



**UABC**  
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**“CARACTERIZACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LA PLAYA BOCA DE TOMATES, EN BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO-NAYARIT MÉXICO.”**



**T E S I S**

que para obtener el título de:

**OCEANÓLOGO**

Presenta:

**Julio Alejandro Sánchez-Aldana López**

Ensenada, B.C., México

Agosto del 2005

## RESUMEN

Se realizó un estudio de caracterización y comportamiento de la playa Boca de Tomates, en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit México, con el fin de determinar los principales cambios causados por las variaciones estacionales durante el periodo abril-octubre del 2003. Se estableció el patrón de transporte sedimentario de la zona, obteniendo una dirección dominante norte-sur en abril y julio y sur-norte en octubre. Se calculó un volumen aproximado de sedimento presente en la playa de  $47,774\text{m}^3$  en abril,  $59,755\text{m}^3$  en julio y  $31,210\text{m}^3$  en octubre. Se encontraron evidencias batimétricas de un posible derrumbe rotacional en el área de estudio. Trabajos como este deben ser realizados durante periodos continuos y a lo largo de varios años para encontrar resultados que den información acerca de los posibles cambios a futuro y coadyuven a la toma de decisiones del desarrollo de la zona costera.

"CARACTERIZACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LA PLAYA BOCA DE  
TOMATES, EN BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO-NAYARIT MÉXICO."

TESIS

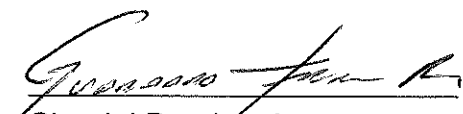
QUE PRESENTA:

JULIO ALEJANDRO SÁNCHEZ-ALDANA LÓPEZ

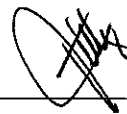
Aprobada por:



\_\_\_\_\_  
Presidente del Jurado  
M.C. Amilcar Levi Cupul Magaña



\_\_\_\_\_  
Sinodal Propietario  
M.C. Rigoberto Guardado France



\_\_\_\_\_  
Sinodal Propietario  
Dr. Miguel Agustín Téllez Duarte

*Dedico esta tesis...*

*A las dos personas que me han dado todo lo que soy,  
Alejandro y Araceli,  
por su eterno amor, apoyo y fuerza para siempre salir adelante.*

*A la mujer más divertida del mundo, mí adorada hermana Desirée.*

*A mi hermosa Verónica.*

*A todos mis hermanos de vida.*

### Agradecimientos académicos:

A mi director, M.C. Amilcar Cupul Magaña, por todo el apoyo durante mis estancias en Vallarta, por su amistad y objetivos concejados.

A mis sinodales, M.C. Rigoberto Guardado France y Dr. Miguel A. Téllez Duarte por su disponibilidad y paciencia.

Al programa Segunda Fase del Ordenamiento Ecológico del Golfo de California. INE-UABC y Diagnóstico ambiental y monitoreo de las comunidades coralinas en la Bahía de Banderas, costa sur e Islas de Nayarit, México, CUC - U de G.

Al M.C. Román Lizárraga Arciniega por sus realistas comentarios, buen humor y experimentadas críticas y sugerencias.

Al departamento de Geología de la UABC por la entera accesibilidad al laboratorio, préstamo de equipo y respuesta a innumerables dudas.

Al IIO en especial al Dr. Luis Walter Daesslé Heuser por su apoyo y a Enrique Gómez por el tratamiento de muestras.

Por su interminable apoyo, sugerencias, correcciones y por supuesto amistad, al Oc. Eduardo Sierra Carrascal.

Al Oc. Arturo Arano Castañón, por compartir toda su experiencia con sencillez y paciencia para explicar una y otra vez.

Al Oc., Ing., C., A. (amigo) Alonso Gonzáles Orozco, por su apoyo y preocupación por mi tesis.

A Verónica Vizcaíno, Julio C. Sánchez-Aldana, Carolina Nieves, Marta Rutz, Miguel Camarena, Elizabeth Trejo, Emmanuel Cupul, Carlos Ramírez, Jesús Martínez y Angélica Félix, por su ayuda en el levantamiento de perfiles y toma de muestras.

Al Teniente Luis Vidal Rodríguez Nava del sector naval por su accesibilidad y buen trato.

### Agradecimientos personales:

A la UABC y a los maestros de la FCM, por su tiempo y empeño en impregnar algo tan valioso en nosotros, "el amor por el conocimiento del mar".

Nuevamente a mi padres Araceli y Alejandro, por el apoyo de toda la vida, por su eterno impulso y el amor de siempre. Por enseñarme que las cosas dejan de ser complejas, hasta que las haces.

A mi hermana del alma Desirée, por enredar mi cabeza, por sus siempre impredecibles divertidos pensamientos, por su eterno y absurdo buen humor, y sus corajes sin razón, por ser tan fuerte y por siempre estar conmigo.

A mi abuela Dalila, por su forma de ver y vivir la vida, por tener la fuerza de haber salido adelante siempre haciendo todo a su modo.

A mi abuelo Julio, por esa disciplina que al parecer jamás podré tener.

A mi mama Alma, Mini, a mis primos hermanos Poncho, Pablo y Carlos, por compartir toda una vida como hermanos y por ser la familia mas pintoresca.

A mis tías Janine y Lorena, por su juvenil sentido del humor (jaja, en donde les duele!) y por todos los ratos juntos, y a la bola de primos.

A mi primo Julio C., por ser un gran hermano y por haber crecido juntos.

A mis tíos Toño, Francisco, Diego y Horacio, a quienes afortunadamente conocí al terminar mi carrera (jaja), por demostrarme lo fuerte que es la familia.

A la familia Olofsson por la gran suerte de haberlos conocido, gracias Monica, Héctor, Jeorgen y Linda.

A los hermanos de vida que conocí hasta llegar aquí y a todos aquellos que han dejado algo en mi, amigos y compañeros de la generación LV y de la carrera, especialmente: Diego Vea "primo" por ser el mejor compañero y hermano durante 5 largos años y lo que venga, Eduardo Sierra por ser un gran hermano y compartir todo lo que sabes, Alonso Gonzáles por aguantarme, por siempre estar ahí y lo demás, Nicole Arano por tu enorme belleza interior, Javier Moch (por la fundación de J & J) y Paulina Cetina, Aleph Jiménez por tus dientotes, Jorge Noguez "chupa", Maria Eugenia Allende "maruca", Roberto Altamirano "chaman", Hiula Rodríguez "rasta", Gabriela Caloca "tuercas", Karina Cruz, Juan Pablo Cantú, Alin Aguilar, Laura Rodríguez, Eduardo Ortega "chino", Mauricio Navarro, Karel Castro y Jaime Camalish, Rodrigo Villalpando, Mari Carmen Ruiz, Iram Huerta, Mario Loo, Vanesa Torres "Vane", Erick Bravo, Adrián Torales, Canek Villanueva, Josué Días, Ana Ramírez, Pablo Duarte, Oscar Chávez, Pablo

Álvarez "fabbitas", Pablo Truco, Eduardo Quijano "lalito", Andres Belait, Cristina Aguilar, Enrique Collard, Alfonso Fajer.

A los hermanos de antaño: Jorge H. López "jou", Gabriel Gonzáles "mijo", Rafael Cortés "mafo" por tantas risas mientras crecimos y por las que faltan, Enrique Quintero "quique" por terminar algo que empezamos juntos, Naomi Rincón "reina" por esos apretones, Alejandra Torcid y Bianca Castañon mis queridas perras, Patricia Acosta "pata" por todas las terapias, Amaya Olaisola "amayis", Alfonso Álvarez, Juan Manuel González, a todos mis compañeros del CAF, los mas divertidos 6 años de mi vida.

A Amilcar Cupul, Rigoberto Guardado y Miguel Téllez, por aceptar el compromiso y ayudarme a finalizar un ciclo.

A Edgar Vázquez "apá" por todo lo enseñado acompañado de una gran amistad y por impulsarme a realizar este sueño.

A Raúl Nava, por ser un ejemplo de constancia y coraje.

A Manuel Moreno por hacer de mi horror, las clases más divertidas y los ochos más satisfactorios de la carrera.

A Rafael Hernández por su sencillez y paciencia al compartir sus conocimientos.

A Francisco Aranda, por transmitir aquella frase que ha impulsado a terminar este bello viaje, a muchos... "la carrera no es de velocidad, sino de resistencia".

A Eliseo Almanza, Roberto Millán, Rosario, Mari (aunque ya este en casa), Lorena, Angélica y Neli, por su gran ayuda para resolver y agilizarlo todo, a lo largo de la carrera.

Gracias a Doña Tere, por todos estos años de compromiso con sus chamacos.

Y finalmente a ti Verónica, que me has enseñado los alcances que tiene el amor, tu fuerza, tu eterna bondad y belleza, acompañado de tu mal genio (jaja). Gracias por estar conmigo, apoyarme, aguantarme y adorarme, te amo.

Gracias a la suerte, por poner a todos y cada uno de ustedes en mí camino.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 La Zona Costera .....	1
1.2 Justificación .....	5
2. ANTECEDENTES .....	6
2.1 Generales .....	6
2.2 Particulares.....	9
3. OBJETIVOS .....	10
3.1 Objetivos generales .....	10
3.2 Objetivos particulares .....	10
4. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE DATOS .....	11
4.1 Área de estudio.....	11
4.2 Obtención de datos.....	17
4.3 Análisis de datos.....	17
4.3.1 Análisis granulométrico .....	17
4.3.2 Perfil de playa.....	20
4.3.3 Estudios batimétricos y su aplicación estacional.....	23
5. RESULTADOS .....	25
5.1 Granulometría.....	25
5.2 Perfil de playa .....	36
5.3 Estudios batimétricos estacionales.....	43
6. DISCUSIONES.....	46
7. CONCLUSIONES.....	52
8. RECOMENDACIONES .....	53
9. LITERATURA CITADA .....	54
10. APENDICE.....	58

## LISTA DE TABLAS

Tabla-I.	Puntos de control en donde se obtuvieron muestras de rompiente, cara de playa y berma.	18
Tabla-II.	Puntos de control por segmento de playa con su respectiva distancia.	22
Tabla-III.	Resultados estadísticos de las muestras de rompiente en los tres periodos de muestreo.	33
Tabla-IV.	Distancias de dirección dominante del transporte litoral en los 3 meses de muestreo.	33
Tabla V.	Anchos de playa durante el periodo de muestreo, con el segmento de playa al que pertenecen, punto de control (pc), distancia existente entre pc y distancia acumulativa (pc + pc).	42
Tabla VI.	Precipitación media y promedio anual durante el periodo de 1970-2000, fuente Servicio Meteorológico Nacional.	48
Tabla AI.	Peso neto y en porcentaje, muestras de Rompiente, Cara de playa y Berma.	59

## LISTA DE FIGURAS

- Figura-1. Ubicación del área de estudio en playa Boca de Tomates. Arriba se señalan los puntos de control en rojo y la batimetría de la zona, abajo se muestra una fotografía del área de estudio, encontrada en la parte central de la Bahía de Banderas (julio 2003). 13
- Figura-2. Acantilados de granitoides y puntas rocosas de "Chimo", presentes al sur de Bahía de Banderas (octubre 2003). 14
- Figura-3. Cantiles de conglomerados y arenisca presentes en la parte central de Bahía de Banderas, cercanos a la zona de estudio (abril 2003). 14
- Figura-4. Afloramiento de rocas sedimentarias descubiertas por la erosión de la playa en Punta Mita, al norte de Bahía de Banderas (octubre 2003). 15
- Figura-5. Playa en la parte central de Bahía de Banderas, al sur del área de estudio; a) con presencia de cantiles costeros (abril 2003) y b) cantiles removidos y construcción de enrocamiento (octubre 2003). 15
- Figura-6. Construcción mal planeada; a) estructura socavada (abril 2003) y b) estructura derrumbada (octubre 2003), playa "El Salado". 16
- Figura-7. Pared marina mal construida y uso erróneo de bolsacretos para contener el arribo de oleaje extremo (abril 2003), playa "El Salado". 16
- Figura-8. Área de estudio con los cuatro segmentos de playa y puntos de control de cada uno. 22
- Figura-9. Curvas de frecuencia porcentual del peso individual del punto de control número 13 en la zona de rompiente, durante los muestreos de: (a) abril, (b) julio y (c) octubre del 2003. 26
- Figura-10. Curva de frecuencia porcentual del peso individual de la muestra de berma del punto de control número 1, del último muestreo: octubre del 2003. 27

Figura-11.	Curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño ( $\phi$ ) de la muestra 15 de rompiente para los tres meses de muestreo; (a) abril, (b) julio y (c) octubre.	29
Figura-12.	Diagramas ternarios de las muestras de rompiente de los tres muestreos en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.	31
Figura-13.	Diagramas ternarios de las muestras de la cara de playa de los tres muestreos en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.	31
Figura-14.	Valores de media y dispersión con respecto a distancia para todas las muestras de rompiente, en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.	34
Figura 15.	Sentido dominante del transporte litoral según los criterios de Sunamura y Horikawa 1971, en (a) abril, (b) julio y (c) octubre. Escala de barra en m.	35
Figura-16.	Morfología de la playa del área de estudio en el muestreo de abril, mostrando el volumen ( $m^3$ ) y perfiles por segmento.	38
Figura-17.	Morfología de la playa del área de estudio en el muestreo de julio, mostrando el volumen ( $m^3$ ) y perfiles por segmento.	39
Figura-18.	Morfología de la playa del área de estudio en el muestreo de octubre, mostrando el volumen ( $m^3$ ) y perfiles por segmento.	40
Figura-19.	Ancho de playa a partir de cada punto de control durante las tres fechas de muestreo.	41
Figura 20.	Área de estudio con los datos de la batimetría obtenidos durante el primer muestreo en abril (a) y durante el tercero en octubre (b). Ambas figuras muestran los perfiles prolongados (topo-batimétricos) a partir de los puntos de control 13 (perfil sur) y 15 (perfil norte).	44
Figura 24	Perfiles prolongados (perfiles-topobatimétricos) a partir de los puntos de control 15 (a, perfil norte) y 13 (b, perfil sur), registrados durante el primer periodo de muestreo (abril) y el tercer periodo (octubre).	45

- Figura 25. Un derrumbe rotacional esta caracterizado por el movimiento a manera de bloque, de una masa de roca débil o sedimento a lo largo de un plano de deslizamiento curvado. 51
- Figura A1. Curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño ( $\phi$ ). Muestras de rompiente en (a) abril, (b) julio y (c) octubre. 66
- Figura A2. Curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño ( $\phi$ ). Muestras de cara de playa (a) abril, (b) julio y (c) octubre. 66
- Figura A3. Curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño ( $\phi$ ). Muestras de la berma en (a) abril, (b) julio y (c) octubre. 67

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 La Zona Costera

La línea de costa representa la interfase entre atmósfera, océano y continente. Asimismo, comprende una de las regiones más variables a escala mundial. En esta región se encuentran depósitos de material sedimentario no consolidado conocido como playas, los cuales se hallan en un constante movimiento en respuesta a procesos generados por el oleaje, mareas, corrientes, viento y factores geológicos; fenómenos que originan una compleja dinámica en la región e influyen de manera continua en la morfología y configuración de la misma (Aubrey, 1980; Lazcano, 1997).

La forma de la línea de costa está directamente influenciada por factores morfogenéticos, como por ejemplo, la geología característica del lugar, que determina el patrón de afloramiento de las rocas en la costa, en el fondo marino y tierra adentro; y los movimientos de la corteza terrestre que resultan en levantamientos, inclinación, plegamientos, afallamientos o hundimiento de formaciones rocosas (Bird, 2001).

Bahía de Banderas es un sistema costero sumamente complejo (figura 1), cuenta con una amplia diversidad de entornos geológicos, y presenta desde grandes acantilados de granitoides (figura 2), hasta pequeños cantiles de conglomerados (figura 3) y rocas sedimentarias (figura 4) relativamente fáciles

de erosionar, con la presencia de playas rectas y gran cantidad de playas de bolsillo (Van de Kreeke *et al*, 2001), que son afectadas en conjunto por factores climáticos muy variables, al encontrarse en los límites de la franja ecuatorial. Su hidrología también es interesante, pues presenta 5 ríos de los cuales, el Ameca, al Norte y el Cuale, al Sur, son seguramente de gran importancia para el abastecimiento de material sedimentario hacia las playas. Cuenta a la vez con 7 arroyos y el estero El Salado, que se encuentra al Norte de la Bahía. A pesar de la gran cantidad de fuentes sedimentarias, al parecer el aporte de material no es suficiente como para crear playas rectas extensas con pendientes suaves en toda la Bahía, las existentes se encuentran en la parte norte, a partir del Río Ameca, hasta llegar a Destiladeras donde se ven continuamente interrumpidas por acantilados de rocas sedimentarias, granitoides y puntas rocosas. Las características morfológicas de la cuenca en la parte Norte y Sur de la Bahía son contrastantes, esto se debe a la presencia de un cañón submarino que parte de Este a Oeste a partir de Los Arcos, al Sur de la Bahía, alcanzando profundidades de hasta 1,650 metros, lo que influye en la profundidad promedio de la Bahía de Banderas, que es de 740 metros. Todo esto es fundamental en la formación de las playas, pues en este caso el material es acarreado a zonas con pendientes abruptas a lo largo de la línea de costa, pasando por una muy estrecha, si es que existe, franja de pendiente suave ideal para la depositación del material, lo que ocasiona la formación solamente de pequeñas playas de bolsillo en su mayoría.

En la parte central de Bahía de Banderas se encuentra Boca de Tomates, área de estudio del presente trabajo. En dicho sitio, se puede apreciar un factor importante que ha afectado a las fuentes sedimentarias en el caso especial de zonas aledañas, que es la total destrucción de cantiles costeros debido a la construcción de complejos hoteleros (figura 5). En general, el cantil costero representa la segunda fuente más importante de material sedimentario después de los ríos. Es erosionado de forma natural a causa de la presión hidráulica ejercida por las olas en combinación con la acción abrasiva de la arena y fragmentos rocosos. Asociado con el retroceso de costas rocosas existen una serie de rasgos geomorfológicos, que son resultado del trabajo del oleaje en puntos de debilidad tales como cavernas, por el contrario los pilotes son una porción rocosa más resistente que sobresale a la superficie separados del cantil en retroceso y finalmente la formación de arcos (figura-2), donde el oleaje ha seguido una línea de debilidad creando un orificio que atraviesa de lado a lado una saliente rocosa (Komar, 1976).

Dentro de las playas, en general, se llevan a cabo cambios cíclicos que están relacionados con la época del año y las diferentes características que presenta el oleaje a lo largo de éste. También son el punto de incidencia no sólo del oleaje local, sino del oleaje extremo o de tormenta, el cual provoca los cambios más inesperados. Las playas actúan como amortiguadores naturales, absorbiendo la energía de un evento extremo al cambiar su configuración. Existen ocasiones en que estas pueden recuperarse, pero a veces los daños

son irreparables; el resultado es la erosión de las playas, la disminución del material en el sistema (Bird, 1996; Mendoza, 2001).

En algunos casos el comportamiento de una playa es dominado por los eventos de tormenta, esto se debe a que las variaciones del ciclo estacional son débiles (Bokuniewicz, 1998). Este puede ser el caso de la Bahía de Banderas, pues según comentarios de residentes, las playas son bastante estables durante condiciones climáticas normales (Van de Kreeke *et al*, 2001).

A lo largo de la historia, la mayor parte de los asentamientos humanos se han desarrollado en zonas costeras o en lugares cercanos a estas. En la actualidad, más y más gente se acerca a las costas por razones de uso muy diversas, que van desde fines comerciales, vacacionales o de estancia permanente. En la Bahía de Banderas, al igual que muchos de los asentamientos costeros del país y el mundo, el turismo representa la base del ingreso económico. Playas en buen estado (con pendiente suave y con un gran ancho de playa) atraen a miles de visitantes cada año y son generalmente importantes para la economía de las comunidades adyacentes. Las actividades particulares realizadas en una playa específica dependen de algunos factores como son la temperatura del agua, la altura de las olas y el tamaño de grano que presente el sedimento (Komar, 1976).

## 1.2 Justificación

Los altos costos que implica el llevar a cabo una construcción costera deberían de ser justificación suficiente para la realización de estudios previos, con el fin de conocer e interpretar las condiciones de la zona a utilizar. A pesar de los distintos fines de un desarrollo: patrimonial, de inversión turística, protección costera o industrial, al parecer en nuestras playas no ha sido justificable en muchos casos la realización de estudios previos que nos aseguren o den pie al correcto uso y aprovechamiento de la línea de costa. Esto provoca un deterioro a corto o largo plazo, tanto de la infraestructura como del ambiente. Un ejemplo claro se presenta en zonas aledañas al área de estudio (Zona Hotelera, Aeropuerto, Marina, etc.) en donde los daños provocados por la construcción desmesurada han causado estragos notables a la morfología del lugar (figuras 5, 6 y 7).

La importancia de realizar un estudio en Boca de Tomates radica en el poco desarrollo que este presenta (pequeños restaurantes de palmar), pues mientras menos cambios antropogénicos se muestren, esta zona puede indicar características antiguas de algunas playas de Bahía de Banderas, las cuales podrían ser utilizadas como un modelo de referencia que indiquen los posibles cambios de la playa a lo largo del tiempo, la comprensión de la dinámica sedimentaria y finalmente contribuir en la toma de decisiones del uso de la zona costera en el futuro.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Generales

La forma más común para determinar los cambios de la playa de una manera sistemática es mediante el monitoreo del perfil de playa, el cual como rasgo topográfico actúa como un mecanismo natural de disipación de energía de las olas que protege a la parte posterior de la playa de la acción del oleaje (Komar, 1976).

Al llegar el oleaje a las costas, rompe formando corrientes que provocan el transporte litoral en el mismo sentido de su arribo. Sunamura y Horikawa (1971) infirieron la dirección prevaleciente de las partículas transportadas paralelas a la línea de costa basándose en una serie de variaciones de las características del sedimento.

El oleaje que arriba a las costas del Pacífico Norte presenta patrones regulares. En invierno se intensifican los sistemas de baja presión formando tormentas con oleaje alto, estas condiciones presentan un efecto erosivo en el perfil de playa, provocando que la playa tenga una pendiente suave y sin presencia de bermas. En verano, la ausencia de estos sistemas de baja presión produce oleaje de menor altura, lo que da lugar a que la postplaya sea casi horizontal con la presencia de una o más bermas y la anteplaya presente una mayor pendiente. Estas dos condiciones han sido definidas como perfil de invierno y perfil de verano respectivamente. La secuencia entre los dos tipos de

perfiles ha sido definida como ciclo de la playa (Shepard, 1950; Lizárraga Arciniega, 1976) y puede no ser estacional o presentarse invertida ya que durante el invierno puede ocurrir un periodo de baja energía de oleaje y viceversa (Komar, 1976).

Igualmente el ciclo de la playa se puede afectar cuando se construye una obra de protección costera y se altera el patrón original de oleaje incidente y en consecuencia el movimiento normal de los sedimentos acentuando procesos erosivos o depositacionales (Komar, 1976; Mendoza Ponce, 1999).

La mayoría de los estudios realizados por medio de la variación del perfil de playa, toman en cuenta la parte superficial de la misma: la zona de rompiente, la cara de la playa hasta llegar a la berma o base de las dunas, esto debido a la facilidad en la obtención de datos de algo visible. Aunque debemos recordar que los procesos que involucran al transporte de sedimento van más allá de la zona de rompiente.

El límite de la playa o frontera de playa ha sido definido por Komar (1976), como la profundidad después de la cual el transporte o agitación del sedimento ocasionado por la incidencia del oleaje, es prácticamente nulo. Hallermeier (1981) propuso una zonación de la playa en tres partes: la primera sería la zona litoral, la cual presenta una actividad intensa, mar adentro está la zona del bajío, una zona en donde los efectos del oleaje no son fuertes, pero tampoco despreciables. Finalmente el anteplaya, fuera de la costa, sería la

tercer zona, donde los efectos del oleaje en el lecho marino, son usualmente despreciables. Aquí es donde se define un punto hipotético que divide la zona del bajío de la de fuera de costa, la "profundidad de cerrado". Esta es la profundidad hasta donde después de observaciones repetidas no se encuentran cambios en la elevación del fondo marino. Esta es obviamente más profunda que aquella porción del perfil de playa que cambia estacionalmente o debido a tormentas.

Por consecuencia resulta muy lógico pensar que los estudios en los cuales se utilice la técnica del perfil de playa, puedan ser prolongados hasta la profundidad en que la actividad sedimentaria sea mínima, para contemplar así un panorama mucho más amplio, de los cambios que se dan lugar en una playa.

Vila-Concejo (2002), presenta la integración de perfiles mensuales de playa y estudios batimétricos (perfil topo-batimétrico) obteniendo la formación de barras durante eventos de alta energía y acreción en las playas en periodos de baja energía. La "profundidad de cerrado" también fue estudiada utilizando los perfiles t-b así como utilizando fórmulas para predecirlo.

## 2.2 Particulares

No existen estudios publicados sobre el comportamiento de la línea de costa en el área de estudio, y muy poco se sabe acerca del transporte litoral, y corrientes de la zona costera en Bahía de Banderas.

Van de Kreeke y Martínez Brun (2001), presentaron un completo estudio del intercambio sedimentario y sus fuentes, dividiéndolas en fracciones carbonatadas y clásticas, de playas al norte de Bahía de Banderas, en Costa Banderas. Donde también hicieron notar a través de discusiones con residentes del lugar lo estable de las playas durante condiciones normales del clima (oleaje y vientos locales), mientras que bajo condiciones de huracanes y tormentas tropicales es cuando muestran distintos signos de erosión.

Félix (2004) en la playa “El Salado” ubicada pocos kilómetros al sur del área de estudio, asumió la dirección predominante del transporte litoral utilizando los criterios de Sunamura y Horikawa (1971), en dirección norte-sur, a partir de un solo mes de muestreo. Nieves (2005), por medio del mismo método, presentó resultados similares de dirección norte-sur para el mes de abril, mientras que para el mes de octubre encontró una inversión del sentido del transporte litoral, en dirección sur-norte.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivos generales

Determinar los cambios morfológicos causados por las variaciones estacionales en la playa Boca de Tomates, Bahías de Banderas, México, en el periodo abril-octubre del 2003.

#### 3.2 Objetivos particulares

- Establecer el patrón de transporte sedimentario en la zona.
- Calcular el volumen de sedimento que se mueve en la playa.
- Determinar las zonas de erosión y depositación en el segmento de playa.

## 4. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE DATOS

### 4.1 Área de estudio

Bahía de Banderas, ocupa 1,400 km<sup>2</sup> de superficie y es considerada como una de las grandes bahías del litoral centro-occidente del Pacífico mexicano (figura 1). La bahía comprende la parte suroeste y noroeste de los estados de Nayarit y Jalisco, respectivamente. Se ubica geográficamente entre los 20° 15' y 20° 47' N y los 105° 15' y 105° 42' W. Los límites morfológicos de este cuerpo costero son punta de Mita, Nayarit al norte y Cabo Corrientes, Jalisco al sur. Tiene como fronteras cuatro sistemas montañosos: Sierra Vallejo al norte, Sierra el Cuale al este, Sierra El Tuito al sureste y Sierra Lagunillas al sur (Cupul-Magaña, 1998 en Vizcaíno Ochoa, 2000).

Topografía - El municipio cuenta con muy pocas zonas planas, éstas se localizan principalmente en el margen derecho del río Ameca y por la costa desde su desembocadura hasta la del río Cuale hacia el sur. La mayor parte de la superficie está ocupada por zonas accidentadas, al oriente las sierras de San Sebastián y de Cuale, que forman parte de la Sierra Madre Occidental, lo protegen de los vientos y sirven como moderadores del clima. La Sierra de Cuale llega hasta la costa formando imponentes acantilados empezando al sur de la cabecera municipal y continúa al sur hasta formar el Cabo Corrientes.

Hidrografía - El municipio está regado al norte por los ríos Ameca que sirven de límite entre los estados de Jalisco y Nayarit, el Mascota que descarga sus aguas cerca del poblado de Las Juntas, El Pitillal, La Vena de Santa María

y El Cuale, que cruzan la ciudad. Al sur se encuentran los arroyos de Las Amapas, Las Estacas, El Carrizo, Palo María, Mismaloya, Los Horcones y el de Quimixto. Al norte de la ciudad se encuentra el estero de El Salado (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Jalisco. 1988).

Clima- Semitropical y húmedo, la temperatura máxima es aproximadamente 35° C en el verano y la mínima de 19° C en el invierno; la media anual es de 25° C. La temporada de lluvias abarca de mediados del mes de junio a finales del mes de agosto, continuando con lluvias aisladas hasta mediados de octubre; tiene una precipitación media anual de 1,417 milímetros. Los vientos dominantes son en dirección suroeste y no presentan heladas. Cabe decir que la zona costera del Pacífico Mexicano es vulnerable al impacto de ciclones tropicales que se originan en el Pacífico oriental desde la segunda quincena de Mayo hasta finales de Octubre, en promedio. Sin embargo, hay zonas con mayor probabilidad y períodos de recurrencia de impactos, que otras. El área de Bahía de Banderas no es de las más afectadas, pero recibe la influencia indirecta, fundamentalmente en lluvias y marejadas, de los ciclones tropicales que se mueven paralelos y cerca de sus costas. La mayoría de los huracanes que han impactado la zona han sido de categoría 1 y 2 en la escala Saffir-Simpson, es decir, aquellos con vientos máximos entre 120 y 150 km/h; sin embargo el Huracán "Kenna", el más reciente y devastador de los últimos 50 años registrado para el pacífico Mexicano, penetró a tierra el 25 de Octubre del 2002 entre Puerto Vallarta y San Blas con Ráfagas de 260 Km/h. Los meses de mayor peligro por la llegada de ciclones tropicales para la zona son Septiembre y Octubre (Servicio Meteorológico Nacional, SARH-CNA 2003).

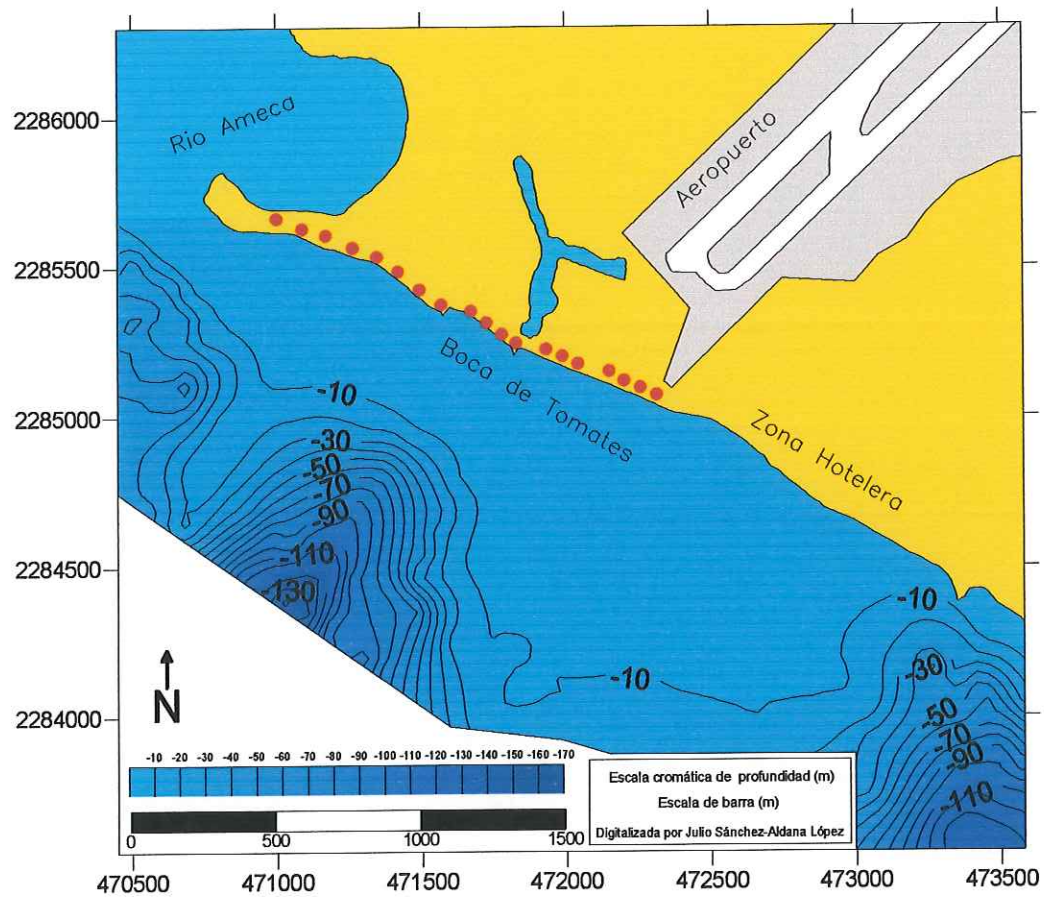


Figura-1. Ubicación del área de estudio en playa Boca de Tomates. Arriba se señalan los puntos de control en rojo y la batimetría de la zona, abajo se muestra una fotografía del área de estudio, encontrada en la parte central de la Bahía de Banderas (julio 2003).



Figura-2. Acantilados de granitoides y puntas rocosas de "Chimo", presentes al sur de Bahía de Banderas (octubre 2003).



Figura-3. Cantiles de conglomerados y arenisca presentes en la parte central de Bahía de Banderas, cercanos a la zona de estudio (abril 2003).



Figura-4. Afloramiento de rocas sedimentarias descubiertas por la erosión de la playa en Punta de Mita, al norte de Bahía de Banderas (octubre 2003).



Figura-5. Playa en la parte central de Bahía de Banderas, al sur del área de estudio; a) con presencia de cantiles costeros (abril 2003) y b) cantiles removidos y construcción de enrocamiento (octubre 2003).

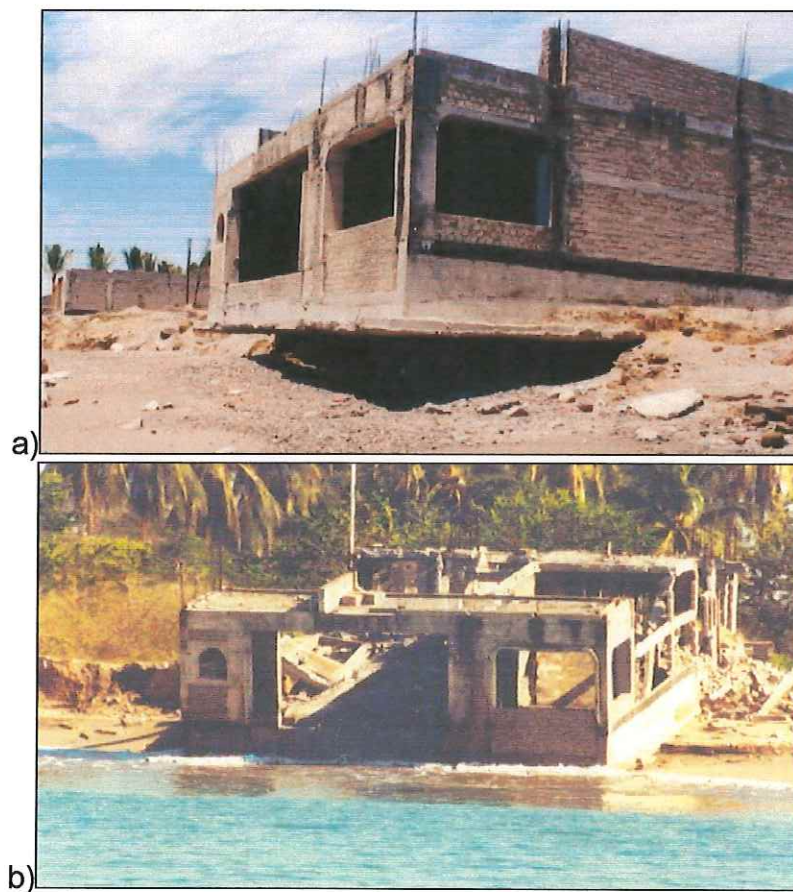


Figura-6. Construcción mal planeada; a) estructura socavada (abril 2003) y b) estructura derrumbada (octubre 2003), playa "El Salado".



Figura-7. Pared marina mal construida y uso erróneo de bolsacretos para contener el arribo del oleaje extremo (abril 2003), playa "El Salado".

## 4.2 Obtención de datos

El trabajo de campo comprendió tres muestreos. El primero se realizó antes de que comenzara la época de lluvias en el mes de abril del 2003, el segundo durante la época de lluvias, que abarca un periodo de 4 meses (junio-septiembre), en el mes de julio y finalmente se realizó un último en el mes de octubre. Dada la importancia del aporte sedimentario de los ríos hacia las playas y en especial en el caso de "Boca de Tomates", como ambiente deltáico, se consideró necesario abarcar un periodo anterior, durante y posterior a la temporada de lluvias. Esto con la finalidad de notar cambios estacionales en la morfología del área de estudio. El uso de los datos y modo de obtención, serán explicados con detalle a continuación.

## 4.3 Análisis de datos

### 4.3.1 Análisis granulométrico

#### a) Colecta de muestras

Se obtuvieron muestras de sedimento con un nucleador de mano en 10 puntos de control de los 19 en total (Tabla-I). Los puntos de control tienen una separación de 60 metros los primeros 11 y de 90 metros los restantes, comenzando en la parte Sur junto al aeropuerto en dirección al Norte, hacia la desembocadura del río Ameca. A partir de los puntos de control se realizaron transectos de 40m en dirección a la rompiente, los mismos que sirvieron de

guía para los perfiles de playa (figura 8). A lo largo de estos se tomaron tres muestras por cada perfil, correspondientes a la berma, cara de playa y zona de rompiente. En total se colectaron 97 muestras, siendo 31 muestras del mes de Abril, 33 del mes de Julio y finalmente 33 más del mes de Octubre. Todas las muestras se etiquetaron y colocaron en bolsas de plástico herméticas.

Tabla-I. Puntos de control en donde se obtuvieron muestras de rompiente, cara de playa y berma.

Punto de control →	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Rompiente	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cara de playa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Berma	+	+	+	+	+	+	+	+		+

#### b) Pretratamiento

El pretratamiento de las muestras se llevo a cabo de acuerdo a Folk (1974), método que consiste esencialmente en la eliminación de sales y materia orgánica presentes en la muestra, por medio de peróxido de hidrógeno.

#### c) Tamizado

Se utilizó un cuarteador mecánico para obtener una muestra de 50g aproximadamente y se procedió a la separación mecánica de las fracciones en diferentes tamaños en la escala de phi (Krumbein, 1934). Se utilizó la serie de tamices (U.S. Standard) con el método descrito por Folk (1974), para obtener la separación de las fracciones con un intervalo de 0.5phi, desde 4phi hasta -4phi según se presentase en la muestra (Apéndice Tabla AI a AXI).

Con los datos obtenidos del proceso de tamizado se generaron gráficas de frecuencia porcentual del peso individual (figuras 9 y 10), peso acumulativo (figura 11) y diagramas ternarios (figuras 12 y 13) para observar las características de las muestras y los cambios ocurridos en los dos últimos periodos de muestreo.

Comúnmente al utilizar diagramas ternarios para explicar las tendencias del sedimento de un muestreo a otro, se dividen los porcentajes de lodos (9 a 4phi), arena (4 a -1phi) y grava (-1 a -11phi) presentes en una muestra; sin embargo, dentro de este trabajo debido al pequeño porcentaje de sedimento lodoso dentro de todas las muestras, los parámetros de medición fueron distintos, dividiéndose en: lodos + arenas finas (9 a 2phi), arenas medias + arenas gruesas (2 a -1phi) y gravas (-1 a -5phi).

#### d) Obtención de parámetros texturales

En cuanto a la obtención de los parámetros texturales, se procedió al análisis estadístico de las muestras utilizando un programa de computación, el cual calculó cada uno de los parámetros estadísticos como: media ( $m$ ), coeficiente de dispersión ( $D$ ), asimetría ( $A$ ) y Kurtosis ( $K$ ) del sedimento por medio del método de los momentos (Friedman, 1961). Se graficaron los valores de media ( $m$ ) y coeficiente de dispersión ( $D$ ) (figura 14) conforme a los criterios de Sunamura y Horikawa (1971).

Con los datos obtenidos anteriormente se pretende utilizar los criterios elaborados por Sunamura y Horikawa (1971), para inferir el posible sentido del transporte litoral, dado que no existen estudios previos en la zona de estudio, ni

se tiene información acerca del oleaje. Dichos criterios nos dicen de una forma muy general que la dirección del transporte puede obtenerse utilizando las variaciones en el tamaño y dispersión del sedimento, siendo éstos los siguientes:

Criterio de media y dispersión

El transporte sedimentario se efectúa en el sentido en que:

- El tamaño del sedimento y la dispersión disminuyan.
- El tamaño del sedimento aumente y el valor de la dispersión disminuya.
- El tamaño del sedimento disminuya y la dispersión sean constante.
- La dispersión disminuya y el tamaño del sedimento sea constante.

#### 4.3.2 Perfil de playa

Se utilizó la técnica de nivelación diferencial (Montes de Oca, 1985), que consiste en calcular el desnivel o las diferencias de altura a lo largo de un transecto (perfil) a intervalos determinados. La cota para referir cada uno de los puntos de control (BN), se obtuvo del Nivel de Bajamar Medio Inferior, tomando en cuenta la hora exacta en la que se realizó el perfil, mediante el uso de tablas de marea para Puerto Vallarta, realizadas por el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE). La diferencia de altura a lo largo del perfil se registró cada 10m o de ser necesario antes si se presentara un cambio significativo en la playa, hasta donde la marea o el oleaje permitiera al estadalero ingresar al mar.

Para que los puntos de control conservaran la misma ubicación y orientación con el fin de crear un registro de perfiles, se obtuvieron las coordenadas con un GPS GARMIN MAP 168 con un error de 5m, también se establecieron referencias visuales y alineaciones con rasgos o estructuras permanentes a cada uno de los puntos de control.

Para poder describir de mejor manera los cambios morfológicos ocurridos en la playa durante el periodo de muestreo, se consideraron dos factores principales: volúmenes de arena erosionado o depositado por segmento de playa y el ancho de playa.

#### a) Volúmenes de arena por segmento de playa

Para poder estimar de manera más general los cambios del volumen total sedimentario en el área de estudio, se definieron cuatro segmentos de playa (Tabla II y figura 8) en base a las características morfológicas que presenta la zona, formando así grupos de perfiles con características semejantes. Se estimó el volumen sedimentario utilizando todos los transectos (perfiles) presentes por grupo por medio del programa SURFER 8, con el cual se obtuvo el volumen positivo (volumen de sedimento encontrado desde el inicio del perfil hasta la cota 0) presente en cada uno de los tres muestreos.

### b) Ancho de playa

El ancho de playa se consideró como un indicador de la capacidad de protección que brinda la playa; de manera que cuanto más ancha es, mayor es la capacidad de proteger la infraestructura costera. En este trabajo se define al ancho de playa como la distancia existente entre el punto de control de cada perfil y la cota 0 (figura 19).

Tabla-II. Puntos de control por segmento de playa con su respectiva distancia.

Segmento	Puntos de control	Longitud del segmento de playa (m)
1	1,2,3,4	180
2	5,6,7	120
3	8,9,10,11	180
4	12,13,14,15,16,17,18,19	630

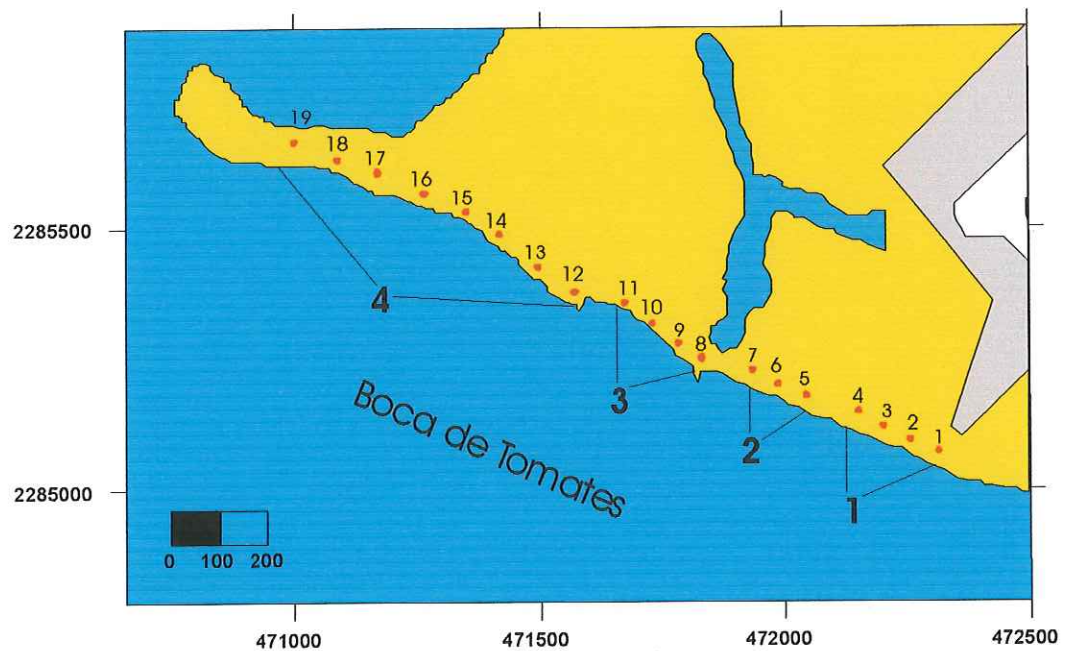


Figura-8. Área de estudio con los cuatro segmentos de playa y puntos de control de cada uno.

### 4.3.3 Estudios batimétricos y su aplicación estacional

Se utilizó un ecosonda Modelo GARMIN GPS MAP 168 SOUNDER montado sobre una embarcación menor, con el cual nos desplazamos en forma de secciones transversales a la playa. Para obtener puntos (con coordenadas y profundidad), para generar isolíneas de profundidad por medio del programa Surfer 8. A la vez a partir de esta batimetría, se puede inferir la dirección del flujo sedimentario, así como su posible interrupción a causa de una variación morfológica (la presencia de un cañón submarino).

Dentro de este trabajo se utilizó la información recabada de una batimetría en abril, para ser comparada con otra realizada en octubre; para así poder evaluar los principales cambios en la morfología del fondo marino frente a la zona de estudio (figura 20).

Para saber hasta qué profundidad la causa de los cambios obtenidos estaban relacionados con el oleaje de la zona, se obtuvo la "profundidad de cerrado". Definida por Hallermeier (1978), es aquella profundidad en donde después de observaciones repetidas no se encuentran cambios en la elevación del fondo marino. Es mas profunda que la porción del perfil de playa que cambia estacionalmente o debido a tormentas. Hallermeier definió a la vez una fórmula en términos de la altura de oleaje ( $H_e$ ), su periodo ( $T_e$ ) y la aceleración de la gravedad ( $g$ ):

$$p_c = 2.28 H_e - 68.5 \left( \frac{H_e^2}{g T_e^2} \right)$$

Por medio de la cual se obtuvo la pc para dos tipos de oleaje, ambos estimados por Martínez Brun, 2000, de manera teórica. En el primer caso el oleaje en Bahía de Banderas se encuentra principalmente asociado con brisas marinas locales particularmente fuertes durante los meses de marzo a junio, con un rango de velocidades de entre 10 y 20 nudos, alcanzando alturas máximas de 0.7 a 1 m y periodos de 3.5 a 4 s, respectivamente. En el segundo caso, oleaje que arriba de junio a octubre, periodo que coincide con la temporada de huracanes del Océano Pacífico y el invierno Antártico, que llega en forma de swell, con una altura de 2.9 m y periodo de 10 a 12s.

Para determinar de una forma más precisa los cambios entre las dos batimetrías, se trazó una prolongación "perfil topo-batimétrico" del punto de control 13 y del 15 hacia el sureste, tomando en cuenta los datos del perfil de playa obtenidos en abril y octubre, (figura 21 a y b).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Granulometría

En las curvas de frecuencia porcentual del peso individual para la muestra número 13 de la zona de rompiente (figura 9, a, b y c) se observó en el mes de abril una composición normal que tiende de 1.5 phi (arenas medias) a 4.0 phi (arenas muy finas), con un valor intermedio como moda de 2.5 a 3.0 phi (arenas finas) con el 37.16% del material de la muestra; en julio, presenta un comportamiento bimodal, donde la primer moda de la gráfica está de 0.5 a 1.0 phi (arenas gruesas) con el 18.5% de la muestra y la segunda está de -4.3 a -2.0 phi (guijarros de grueso a fino) con el 32.84%. En octubre la moda estuvo entre -4.3 a -2.0 phi (guijarros de grueso a fino) con el 35.45% de la muestra. Se observa una tendencia a aumentar el tamaño de grano a partir de abril con respecto a julio y octubre para la muestra de rompiente del punto de control numero 13, misma tendencia se repite para todas las muestras de rompiente en todos los puntos de control muestreados (tabla I), por lo que no es necesario mostrar todas las curvas de frecuencia porcentual del peso individual obtenidas de dichas muestras.

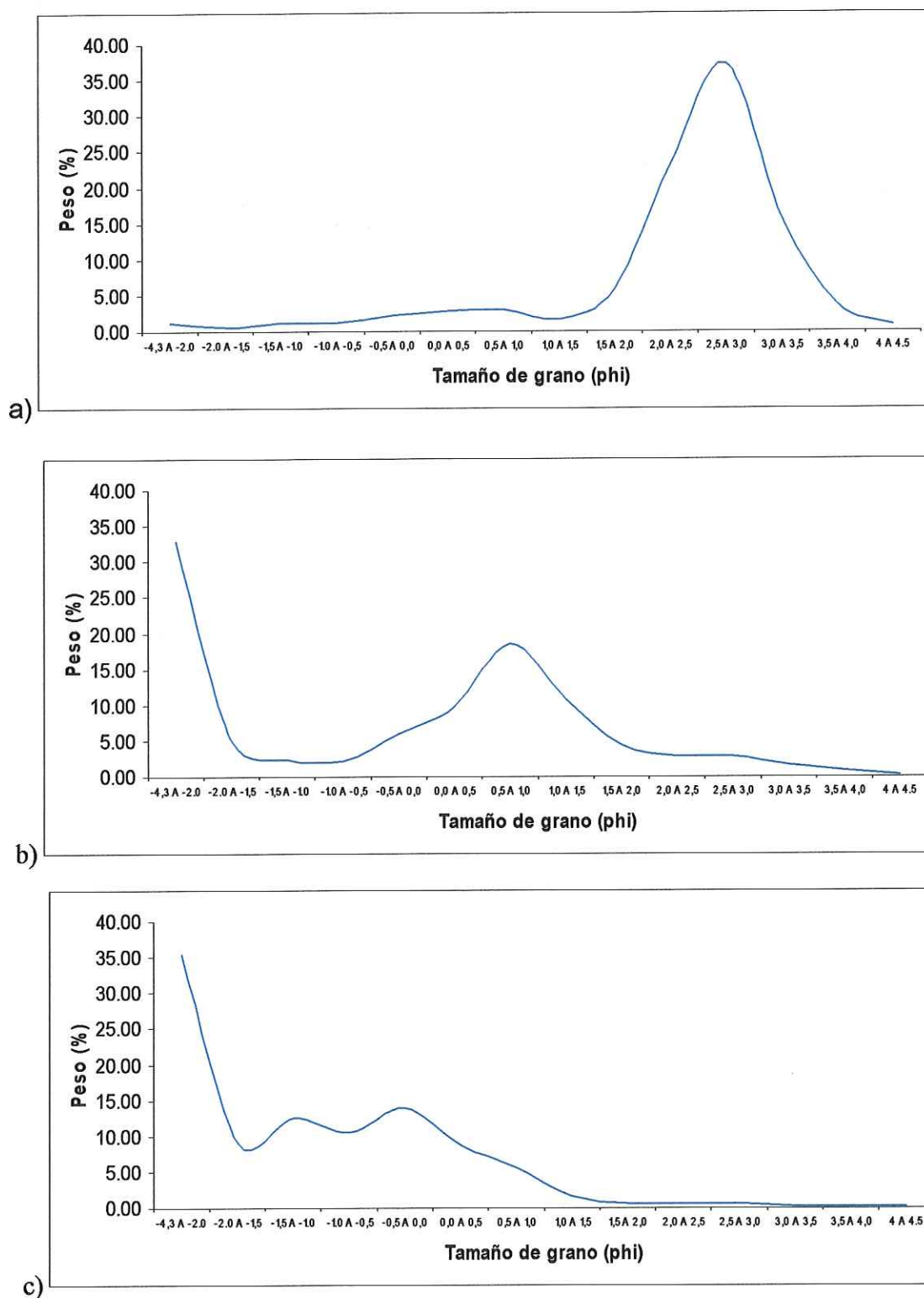


Figura-9. Curvas de frecuencia porcentual del peso individual del punto de control número 13 en la zona de rompiente, durante los muestreos de: (a) abril, (b) julio y (c) octubre del 2003.

En la figura 10 se observa la muestra 1 de la berma obtenida el mes de octubre con un comportamiento normal con tendencia a los granos finos, cuya moda se encuentra entre 1.5 y 2.0 phi (arenas medias) con un 27.77% del total de la muestra, tendencia semejante mostró en los meses anteriores de muestreo en abril y julio. Cabe decir que el resto de las muestras de berma y de la cara de playa de todos los puntos de control mostraron valores similares en las curvas de frecuencia porcentual del peso individual, con una distribución normal y modas que oscilaron entre 1.5 a 2.0 phi hasta 3.0 a 3.5 phi, es decir, desde arenas medias hasta arenas muy finas, prácticamente sin la aparición de arenas gruesas ni guijarros, lo que indica material bien clasificado.

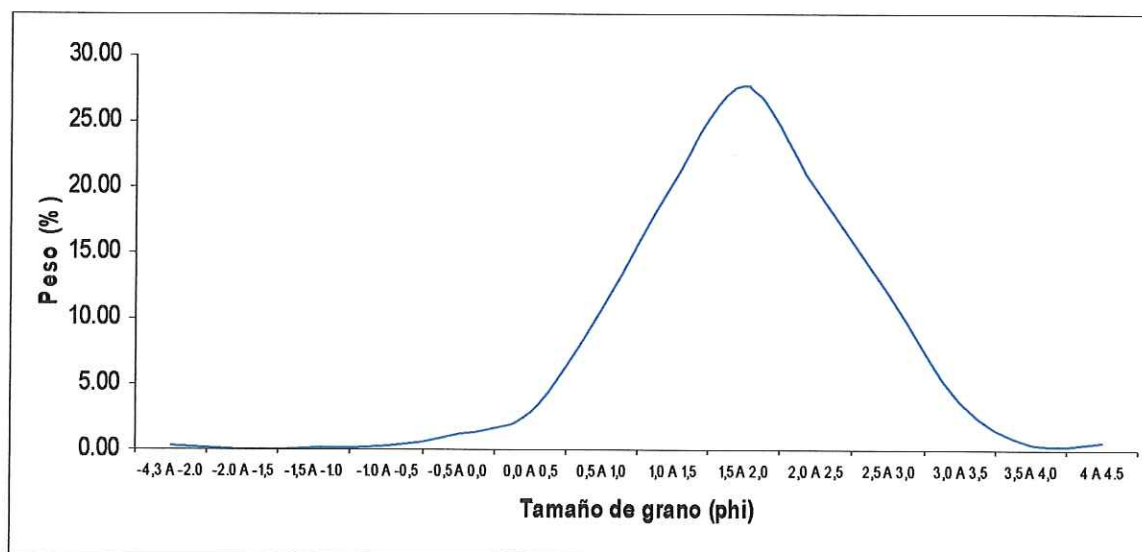


Figura-10. Curva de frecuencia porcentual del peso individual de la muestra de berma del punto de control número 1, del último muestreo: octubre del 2003.

En las curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño de la muestra de rompiente 15 mostrada (figura 11, a y b) se pudo observar una buena clasificación del material, pues presentó, en el caso de (a) una pendiente bastante pronunciada, lo que indica una muy buena clasificación del material de 2.0 a 3.5 phi, de arenas finas a arenas muy finas; mientras que en (b) se presentó una pendiente no tan pronunciada lo que refiere a una clasificación razonable, que va desde 0 hasta 3.0 phi, desde arena gruesa hasta fina. La muestra obtenida durante en octubre (figura 11, c) presentó mala clasificación, con valores desde -3.0 hasta 3.5 phi, de guijarros medios hasta arenas muy finas. Resultados muy semejantes a estos, presentaron el resto de las muestras de rompiente analizadas individualmente por medio de las mismas curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo, dando como resultado una buena clasificación en el mes de abril, clasificación moderada para el mes de julio y finalmente muestras mal clasificadas en el mes de octubre (Apéndice figura A1). El resto de las muestras, de la berma y cara de la playa, reflejaron variaciones muy pequeñas dentro del muestreo de todo un mes, con valores que van desde 0.5 hasta 3.0 phi, que corresponden a arenas de medias a finas, tomando en cuenta todas las muestras a lo largo del periodo de muestreo (Apéndice figura A2 y A3).

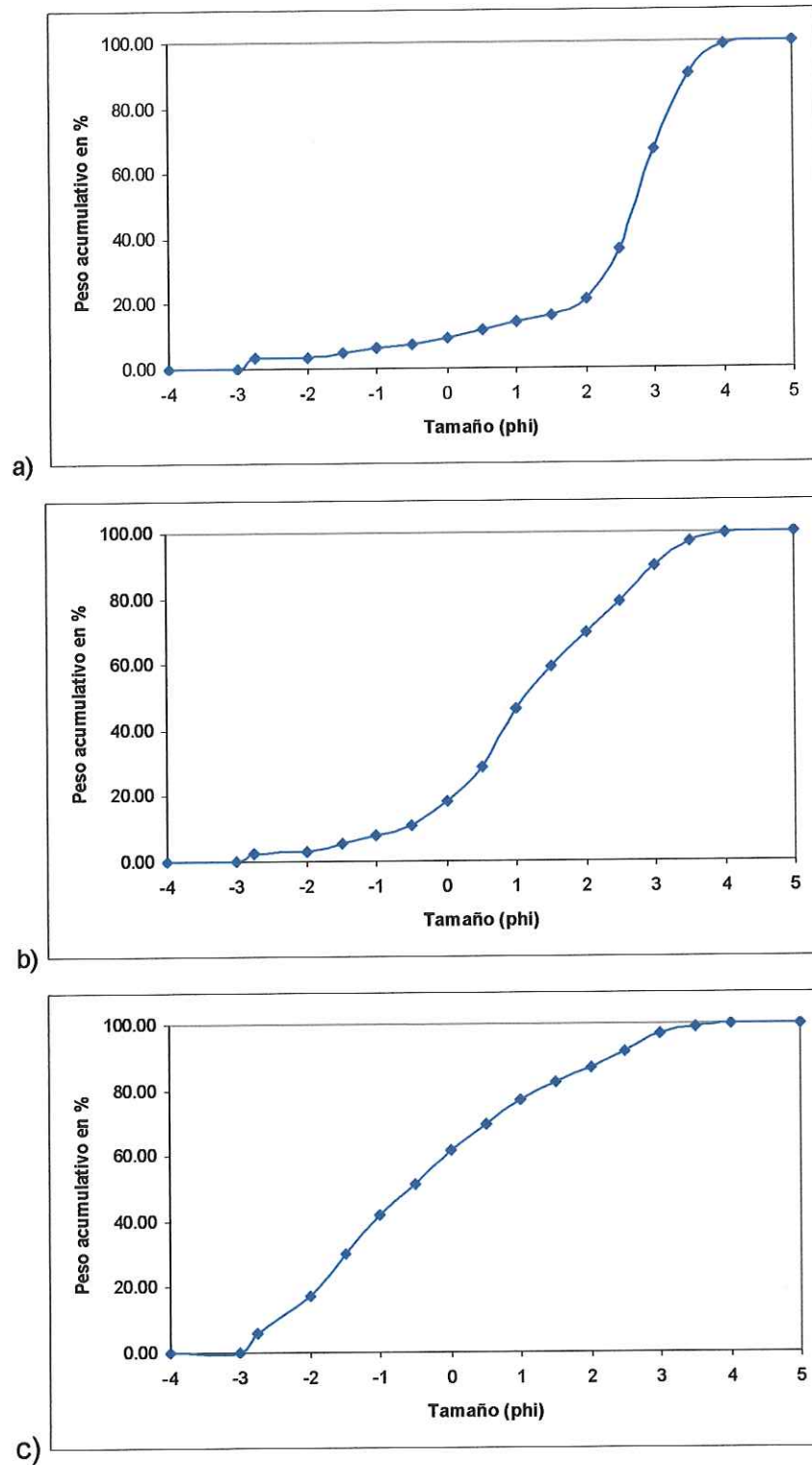


Figura-11. Curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño ( $\phi$ ) de la muestra 15 de rompiente para los tres meses de muestreo; (a) abril, (b) julio y (c) octubre.

Por medio de los diagramas ternarios, se observó para las muestras de rompiente durante los tres muestreos (figura 12, a, b y c), el aumento del tamaño de grano con respecto al primer mes (a) en los meses de julio (b) y octubre (c). Ya que para (a) se aprecia que la mayor parte del sedimento de las muestras esta constituido por arenas de gruesas a medias, con una pequeña presencia de arenas finas; mientras que para el mes de julio (b), el sedimento de las muestras refleja una tendencia hacia el aumento del tamaño de grano de arenas gruesas y medias a gravas; al llegar al mes de octubre (c) se aprecia un cambio a un tamaño de grano mas grueso (gravas, guijarros) en prácticamente todas las muestras.

En el caso de las muestras de la cara de playa durante todos lo meses de muestreo (figura 13, a, b y c), se encontró de manera conjunta que no existieron cambios visualmente significativos a lo largo del periodo de muestreo, ya que el tamaño de grano de las muestras siempre correspondió al de las arenas medias y finas.

Los diagramas ternarios obtenidos de la berma en los tres muestreos, mostraron resultados similares a los encontrados en las muestras de la cara de la playa (Apéndice figura A4 a, b, c).

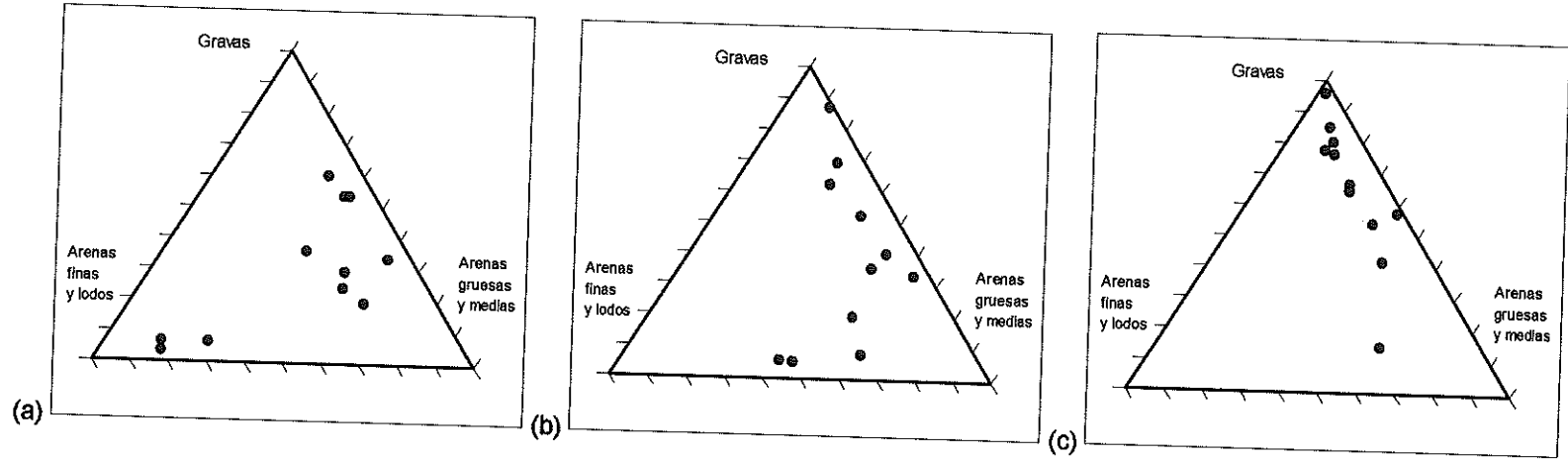


Figura-12. Diagramas ternarios de las muestras de rompiente de los tres muestreos en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.

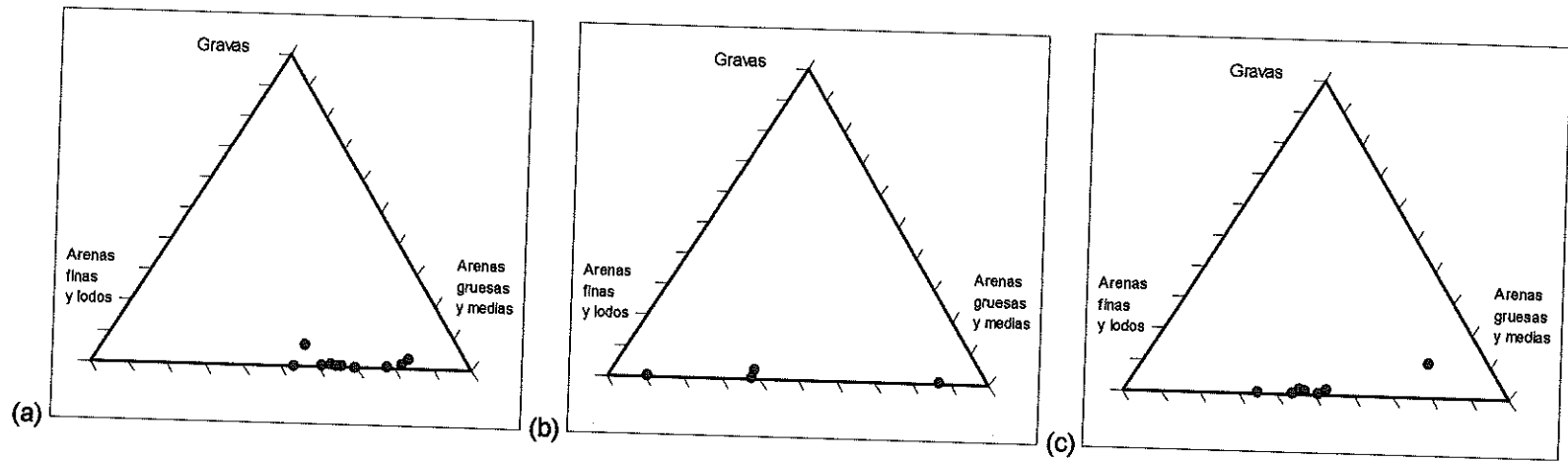


Figura-13. Diagramas ternarios de las muestras de la cara de playa de los tres muestreos en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.

En la Tabla III se muestran los resultados obtenidos del análisis estadístico de las muestras de rompiente; utilizados para inferir por medio de las gráficas de media y dispersión, con respecto a distancia (figura 14, a, b, c) direcciones dominantes del transporte litoral (figura 15 a, b, c).

Para facilitar la redacción, el sentido del transporte se definió solamente en direcciones Norte y Sur, cuando cualquiera de estas componentes estuvo presente.

Para el mes de abril (figura 15, a) a partir de la boca del Río Ameca hacia el sur, se obtuvo la dirección del transporte litoral de norte a sur del punto de control 19 al 13, del 9 al 7 y finalmente del 5 al 1; mientras que el transporte litoral del sur hacia el norte se obtuvo del punto de control 5 al 7 y del 9 al 13. Se observó una dirección predominante N-S en 960m de los 1,380m de longitud de la playa (Tabla IV).

Para el mes de julio (figura 15, b) se obtuvo la dirección del transporte litoral de norte a sur del punto de control 19 al 15, del 13 al 11 y del 7 al 1; mientras que el transporte litoral de sur a norte se obtuvo del punto de control 7 al 11 y del 13 al 15. Se estimó una dirección predominante hacia el sur, en 930m del área de estudio (Tabla IV).

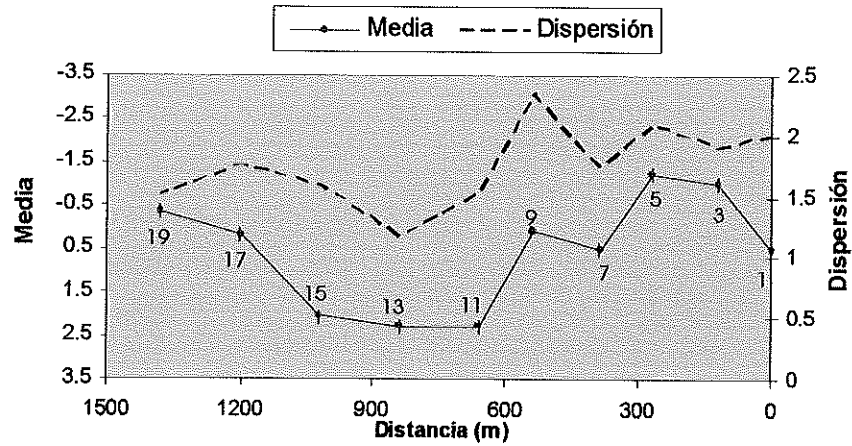
En el último mes de muestreo, octubre (figura 15, c) se obtuvo la dirección del transporte litoral de norte a sur del punto de control 19 al 15 y del 9 al 7; mientras que el transporte litoral de sur a norte se obtuvo del punto de control 1 al 7 y del 9 al 15. Cabe destacar que la dirección predominante resulto ser en dirección contraria a los dos muestreos anteriores, de S-N en 960m de costa (Tabla IV).

Tabla-III. Resultados estadísticos de las muestras de rompiente en los tres periodos de muestreo.

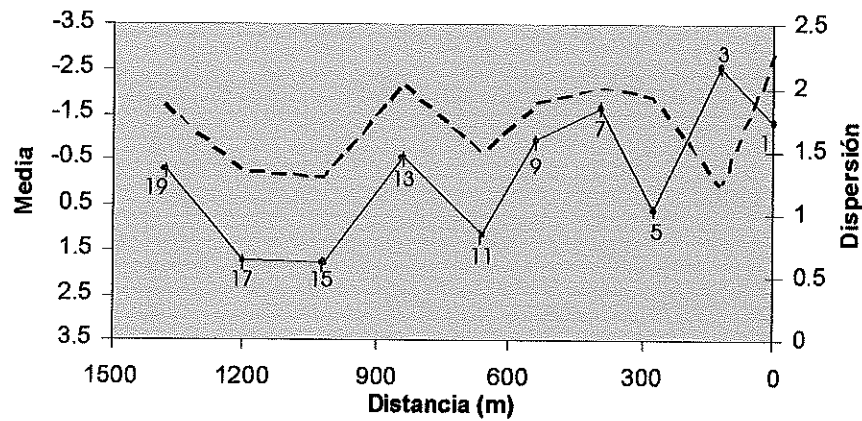
Punto de control	Distancia (m)	Abril			Julio			Octubre		
		Media	Dispersión	Asimetría	Media	Dispersión	Asimetría	Media	Dispersión	Asimetría
1	0	0.503	2.007	-0.854	-1.317	2.274	0.703	-1.956	2.020	1.408
3	120	-1.010	1.917	0.406	-2.530	1.244	2.162	-1.512	1.957	1.008
5	270	-1.231	2.112	0.573	0.622	1.943	-0.665	-0.990	1.965	0.459
7	390	0.494	1.750	-0.705	-1.663	2.020	1.021	-2.343	1.719	2.080
9	540	0.103	2.352	-0.443	-0.906	1.891	0.485	-1.459	2.062	0.933
11	660	2.280	1.548	-2.047	1.158	1.493	-0.574	-0.427	1.857	0.219
13	750	2.289	1.191	-2.120	-0.574	2.056	-0.062	-1.407	1.522	0.356
15	930	2.063	1.608	-0.952	1.762	1.304	-2.312	-2.907	1.020	4.674
17	1110	0.172	1.771	-0.134	1.743	1.334	-2.276	-2.025	1.756	1.686
19	1380	-0.347	1.530	-0.062	-0.300	1.869	-0.462	-1.940	2.104	1.373

Tabla-IV. Distancias de dirección dominante del transporte litoral en los 3 meses de muestreo.

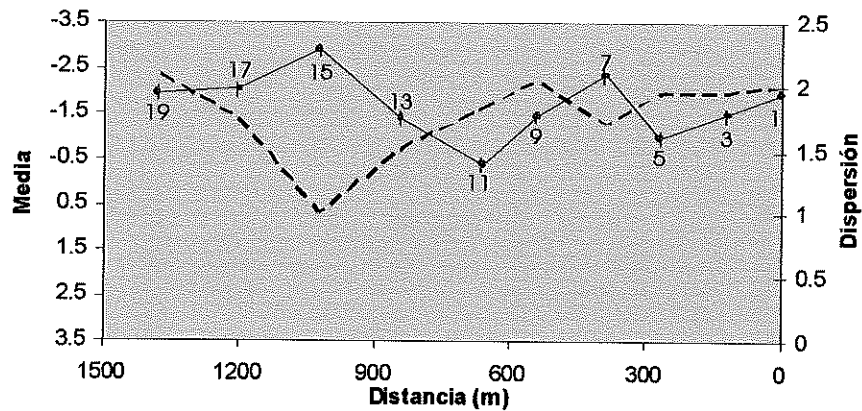
Dirección	Abril		Julio		Octubre	
	norte-sur	sur-norte	norte-sur	sur-norte	norte-sur	sur-norte
Distancia estimada (m)	960	420	930	450	420	960



a)



b)



c)

Figura-14. Valores de media y dispersión con respecto a distancia para todas las muestras de rompiente, en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.

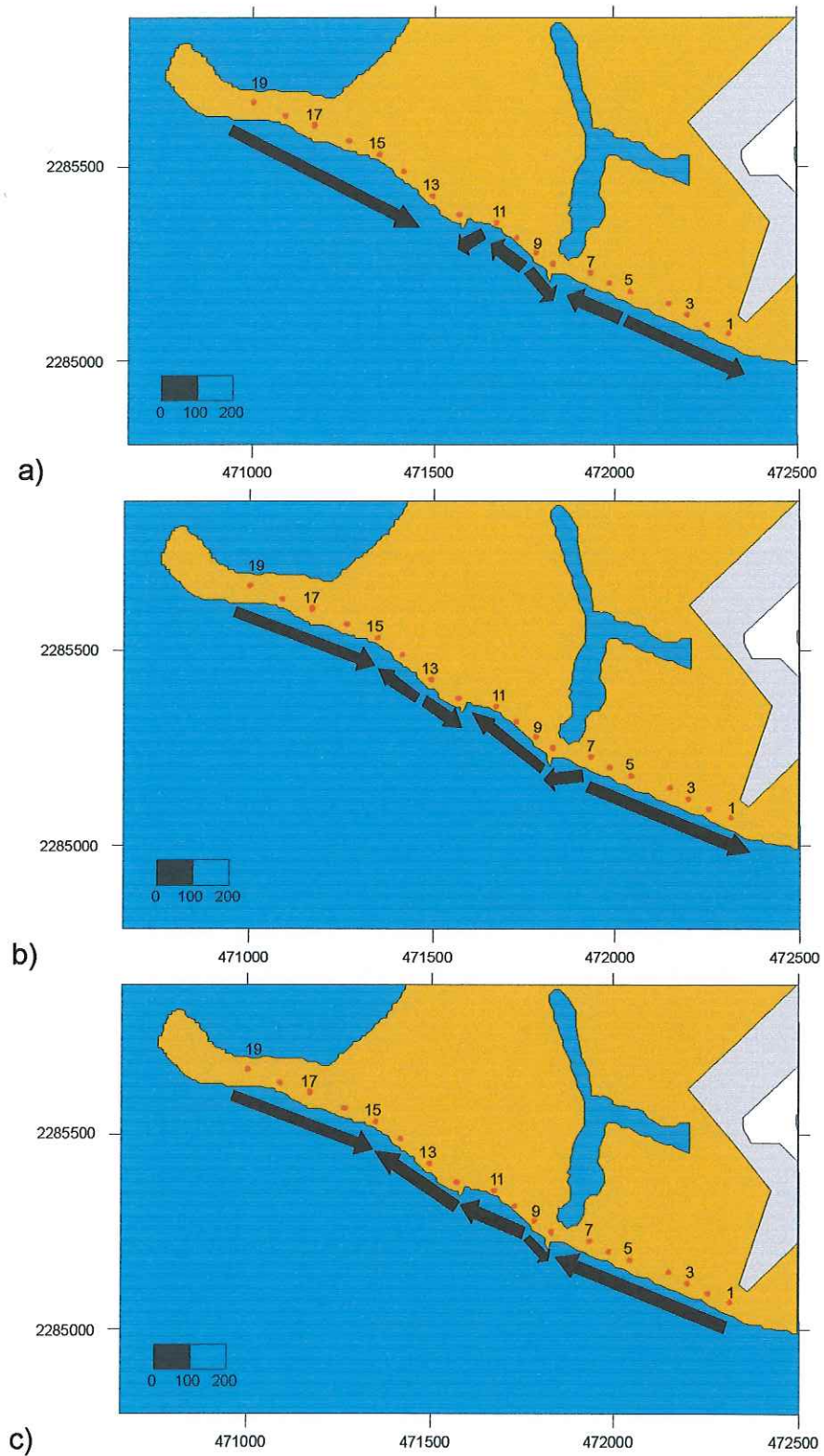


Figura-15. Sentido dominante del transporte litoral según los criterios de Sunamura y Horikawa 1971, en (a) abril, (b) julio y (c) octubre. Escala de barra en m.

## 5.2 Perfil de playa

### a) Volúmenes de arena por segmento de playa

Las comparaciones de volumen entre los segmentos de playa se realizaron de la siguiente manera: abril-julio, julio-octubre y octubre-abril.

En el segmento 1 se agruparon los primeros 4 perfiles. Abarcando un área de 7,200 m<sup>2</sup>, se observaron leves cambios de volumen de arena de abril con 8,763m<sup>3</sup>, julio con 8,033m<sup>3</sup> y octubre con 8,378m<sup>3</sup> (figuras 16, 17 y 18; segmento 1). Los cuales significan diferencias de: -730 m<sup>3</sup> abril-julio, +345 m<sup>3</sup> julio-octubre y +385 m<sup>3</sup> de acreción de octubre-abril. En cuanto a la pendiente promedio del segmento de playa también se encontraron diferencias mínimas de: abril con pendiente de 1:12.4 m, julio de 1:13.3 m y octubre de 1:12.5 m respectivamente.

El segmento 2 considero los perfiles 5, 6 y 7. Abarcando un área de 4800 m<sup>2</sup> se observaron los cambios de volumen de arena de abril con 8,113 m<sup>3</sup>, julio con 7,486 m<sup>3</sup> y octubre con 4,425 m<sup>3</sup> de material (figuras 16, 17 y 18; segmento 2). Los cuales significan diferencias de: -627 m<sup>3</sup> de abril-julio, -3,061 m<sup>3</sup> de julio-octubre y +3,668 m<sup>3</sup> de acreción de octubre-abril. Por su parte la pendiente promedio del segmento de playa fue cada vez mas suave: abril de 1:8.3 m, julio de 1:9.2 m y octubre de 1:14 m.

En el segmento 3 se utilizaron los perfiles 8, 9, 10 y 11. Abarcando un área de 7200 m<sup>2</sup> se observaron los cambios de volumen de arena de abril con 3,491 m<sup>3</sup>, julio con 8,258 m<sup>3</sup> y octubre con 7,199 m<sup>3</sup> (figuras 16, 17 y 18; segmento 3). Los cuales significan diferencias de: +4,767m<sup>3</sup> de arena de abril-

julio,  $-1,059 \text{ m}^3$  de julio-octubre y  $-3,708 \text{ m}^3$  de material erosionado de octubre-abril. La pendiente promedio del segmento de playa también mostró variaciones: abril de 1:9.8 m, julio de 1:7.4 m y octubre de 1:14.3 m. Cabe hacer notar que este segmento presentó la pendiente promedio más abrupta en comparación a los demás, en el mes de mayor depositación (julio); mostrando a la vez la pendiente promedio e individual (perfil 10) mas suaves en octubre, de 1:14.3 y de 1:20 respectivamente.

El segmento 4, perfiles 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19, abarcó un área de  $25,200 \text{ m}^2$  donde se observó los cambios del volumen de sedimento de abril con  $27,407 \text{ m}^3$ , julio con  $35,978 \text{ m}^3$  y octubre con  $11,208 \text{ m}^3$  (figuras 16, 17 y 18; segmento 4). Los cuales significan diferencias de:  $+8,571 \text{ m}^3$  de material abril-julio,  $-24,770 \text{ m}^3$  de julio-octubre y  $+16,200 \text{ m}^3$  de sedimento de acreción de octubre-abril. Por su parte la pendiente promedio de playa del segmento también mostró variaciones importantes: abril de 1:10.9 m, julio de 1:8.6 m y finalmente octubre de 1:12.1 m. Cabe decir que este segmento presentó la pendiente individual más abrupta, perfil 14 para el mes de julio de 1:5.7 m.

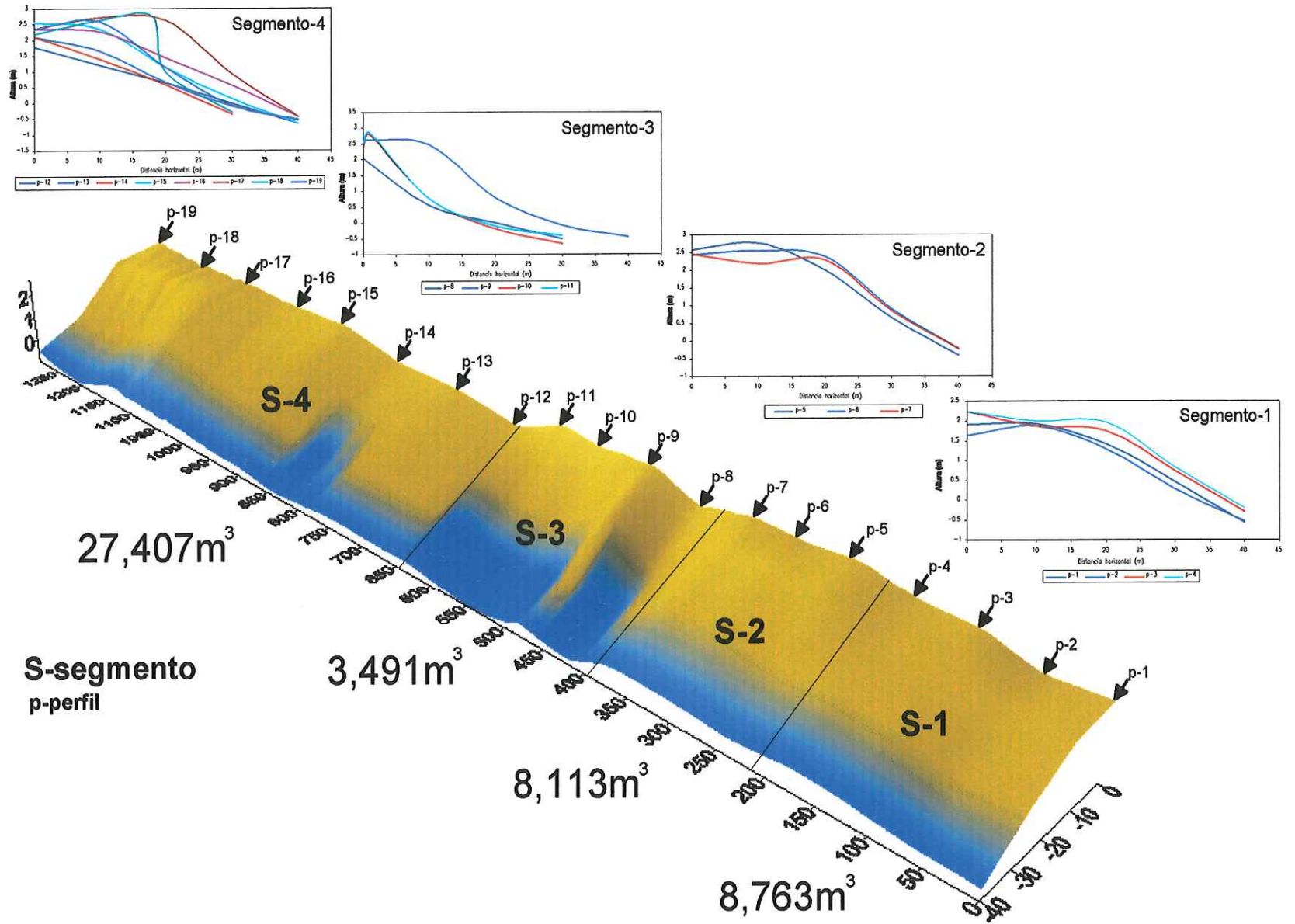


Figura-16. Morfología de la playa del área de estudio en el muestreo de abril, mostrando el volumen (m³) y perfiles por segmento.

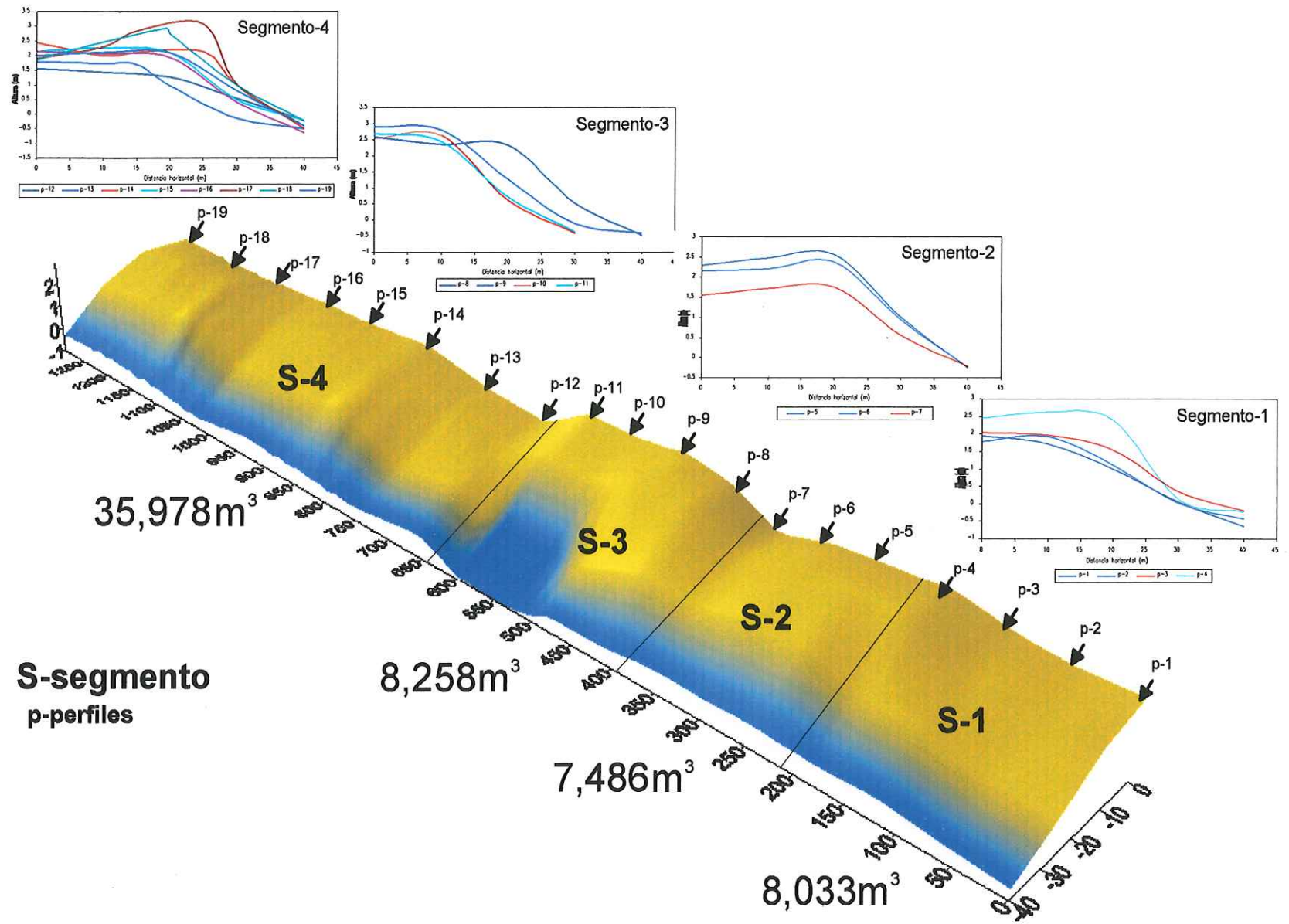


Figura-17. Morfología de la playa del área de estudio en el muestreo de julio, mostrando el volumen (m<sup>3</sup>) y perfiles por segmento.

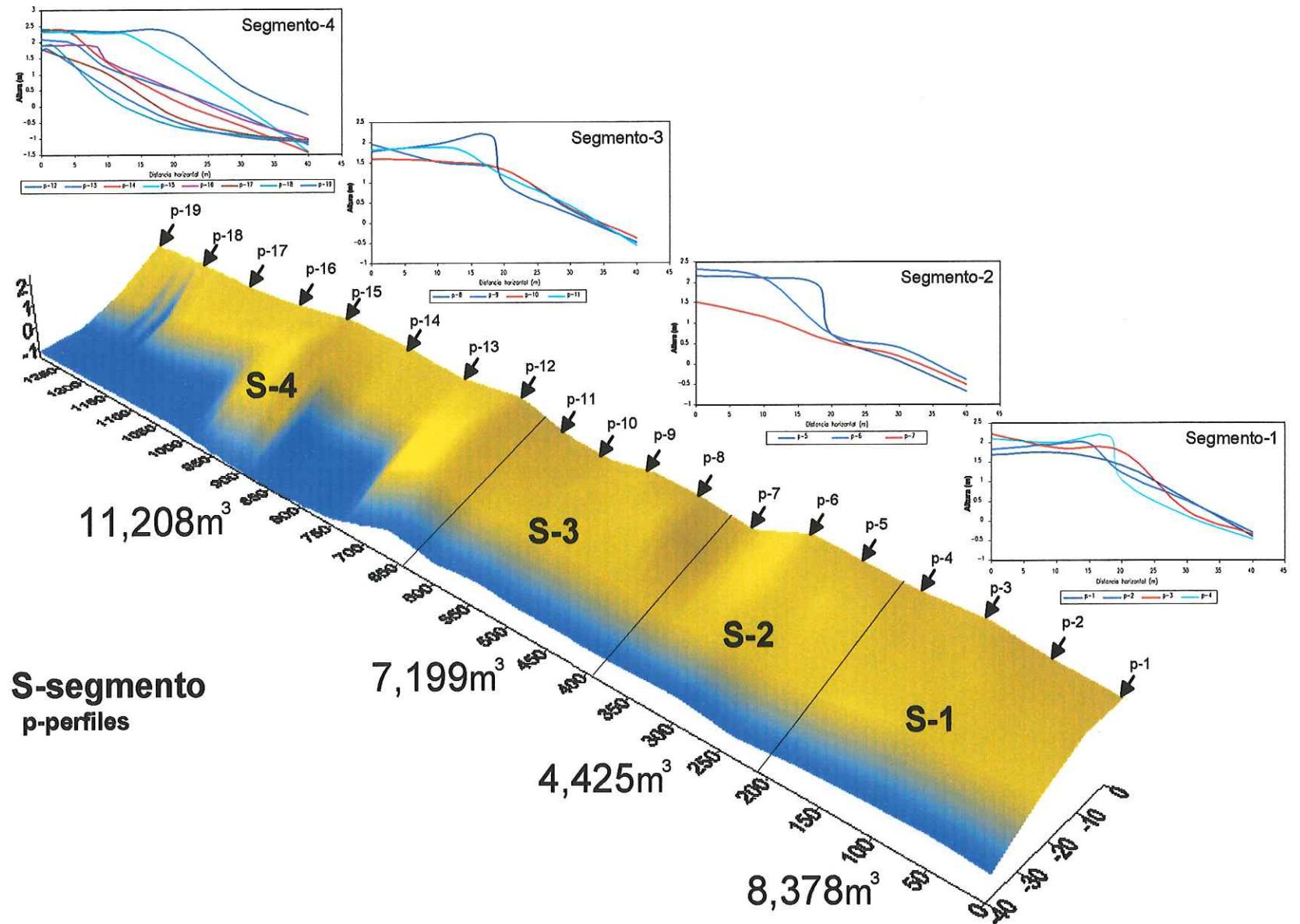


Figura-18. Morfología de la playa del área de estudio en el muestreo de octubre, mostrando el volumen (m<sup>3</sup>) y perfiles por segmento.

### b) Ancho de playa

Se observó tres zonas con diferente variabilidad (figura 19). La primera (segmentos 1 y 2) al sur del área de estudio presentó la menor variabilidad del ancho de playa. La segunda zona (segmento 3) esta claramente influenciada por estructuras de protección costera que la delimitan al sur y norte, presentó gran variabilidad con una recuperación del ancho de playa de abril (ancho promedio de 21.5m) a octubre (promedio de 35m). La tercer zona (segmento 4), mostró una clara influencia del Río Ameca, con un incremento de abril a julio y un marcado retroceso en octubre que se acentúa hacia el norte del área.

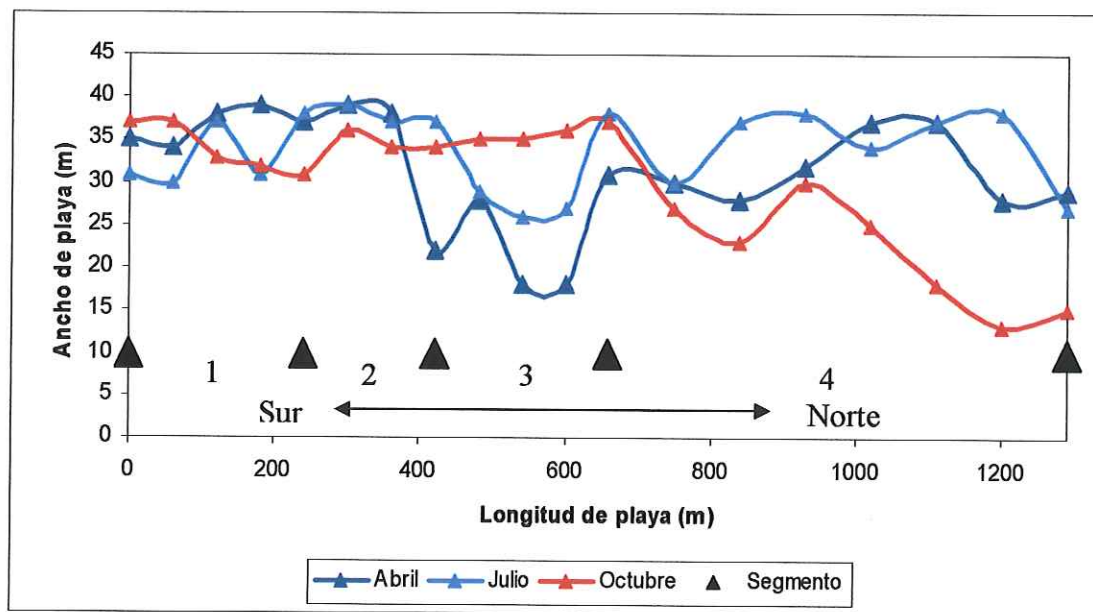


Figura-19. Ancho de playa a partir de cada punto de control durante las tres fechas de muestreo.

Tabla V. Anchos de playa durante el periodo de muestreo, con el segmento de playa al que pertenecen, punto de control (pc), distancia existente entre pc y distancia acumulativa (pc + pc).

Segmento	pc	Distancia / pc (m)	pc + pc	Ancho de playa		
				Abril	Julio	Octubre
1	1	60	0	35	31	37
	2	60	60	34	30	37
	3	60	120	38	37	33
	4	60	180	39	31	32
2	5	60	240	37	38	31
	6	60	300	39	39	36
	7	60	360	38	37	34
3	8	60	420	22	37	34
	9	60	480	28	29	35
	10	60	540	18	26	35
	11	60	600	18	27	36
4	12	90	660	31	38	37
	13	90	750	30	30	27
	14	90	840	28	37	23
	15	90	930	32	38	30
	16	90	1020	37	34	25
	17	90	1110	37	37	18
	18	90	1200	28	38	13
	19	90	1290	29	27	15

### 5.3 Estudios batimétricos estacionales

Al comparar las cartas batimétricas de abril y octubre (figura 20 a y b) se distinguen gran cantidad de rasgos en común y algunas diferencias. En ambos meses se destaca la presencia de dos cañones submarinos uno al norte del área, casi al llegar a la boca del Río Ameca y otro al sur frente a la zona hotelera. Los dos cañones delimitan una planicie dentro de la isóbata de -10m, de aproximadamente 600m de ancho y 1000m de largo. En abril (a) hay presencia de una lengüeta que se extiende de la isóbata de -10m a la de -20m, de unos 500m de largo, la cual desaparece en octubre (b).

Para destacar los principales cambios del fondo utilizamos los perfiles topo-batimétricos 13 y 15 en abril y octubre, (figura 21 a y b). De ambos perfiles t-b, solo el 15 resultó tener cambios, en donde se observó los efectos erosivos del mes de octubre en los primeros 100 m de longitud del perfil, de los 100 a los 250 m no se encontraron cambios, de los 250 m a los 500m se encontraron diferencias de 1.5m y de los 500m en adelante se produjeron cambios de 7 a 10m.

Para saber hasta que profundidad los cambios obtenidos en el perfil t-b 15 se deben al oleaje, se obtuvo la "profundidad de cerrado". Para oleaje local provocado por brisas marinas  $p_{cbm}=1.84$  m, y provocada por oleaje de tormenta de  $p_{ct}=6.2$  m.

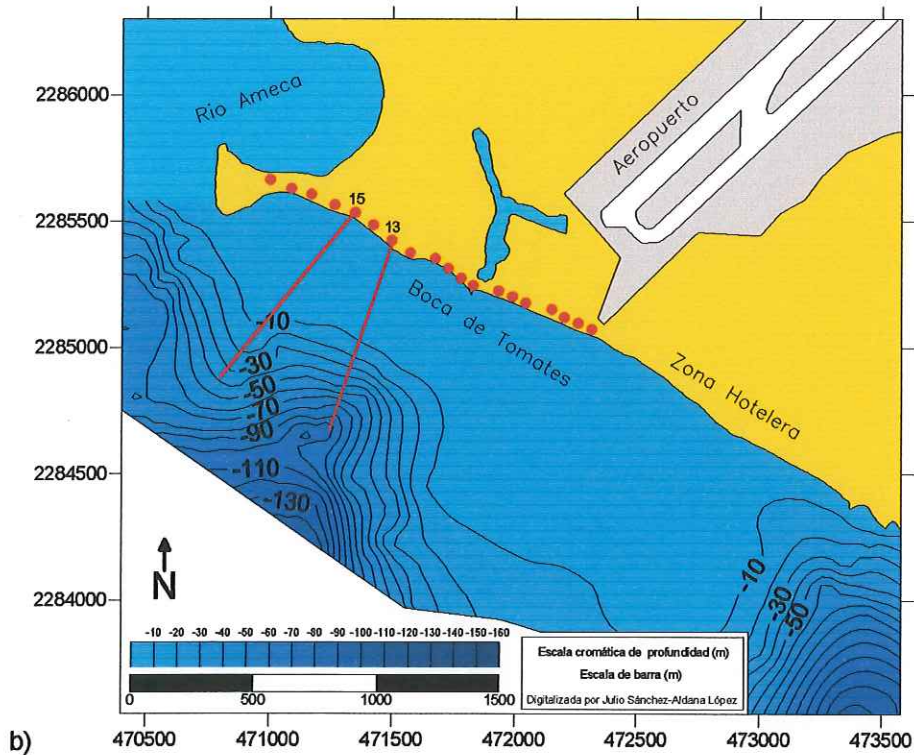
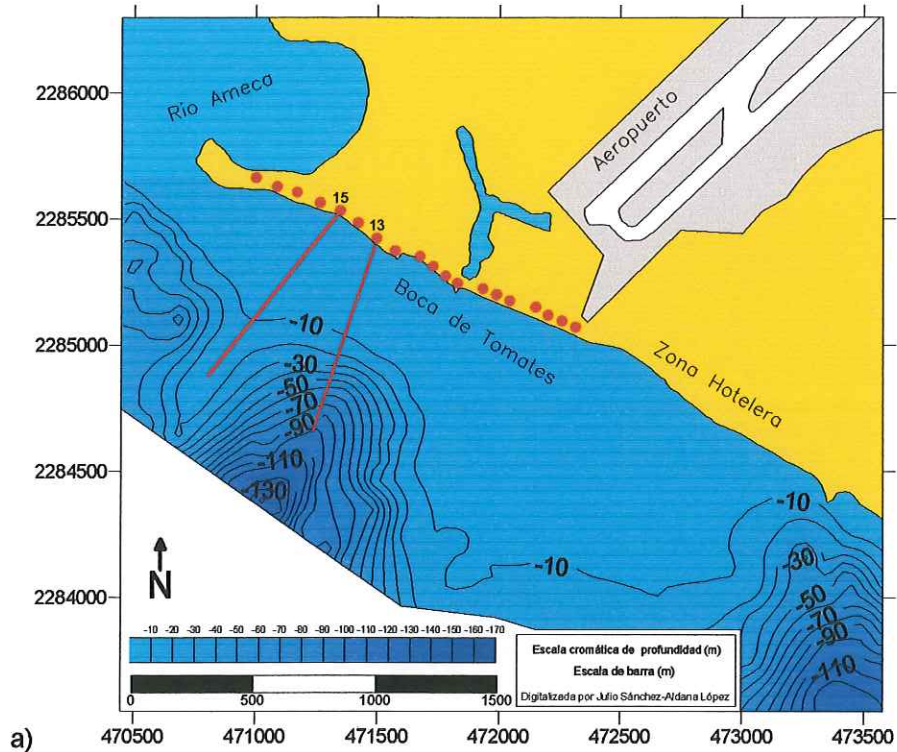
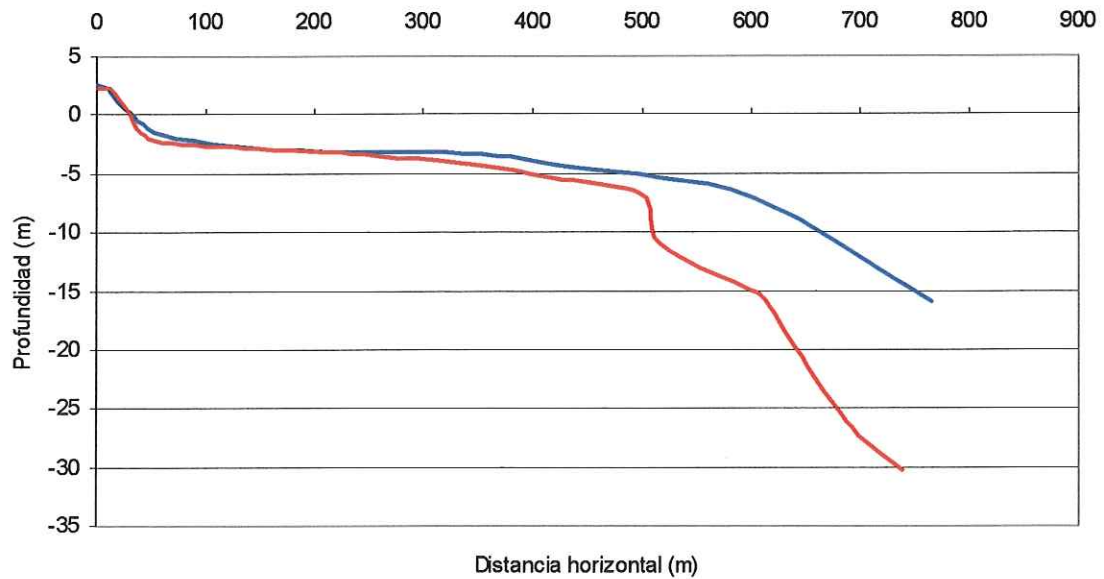
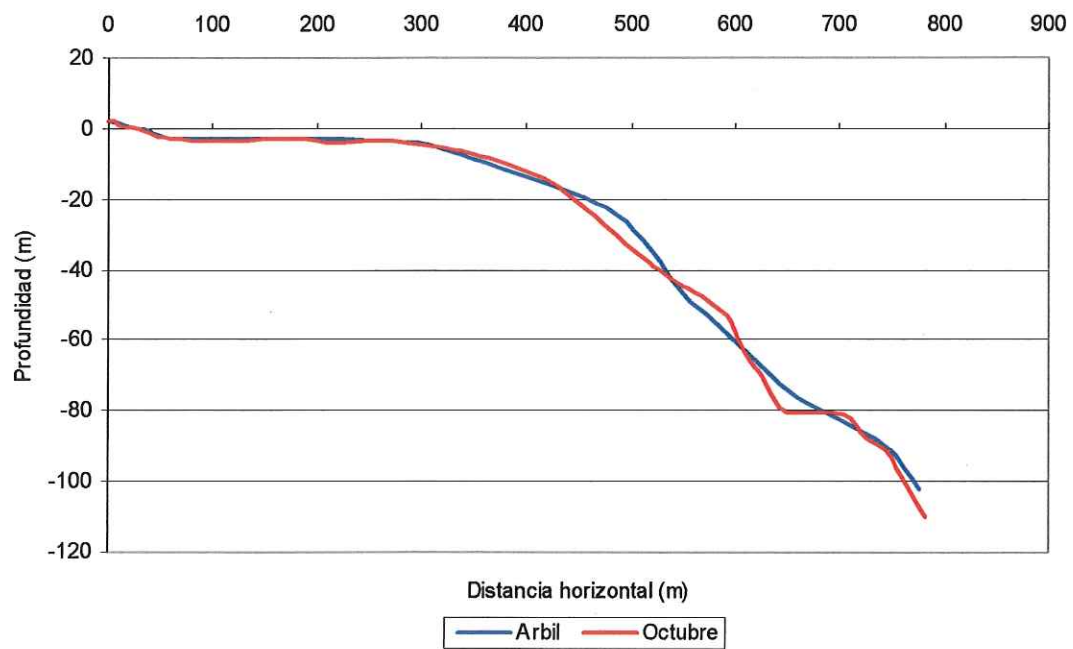


Figura-20. Área de estudio con los datos de la batimetría obtenidos durante el primer muestreo en abril (a) y durante el tercero en octubre (b). Ambas figuras muestran los perfiles prolongados (topo-batimétricos) a partir de los puntos de control 13 (perfil sur) y 15 (perfil norte).



a)



b)

Figura 21. Perfiles prolongados (perfiles-topobatimétricos) a partir de los puntos de control 15 (a, perfil norte) y 13 (b, perfil sur), registrados durante el primer periodo de muestreo (abril) y el tercer periodo (octubre).

## 6. DISCUSIONES

En general tanto las curvas de frecuencia porcentual del peso individual como los diagramas ternarios, nos proporcionaron, una clara tendencia hacia el aumento del tamaño de grano a partir del muestreo de abril, con respecto a los sucesivos en julio y octubre, en el caso de todas las muestras de rompiente. Las curvas de frecuencia bimodales presentes en julio, se deben a la presencia de materiales siliciclásticos o provenientes de rocas sedimentarias, tienen una moda al final de la fracción gruesa y otra moda al final de la fracción fina (Boggs, 1995), esto puede deberse al ambiente deltáico en el que se encuentra el área de estudio.

El comportamiento de las muestras del material de la berma y cara de playa, fue muy distinto al de las muestras de rompiente, ya que estas poseen una buena clasificación, con curvas de forma normal y modas que oscilaron entre 1.5 a 2.0 phi hasta 3.0 a 3.5 phi, desde arenas medias hasta arenas muy finas, sin la aparición de arenas gruesas ni guijarros. Esto puede deberse a que la formación de la cara de playa es debido al constante empuje del oleaje de baja energía que construye las playas, el cual selecciona el material fino; mientras que las dunas (en este caso post playa) se forman por el transporte eólico de las partículas.

La dirección dominante norte-sur encontrada en abril en 960 m de playa de 1,380 m de longitud del área de estudio, coincide con la dirección que fue estimada en la playa "El Salado" a pocos kilómetros al sur de la zona por Felix 2004 y Nieves 2005, para el mismo mes. En julio prevaleció esta misma

dirección de norte-sur en 930m de playa; mientras que, en el mes de octubre el sentido dominante fue en dirección sur-norte en 960 m de la zona de estudio, lo cual coincide también con el cambio registrado por Nieves 2005 en la playa "El Salado". Cabe mencionar que en el segmento de playa numero 3, conformado por los puntos de control 8, 9, 10 y 11, la dirección inferida posee a lo largo de todo el periodo de estudio una dirección sur-norte; mientras que en los puntos de control 15, 16, 17, 18 y 19, que conforman la mitad del segmento 4, la dirección predominante inferida fue en dirección opuesta, norte-sur, en todo el periodo de muestreo. Esto puede deberse a la influencia de dos espigones semidestruidos, los cuales pudieron causar alteraciones a la hidrología de la zona.

Considerando datos obtenidos de la Dirección del Servicio Meteorológico Nacional, SARH-CNA 2000, que indican de noviembre-abril los vientos predominantes son en dirección SE/NE con una precipitación media anual de 75-100 mm; mientras que el periodo de mayo-octubre se caracteriza por vientos dominantes con dirección NE al 100% y una precipitación de 1000-1200 mm, la cual en su mayoría se da durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, temporada de verano con gran actividad de huracanes y tormentas tropicales, podemos suponer que las direcciones obtenidas del transporte litoral dominante, presentaron el comportamiento inducido por el oleaje local en los meses de abril, mayo, junio y principios de julio, con dirección norte-sur; mientras que de agosto a septiembre, la presencia de marejadas y tormentas tropicales (Tabla VI) alteraron la dirección predominante del transporte litoral de forma opuesta sur-norte.

Tabla VI. Precipitación media y promedio anual durante el periodo de 1970-2000, fuente Servicio Meteorológico Nacional.

Mes	1970-2000 (mm)
Enero	15.01
Febrero	8.26
Marzo	2.26
Abril	0.8
Mayo	4.27
Junio	258.89
Julio	388.11
Agosto	325.96
Septiembre	402.84
Octubre	90.26
Noviembre	23.45
Diciembre	21.52
<b>Anual</b>	<b>1,541.63</b>

En cuanto a los cambios morfológicos observados en la playa se encontró una clara relación con lo dicho anteriormente. De manera que durante el mes de abril, podría decirse que todos los segmentos de playa están finalizando una época "sin lluvias" (Tabla VI), en la que puede intuirse un menor aporte sedimentario por parte de las fuentes de la zona, el Río Ameca principalmente, aunque a la vez, este periodo significa el tiempo en que las playas recuperan el material perdido durante el verano (época de huracanes y tormentas tropicales, mayor energía) ayudadas por el oleaje "constructivo" generado de manera local, el cual no posee la energía suficiente para remover el material si no, para acumularlo incrementando la pendiente de la playa. Acción que se contempló claramente en la serie de segmentos de playa registrados durante julio, la cual se llevó a cabo a principios del mes, cuando la llegada de las lluvias locales ya habían generado un mayor aporte sedimentario por parte de las fuentes, pero aun sin presentarse huracanes y tormentas tropicales. A esto se suman muchas evidencias tales como: presencia de material fino y grueso a la vez (curvas bimodales), dirección dominante del

transporte litoral norte-sur, misma presente en el mes de abril que influye en el aporte directo de material sedimentario proveniente de la boca del Río Ameca, a lo que podría sumarse la presencia de oleaje local de baja energía, ideal para la recuperación de las playas. Dicho de otra forma, julio pudo ser la representación de condiciones óptimas para la recuperación del área de estudio, alcanzando un volumen total de  $59,755 \text{ m}^3$  de arena en los 4 segmentos de playa, con una pendiente promedio de 1:9.6 m, abrupta comparada con un rango de pendientes de 1:6 y 1:25 m encontradas por Kreeke-Martinez, 2001.

Por su parte los meses de agosto, septiembre y octubre indican una alta actividad erosiva en la zona, por diferentes razones: desaparición casi absoluta de partículas finas en las muestras sedimentarias de rompiente de toda la zona, cambio de la dirección dominante del transporte litoral a sur-norte en contra del aporte sedimentario recibido por el Río Ameca, pérdida de  $28,545 \text{ m}^3$ , y pendiente promedio de 1:14 m, considerablemente suave, debido al retroceso o desaparición de la berma.

En cuanto al ancho de playa, la poca variabilidad de la primer zona puede deberse a que el cambio de dirección predominante del transporte litoral no le afectó, pues posee fuentes que la alimentan (playas con material) tanto al norte como al sur; mientras que la segunda zona presentó un incremento de abril a octubre. En esta, el transporte litoral fue en dirección sur-norte en forma constante (posiblemente a causa de las estructuras de protección), por lo que en abril y julio, meses con gran aporte sedimentario en dirección dominante norte-sur, esta zona podría no recibir el aporte de material debido a la presencia

de un espigón en la parte norte que provoca erosión en el interior de la zona. Pero al invertirse el transporte litoral en octubre en dirección sur-norte, el abastecimiento de material pudo magnificarse debido al espigón, provocando acreción en la parte sur (interior de la zona) y erosión en la parte norte. La tercer zona se vio influenciada por su cercanía a la boca del Río Ameca, ya que en los meses de abril y julio presentó los mayores anchos de playa provocados por un aporte de la fuente en dirección norte-sur y al cambiar el transporte litoral en octubre en dirección sur-norte, se impidió el paso de material a la zona siendo este expulsado por el caudal del río.

Los cambios observados en el perfil t-b 15, pueden indicarnos la presencia de oleaje de tormenta el cual pudo provocar las variaciones presentadas de los 250 a los 500 m de distancia de la costa, que son diferencias del orden de 1.5 m (según la  $p_{ct} = 6.2\text{m}$  obtenida). Mientras que los cambios a partir de los 500 m de distancia a una profundidad de 7 m, que producen la formación de un escarpe en octubre, se refieren a una razón de 7 a 10 m de diferencias de profundidad entre abril y octubre, que pudieron originarse por un derrumbe rotacional a causa de un deslizamiento por gravedad (figura 22), debido al constante aporte y acumulación de material proveniente del delta del Río Ameca crecido durante la época de lluvias. Por las características presentadas, puede ser un caso similar al ocurrido en la playa Mismaloya, ubicada al sur de Bahía de Banderas.

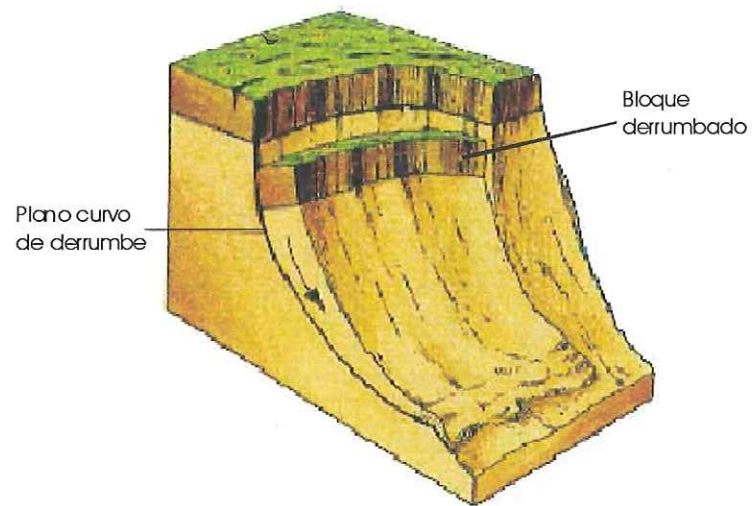


Figura 22. Un derrumbe rotacional está caracterizado por el movimiento a manera de bloque, de una masa de roca débil o sedimento a lo largo de un plano de deslizamiento curvado.

## 7. CONCLUSIONES

Durante el estudio se observó una tendencia en el incremento del tamaño de grano, de abril a octubre atribuible a un aumento en la energía del oleaje.

Se obtuvo una dirección de transporte litoral dominante norte-sur en abril y julio, en tanto en octubre lo fue sur-norte.

Los meses de abril y julio se caracterizaron por presentar depositación de sedimento ( $47,774 \text{ m}^3$  y  $59,755 \text{ m}^3$  respectivamente), mientras que en octubre dominó la erosión ( $31,210 \text{ m}^3$ ).

La mayor variabilidad morfológica se presentó en el segmento 4, con una tendencia de ganancia de material de abril a julio y pérdida de julio a octubre.

Existen evidencias batimétricas de un derrumbe rotacional en el perfil t-b 15, lo que puede explicar las marcadas variaciones morfológicas detectadas en el mismo.

## 8. RECOMENDACIONES

Considerando los daños que se observaron en la zona costera a causa de obras de protección mal diseñadas, es importante que estudios como el que se presenta deban ser considerados como un análisis previo obligatorio de las características de la zona para la planeación de un desarrollo. Pues debido al alto dinamismo de este entorno, las playas no pueden ser estudiadas individualmente, sino, como una cadena de procesos o eslabones, donde los cambios que afecten a uno, se verán reflejados a mayor escala.

Trabajos como este deben ser realizados durante periodos continuos y a lo largo de varios años para encontrar resultados que den información acerca de los posibles cambios a futuro y coadyuven a la toma de decisiones del desarrollo de la zona costera.

## 9. LITERATURA CITADA

- Arturo Monti, A. J. (2000). "Evaluación de la peligrosidad y el riesgo de erosión costera basada en indicadores ambientales". Tesina para obtener el diplomado de la Especialidad de Administración de Recursos Marinos. UABC, 80 pp.
- Aubrey, D. G. (1980). "Our Dynamic Coastline" *Ocean* 23 (4):5-13.
- Bird, E. (2001). "Coastal Geomorphology, an introduction" John Wiley & Sons, LTD, 322 pp.
- Boggs S. (1995). "Principles of sedimentology and stratigraphy". University of Oregon, Second Edition. Prentice Hall, 774 pp.
- BoKuniewicz, H. J. (1998). 'Monitoring beaches: Conditions at the Village of East Hampton, N.Y.'. *Shore and Beach*. 66(4):12-17.
- Brun, P. (1976). "Port Engineering". Gula Publishing Company, Book Division, Houston,London. 787 pp.
- Caviglia F. J. and J.L. Pousa (1996). "Beach Profile Response Simulation to Storm on the Argentine Coast". *Shore and Beach*. 64(2):11-15.
- Cruz Colín, M. E. (1994)."Balance sedimentario de la Bahía de Todos Santos, B.C, México". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ens., B.C., México, 77 pp.
- Enríquez Hernández, G. (1997). "Caracterización integral de recursos costeros en la región de El Rosario, Baja California". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ens., B.C., México, 52 pp.

- Folk, R. L. and W.C.Ward (1959). "Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters". *Journal Sedimentology Petrology*. Vol. 27, pp 3-26.
- Fontoura Klein, A. E., L. Benedet Filho and D. H. Schumacher (2002). "Short term Beach Rotation Processes indistinct Head land Bay Beach Systems". *Journal of Coastal Research* Vol. 18,(3)2002 (p 442-458).
- Friedman, G. M. (1961). "Distinction Between Dune, Beach and River Sands from their textural characteristics". *Journal Sedimentology Petrology*. Vol. 31, pp 514-529.
- Galindo Albrechtsen, K. (1997). "Cambios en el patrón de corrientes litorales en una playa de bolsillo con la introducción de obras costeras". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ens., B.C., México, 64 pp.
- Lazcano Venegas, H. (1997). "Variación del perfil de playa bajo condiciones de tormenta en la zona de playas de Tijuana, B.C." Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada B.C., México, 55 pp.
- Lewis, D. W. and D. McConchie (1994). "Analytical sedimentology". Chapman and Hall, New York, 197 pp.
- Mendoza Ponce, E. T. (1999). "Variación espaciotemporal del perfil de playa en Rosarito, B.C." Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada B.C., México, 50 pp.
- Mendoza Ponce, E. T. (2001). "Modelo de riesgo de la erosión costera por oleaje de tormenta: caso estudio playas de Rosarito, B. C. México". Tesis de Maestría, UABC, Ensenada B.C., México, 89 pp.

- Montes de Oca, M. (1989). "Topografía". Editorial Alfaomega, 4ta Edición, México, D.F., 343 pp.
- Montoya Turrillas, F. A. (1990). "Predicción del retroceso de la línea de costa en función de la elevación del nivel del mar para el periodo 1983-2001 en una playa de Bahía Todos Santos". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada B.C., México, 60pp.
- National Research Council (U. S.). Committee on Coastal Erosion Zone Management (1990). "Managing coastal erosion". Washington, D. C. National Academy, 182 pp.
- Pérez Higuera, R. y A. Chee Barragán (1984). "Transporte de sedimentos de la Bahía de Todos Santos, B. C." *Ciencias Marinas* 10 (3): 31-52 (22).
- Komar, P. D. (1976). "Beach Processes and Sedimentation". Prentice-Hall Inc., 425 pp.
- Rodríguez Castaneda, E. A. (1998). "Variabilidad estacional de la hidrología y transporte litoral en la Laguna de Chacahua, Oaxaca". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ens., B.C., México, 81 pp.
- Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Jalisco (1988). "Los Municipios de Jalisco". Colección: Enciclopedia de los Municipios de México.
- Shepard, F. P. (1977). "Geological Oceanography: Evolution of Coasts, Continental Margins and the Deep-Sea Floor". Crane Rusask And Company Inc. New York, 214 pp.
- Shore Protection Manual (1984). Volume 1 and 2. Coastal Engineering Research Center. U.S.

- Sunamura T. and K. Horikawa (1971). "Predominant Direction of Littoral Transport Along Kujuyukuri Beach, Japan". *Coastal Engineering in Japan*. Vol. 14, pp 106-117.
- Téllez García, G. (2003). "Diseño preliminar de un rompeolas sumergido separado de la línea de costa y su impacto potencial frente a los cantiles marinos de Punta Morro, Ensenada, B.C., México". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ens., B.C., México, 72pp.
- Terence C. B. and J. G. McPherson (1999). "Grain-Size and Textural Classification of Coarse Sedimentary Particles". *Journal of Coastal Research*. 69(1):6-19.
- Van de Kreeke J. and A. Martinez Brun (2001). "Sediment Exchange and Sources of Beach Sediment, Costa Banderas, México". *Shore and Beach*. 69(4):19-24.
- Vila-Concejo, A., I. Alejo and F. Vilas (2002). "Monitoring of a Beach with a Strong Antropogenic Impact by Means of Topographic and Bathymetric Surveys, Samil Beach, Spain". *Shore and Beach*. 70(2):3-10.
- Vizcaino Ochoa, V (2000). "Reclutamiento de Corales Hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) en las Costas de Bahía de Banderas y Sur de Nayarit, México". Tesis de Licenciatura de la U. de G., Gdl. Jalisco, 46pp.
- [http://www.brynmawr.edu/geology/geomorph/Closure\\_depth.html](http://www.brynmawr.edu/geology/geomorph/Closure_depth.html)
- <http://www.3.csc.noaa.gov/beachnourishment/html/geo/sediment.html>
- <http://smn.cna.gob.mx/SMN.html>

## APÉNDICE

Tabla AI. Peso neto y en porcentaje, muestras de Rompiente, Cara de playa y Berma.

Muestra1	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
Clase Ø																		
-4	0	0.00	4.5	6.97	23.6	25.44	0	0			0	0.00	0	0	0	0	0	0
-3	0	0.00	20.63	31.96	20.97	22.61	0	0			0	0.00	0	0	0	0	0	0
-2.75	7.54	9.19	5.84	9.05	14.34	15.46	0.76	2.27	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-2	7.31	8.91	4.76	7.38	5.66	6.10	0.16	0.48	0	0.00	0.24	0.79	0	0.00	0.11	0.23	0	0.00
-1.5	2.93	3.57	2.21	3.42	3.68	3.97	0.59	1.76	0	0.00	0.1	0.33	0.19	0.51	0.03	0.06	0	0.00
-1	1.82	2.22	2.12	3.28	2.32	2.50	0.72	2.15	0	0.00	0.14	0.46	0.11	0.30	0.06	0.13	0.05	0.10
-0.5	0.78	0.95	2	3.10	1.54	1.66	0.33	0.98	0	0.00	0.09	0.30	0.27	0.73	0.12	0.25	0.03	0.06
0	2.31	2.82	1.92	2.97	2.36	2.54	0.71	2.12	0	0.00	0.47	1.56	0.88	2.37	0.57	1.20	0.23	0.47
0.5	4.26	5.19	1.8	2.79	1.92	2.07	1.37	4.09	0.1	0.25	0.88	2.91	1.88	5.07	1.35	2.85	0.92	1.87
1	8.92	10.87	3.15	4.88	2.6	2.80	3.04	9.07	0.3	0.76	2.09	6.92	5.17	13.94	5.13	10.82	4.71	9.56
1.5	12.03	14.66	3.64	5.64	2.88	3.11	4.72	14.08	1.16	2.94	3.34	11.06	8.25	22.25	9.61	20.27	11.71	23.77
2	15.56	18.97	3.67	5.69	2.48	2.67	7.54	22.49	5.11	12.94	6.75	22.35	9.47	25.54	13.17	27.77	15.29	31.03
2.5	11.48	13.99	3.19	4.94	3.39	3.65	7.42	22.13	11.46	29.02	8.21	27.19	5.9	15.91	9.44	19.91	9.78	19.85
3	5.37	6.55	3.4	5.27	3.75	4.04	4.61	13.75	14.69	37.20	5.89	19.50	3.53	9.52	5.6	11.81	4.75	9.64
3.5	1.17	1.43	1.48	2.29	0.13	0.14	1.04	3.10	5.67	14.36	1.53	5.07	1	2.70	1.74	3.67	1.32	2.68
4	0.41	0.50	0.12	0.19	1	1.08	0.39	1.16	0.8	2.03	0.38	1.26	0.3	0.81	0.23	0.49	0.35	0.71
PAN	0.15	0.18	0.11	0.17	0.13	0.14	0.13	0.39	0.2	0.51	0.09	0.30	0.13	0.35	0.26	0.55	0.13	0.26
Total →	82.04		64.54		92.75	100.00	33.53		39.49		30.2		37.08		47.42		49.27	

Muestra3	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
Clase Ø																		
-4			20.57	31.71	14.51	25.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	8.05	13.19	10.71	16.51	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	5.44	8.91	10.21	15.74	4.48	7.99	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1.13	4.98	0	0.00
-2	7.03	11.52	7.64	11.78	7.89	14.07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-1.5	6.28	10.29	4.36	6.72	5.22	9.31	0.14	0.33	0	0.00	0	0.00	0.02	0.04	0.08	0.35	0	0.00
-1	5.91	9.68	2.86	4.41	5.08	9.06	0.21	0.50	0	0.00	0	0.00	0.05	0.11	0.17	0.75	0	0.00
-0.5	4.93	8.08	2.7	4.16	4.93	8.79	0.36	0.86	0	0.00	0	0.00	0.29	0.62	0.02	-0.09	0	0.00
0	4.39	7.19	1.89	2.91	3.43	6.12	0.72	1.71	0	0.00	0.15	0.51	0.94	2.02	0.43	1.89	0	0.00

0.5	3.8	6.22	1.32	2.03	1.66	2.96	1.56	3.71	0.19	0.56	0.59	2.00	1.91	4.10	0.88	3.88	0.11	0.29
1	4.19	6.86	1.21	1.87	1.11	1.98	4.22	10.03	0.89	2.63	2.5	8.49	4.8	10.30	2.03	8.94	0.19	0.50
1.5	3.05	5.00	0.43	0.66	0.87	1.55	7.45	17.70	2.86	8.44	5.64	19.14	8.45	18.13	3.33	14.67	0.22	0.58
2	2.94	4.82	0.22	0.34	1.35	2.41	12.16	28.89	6.59	19.44	8.94	30.35	12.77	27.39	5.05	22.25	2.17	5.68
2.5	2.62	4.29	0.29	0.45	1.8	3.21	9.06	21.53	8.9	26.25	6.36	21.59	9.73	20.87	4.51	19.87	9.48	24.83
3	1.69	2.77	0.11	0.17	2.38	4.25	4.28	10.17	9.73	28.70	3.71	12.59	5.66	12.14	3.01	13.26	16.74	43.84
3.5	0.44	0.72	0.25	0.39	0.94	1.68	1.36	3.23	3.88	11.45	1.13	3.84	1.47	3.15	1.6	7.05	7.51	19.67
4	0.22	0.36	0.05	0.08	0.32	0.57	0.47	1.12	0.65	1.92	0.31	1.05	0.38	0.82	0.35	1.54	1.5	3.93
PAN	0.07	0.11	0.05	0.08	0.09	0.16	0.1	0.24	0.21	0.62	0.13	0.44	0.15	0.32	0.15	0.66	0.26	0.68
Total →	61.05		64.87		56.06		42.09		33.9		29.46		46.62		22.7		38.18	

Muestra5	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
-4	5.46	9.93	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	4.92	8.95	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	9.03	16.42	4.11	10.85	10.54	19.84	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-2	6.37	11.58	0.95	2.51	7.43	13.99	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-1.5	4.74	8.62	1.14	3.01	4.92	9.26	0	0.00	0	0.00	0.02	0.10	0.12	0.18	0	0.00	0	0.00
-1	2.47	4.49	1.3	3.43	5.79	10.90	0.01	0.02	0	0.00	0	0.00	0.07	0.11	0.06	0.21	0	0.00
-0.5	1.74	3.16	1.81	4.78	5.25	9.88	0.13	0.30	0	0.00	0.02	0.10	0.15	0.23	0.14	0.48	0	0.00
0	2.12	3.85	2.31	6.10	3.18	5.99	0.42	0.98	0.01	0.04	0.01	0.05	0.41	0.63	0.13	0.44	0.17	0.55
0.5	2.46	4.47	2.78	7.34	2.41	4.54	0.99	2.30	0.14	0.49	0.15	0.72	1.27	1.94	0.39	1.33	1.17	3.78
1	3.94	7.16	4.33	11.43	3.07	5.78	2.82	6.56	0.66	2.32	0.52	2.49	4.94	7.54	1.4	4.79	5.49	17.73
1.5	3.53	6.42	4.61	12.17	2.75	5.18	6.23	14.49	2.11	7.41	1.69	8.08	13.01	19.86	3.98	13.61	7.97	25.73
2	3.23	5.87	4.41	11.64	2.62	4.93	12.42	28.88	4.09	14.37	4.94	23.63	21.55	32.90	4.5	15.38	7.6	24.54
2.5	2.43	4.42	3.7	9.77	2.37	4.46	10.54	24.51	5.55	19.49	6.53	31.23	14.38	21.95	8.08	27.62	4.43	14.30
3	1.78	3.24	3.98	10.50	1.9	3.58	5.67	13.19	8.44	29.65	5.22	24.96	6.95	10.61	8.84	30.22	2.81	9.07
3.5	0.46	0.84	1.83	4.83	0.54	1.02	2.91	6.77	5.45	19.14	1.35	6.46	2.01	3.07	0.38	1.30	0.27	0.87
4	0.23	0.42	0.49	1.29	0.27	0.51	0.72	1.67	1.73	6.08	0.37	1.77	0.47	0.72	1.24	4.24	0.96	3.10
PAN	0.09	0.16	0.14	0.37	0.08	0.15	0.14	0.33	0.29	1.02	0.09	0.43	0.18	0.27	0.11	0.38	0.1	0.32
Total →	55		37.89		53.12		43		28.47		20.91		65.51		29.25		30.97	

Muestra7	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
-4			16.39	20.68	14.6	19.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	0	0.00	15.9	20.06	17.06	22.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	3.26	6.61	8.7	10.98	20.25	26.41	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1.7	4.83	0	0.00
-2	1.94	3.94	4.95	6.24	7.58	9.89	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.09	0.30
-1.5	2.24	4.54	5.26	6.64	3.65	4.76	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-1	2.17	4.40	3.6	4.54	1.73	2.26	0.01	0.02	0	0.00	0	0.00	0.01	0.03	0.29	0.82	0	0.00
-0.5	3.04	6.17	2.96	3.73	1.46	1.90	0.08	0.18	0	0.00		0.00	0.02	0.05	0.32	0.91	0.11	0.37
0	3.64	7.38	2.85	3.60	1.15	1.50	0.44	0.97	0.04	0.13	0.07	0.28	0.14	0.36	0.88	2.50	0.44	1.48
0.5	3.85	7.81	2.31	2.91	0.89	1.16	1.66	3.66	0.24	0.78	0.23	0.93	0.52	1.33	1.12	3.18	0.81	2.72
1	5.89	11.95	3.67	4.63	1.26	1.64	5.62	12.40	0.97	3.14	0.91	3.68	2.38	6.10	2.86	8.13	3.33	11.16
1.5	5.91	11.99	3.7	4.67	1.03	1.34	9.91	21.87	1.81	5.87	1.93	7.81	7.25	18.57	5.58	15.86	7.53	25.24
2	7.76	15.74	3.2	4.04	1.12	1.46	13.73	30.30	3.79	12.29	4.88	19.75	13.75	35.22	8.93	25.38	8.82	29.57
2.5	5.96	12.09	2.22	2.80	1.79	2.33	8.69	19.18	6.68	21.65	7.64	30.92	9.16	23.46	7.22	20.52	4.9	16.43
3	2.58	5.23	1.95	2.46	2.18	2.84	3.55	7.83	9.93	32.19	6.67	26.99	4.38	11.22	4.44	12.62	2.82	9.45
3.5	0.65	1.32	1.05	1.32	0.61	0.80	1.19	2.63	5.5	17.83	1.76	7.12	1.02	2.61	1.3	3.69	0.67	2.25
4	0.31	0.63	0.42	0.53	0.24	0.31	0.31	0.68	1.62	5.25	0.53	2.14	0.3	0.77	0.41	1.17	0.22	0.74
PAN	0.1	0.20	0.14	0.18	0.08	0.10	0.12	0.26	0.27	0.88	0.09	0.36	0.11	0.28	0.14	0.40	0.09	0.30
Total →	49.3		79.27		76.68		45.31		30.85		24.71		39.04		35.19		29.83	

Muestra9	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
-4	9.67	11.60	5.46	8.32	14.87	23.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3		0.00		0.00	10	15.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	7.59	9.11	5.37	8.19	1.76	2.80	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-2	7.82	9.38	7.83	11.94	5.2	8.28	0.01	0.02	0	0.00	0.45	1.59	0.16	0.42	0.13	0.31	0	0.00
-1.5	2.98	3.58	7.57	11.54	4.49	7.15	0.11	0.22	0	0.00	0	0.00	0.03	0.08	0.33	0.79	0.07	0.18
-1	1.6	1.92	8.02	12.23	4	6.37	0.1	0.20	0	0.00	0.04	0.14	0.33	0.88	0.43	1.03	0.03	0.08
-0.5	0.73	0.88	6.28	9.57	3.59	5.72	0.12	0.23	0	0.00	0	0.00	0.92	2.44	0.56	1.34	0.07	0.18
0	0.71	0.85	5.15	7.85	4.22	6.72	0.27	0.53	0.16	0.38	0.08	0.28	0.26	0.69	1.38	3.30	0.26	0.68
0.5	1.71	2.05	4.37	6.66	3.12	4.97	0.98	1.92	0.54	1.28	0.6	2.12	3.59	9.53	3.18	7.61	0.68	1.77

1	5.36	6.43	4.91	7.49	2.73	4.35	4.2	8.22	2.12	5.03	2.29	8.10	6.73	17.86	11.25	26.91	2.52	6.57
1.5	9.37	11.24	2.78	4.24	1.04	1.66	9.35	18.29	4.84	11.48	4.42	15.63	8.64	22.93	11.94	28.56	7.92	20.66
2	13.65	16.38	1.76	2.68	0.87	1.39	16.12	31.53	8.2	19.45	7.31	25.86	10.2	27.07	8.26	19.76	12.16	31.72
2.5	13.3	15.96	1.71	2.61	1.78	2.83	11.35	22.20	10.4	24.67	7.31	25.86	4.82	12.79	3.09	7.39	8.04	20.97
3	7.18	8.61	2.38	3.63	3.03	4.82	6.06	11.85	11.45	27.16	4.56	16.13	1.5	3.98	0.87	2.08	4.73	12.34
3.5	1.2	1.44	1.33	2.03	1.53	2.44	2.01	3.93	3.57	8.47	0.9	3.18	0.22	0.58	0.1	0.24	1.34	3.50
4	0.34	0.41	0.48	0.73	0.45	0.72	0.33	0.65	0.68	1.61	0.24	0.85	0.19	0.50	0.18	0.43	0.35	0.91
PAN	0.14	0.17	0.19	0.29	0.13	0.21	0.11	0.22	0.2	0.47	0.07	0.25	0.09	0.24	0.11	0.26	0.17	0.44
Total →	83.35		65.4		62.81		51.12		42.16		28.27		37.68		41.81		38.34	

Muestra 11	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
-4	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	1.31	3.65	0.75	2.34	3.13	6.01	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-2	0	0.00	0.18	0.56	5.93	11.40	0	0.00	0.2	0.43	0	0.00	0	0.00	0.11	0.20	0	0.00
-1.5	0.38	1.06	0.81	2.53	6.51	12.51	0	0.00	0.52	1.13	0	0.00	0	0.00	0.14	0.25	0	0.00
-1	0.53	1.48	0.71	2.22	6.1	11.72	0.13	0.34	0.65	1.41	0.04	0.11	0	0.00	0.21	0.38	0	0.00
-0.5	0.48	1.34	1.08	3.37	4.89	9.40	0.1	0.26	0.67	1.45	0.02	0.06	0	0.00	0.35	0.63	0.03	0.07
0	0.74	2.06	2.28	7.12	5.37	10.32	0.44	1.14	1.03	2.23	0.31	0.87	0.03	0.05	1.03	1.84	0.22	0.54
0.5	0.77	2.15	3.42	10.68	4.1	7.88	1.18	3.05	1.31	2.84	0.92	2.60	0.18	0.33	2.86	5.12	0.96	2.34
1	0.93	2.59	5.53	17.27	3.99	7.67	4.27	11.02	2.91	6.31	2.88	8.13	1.47	2.66	7.22	12.92	5.21	12.70
1.5	0.73	2.04	4.16	12.99	2.73	5.25	8.21	21.19	4.53	9.83	5.51	15.55	5.61	10.14	9.06	16.21	11.33	27.63
2	1.78	4.96	3.34	10.43	2.44	4.69	11.26	29.07	6.63	14.38	8.26	23.31	15.54	28.10	13.13	23.50	11.35	27.68
2.5	5.36	14.95	2.94	9.18	2.56	4.92	6.78	17.50	7.5	16.27	8.6	24.27	15.15	27.40	10.96	19.61	6.69	16.31
3	10.94	30.51	3.55	11.08	2.66	5.11	4.51	11.64	10.1	21.91	6.72	18.97	11.32	20.47	7.42	13.28	3.8	9.27
3.5	8.34	23.26	2.28	7.12	1.19	2.29	1.57	4.05	6.86	14.88	1.74	4.91	5.25	9.49	2.71	4.85	1	2.44
4	3.14	8.76	0.79	2.47	0.34	0.65	0.22	0.57	2.67	5.79	0.35	0.99	0.66	1.19	0.51	0.91	0.27	0.66
PAN	0.43	1.20	0.21	0.66	0.1	0.19	0.07	0.18	0.51	1.11	0.08	0.23	0.09	0.16	0.17	0.30	0.15	0.37
Total →	35.86		32.03		52.04		38.74		46.09		35.43		55.3		55.88		41.01	

Muestra13	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
Clase Ø																		
-4	0	0.00	7.82	16.96	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	0	0.00	4.06	8.81	13.57	26.54	0	0.00	0	0.00	0.91	2.43	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-2	0.42	1.13	3.26	7.07	4.56	8.92	0	0.00	0	0.00	0.91	2.43	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-1.5	0.25	0.67	2.27	4.92	4.72	9.23	0.08	0.20	0	0.00	0.92	2.46	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-1	0.48	1.29	1.13	2.45	6.44	12.59	0.05	0.12	0	0.00	1.25	3.34	0	0.00	0.03	0.07	0	0.00
-0.5	0.47	1.26	1	2.17	5.39	10.54	0.12	0.29	0.01	0.04	1.9	5.07	0.02	0.05	0	0.00	0	0.00
0	0.83	2.23	2.72	5.90	7.14	13.96	0.56	1.37	0.03	0.11	3.31	8.84	0.08	0.21	0.04	0.09	0	0.00
0.5	1.06	2.85	4.49	9.74	4.51	8.82	1.63	4.00	0.17	0.64	4.45	11.89	0.3	0.79	0.39	0.85	0.12	0.37
1	1.11	2.98	8.53	18.50	2.85	5.57	5.46	13.38	1.22	4.61	7.08	18.91	2.17	5.71	2.3	5.01	0.5	1.55
1.5	0.6	1.61	4.99	10.82	0.78	1.53	8.65	21.20	4.95	18.69	6.07	16.21	6.96	18.31	8.92	19.43	3.3	10.23
2	2.16	5.80	2.01	4.36	0.27	0.53	9.95	24.39	6.9	26.05	4.71	12.58	11.91	31.33	15.01	32.69	10.82	33.54
2.5	8.55	22.96	1.28	2.78	0.35	0.68	6.13	15.02	5.63	21.25	3.15	8.41	8.21	21.59	10.34	22.52	9.18	28.46
3	13.84	37.16	1.32	2.86	0.28	0.55	6.32	15.49	5.22	19.71	2.01	5.37	6.01	15.81	6.66	14.50	5.54	17.17
3.5	5.85	15.71	0.75	1.63	0.07	0.14	1.61	3.95	1.77	6.68	0.45	1.20	1.91	5.02	1.78	3.88	2.11	6.54
4	1.35	3.63	0.38	0.82	0.15	0.29	0.18	0.44	0.47	1.77	0.23	0.61	0.32	0.84	0.32	0.70	0.59	1.83
PAN	0.27	0.73	0.09	0.20	0.06	0.12	0.06	0.15	0.12	0.45	0.09	0.24	0.13	0.34	0.13	0.28	0.1	0.31
Total →	37.24		46.1		51.14		40.8		26.49		37.44		38.02		45.92		32.26	

Muestra15	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
Clase Ø																		
	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	0	0.00	0	0.00	70.53	83.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	0	0.00	1.21	3.74	6.2	7.36	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-2	0.24	0.52	0.2	0.62	1.72	2.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-1.5	0.48	1.05	0.03	0.09	1.4	1.66	0	0.00	0.15	0.32	0	0.00	0	0.00	0.15	0.32	0.03	0.07
-1	2.12	4.63	0.22	0.68	0.76	0.90	0	0.00	0.05	0.11	0	0.00	0	0.00	0.05	0.11	0	0.00
-0.5	3.21	7.01	0.09	0.28	0.43	0.51	0	0.00	0.01	0.02	0.02	0.06	0	0.00	0.01	0.02	0.04	0.09
0	0.13	0.28	0.4	1.24	0.31	0.37	0	0.00	0.13	0.28	0.06	0.18	0	0.00	0.13	0.28	0.45	1.01
0.5	3.34	7.29	0.56	1.73	0.32	0.38	0.16	0.53	0.32	0.68	0.31	0.94	0	0.00	0.32	0.68	2.44	5.50
1	2.65	5.79	1.29	3.98	0.3	0.36	1.13	3.76	1.52	3.23	0.8	2.42	0	0.00	1.52	3.23	6.92	15.59

1.5	1.19	2.60	3.45	10.65	0.18	0.21	3.28	10.91	4.42	9.38	2.21	6.68	0	0.00	4.42	9.38	10.78	24.29
2	1.98	4.32	8.94	27.61	0.3	0.36	8.55	28.44	11.25	23.88	7.6	22.97	0	0.00	11.25	23.88	11.12	25.06
2.5	4.83	10.55	8.98	27.73	0.68	0.81	9.51	31.64	14	29.72	12.22	36.94	0	0.00	14	29.72	6.6	14.87
3	8.91	19.45	4.92	15.19	0.69	0.82	5.52	18.36	10.28	21.82	8.22	24.85	0	0.00	10.28	21.82	3.98	8.97
3.5	10.27	22.42	1.46	4.51	0.19	0.23	1.26	4.19	3.72	7.90	1.3	3.93	0	0.00	3.72	7.90	1.48	3.33
4	5.54	12.10	0.48	1.48	0.17	0.20	0.54	1.80	1	2.12	0.26	0.79	0	0.00	1	2.12	0.35	0.79
PAN	0.91	1.99	0.15	0.46	0.06	0.07	0.11	0.37	0.26	0.55	0.08	0.24	0	0.00	0.26	0.55	0.19	0.43
Total →	45.8		32.38		84.24		30.06		47.11		33.08		0		47.11		44.38	

Muestra17	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
-4	0	0.00	0	0.00	24.86	38.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	1.12	2.48	1.34	4.15	7.73	11.82	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-2	2.8	6.20	0.09	0.28	7.32	11.19	0.37	0.83	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-1.5	4.04	8.95	0.33	1.02	6.38	9.76	0.2	0.45	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.18	0.41	0	0.00
-1	5.26	11.66	0.04	0.12	5.86	8.96	0.64	1.43	0	0.00	0.13	0.39	0	0.00	0.05	0.11	0	0.00
-0.5	4.18	9.26	0.04	0.12	4.29	6.56	1.69	3.78	0	0.00	0.18	0.54	0	0.00	0.12	0.27	0	0.00
0	4.2	9.31	0.32	0.99	2.16	3.30	0.13	0.29	0	0.00	0.68	2.06	0	0.00	0.69	1.55	0.06	0.18
0.5	3.38	7.49	0.69	2.13	0.77	1.18	3.72	8.32	0.11	0.34	1.21	3.66	0	0.00	2.35	5.29	0.42	1.29
f	3.98	8.82	1.82	5.63	0.46	0.70	9.26	20.70	0.44	1.36	2.44	7.38	0	0.00	8.34	18.77	2.74	8.38
1.5	3	6.65	3.56	11.01	0.21	0.32	10.73	23.99	2.24	6.92	3.55	10.74	0	0.00	12.56	28.26	8.02	24.54
2	4.31	9.55	7.04	21.78	0.36	0.55	11.21	25.06	7.45	23.01	6.41	19.40	0	0.00	10.74	24.17	10.19	31.18
2.5	4.75	10.53	9.34	28.90	1.16	1.77	4.86	10.87	11.54	35.64	8.58	25.97	0	0.00	5.81	13.07	6.13	18.76
3	2.95	6.54	6.19	19.15	2.27	3.47	1.52	3.40	8.52	26.31	7.28	22.03	0	0.00	2.65	5.96	3.69	11.29
3.5	0.75	1.66	1.1	3.40	1.31	2.00	0.15	0.34	1.62	5.00	2.21	6.69	0	0.00	0.56	1.26	1.3	3.98
4	0.3	0.66	0.29	0.90	0.15	0.23	0.17	0.38	0.33	1.02	0.25	0.76	0	0.00	0.26	0.59	0.04	0.12
PAN	0.11	0.24	0.13	0.40	0.1	0.15	0.08	0.18	0.13	0.40	0.12	0.36	0	0.00	0.13	0.29	0.09	0.28
Total →	45.13		32.32		65.39		44.73		32.38		33.04		0		44.44		32.68	

Muestra19	Rompiente						Cara de playa						Berma					
	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %	Abril	Peso %	Julio	Peso %	Octubre	Peso %
-4	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	0	0.00	8.22	14.62	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2.75	7.46	22.62	4.1	7.29	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-2	3.06	9.28	3.06	5.44	1.65	3.29	0.04	0.10	0	0.00	0	0.00	0.49	1.42	0	0.00	0	0.00
-1.5	4.09	12.40	2.54	4.52	1.55	3.09	0.1	0.26	0.04	0.13	0	0.00	0.13	0.38	0.18	0.51	0.04	0.10
-1	3.1	9.40	1.94	3.45	4.07	8.11	0	0.00	0.03	0.10	0	0.00	0.32	0.92	0.07	0.20	0.02	0.05
-0.5	1.47	4.46	2.14	3.81	7.78	15.51	0.16	0.41	0	0.00	0.04	0.11	0.49	1.42	0.29	0.82	0.02	0.05
0	2.38	7.22	2.09	3.72	7.3	14.55	0.3	0.78	0.02	0.07	0.14	0.37	0.99	2.86	0.55	1.56	0.08	0.20
0.5	2.26	6.85	2.69	4.78	3.87	7.71	1.17	3.03	0.12	0.40	0.53	1.42	2.1	6.07	1.29	3.65	0.59	1.51
1	2.97	9.01	5.52	9.82	3.31	6.60	5.82	15.06	0.21	0.70	1.38	3.69	6.16	17.79	3.88	10.98	4.8	12.29
1.5	2.06	6.25	7.39	13.14	2.93	5.84	9.77	25.28	0.3	1.01	2.8	7.49	8.17	23.60	7.75	21.92	11.69	29.94
2	1.91	5.79	8.35	14.85	4.31	8.59	12.78	33.07	2.49	8.35	8.53	22.81	9.49	27.41	10.3	29.14	12.11	31.01
2.5	1.33	4.03	4.91	8.73	5.56	11.08	5.61	14.51	8.24	27.63	12.6	33.69	4.32	12.48	6.78	19.18	5.99	15.34
3	0.64	1.94	2.33	4.14	4.83	9.63	2.27	5.87	11.61	38.93	8.46	22.62	1.46	4.22	3.12	8.83	2.72	6.97
3.5	0.07	0.21	0.59	1.05	2.16	4.31	0.4	1.03	5.4	18.11	2.19	5.86	0.21	0.61	0.76	2.15	0.65	1.66
4	0.14	0.42	0.25	0.44	0.71	1.42	0.16	0.41	1.18	3.96	0.61	1.63	0.19	0.55	0.26	0.74	0.23	0.59
PAN	0.04	0.12	0.1	0.18	0.14	0.28	0.07	0.18	0.18	0.60	0.12	0.32	0.1	0.29	0.12	0.34	0.11	0.28
Total →	32.98		56.22		50.17		38.65		29.82		37.4		34.62		35.35		39.05	

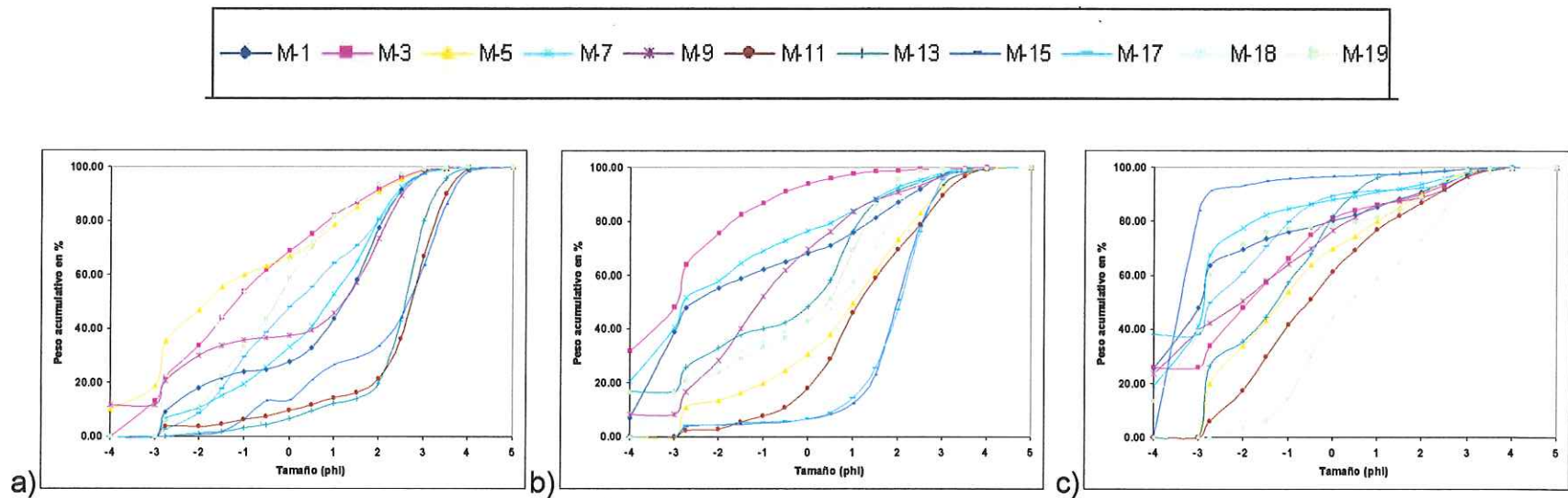


Figura A1. Curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño (phi). Muestras de rompiente en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.

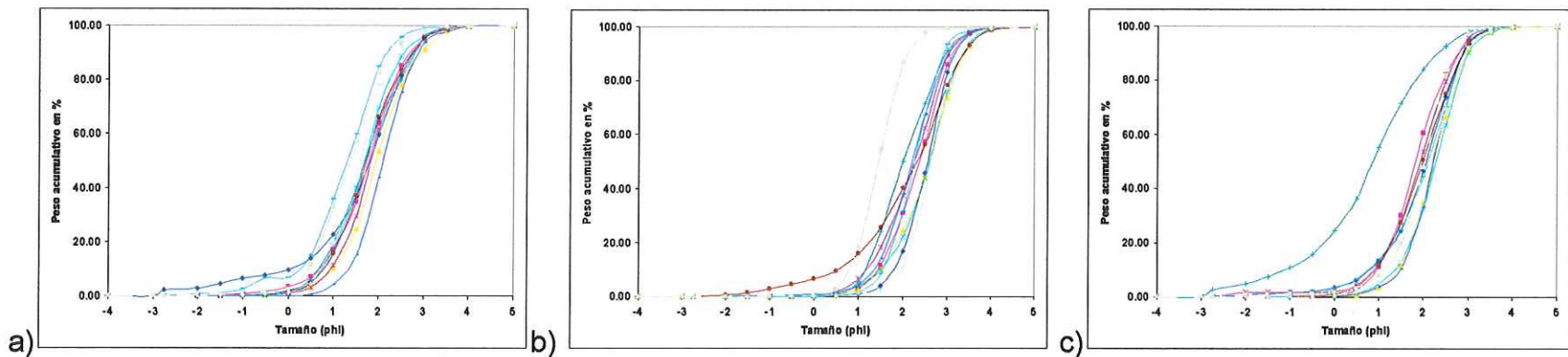


Figura A2. Curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño (phi). Muestras de cara de playa (a) abril, (b) julio y (c) octubre.

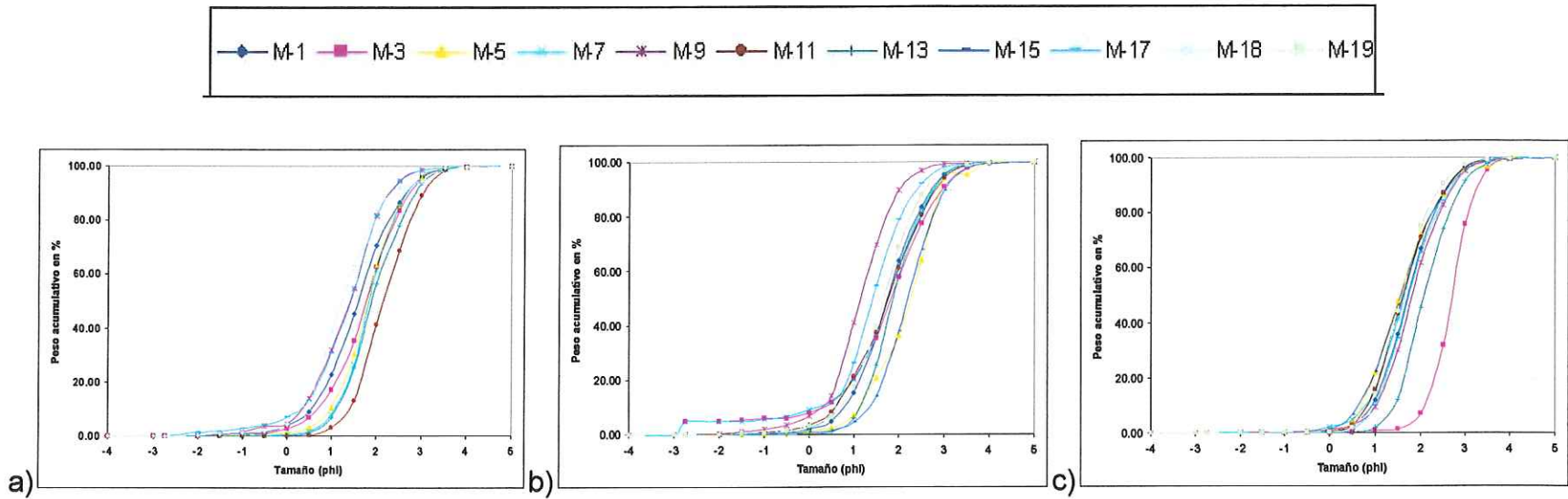


Figura A3. Curvas de frecuencia porcentual del peso acumulativo contra tamaño (phi). Muestras de la berma en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.

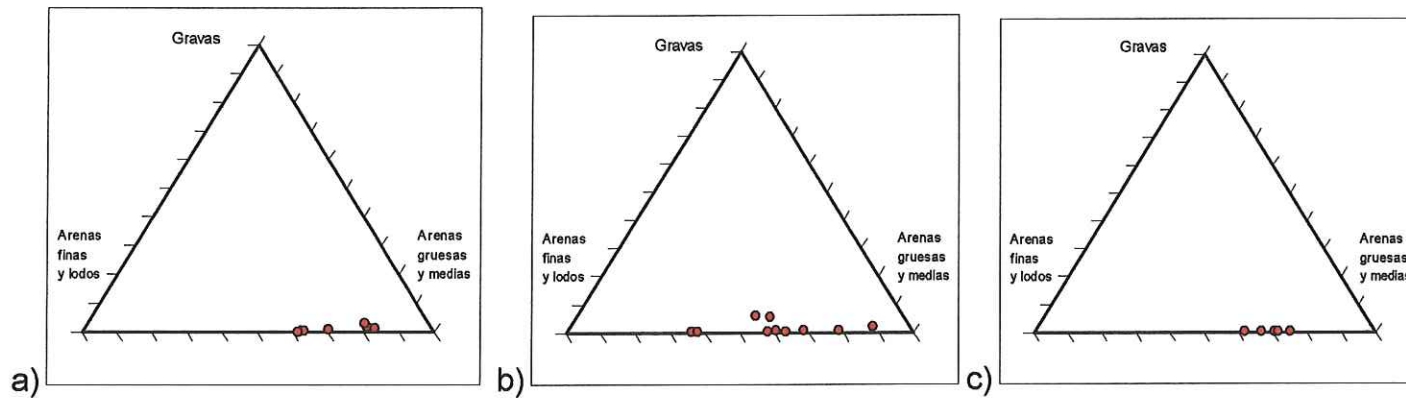


Figura A4. Diagramas ternarios de las muestras de la berma de los tres muestreos en (a) abril, (b) julio y (c) octubre.