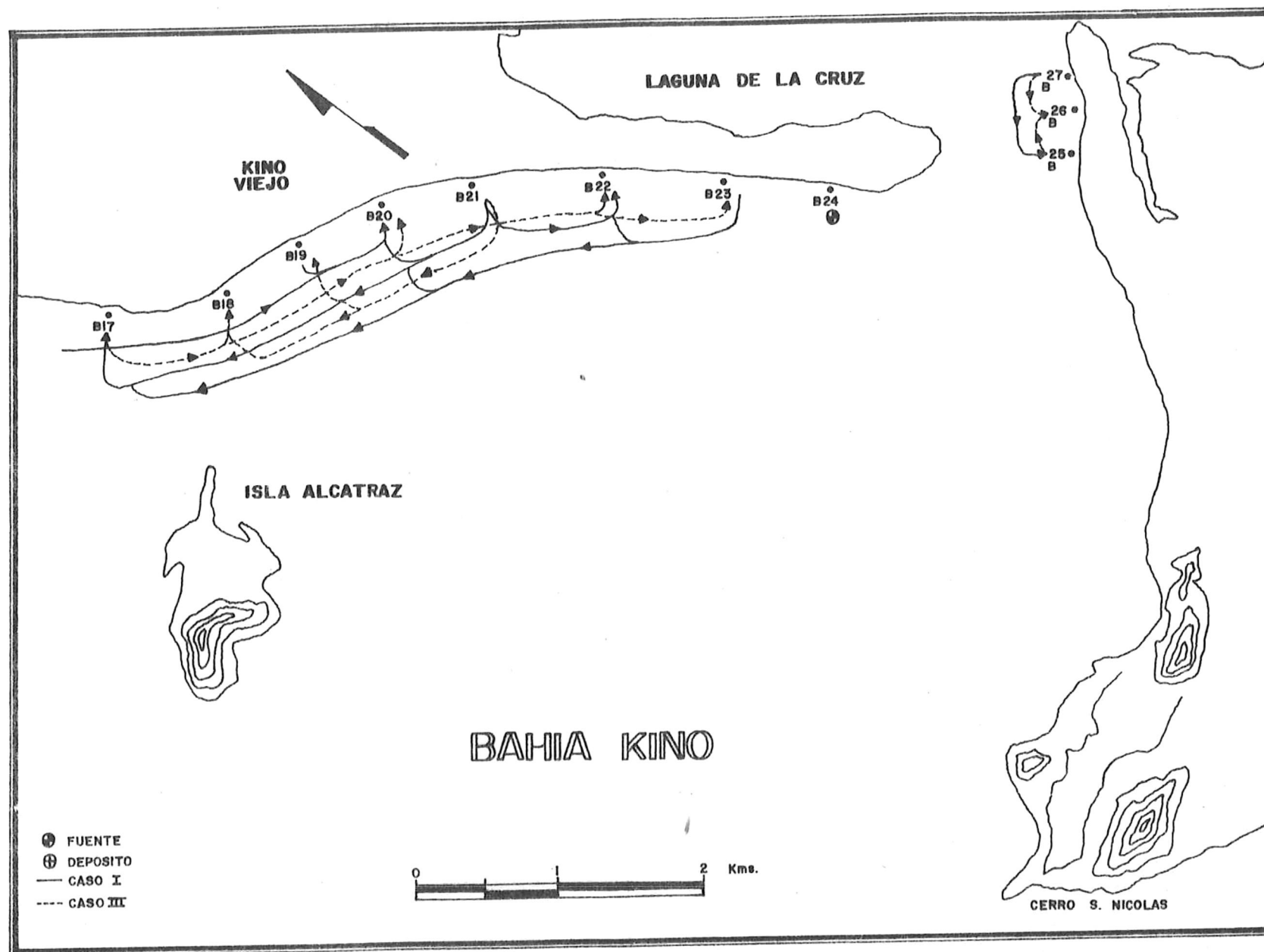


Fig. No.15 POSIBLES TRAYECTORIAS DE TRANSPORTE DEL SEDIMENTO PARA LA ZONA "B" Y SECTOR SUR DEL MUESTREO DE VERANO.

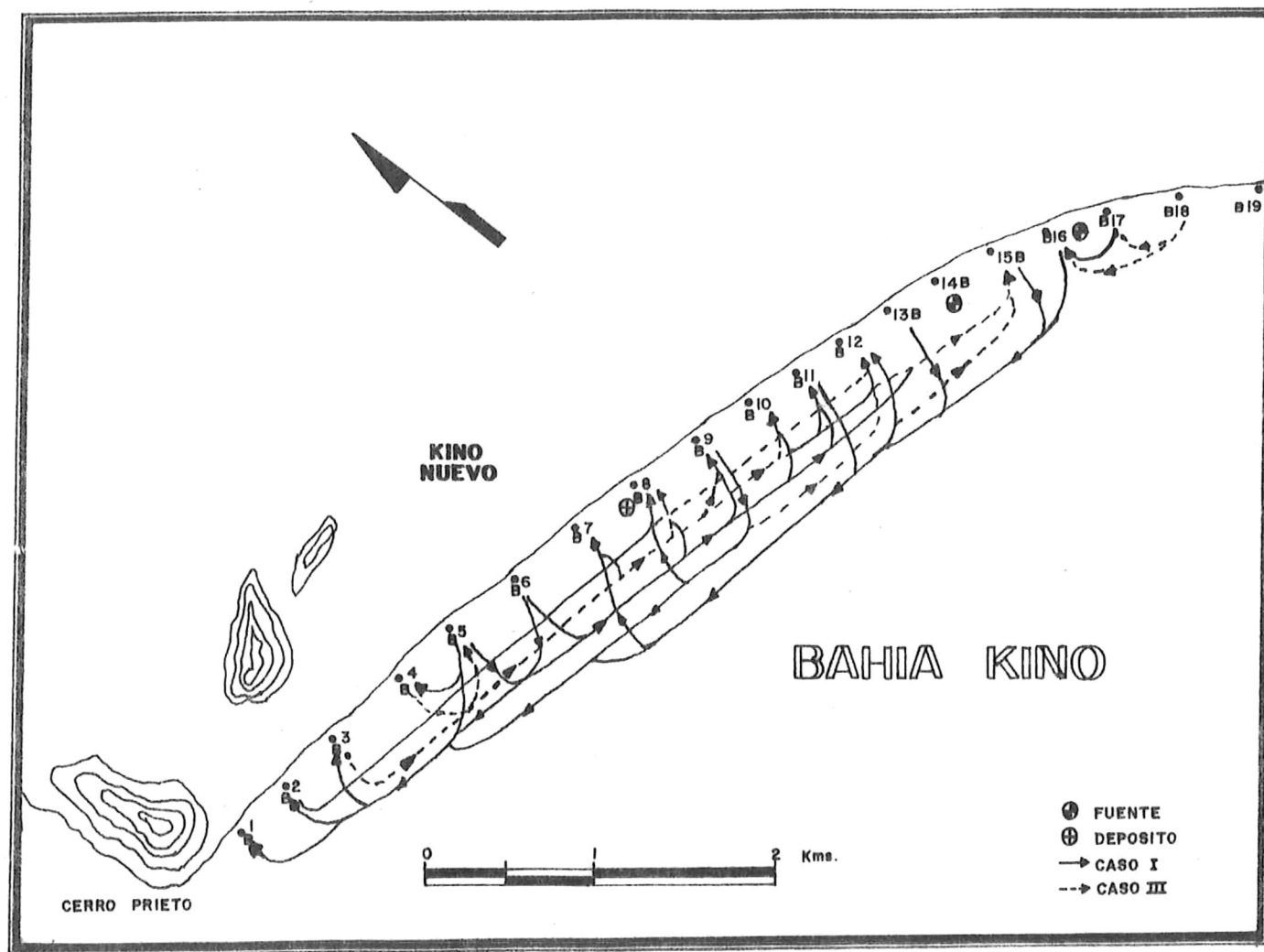


Fig. No.16 POSIBLES TRAYECTORIAS DE TRANSPORTE DEL SEDIMENTO PARA LA ZONA "A" DEL MUESTREO DE INVIERNO.

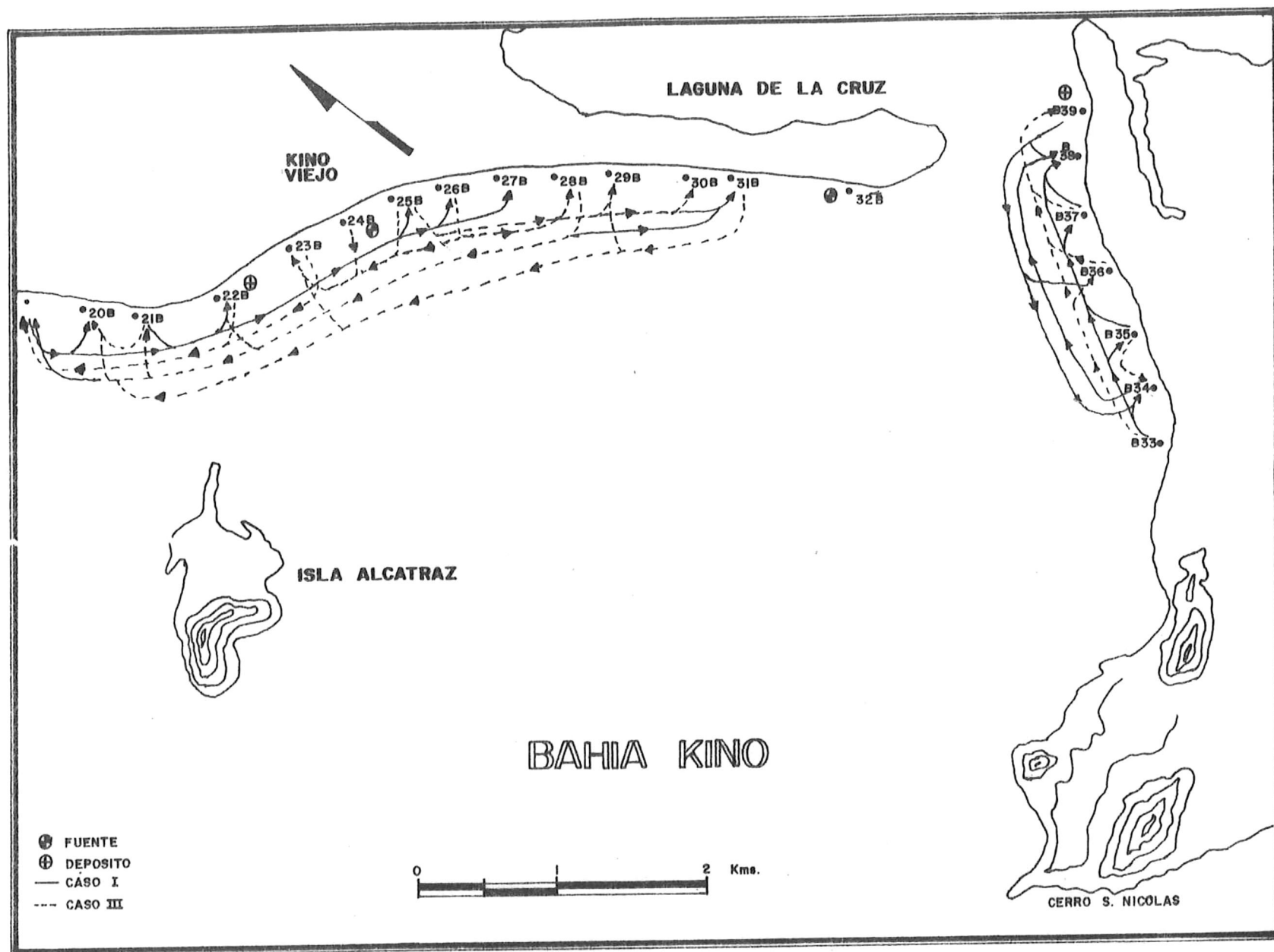


Fig. No.17 POSIBLES TRAYECTORIAS DE TRANSPORTE DEL SEDIMENTO PARA LA ZONA "B" Y SECTOR SUR DEL MUESTREO DE INVIERNO.

DISCUSIONES.

El efecto del oleaje sobre la costa específicamente sobre el sedimento que compone las playas, produce cambios en la textura del mismo, a lo cual se le puede denominar como una consecuencia aprovechable ya que debido a éste fenómeno es posible identificar las direcciones en las que el sedimento es transportado.

Dichas modificaciones producidas en el sedimento quedan muy bien representadas al realizar el análisis estadístico ya que los granos como respuesta a la mecánica de transporte en un fluido en movimiento, representan diferentes velocidades de asentamiento, es decir, que aquellas partículas de tamaños mayores opondrán una mayor resistencia al transporte y por lo tanto tenderán a viajar una menor distancia que las que tengan un tamaño menor.

Criterio media - Dispersión.

La posible dirección de transporte litoral puede obtenerse utilizando la variación existente en el tamaño (m) y dispersión (D) del sedimento. Es por eso que la distribución de sedimentos, disminuirá su tamaño y mejorará su clasificación con respecto a la distancia e intensidad de la corriente que lo mueve, (Sunamura y Horikawa, 1971).

MUESTREO DE VERANO.

Sector Norte.

Para un mejor entendimiento de nuestros resultados el sentido del transporte solo se definirá en dos direcciones Norte o Sur según sea el caso.

Haciendo un análisis de la figura 4 y 5 y la tabla I, se observa que de la estación B1 a la B3 la media no tiene un comportamiento bien definido y la dispersión decrece claramente lo cual es insuficiente para poder aplicar algún criterio de transporte. De la estación B5 a la B3 se tiene que el tamaño del sedimento aumenta mientras que la dispersión disminuye lo cual cumple con uno de los criterios y establece que puede presentarse un transporte de sedimento hacia el Norte, sucediendo exactamente lo mismo entre la estaciones B8 a B6 y B11 a B9.

De la estación B5 a B6 existe una disminución de tamaño de grano del sedimento y de la dispersión al igual que en las estaciones B8 a B9 y de B12 a B13, lo cual nos indica la posibilidad de transporte hacia el sur, y de una manera general se puede decir que para la zona comprendida entre la estación B1 a B11 la tendencia del transporte es hacia el Norte.

Entre las estaciones B13 a B16, el sedimento sigue disminuyendo de tamaño junto con la dispersión, esto nos lleva a decir que el transporte de sedimentos podría ser hacia el Sur.

Los resultados de la estación B17 a B16 indican un posible transporte hacia el Norte, lo anterior se refleja en una disminución bastante marcada de la dispersión y un pequeño decremento en el tamaño del sedimento; lo mismo sucede entre las estaciones B17 a B18, B19 a B20, dando en esta zona una dirección predominante de transporte en dirección Sur. Si observamos el comportamiento de los parámetros entre las estaciones B18 y B19 se cumple también un criterio ya que aumenta el tamaño del sedimento y decrece la dispersión; por lo que unificando criterios se encuentra la posibilidad de que el transporte de sedimentos de la estación B17 a B20 sea hacia el Sur.

De la estación B21 a B20 y de la B23 a B21 se identifica claramente el sentido del transporte hacia el Norte ya que para el primer caso la dispersión disminuye al igual que el tamaño de grano y para el segundo caso la dispersión se mantiene constante y el tamaño de grano disminuye.

Como se puede observar los resultados de la muestra B24 son bastante disparados con respecto al valor de la media y dispersión más próximos, esto se debe a que la muestra en su mayoría se compone de fragmentos de conchas de bivalvos y moluscos, dándole la apariencia de mayor tamaño y mala clasificación.

Sector Sur.

En esta zona de la estación B25 a B27 se dice que

predomina el criterio de aumento de tamaño y disminución de la dispersión, lo cual da la información de un transporte hacia exterior de la Laguna, pero se considera que no es suficiente el número de muestras tomadas para definir estas trayectorias (Fig. 7 y 8).

La asimetría por su parte para todo el muestreo en general dice que en la parte central de la Bahía y al final de la barra cerca de la boca, existe la tendencia hacia los granos gruesos ya que los valores son predominantemente negativos. En la parte central del tómbolo no se tienen valores negativos pero si a ambos flancos del mismo, (Tabla II).

MUESTREO DE INVIERNO.

Sector Norte.

Se identifica un claro transporte en el sentido Norte desde la estación B6 a la B1 (Fig. 8 y 9), ya que los valores de dispersión decrecen lo mismo que los resultados de tamaño de grano del sedimento. De la estación B6 a B8 el transporte según los criterios se presenta en dirección hacia el Sur, disminuyendo tanto los valores de la dispersión como los de tamaño. La dirección es contraria (Norte) de la estación B11 a B9, es decir, de Sur a Norte pero el criterio empleado es el mismo que el anterior.

Si consideramos ahora las muestras de B11 a B12 y B14 a

B15, junto con las muestras B13 a B12 se observa que para ambos casos la dispersión disminuye al igual que el tamaño del sedimento dando como consecuencia un transporte hacia el Sur en el primer caso y hacia el Norte en el segundo. En las estaciones B13 a B14 existe la tendencia de transporte hacia el Norte ya que los valores de la dispersión permanecen constantes y la media disminuye. Como se puede ver existen condiciones muy cambiantes en el transporte en áreas muy pequeñas aunque claramente se observa un transporte dominante hacia el Sur en la zona comprendida entre la estación B11 a B15.

Los resultados de la estaciones B117 a B15 indican que posiblemente el transporte es en dirección Norte ya que el tamaño del sedimento disminuye al igual que la dispersión, sucediendo lo mismo pero en sentido contrario de la estación B18 a B20, lo cual refleja una dominancia de las trayectorias hacia el Sur.

De la estación B24 a B22 el criterio de disminución de tamaño y dispersión persiste por lo que se presenta una dirección de transporte hacia el Norte, con lo anterior quedan identificadas claramente dos corrientes opuestas en la parte central del tómbolo incipiente, en el centro de la Bahía pudiendose pensar que son las causantes de la formación del mismo. La localización estratégica de la Isla Alcatraz en el centro Bahía, causa serias modificaciones en el patrón de circulación de la zona, ya que funge como un rompeolas fuera de la costa causando el fenómeno de difracción al oleaje incidente.

Contrariamente a las estaciones anteriores de la B24 a B27, se tiene un transporte hacia el Sur, decreciendo los valores de la dispersión junto con los de tamaño de grano. De la B30 a la B27 se produce por el mismo criterio un transporte hacia el Norte. Al igual que para el muestreo de verano la última muestra correspondiente a la parte terminal de la barra no fué tomada en cuenta por los resultados tan disparados que presentan.

Sector Sur.

Analizando las muestras de éste sector (Fig. 10 y 11), se tiene que en las cuatro primeras estaciones de la B33 a B36 en tamaño de sedimento permanece aproximadamente constante, mientras que la dispersión en forma general disminuye, lo cual da como resultado una dirección de transporte hacia el interior de la laguna.

El comportamiento de la asimetría para todo el muestreo es que existe una dominancia de los valores negativos a lo largo de todas las muestras, aún en las del sector Sur; la explicación que se tiene para dichos resultados es que durante el invierno se tiene la dominancia del oleaje más fuerte originado por los vientos del Noroeste que predominan durante ésta época del año, y por lo tanto pone en suspensión material mas fino que es arrastrado hacia atras de la zona de rompiente quedando el sedimento más grueso, notándose una clara tendencia hacia los valores negativos. (Tabla II).

Criterio Media - Dispersión - Asimetría.

La media (m), la dispersión (D) y la Asimetría (A), de un depósito sedimentario, dependen de la distribución de tamaño de grano de su fuente y del proceso que se efectúa sobre el sedimento antes de su depositación; y los cambios en la distribución de tamaño de grano del sedimento, siguen tendencias que pueden ser utilizadas para identificar trayectorias de transporte.

MUESTREO DE VERANO.

Sector Norte.

Zona A

La muestra B1 es fuente posible de B2 a B7, de B9 a B14 (caso I), dando la tendencia en el movimiento de los sedimentos hacia el Sur, y como B2 es fuente posible de B3 (caso IIIB) la tendencia de transporte es también hacia el Sur, mientras que la B3 no es fuente posible de ninguna estación y por lo tanto se establece la tendencia del movimiento en sentido Sur para este grupo de muestras.

La muestra B4 es fuente posible de B3 (caso IIIB); B5 de B3, B4 (caso IIIB) y de B6, B7 (caso I); B6 de B2, B3, B4 (caso IIIB) y B7 lo es de B3 y B4 (caso IIIB), todas las anteriores tendencias nos reflejan un transporte predominantemente en dirección Norte. La B8 es fuente posible de B1 a B7 (caso IIIB) y de B9, B10, B11, B12, B13, B14 (caso I), no pudiéndose establecer una

clara tendencia ya que tiene depósitos tanto hacia el Norte como hacia el Sur; B9 al igual que B14 es de B2,B3,B4,B5,B6,B7 (caso IIIB) y B10 es fuente posible de B2 a B7, B9,B14 (caso IIIB), dando como resultado una tendencia de transporte hacia el Norte. (Fig. 14, Tabla III).

La muestra B11 es fuente posible de de B1 a B9 (caso IIIB) y de B12,B13,B14 (caso IIIA); observándose con lo anterior tendencias de transporte en ambos sentidos; la estación B12 presenta posibles trayectorias de transporte de sedimento en dirección Norte ya que es fuente posible de B2 a B9 (caso IIIB) y por último la estación B13 sigue la misma tendencia siendo fuente posible de B1 a B7, B9 (caso IIIB), de B10,B12 (caso I) y de B14 (caso IIIA), por lo que para la zona A se puede decir que se indica una dirección dominante de transporte hacia el Norte. (Fig. 14, Tabla III).

Zona B.

La muestra B14 también es fuente posible de B15,B16, B20 (caso I) y de B19 (caso IIIA); B15 de B20 (caso I) y de B16 (caso IIIA); B16 no parece ser fuente de ninguna estación, con todos los anteriores casos se puede establecer una tendencia bien marcada hacia el Sur, mientras que B17 tiene como posibles depósitos a las estaciones B14,B15,B19,B22 (caso IIIB) y de B16,B18,B20 (caso IIIA) por lo que también presenta tanto tendencia de transporte hacia el Norte como al Sur.

La estación B18 tiene como posibles depositos a B16 (caso I); B19 tiene a B15, B16, B20 (caso I); B20 tiene a B16 por caso IIIA. B21 es fuente posible de B15 a B17 y B22 (caso I) de B19, B23 (caso IIIB) y de B16 (caso IIIA); B22 es de B15, B20 (caso I) de B19 (caso IIIB) y de B18 (caso IIIA); B23 es de B14 a B17, B20, B22 (caso I) y de B18, B19 (caso IIIA) y por ultimo la muestra B24 no presenta definición de tendencia hacia ninguna estación. Los resultados anteriores especifican claramente que de la muestra B18 a la B23 en forma general se presenta una dominancia de las trayectorias de transporte con dirección Norte, no coincidiendo con el método utilizado anteriormente donde se observa una dirección de transporte litoral predominantemente en dirección Sur para esta misma zona. (Fig. 15, Tabla IV).

Sector Sur.

La muestra B25 no aparenta ser fuente de ninguna estación, mientras que B26 es fuente de B25 (caso I) y B27 de B25 (caso I) y de B26 por lo que está muy clara una dirección de transporte hacia el exterior de la laguna. Siguiendo con el mismo criterio de interpretación, el número de muestras se considera insuficiente para determinar la dirección del transporte litoral, (Fig. 15, Tabla VIII).

MUESTREO DE INVIERNO.

Sector Norte.

Zona A

La muestra B1 no es fuente posible de ninguna estación;

B2 es de B7, B8 (caso I) y de B12 (caso IIIA); B3 es de B7 a B10, B15 (caso I) y de B12 (caso IIIA) por lo que la dirección predominante de transporte para las muestras anteriores es en dirección Sur. B4 es de B5, B8 a B10, B15 (caso I) de B2, B3, B11 (caso IIIB) y de B7, B10, B12 (caso IIIA); B5 es fuente posible de B8 (caso I) de B2, B3, B11 (caso IIIB) y de B7, B10, B12 (caso IIIA); B6 de B8, B15 (caso I), de B2, B3, B11 (caso IIIB) y de B7, B9, B10, B12 (caso IIIA). Es fácilmente observable que a partir de la muestra B4 se presentan trayectorias de transporte tanto al Norte como al Sur, dominando de forma clara las tendencias hacia el Sur.

La muestra B7 tiene como posibles depósitos a B8 (caso I) y a B12 (caso IIIA), mientras que B8 no es fuente de ninguna estación; B9 es fuente posible de B1, B2, B7, B8 (caso IIIB) y de B12 (caso IIIA); B10 es de B2 (caso IIIB) y B9, B11 (caso I); B11 lo es de B2, B3 (caso IIIB) de B7, B12 (caso IIIA) y de B8, B15 (caso I), en este grupo de muestras es difícil dar con certeza la dominancia del transporte hacia una dirección definida ya que se tienen depósitos tanto al norte como al sur de cada muestra, sin embargo parecen dominar las tendencias en dirección Norte. (Fig. 16, Tabla V).

La estación B12 no es fuente de ninguna otra muestra y B13 tiene como posibles depósitos a B2, B3, B6, B7, B10, B11 (caso IIIB) de B12 (caso IIIA) y de B15, B16 (caso I); B14 tiene de B1 a B13, B15, B16 (caso IIIB); B15 tiene a B2, B7, B8, B16, B12 (caso

IIIB); B16 tiene de B2 a B12 (caso IIIB) y a B15 (caso IIIA), por lo que se puede decir que de la muestra B12 a la B15 las posibles trayectorias de transporte del sedimento son también hacia el Norte. (Fig. 16, Tabla V).

Zona B.

La muestra B17 es fuente posible de B16, B20 a B23, B27 (caso I) de B19 (caso IIIA); B18 es de B16, B19, B20, B23, B28 (caso IIIA) de B17 (caso IIIB) y B31 (caso I); B19 de B20, B22, B27 (caso I). Como lo muestran los resultados se tienen tendencias de transporte en ambos sentidos, con cierta dominancia de las trayectorias hacia el Sur. La estación B20 lo es de B16 (caso IIIB); mientras que B21 es fuente de B16, B18, B19, B25, B26, B28 a B30 (caso IIIA) de B20, B22, B27, B31 (caso I) y de B17 (caso IIIB). donde sigue prevaleciendo la dirección de transporte hacia el Sur (Fig. 16, Tabla VI). La localización de todas las muestras anteriores (B17 a B21) corresponden al flanco norte del Tómbolo del centro de la Bahía dando resultados muy parecidos a los obtenidos por el otro método.

La estación B22 es fuente posible de B16, B20 (caso IIIB); B23 es de B20, B22, B27 (caso I) de B19 (caso IIIA); B24 es de B16, B18, B20 a B23, B25 a B31 (caso I) de B17, B19 (caso IIIA); La dominancia de las trayectorias para estas muestras es en dirección Norte. Mientras que la B25 es fuente posible de B16, B19, B20, B23, B28, B29, B30 (caso IIIA) de B22, B26, B27, B31 (caso I) y de B17, B18 (caso IIIB) con lo cual se identifica claramente

que no se puede establecer un patrón bien definido debido a que tiene depósitos hacia el Norte como al Sur. La B26 es fuente de B16, B17 a B20, B23, B28 (caso IIIB) de B22, B31 (caso I), mientras que B27 es de B16, B20 (caso IIIB) y de B22 (caso I).

La muestra B28 es fuente posible de B16, B17, B19 a B21 (caso IIIB) de B22, B27 (caso I); B29 es de B16, B17, B19, B20, B23 (caso IIIB) de B22, B26 a B28, B31 (caso I); B30 es de B16, B17, B19, B20, B23 (caso IIIB) y de B22, B27 a B29, B31 (caso I); B31 es de B16, B17, B19, B20, B23, B28 (caso IIIB) y de B22 (caso I); y B32 es posible fuente de B16 a B31. Con toda la información obtenida de las muestras B28 a B32 no podemos dar un criterio bien definido en el comportamiento de las trayectorias de transporte del sedimento debido a que los resultados no son lo suficientemente convincentes para esta zona ya que no indican una dirección dominante del transporte (Fig. 17, Tabla VI).

Sector Sur.

La muestra B33 es fuente posible de B34, B35, B37, B38 (caso I) de B36 caso IIIA) y de B39 (caso IIIB); B34 es de B36 (caso IIIA) de B38 (caso I) y de B39 (caso IIIB); B35 es fuente de B34, B36 (caso IIIA) de B37, B38 (caso I) y de B39 (caso IIIB); B36 es de B39 (caso IIIB); B37 es de B34, B36 (caso IIIA) de B38 (caso I) y de B39 (caso IIIB); B38 es de B36 (caso IIIA) y de B39 (caso IIIB), mientras que B39 es fuente posible de B34, B36 y B38 (caso I). Como puede observarse se tienen presentes trayectorias de transporte tanto hacia el interior como hacia el exterior de

la Laguna, dominando de una manera general las trayectorias hacia el interior de la misma (Fig. 17, Tabla VII).

En los resultados anteriormente discutidos se unificaron criterios entre ambos métodos (Sunamura y Horikawa; y McLaren), ya que en algunas ocasiones no se tuvieron resultados similares. También se eliminaron las muestras que presentaban comportamientos irregulares con respecto a los obtenidos en las muestras restantes, es decir, no se tomaron en cuenta en la discusión general. Estas discrepancias pueden ser como consecuencia de error en el muestreo o errores en el análisis de laboratorio durante el tamizado. Se recomienda durante esta última operación, realizar la separación de cada una de las fracciones de tamaño del sedimento por varias veces a una misma muestra, para calcular el rango de variación de la media y dispersión, lo cual es de bastante ayuda durante la interpretación de los criterios de transporte.

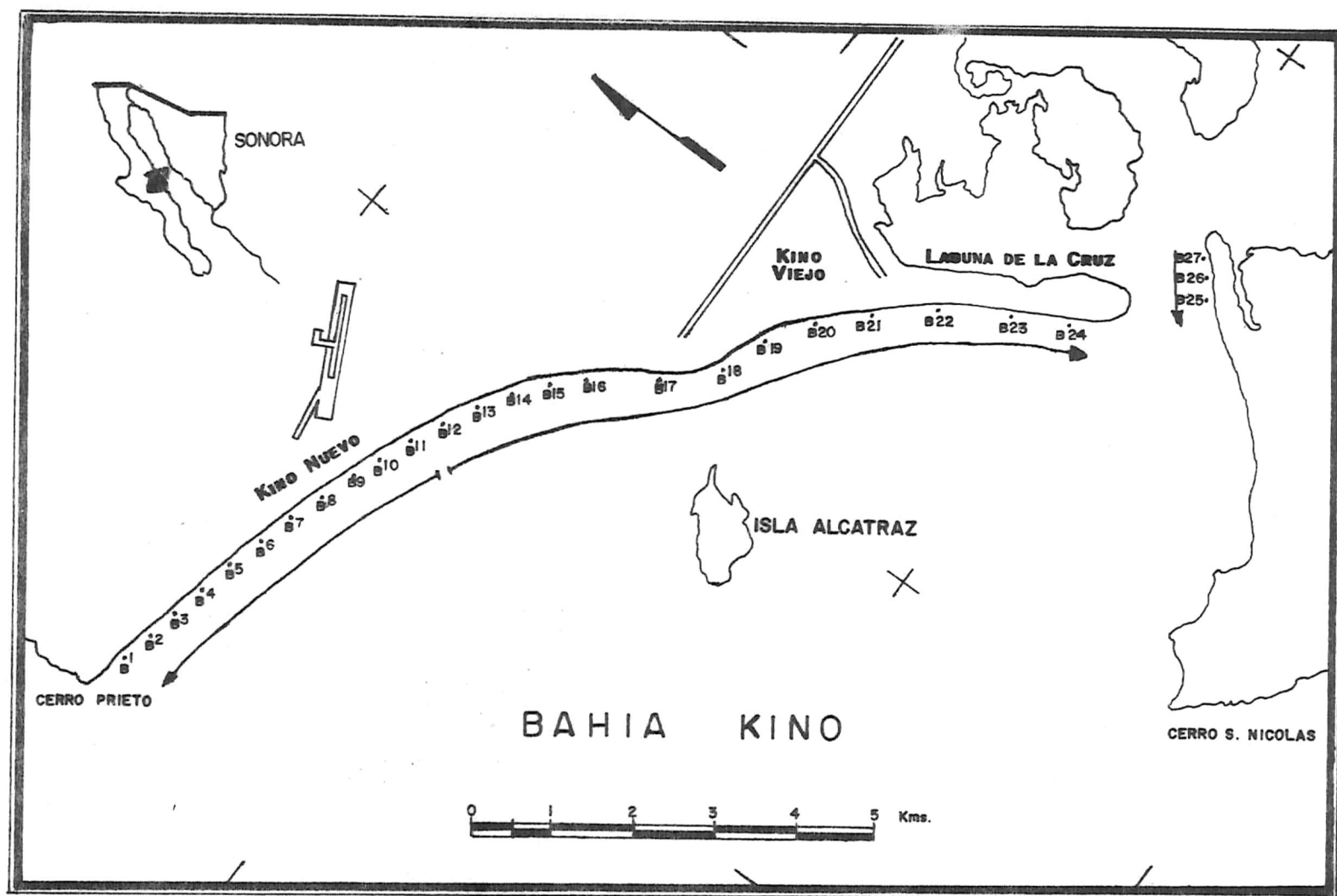


Fig. No.18 COMPORTAMIENTO GENERAL DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA BAHIA DE KINO PARA EL MUESTREO DE VERANO.

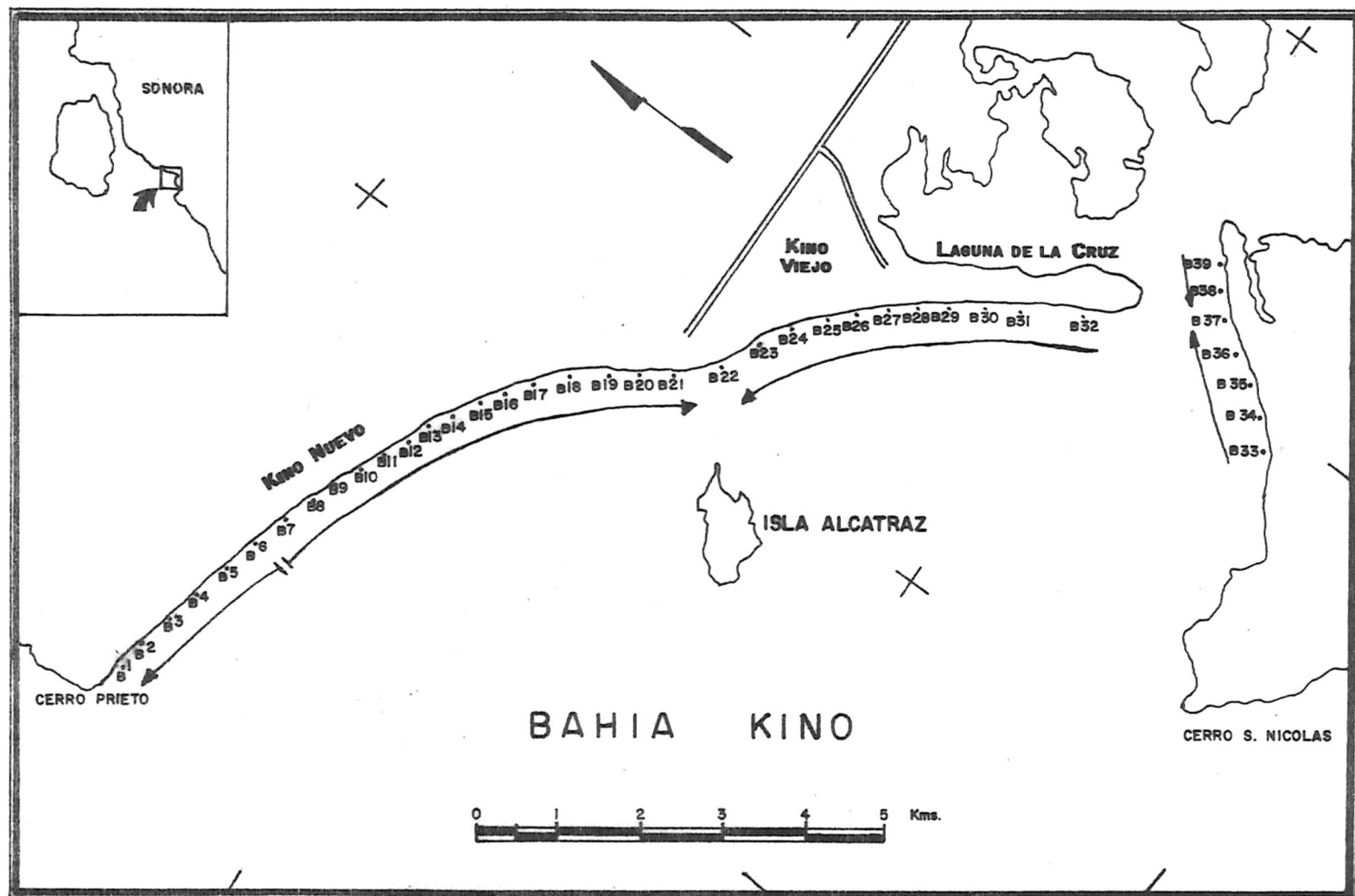


Fig. No.19 COMPORTAMIENTO GENERAL DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA BAHIA DE KINO PARA EL MUESTREO INVIERNO.

CONCLUSIONES.

- Para el muestreo de verano en el Sector Norte se identificaron dos trayectorias de transporte bien marcadas; en la en la Zona A transporte dominante es hacia el Norte y en la Zona B, las trayectorias de transporte indican una circulación hacia el Sur. Mientras que en el Sector Sur no es posible identificar un claro patrón de transporte debido a que la cantidad de muestras tomadas es insuficiente. (Fig. 18)

- En invierno para el Sector Norte se tienen dos trayectorias de transporte de sedimentos: una de Norte a Sur y la otra de Sur a Norte, que coinciden y divergen en la costa central de la Bahía causando la formación de un Tómbolo incipiente, (Fig. 19).

- Para invierno, en el Sector Sur, existe una dominancia de las trayectorias de transporte hacia el interior de la Laguna, (Fig. 19).

- Existen algunos problemas para determinar el patrón de transporte litoral en la Bahía de Kino, debido a la localización de la Isla Alcatraz en el centro de la misma ya que ocasiona serios problemas de difracción del oleaje y por lo tanto una variabilidad en el patrón de circulación costera.

La acumulacion de sedimentos que esta dando lugar a la formacion del Tombolo en invierno no alcanza a ser erosionada durante el verano ya que la energia del oleaje es menor, y por lo tanto menor tambien la capacidad de acarreo litoral, con lo cual se tiene un avance aparente hacia el mar de la linea de costa.

RECOMENDACIONES.

- 1). Realizar estudios de batimetría en la Laguna la Cruz, para que junto con los datos de transporte litoral en la Bahía puedan determinarse las condiciones de azolve.
- 2). Para evaluar los desplazamientos de la línea de costa, se requieren estudios de variación del nivel medio del mar (nmm) y levantamiento de perfiles de playa.
- 3). Para determinar un patrón de circulación costera mayormente caracterizado es necesario llevar a cabo un monitoreo continuo, a lo largo de varios años, de parámetros de oleaje, velocidad y dirección de las corrientes.

LITERATURA CITADA.

- Aranda Manteca, F., 1983, Estudio de Minerales Pesados como Trazadores de la Corriente Litoral, en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCM), Universidad Autónoma de Baja California (UABC).
- Baca Chacón, C. 1981, Procedencia de Minerales Pesados en la Bahía de Todos Santos. Baja California. Tesis de Licenciatura. ESCM., UABC.
- Bascom, W.N., 1951, The Relationship Between Sand Size and Beach Slope. Trans., American Geophys. Union, 32.
- Carver, R.E., 1971, Procedures in Sedimentary Petrology. Wiley Interscience, New York. pp. 51-52.
- Folk, R.L. y Ward, W.C. 1956, Brazos River Bar: A Study on the significance of Grain Size Parameters. Jour. of Petrology. vol. 4, pp. 65-67.
- Friedman, G.M. y Sanders, J.E. 1978, Principles of Sedimentology. John Wiley & Sons. U.S.A., 792 p.
- Komar, P.D., 1971. The Mechanics of Sand Transport on Beach. Vol. 76, No. 3, Jour. Geophysical Research
- Komar, P.D., 1976. Beach Processes and Sedimentation. Englewood Cliffs No. 1. Prentice Hall. pp. 429

- Krumbein, W.C., 1934. Size Frequency Distribution of Sediment. Jour. of sed. petology. vol. 4, No. 5, pp 65-67.
- Krumbein, W.C. y Sloss, L.L., 1963. Estratigrafia y Sedimentación. UTHEA. México, pp. 107-122.
- Lizarraga, Arciniega, R., 1976. Estudio de los Movimientos Ciclicos de una playa en la Bahía de Todos Santos, B.C., Revista Ciencias Marinas. Vol. 3, No. 1, pp. 30-50.
- McLaren P., 1981. An interpretation of trends in grain size measures. Jour. of Sed. Petrology Vol. 51, No. 2. June 1981, pp. 0611-0624.
- O'Brien M.P. y L. Zeevaert, 1968. Design of a Small Tidal Inlet. Assoc. of Engeenering, Congress of Coastal Engineering Vol. II, pp. 1242-1257.
- Méndez Arriaga, M. A., 1982. Determinación del Transporte Litoral Predominante en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de Licenciatura. ESCM. UABC.
- Pérez Higuera, R. y Chee Barragan, A., 1984. Transporte Litoral en la Bahía Todos Santos, B.C. México. Revista Ciencias Marinas. Vol. 10, No. 3., pp. 31-52.
- Royse, Ch., 1970. Introduction to Sediment Análisis. Arizona State University Publications. pp. 180.
- Sánchez Barredo, L.A., 1972. Transporte de sedimento a lo Largo

de la parte Interna de una Barra en el Complejo de la Laguna Superior e Inferior de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. ESCM. UABC.

Sunamura, T. y K. Horikawa., 1971. Predominant Dirección of Litoral Transport along Kujoyukury Beach, Japan. Coastal Engineering in Japan. vol. 14 pp. 107-117.

U. S. Coastal Engineering Research Center., 1977, Shore Protection Manual, Vol. 1.