



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ASPECTOS DE LA MORFOMETRIA DE LOS DELFINES MOTEADOS COSTEROS (*Stenella attenuata graffmani* LONNBERG, 1934) Y DE ALTA MAR (*Stenella attenuata* GRAY, 1846) DEL OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
JOSE LUIS LOPEZ SANCHEZ



DIRECTOR DE TESIS DRA. LAURA ELENA SANVICENTE ANORVE

MEXICO, D. F.

1998.

FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION DE TESIS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

85 5005



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: Aspectos de la morfometría de los delfines moteados costeros (Stenella attenuata graffmani, Lönnberg, 1934) y de alta mar (Stenella attenuata, Gray, 1846) del Océano Pacífico Oriental Tropical.

realizado por José Luis López Sánchez

con número de cuenta 7624622-5 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

Dra. Laura Elena Sanvicente Añorve

*Laura Sanvicente*

Propietario

Dr. Xavier Chiappa Carrara

*Xavier Chiappa Carrara*

Propietario

Biol. Mario Alberto Salinas Zacarías

*Mario Alberto Salinas Zacarías*

Suplente

Biol. Paloma Ladrón de Guevara Porras

*Paloma Ladrón de Guevara Porras*

Suplente

M. en C. Livia León Paniagua

FACULTAD DE CIENCIAS  
U.N.A.M.  
*Livia León Paniagua*

Consejo Departamental de Biología

*Edna María Suárez Díaz*

Dra. Edna María Suárez Díaz



DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGÍA

## Dedicatoria.

Este modesto trabajo está dedicado, con todo mi cariño y de forma muy especial a toda mi familia, en especial a mis padres, Luis y Carmelita. Su apoyo fue factor fundamental en mi formación. A mis hermanas Dulce, Sonia y Lorena porque siempre se preocuparon por que llegara a fin este trabajo. A mis cuñados Raúl y Alberto por el apoyo que siempre le han dado a la familia. A mis sobrinos Olmo, Nadia, Martín y Daniel para que este trabajo les sirva de ejemplo.

También le dedico este trabajo a Edith Zárate por su cotidiano y constante apoyo, el cual me ha motivado a seguir adelante. Por compartir conmigo el gusto y la admiración por esos maravillosos seres vivos que son los mamíferos marinos y, en general, por el gusto y admiración por la vida.



# Contenido

- I. Introducción.
- II. Antecedentes
- III. Generalidades de la biología del delfín moteado pantropical, *Stenella attenuata*
  - a) Clasificación
  - b) Biología y ecología.
    - b.1) Población del Pacífico Oriental Tropical (POT).
      - b.1.1) Población de alta mar del norte y del sur.
      - b.1.2) Población costera del Pacífico Oriental Tropical.
    - b.2) Población del Océano Indo-Pacífico.
    - b.3) Población del Atlántico.
- IV. Área de estudio.
  - a) Región de alta mar del Pacífico Oriental Tropical (POT).
    - a.1) Localización geográfica.
    - a.2) Topografía del fondo marino
      - i) La cordillera Pacífico oriental.
      - ii) Fallas.
      - iii) Trinchera Mesoamericana.
    - a.3) Características oceanográficas.
      - i) Corrientes.
      - ii) Salinidad.
      - iii) Capa de mínimo oxígeno.
      - iv) Temperatura.
  - b) Región costera de Bahía de Banderas.
    - b.1) Localización geográfica.
    - b.2) Topografía y batimetría.
      - i) Islas, islotes y rocas.
    - b.3) Características oceanográficas.
      - i) Temperatura.
- V. Material y método.
  - a) Muestreo.
  - b) Datos morfométricos.
  - c) Estimación de datos faltantes y corrección de errores de medición.
  - d) Análisis de componentes principales.
  - e) Conjuntos de datos analizados.
- VI. Resultados.
  - a) Principales características morfométricas de los delfines moteados.
  - b) Análisis morfométrico de los delfines costeros y de alta mar.
    - b.1) Análisis de los datos crudos (matriz tipo 1).
    - b.2) Análisis de datos proporcionales (matriz tipo 2).
    - b.3) Análisis de datos por fragmentos corporales (matriz tipo 3).
  - c) Análisis morfométrico de los delfines de alta mar.
    - c.1) Análisis de datos crudos (matriz tipo 1).
    - c.2) Análisis de datos proporcionales (matriz tipo 2).

- c.3) Análisis de datos por fragmentos corporales (matriz tipo 3).
  - d) Análisis morfométrico de los delfines costeros.
    - d.1) Análisis de datos crudos (matriz tipo 1).
    - d.2) Análisis de datos proporcionales (matriz tipo 2).
    - d.3) Análisis de datos por fragmentos corporales (matriz tipo 3).
- VII. Discusión.
  - a) Diferencias morfológicas entre los delfines costeros y de alta mar.
  - b) Dimorfismo sexual en delfines de alta mar.
  - c) Dimorfismo sexual en delfines costeros.
  - d) Consideraciones generales.
- VIII Conclusiones.
- IX Agradecimientos.
- X Literatura citada.

## Resumen.

En el presente trabajo se analizan los datos morfométricos de 33 delfines moteados costeros, *Stenella attenuata graffmani*, y 200 moteados de alta mar, *Stenella attenuata* a fin de determinar las características corporales que distinguen a ambas poblaciones, así como aquellas distintivas entre machos y hembras de cada población.

Los delfines costeros fueron recolectados en la zona de Bahía de Banderas, Jalisco/Nayarit, México, a bordo de pangas tiburonerías. Los de alta mar se obtuvieron en 14 viajes a bordo de cerqueros atuneros de bandera mexicana en aguas del Océano Pacífico Oriental Tropical al norte del Ecuador, entre 1986 y 1987.

A cada animal se le tomaron, en promedio, 43 medidas, en línea recta y paralelas al eje del cuerpo; la información obtenida fue guardada en una base de datos. Posteriormente, se analizó la tendencia de crecimiento de cada variable en función de la longitud total de cada animal. Se obtuvo el comportamiento matemático de cada una empleando un modelo de tipo potencial. El crecimiento observado para la mayor parte de las variables fue de tipo alométrico.

A fin de determinar las principales diferencias corporales entre las poblaciones y entre machos y hembras, se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP). Tres conjuntos diferentes de datos fueron analizados. En el primer tipo se emplearon los datos "brutos"; en el segundo los datos fueron transformados en proporciones de la longitud total del animal; y en el tercero se utilizaron fragmentos del animal, expresados en proporción de la longitud total. Dentro de cada conjunto, tres matrices diferentes se construyeron, incluyendo animales de ambas poblaciones en la primera matriz; sólo individuos de alta mar la segunda; y exclusivamente costeros en la tercera.

El análisis de ambas poblaciones reveló que de 43 variables, en 32 los delfines costeros muestran mayores dimensiones que los de alta mar. Sobresalen la longitud del tronco anterior, la envergadura de la aleta caudal, el ancho del cráneo y del rostro, la longitud total, el tamaño de la cabeza y de la aleta dorsal. Proporcionalmente, los costeros tienen la aleta dorsal y caudal de mayores dimensiones que los de alta mar; su cráneo es más grande y el rostro más ancho. Las hembras costeras se caracterizan por mostrar el rostro más largo que los machos costeros y que las hembras y machos de alta mar. Nacen con la cabeza y el tórax proporcionalmente de mayores dimensiones que los animales adultos, lo que demuestra que los individuos inmaduros tienen la necesidad de un rápido desarrollo del cerebro y de los pulmones que son fundamentales para sus sobrevivencia.

Fue evidente el dimorfismo sexual entre los animales de alta mar. Las hembras muestran un rostro de mayores dimensiones tanto absoluta como proporcionalmente. La abertura genital está colocada más cerca del ano que en machos, por lo que la distancia de la punta del rostro a la abertura genital es mayor. Los machos tienen una aleta pectoral absoluta y proporcionalmente más grande; de la misma manera, la aleta dorsal, la envergadura de la aleta caudal, el alto y ancho del cráneo, la longitud y robustez (quilla) del tronco caudal y la altura de la aleta dorsal son proporcionalmente más grandes.

También fue encontrado dimorfismo sexual entre los delfines costeros. En términos absolutos, los machos tienen una mayor longitud total, el tamaño de las aletas pectorales, la robustez a nivel axila y aleta dorsal. Proporcionalmente mostraron una longitud del tronco caudal y la distancia ano-abertura genital mayor que las hembras. Las hembras son proporcionalmente más robustas a nivel de la aleta dorsal y presentan la aleta pectoral, la distancia ojo-comisura de la boca y ojo-oido más larga.

Los resultados confirman lo reportado en la literatura para la mayor parte de las variables analizadas.



# I. Introducción

En las aguas tropicales y subtropicales del mundo, se ha reconocido la existencia de sólo dos especies de delfines moteados. Una de ellas se encuentra presente solamente en el océano Atlántico y, a partir de 1987, se ha propuesto el nombre científico de *Stenella frontalis* (Cuvier, 1829) y como nombre común el de "delfín moteado del Atlántico". La otra especie es cosmopolita y se ha propuesto *Stenella attenuata* (Gray, 1846) como su nombre científico; comúnmente se conoce como "delfín moteado pantropical" (Perrin *et al.*, 1987).

Esta última especie ha sido ampliamente estudiada en el Océano Pacífico Oriental Tropical (POT), donde se han reconocido tres subpoblaciones de estenelas: las "costeras", las de "alta mar del norte" y las de "alta mar del sur" (Perrin *et al.*, 1979a), aunque inicialmente se reconocía, además de la costera, a la de alta mar y a la hawaiana (Perrin, 1975a, 1975b). Las costeras generalmente forman manadas de menos de 100 animales, se distribuyen pegados a la costa, en una franja de aproximadamente 25 km de ancho que va desde Cabo San Lucas, Baja California Sur, México, hasta Colombia y se caracterizan por presentar una coloración moteada muy intensa cuando adultos (Perrin, 1970a; 1974). Perrin considera que las diferencias morfológicas que existen entre la población "costera" y las otras dos presentes en el POT son altamente significativas. De esta manera, se ha definido una raza denominada *Stenella attenuata graffmani*, correspondiente a la forma "costera".

Las dos subpoblaciones de alta mar forman manadas de más de 1000 animales, ocupan la región netamente oceánica del POT, alejadas de la costa más de 25 km, en un área triangular que tiene por base el litoral comprendido entre Baja California Sur, México y el norte de Perú, alejándose de la costa más allá de los 150° W, y se caracterizan porque su coloración es menos moteada. La población que habita en el hemisferio norte es ligeramente diferente de aquella que habita al sur del Ecuador en cuanto a sus dimensiones corporales y su longitud al nacer (Perrin, 1979a; Schnell *et al.*, 1982, 1986; Perrin *et al.*, 1983, 1985).

Existe una fuerte asociación entre las grandes manadas de "delfines moteados pantropicales" y los enormes cardúmenes de "atún aleta amarilla" (*Thunnus albacares*) que aún no ha sido explicada (Perrin, 1968, 1970b). El hecho es que a delfines y atunes frecuentemente se les encuentra juntos. Al parecer, no se mantienen unidos por razones alimentarias, lo que se ha comprobado al analizar sus contenidos estomacales (Perrin *et al.*, 1973). En cambio, existen características oceanográficas en el POT que se relacionan más directamente con esta asociación. Así, factores como la alta temperatura superficial del agua, la baja salinidad superficial, la poca profundidad de la termoclina y una gruesa capa de mínimo oxígeno que va disminuyendo hacia el

oeste a nivel de los 10° N, parecen estar más estrechamente ligados con esta asociación (Wyrski, 1965; Perrin *et al.*, 1976; Au *et al.*, 1979).

Debido a que las manadas de más de mil delfines se localizan relativamente con mayor facilidad que el cardumen de atún, los pescadores las utilizan para localizar y encerrar a los peces. Desafortunadamente, esto ha dado lugar a que varios miles de "delfines moteados pantropicales" que habitan en aguas de alta mar del Océano Pacífico Oriental Tropical hayan muerto víctimas de las complejas maniobras de la pesca atunera (Perrin, 1968, 1970a, 1970b; CIAT, 1977), la cual emplea el método del "cerco" desde hace más de 3 décadas (McNeely, 1961). Así, de acuerdo a los reportes de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) (1977) "durante las maniobras de pesca murieron entre 385 y 404 mil delfines por año entre 1959 y 1972, y entre 154 y 166 mil anualmente entre 1973 y 1976 ". Es decir, un total de entre 5,005,000 y 5,250,000 durante el primer período y un total de 462 a 498 mil en el segundo período. Entre 1985 y 1990 murieron aproximadamente de 53 a 129 mil delfines (Hall y Boyer, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992). Entre 1992 y 1993 la mortalidad bajó de entre 15 y 27 mil (Hall y Lennert, 1992, 1993). Para 1993, la mortalidad fue de 3601 delfines (CIAT, 1994).

Este "fenómeno" ha sido denominado como "mortalidad incidental" y se refiere a la mortalidad de las tres principales especies de delfines implicadas en esta pesquería, que son de mayor a menor importancia: el delfín moteado, *Stenella attenuata*, el delfín tornillo, *S. longirostris* y el delfín común, *Delphinus delphis*.

La mortalidad reportada por la flota mexicana desde 1986 a la fecha ha bajado de manera muy significativa. Así, de 15 delfines muertos por lance en 1986 se redujo a 0.3 en 1996 (Anónimo, 1997). Esto debido a que el Instituto Nacional de la Pesca (INP) de la Secretaría de Pesca, que hoy forma parte de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), ha promovido la participación de observadores a bordo de los cerqueros atuneros, encargados de supervisar las maniobras y reportar las anomalías y malos manejos por parte de la tripulación en relación al cuidado que se debe de tener con los delfines durante el encierro y liberación, tal y como lo hace la flota estadounidense de acuerdo con las recomendaciones de la CIAT y del National Marine Fisheries Service (NMFS).

Las estimaciones preliminares de la mortalidad incidental de los delfines costeros entre los años 1986 y 1993, calculadas a partir de una estimación del tamaño de la población en 30 000 animales, arrojaron una tasa de mortalidad menor al 2 % anual, excepto para 1990 que fue de 2.73 %, lo cual no pone en riesgo el crecimiento de esta población (CIAT, 1994).

Acerca de la población costera, es importante señalar que no se conocen aspectos de su biología, como lo son su tamaño poblacional, sus hábitos alimentarios, sus temporadas reproductivas, por lo que este estudio es tan sólo el inicio del conocimiento de la biología de estos organismos. Se está desarrollando el proyecto sobre edad y reproducción, el cual intenta comparar las temporadas

reproductivas entre los costeros y los de alta mar (López-Sánchez y Aguayo-Lobo, 1986). En cuanto al conocimiento de la morfometría de estos delfines, algunos avances del presente trabajo fueron expuestos en la Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos realizada en Chetumal, Quintana Roo (López-Sánchez et al., 1986).

Debido a que los delfines costeros no se ven afectados significativamente por las actividades de pesca del atún, en comparación con los delfines de alta mar, y a que no existía un programa de investigación por parte de biólogos mexicanos encaminado a conocer las características morfológicas de estos animales, no han podido recopilarse datos suficientes acerca de las características morfométricas de esta población. Por tal motivo, el presente estudio tiene por objeto reforzar el conocimiento de dichas características tanto en la población de delfines costeros como en la de organismos de alta mar del hemisferio norte.

Dado que los estudios que abordan diversos aspectos biológicos del género *Stenella* son muy escasos para la región del océano Pacífico mexicano, con este trabajo también se pretende aportar algunos elementos que ayuden a resolver problemas básicos relacionados con la diferenciación de razas geográficas del género *Stenella*.

Los resultados que hasta ahora se han presentado en los trabajos publicados para los delfines costeros se sustentan en datos provenientes de un número relativamente pequeño de individuos provenientes de aguas mexicanas. En relación a la población que habita en alta mar se tiene un tamaño de muestra ( $n = 203$ ) muy parecido al tamaño de muestra obtenido por Perrin et al. (1975a) ( $n = 214$ ). Así, el tamaño de la presente colecta constituye el lote más grande con el que cuenta México.

Varios miembros del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, participamos activamente en la colecta de los animales costeros y de alta mar bajo el programa general de investigación sobre la "Biología de los Mamíferos Marinos en el Pacífico Mexicano" (Aguayo-Lobo, 1982) del que surge el proyecto sobre "Edad y Reproducción de *Stenella attenuata* en el Pacífico Oriental Tropical" (López-Sánchez y Aguayo-Lobo, 1986) en el que se contempló el estudio de la morfometría de estos delfines, de donde se desprende el presente trabajo de tesis. El análisis estadístico de los datos fue realizado en el Laboratorio de Ecología Marina de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

## Objetivo General

Contribuir al conocimiento de las características morfométricas de los delfines moteados, *Stenella attenuata*, pertenecientes a las poblaciones "costera" *S. a. graffmani* y de "alta mar" *S. attenuata* subespecie *a*, en el océano Pacífico Oriental Tropical.

## Objetivos Particulares

Describir las formas de alta mar y costera de *Stenella attenuata* empleando los datos morfométricos en las diferentes etapas de desarrollo.

Identificar las principales diferencias corporales entre los delfines costeros y de alta mar mediante un análisis morfométrico.

Determinar las características distintivas de machos y hembras para las formas costera y la de alta mar del norte.

Evidenciar las características morfométricas más importantes en cada etapa del desarrollo de los delfines.

## II. Antecedentes

El estudio de los delfines moteados de alta mar se ha intensificado a partir de la modernización de las técnicas de explotación atunera, ya que durante las maniobras de pesca, muchos delfines mueren atrapados entre las redes. En cambio, las investigaciones concernientes a la población costera de los delfines moteados son más escasas, dado que éstos no están involucrados en las grandes pesquerías.

Entre los principales aspectos que se han estudiado en relación con la biología de las estenelas sobresalen aquellos que se refieren a la distribución y abundancia, morfometría, crecimiento y reproducción. Slijper (1966) y Harrison *et al.* (1972) realizaron un análisis comparativo de la estructura histológica del aparato reproductivo de varias especies de cetáceos, incluidos los del género *Stenella*. En aguas japonesas, Nishiwaki (1965) estimó que el tiempo de gestación de *Stenella attenuata* es de un año y Kasuya *et al.* (1974), basándose en un lote de datos mayor, profundizó sobre algunos aspectos del crecimiento, la coloración y la reproducción de esta especie.

En el área del POT también se han realizado importantes contribuciones al conocimiento de la biología de las estenelas. A fines de la década de los sesentas, Perrin (1968) publicó un artículo en el que informa sobre la alta "mortalidad incidental" que ocurre durante las maniobras de pesca del atún. Desde entonces, este investigador ha estudiado diversos aspectos biológicos de la especie. Así, ha descrito detalladamente su patrón de coloración (Perrin, 1970a), su distribución y diferenciación morfológica en el POT (Perrin, 1974, 1975b; Perrin *et al.*, 1985, 1994), su crecimiento y reproducción (Perrin *et al.*, 1976), la situación de la taxonomía (Perrin *et al.*, 1975a, 1979a, 1987), los movimientos migratorios (Perrin *et al.*, 1979b) y las variaciones morfométricas registradas tanto en los delfines costeros como en los de alta mar (Perrin, 1975a)

Au *et al.* (1979, 1985) informan sobre la distribución y abundancia en relación a la oceanografía de la zona y posteriormente hacen una descripción del hábitat.

Algunos estudios más específicos relacionados con la variación geográfica de la morfología, y en particular de la craneometría, de estos delfines han sido publicados por Schnell *et al.* (1982) donde confirma lo reportado por Perrin (1975a) en relación a la diferencia entre animales costeros y de alta mar. Douglas *et al.* (1984), comparan los cráneos de animales costeros y de alta mar reforzando algunas de las observaciones de Perrin (1975a). Schnell *et al.* (1985) reportan dimorfismo sexual en un número importante de características craneanas de los animales de alta mar. Poco después, informa de las diferencias entre individuos de alta mar al norte y al sur del Ecuador y señala la importancia de tener más datos que provengan de la zona comprendida entre los 10° N y 20° N, que es una zona en donde coinciden las formas de alta mar y la costera (Schnell *et al.*, 1986).

Recientemente, se confirma que existe mayor semejanza entre los moteados de alta mar del norte al oeste de los 120° W y los de alta mar del sur comparados con los de alta mar del norte al este de los 120° W, y se sugiere que la frontera entre los de alta mar del norte y sur sea movida a nivel de los 5° N (Schnell *et al.*, 1986; Perrin *et al.*, 1994).

En el Pacífico mexicano, los estudios relacionados con las estenelas son muy escasos. Urbán-Ramírez (1983), Salinas-Zacarías y Bourillón-Moreno (1988) trataron cuestiones vinculadas con la taxonomía y la distribución de estos delfines en los litorales de Sinaloa, Nayarit y Jalisco. Finalmente, Esquivel-Macías (1989) describió la craneometría de individuos costeros, la mayoría colectados en aguas de Bahía de Banderas, Nayarit.

### III. Generalidades de la biología del delfín moteado pantropical, *Stenella attenuata*

#### a) Clasificación

La presente clasificación de los mamíferos marinos sigue los cambios recomendados por Barnes *et al.* (1985) desde el nivel de Orden hasta el de Familia. Para el nivel de Género y Especie fue seguida la lista que propone la Comisión Ballenera Internacional y la Comisión Estadounidense de Mamíferos Marinos según Evans (1987). A nivel de Subespecie seguimos lo propuesto por Perrin (1975a) y Perrin *et al.* (1984) para los delfines moteados pantropicales costeros y de alta mar:

Clase Mammalia

Orden Cetacea Brisson, 1762

Suborden Odontoceti Flower, 1867

Superfamilia Delphinoidea (Gray, 1821) Flower, 1864

Familia Delphinidae Gray, 1821

Subfamilia Delphininae (Gray, 1821) Flower, 1867

Género *Stenella* (Gray, 1866) Oliver, 1922

Especie *Stenella attenuata* (Gray, 1846)

Subespecie *Stenella attenuata graffmani* (Lönnerberg, 1934)

Durante mucho tiempo la taxonomía de la especie ha sido muy confusa y han sido utilizados muchos nombres diferentes para hacer referencia a los delfines moteados. Estudios recientes han concluido que en realidad existen sólo dos especies de delfines moteados en todo el mundo: *Stenella frontalis* y *Stenella attenuata* (Perrin *et al.*, 1987) (Figura 1).

Las características anatómicas más importantes que ayudaron a distinguir entre ambas estenelas son el número de vértebras, tres medidas del cráneo y el número de dientes.

Así, *S. attenuata* se caracteriza porque tiene en promedio 80 vértebras mientras que *S. frontalis* sólo tiene en promedio 70. Las variables craneométricas

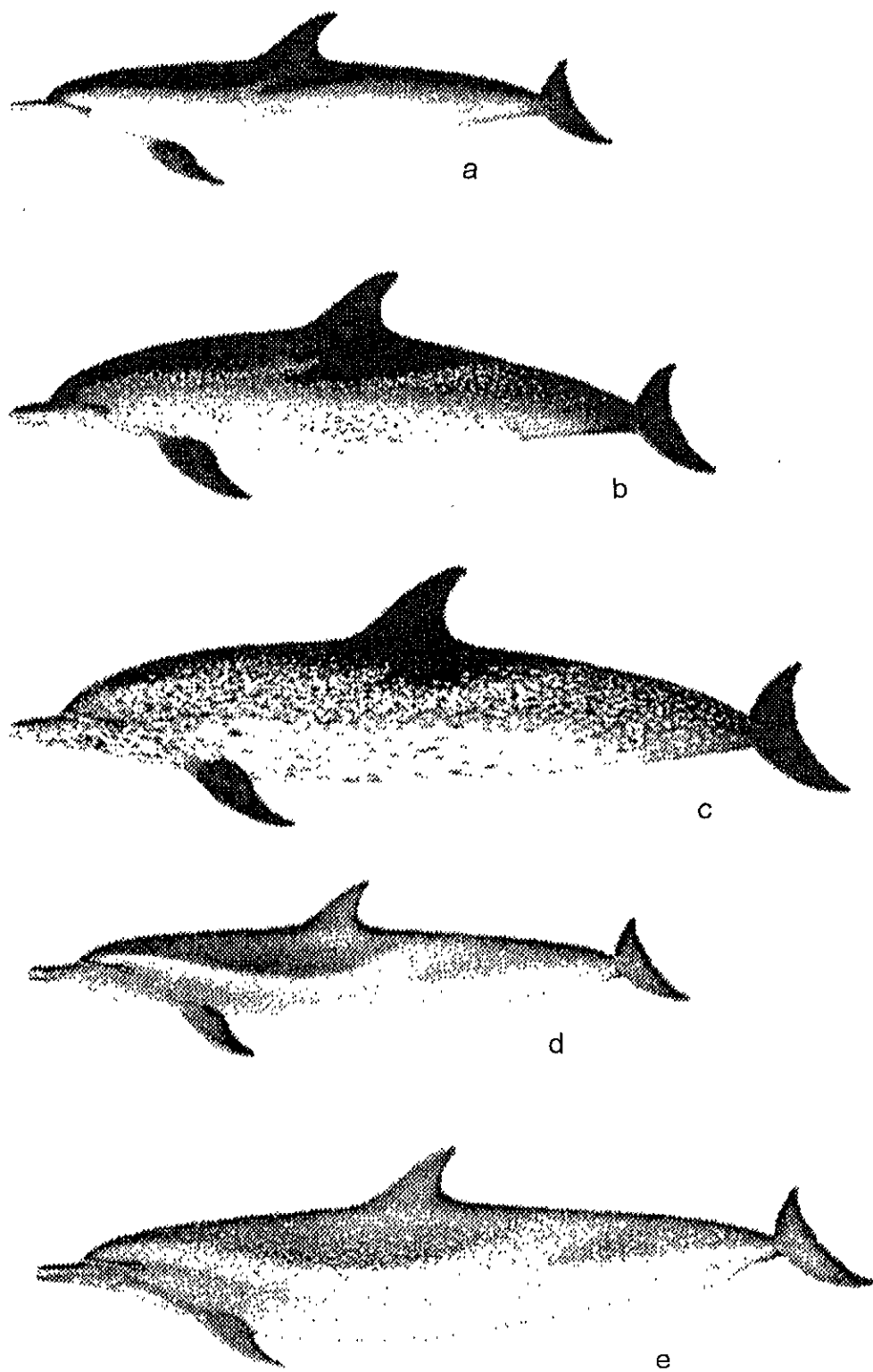


Figura 1. Diferentes etapas de coloración de los delfines moteados del Atlántico, *Stenella frontalis* (a, b, c) y de los moteados pantropicales, *Stenella attenuata* (d y e), del Océano Pacífico Oriental Tropical (tomado de Perrin *et al.*, 1987)



que distinguen a ambas especies son: ancho del rostro a la mitad de su longitud total, ancho del rostro a  $\frac{3}{4}$  de su longitud total, ancho del triángulo prenasal a 60 mm de la base del rostro y además, el número de dientes de la maxila (Figura 2 y 3). *Stenella attenuata* tiene proporcionalmente la punta del rostro más angosta, el triángulo prenasal más largo y un mayor número de dientes que *S. frontalis* (Perrin *et al.*, 1987).

## **b) Biología y ecología**

Las estenelas moteadas pantropicales se encuentran principalmente en aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo. Se reconocen varias poblaciones, entre las que están la del Océano **Pacífico Oriental Tropical** (POT), la del Océano **Indo-Pacífico** y la del Océano **Atlántico**.

### *b.1) Población del Pacífico Oriental Tropical (POT)*

La población del POT consta de 3 subpoblaciones: la de alta mar del norte (al norte de los 5° N) *S. attenuata* subespecie *a*, la de alta mar del sur (al sur de los 5° N) *S. attenuata* subespecie *b* y la costera, *S. attenuata graffmani*.

Debido al gran parecido morfológico que hay entre la población de alta mar del norte y sur se tratarán en una misma sección.

#### *b1.1) Poblaciones de alta mar del norte y sur*

Esta población se caracteriza porque forma grandes manadas que pueden llegar a estar constituidas por más de mil delfines y se encuentran estrechamente asociadas con cardúmenes de atún (*Thunnus albacares*). Se localiza principalmente en aguas tropicales y subtropicales del Pacífico, en un área triangular cuya base sigue la línea de costa a una distancia de entre 25 y 30 km partiendo desde los 27° N hasta los 17° S, con el vértice localizado cerca de los 158° W, a nivel de los 10° N (Figura 4) (Perin 1975; Schnell *et al.*, 1982, 1986; Perrin *et al.*, 1983, 1985).

La de alta mar del norte, *Stenella attenuata* subespecie *a* se ubica entre los 27° N y los 5° N, con su límite oeste alcanzando los 158° W. La del sur, *S. attenuata*, subespecie *b* se localiza entre los 5° N y los 17° S y se aleja de la costa hasta los 140° W (Figura 4). Frecuentemente se les encuentra asociados a otras especies de delfines como lo son, de mayor a menor importancia, el delfín tornillo, *Stenella longirostris*; la estenela listada, *Stenella coeruleoalba*; el delfín común, *Delphinus delphis* y el tursión, *Tursiops truncatus*. En estas agregaciones es común encontrar aves marinas, *Fragata* spp., *Puffinus pacificus*, *Sula* spp. y *Sterna fuscata*, por mencionar algunas. Hay una alta correlación entre la asociación de delfines y atunes con algunos factores oceanográficos como lo son la profundidad, el grosor de la termoclina y la temperatura superficial del agua (Perrin 1970b, 1975a; Perrin *et al.*, 1976; CIAT 1977; Au *et al.*, 1979, 1985).

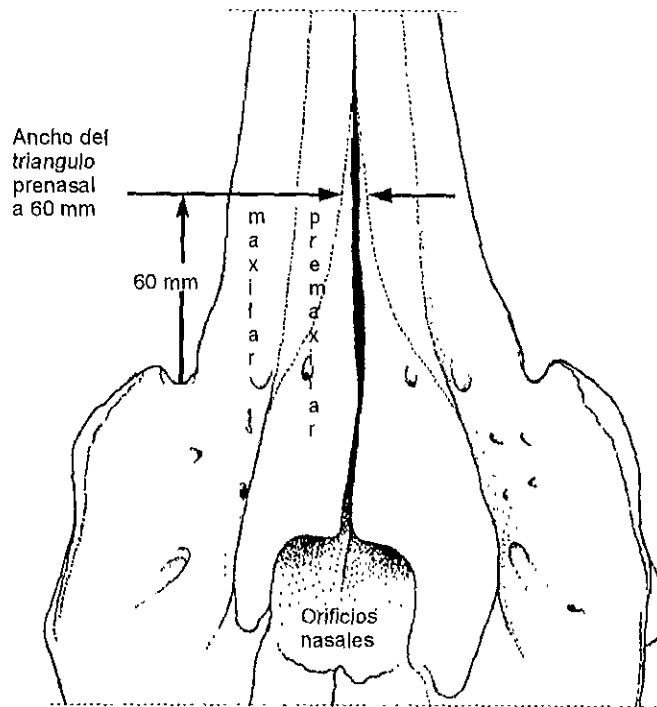


Figura 2. Cráneo de *Stenella attenuata* que muestra el ancho del triángulo prenasal a 60 mm de la base del rostro (tomado de Perrin et al., 1987).

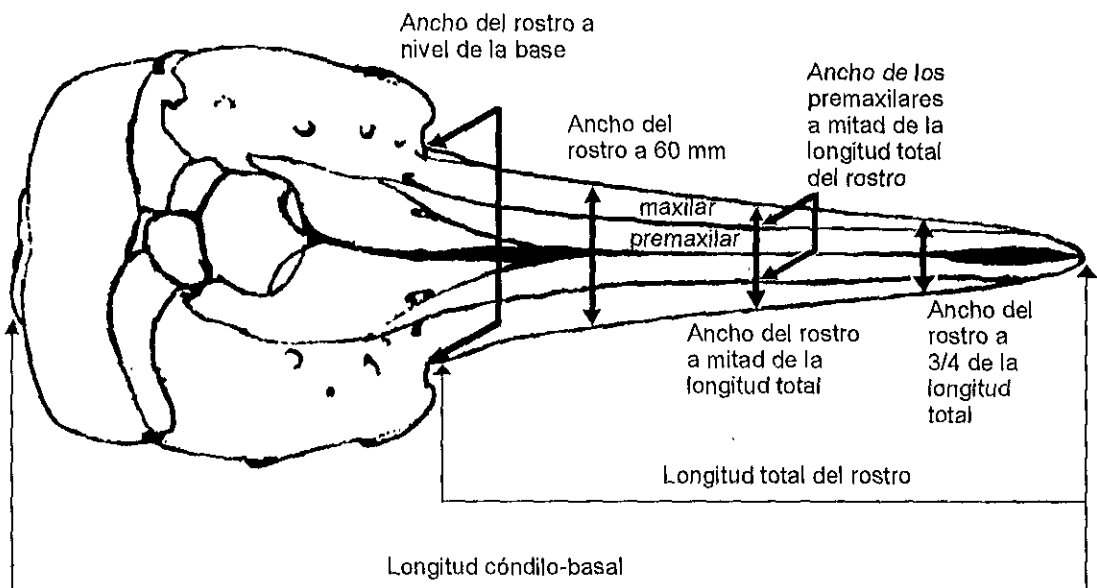


Figura 3. Medidas craneanas distintivas entre los delfines moteados del Atlántico, *Stenella frontalis*, y los Pantropicales, *Stenella attenuata* (tomado de Perrin et al., 1987).

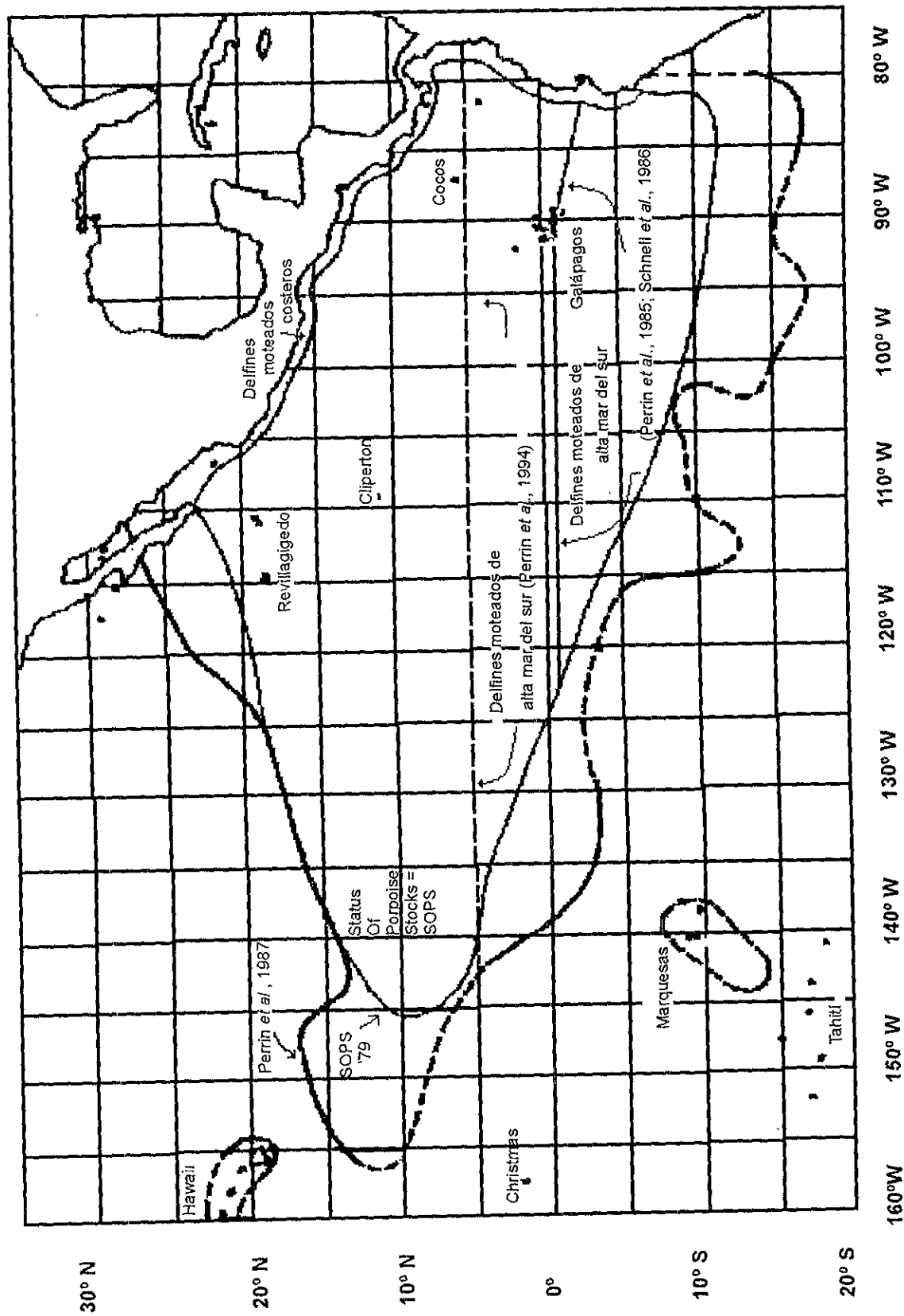


Figura 4. Área de distribución conocida y nuevas fronteras de las poblaciones de delfines moteados pantropicales en el POT (modificado de Perrin et al., 1987).

### *Tamaño actual de la población*

Actualmente se ha calculado que la población de delfines de alta mar del norte del POT disminuyó del 40 al 60 % desde principios de los sesentas hasta finales de los setentas (Smith, 1983). Se calculó que entre 1975 y 1980 la población era de unos 4 millones de delfines moteados, mientras que entre 1981 y 1986 el tamaño de la población se redujo a 2.5 millones. El tamaño de la subpoblación (stock) de delfines moteados de alta mar del sur se calcula entre 250 y 500 mil animales (Buckland y Anganuzzi, 1988, en Klinowska, 1991; Anganuzzi y Buckland, 1988, en Klinowska, 1991).

### *Alimentación*

El contenido estomacal de estos delfines consiste en su mayor parte de peces pequeños mesopelágicos y epipelágicos, así como algunas especies de cefalópodos, gusanos nemertinos y larvas de cangrejos. Al parecer las hembras preñadas se alimentan poco de peces epipelágicos, mientras que las que están lactando prefieren a estos peces. Las familias de peces mejor representadas son Exocoetidae, Scombridae, Myctophidae, Gonostomatidae, Bregmacerotidae, Gempylidae, Paralepididae, Alepisauridae, Bramidae, Bathylagidae, Trichiuridae, Congridae, Scopelosauridae y algunas más. Entre las familias de cefalópodos figuran Onychoteuthidae, Ommastrephidae, Enoploteuthidae y algunas más (Perrin *et al.*, 1987).

### *Movimientos migratorios*

Los delfines de alta mar del POT se mueven estacionalmente de este a oeste. Así, en invierno - primavera se encuentran más cerca de la costa, entre los 80° W y los 115° W, desde los 20° N hasta los 10° S, mientras que en verano - otoño están más alejados de la costa, entre los 115° W y 145° W, desde los 15° N y 5° N principalmente (Au *et al.*, 1979).

### *Desarrollo y características corporales*

Durante el desarrollo cambian las proporciones del cuerpo del animal. Después del nacimiento, la tasa de crecimiento de la cabeza es relativamente lenta (excepto el rostro), en relación al torso. La región del torso comprendida entre el ombligo y el ano crece continuamente. Las medidas del cuerpo del animal se comportan de dos formas diferentes en relación a la longitud total del cuerpo. En algunas la relación es lineal (isométrico) y en otras es no lineal (alométrico). Así, el largo y ancho de la cabeza, la robustez anterior y las dimensiones de las aletas crecen alométricamente después del nacimiento a una tasa relativamente constante en relación a la longitud del cuerpo hasta llegar a la madurez sexual. Posteriormente, estas crecen más lentamente y a una tasa que varía mucho entre los individuos. La envergadura, así como la distancia del oído al ojo y, en hembras, la robustez a nivel del ano, continúan creciendo a la misma tasa en relación a la longitud total por lo que se dice que su crecimiento es isométrico,

como ocurre en animales pequeños.

Las medidas que reflejan la posición relativa de la abertura genital y del ano también incrementan de esta manera (Perrin, 1975a).

Los machos de alta mar miden en promedio 2001 mm ( $n = 994$ ) y las hembras 1878 mm ( $n = 3077$ ) (Perrin *et al.*, 1987). Algunas medidas externas del cuerpo publicadas por Perrin (1975a) pueden verse en los Cuadros 7 y 8 de resultados.

En general, los machos adultos tienen una longitud total mayor que las hembras. La distancia de la punta de la maxila (rostro) a la punta de la aleta dorsal, al ombligo y al ano es mayor. La circunferencia a nivel axila es mayor, a nivel del ano también es mayor tanto absoluta como proporcionalmente, y la aleta pectoral es más ancha que en hembras adultas. En cambio, en las hembras adultas la aleta dorsal es más posterior, la robustez anterior y la envergadura es proporcionalmente mayor que en machos adultos Perrin (1975a).

El esqueleto craneano fue estudiado detalladamente por Perrin (1975a), para lo cual lo dividió en varias unidades funcionales (u. f.), analizadas por separado. Estas son: caja craneana, aparato alimentario, aparato auditivo, aparato visual y el aparato respiratorio. Cada u. f. crece de manera diferente después del nacimiento. Las u. f. que se desarrollan más rápidamente son la auditiva y respiratoria, le siguen la visual, la caja craneana, algunos otros elementos de la respiratoria y finalmente la alimentaria (Perrin, 1975a).

Con respecto a la **variación geográfica**, algunas diferencias han sido observadas entre los delfines que se ubican al norte y sur de los 5° N. Los del norte son más grandes y tienen proporcionalmente una fosa temporal mayor que los del sur. Los animales del POT que viven al oeste de los 120° W muestran gran afinidad con aquellos del POT que viven al sur de los 5°N (Perrin *et al.*, 1987; 1994)

El **dimorfismo sexual** únicamente fue encontrado en algunos elementos del esqueleto craneano (la caja craneana y el aparato alimentario) y en algunos del esqueleto postcraneano (vértebras, miembro anterior, cintura pélvica). Así, la caja craneana de los machos es en promedio más larga que la de las hembras, con un volumen craneano 10% mayor. Con respecto al aparato alimentario, el rostro de las hembras adultas es en promedio más largo y adelgazado. Las variables que muestran diferencias muy evidentes entre los sexos son: de la punta del rostro a las narinas interiores y la longitud de la hilera superior de dientes, ambas expresadas como porcentaje de la longitud condilo-basal. Las variables que también muestran diferencias entre los sexos son: de la punta de la maxila al orificio nasal, longitud de la hilera superior e inferior de dientes y la longitud del dentario, expresado como porcentaje del ancho del parietal. En cuanto al esqueleto postcraneano, encontró que la primera vértebra torácica es más ancha en los machos. En estos es más frecuente encontrar una falange en el primer dígito. Algunos rudimentos de la cintura pélvica de los machos tienen forma alargada mientras que en las hembras tienen forma de "L" en mayor o

menor grado (Perrin, 1975a).

Algunos valores diagnósticos que caracterizan a los moteados costeros y a los de alta mar pueden verse en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Valores diagnósticos de los delfines moteados costeros y de alta mar (tomado de Perrin, 1975a).

Nombre de las variables	Moteado costero <i>S. a. graffmani</i>	Valor porcentual %	Moteado alta mar <i>S. a. subesp. A</i>	Valor porcentual %
Longitud total del cuerpo	2.0-2.6 m	100%	1.7-2.3 m	100%
De punta maxila a nac. aleta pectoral	0.41-0.44 m	20%-22%	0.38-0.42 m	17%-23%
De punta de maxila al centro del ojo	0.28-0.33 m	13%-17%	0.25-0.31 m	13%-17%
Longitud condilo basal	0.41 m	100%	0.35-0.41 m	100%
Longitud del rostro	0.24-0.275 m	62%	0.21-0.24 m	60%
Ancho del rostro a 60 mm	0.05-0.07 m	16%	0.04-0.06 m	14%
Longitud del dentario	0.35-0.39 m	89%	0.29-0.34 m	84%
Longitud fosa posttemporal	0.07-0.09 m	20.2%	0.05-0.07 m	17%
Ancho fosa posttemporal	0.05-0.07 m	16%	0.04-0.06 m	14%
Ancho Preorbital	0.15-0.17 m	40%	0.13-0.16 m	39%
Diámetro de los dientes	3.5-6.0mm		2.7-4.0mm	
Número de vertebras	77-79		77-83	

#### Historia de vida

La edad promedio a la que los machos alcanzan la madurez sexual es a las 12 capas de dentina (14.7 años) y a una talla promedio de 195 cm; las hembras a las 9 capas (entre los 10 y 12 años) y a una talla promedio de 181 cm, el cálculo de edad fue hecho con base a las capas de dentina o capas de crecimiento de los dientes. Nacen midiendo 82.5 cm; hay 2 temporadas de nacimientos, una en primavera y otra en otoño, durante el verano también hay nacimientos aunque no tan abundantes. Hay una disminución considerable de nacimientos durante el invierno. El intervalo de crianza es de 26 meses repartidos de la siguiente manera: 11.5 meses de preñez o gestación, 11.2 de lactancia y 3.3 de descanso y/o estro (Perrin *et al.*, 1976). Recientemente se ha reportado que este intervalo puede ser de 2 a 3 años y que para el Pacífico occidental es de 4 a 6 años. Pueden llegar a vivir poco más de 45 años (Perrin *et al.*, 1987).

#### Coloración

La coloración de los delfines moteados pantropicales fue descrita detalladamente por Perrin (1970a).

Presentan 5 etapas de coloración a lo largo de su vida que a continuación se resumen: La primera etapa, **recién nacidos**, se caracteriza porque el animal completo presenta un color amarillado. Se alcanza a distinguir un color gris obscuro en el dorso y en la parte superior de los costados, mientras que el vientre

y la parte inferior de los costados es color gris claro, no hay pecas o motas blancas o negras y los delfines en esta etapa pueden ser encontrados con parte del cordón umbilical. La talla va de 85 cm a 105 cm. En la segunda etapa, **dos tonos**, el color amarillado ha desaparecido y se vuelve muy evidente el tono gris obscuro del dorso y el gris claro del vientre. Esta etapa corresponde al periodo infantil del individuo, aún no hay pecas. La talla va de entre los 105 cm y los 155 cm. En la tercera etapa, **pecoso**, comienzan a aparecer pequeñas pecas negras en la región ventral del animal, poco después aparecen pecas blancas en el dorso. Esta etapa corresponde al periodo juvenil del animal, con una longitud de entre los 135 cm y los 170 cm. En la cuarta etapa, **moteado o manchado**, las pecas han aumentado de tamaño y van fusionándose unas con otras de tal manera que le dan al animal un aspecto moteado o manchado. Esta etapa corresponde al periodo subadulto en el que se está alcanzando o se está por alcanzar la madurez sexual, la talla va de entre los 160 cm y 185 cm. La quinta etapa, **fusionado**, se caracteriza porque las motas al fusionarse han crecido tanto que dan un aspecto en el que el dorso es de color gris claro a blanco y el vientre es color gris obscuro a negro. En este estado, la coloración original se ha invertido y esta etapa corresponde al periodo de madurez sexual del animal, con una talla de entre 160 cm y 225 cm. En general se dice que no están muy intensamente moteados si los comparamos con los delfines costeros (ver la descripción de los costeros más abajo) (Figura 5). Todas las aletas son color gris obscuro uniforme y nunca aparecen motas sobre ellas.

La coloración de la cabeza es bastante compleja (Figura 6). Los principales elementos que se ven son: el "**parche en el ojo**", una mancha gris oscura alrededor del ojo. Este parche se prolonga formando una "**banda del ojo**", la cual se dirige hasta el origen del melón donde se divide. Por un lado, se extiende hasta el extremo anterior del rostro y por otro lado, esta banda corre hacia arriba por el melón y se va hacia atrás formando la "**capa**" gris oscura ("cape mark") que cubre la región dorsal y los flancos. A nivel medio del tronco ésta capa oscura se ensancha invadiendo los costados del animal, la cual se angosta por detrás de la aleta dorsal, permitiendo que la coloración gris claro del vientre invada los flancos cubriendo la mayor parte del pedúnculo caudal (Perrin, 1970a).

Otro de los elementos importantes de la coloración de la cabeza es la presencia de la "**banda de la aleta pectoral**", que es una franja gris oscura que corre desde el origen de la aleta pectoral hasta un poco por debajo de la comisura de la boca, extendiéndose hasta la punta de la mandíbula. En animales adultos la punta del rostro es blanca (Perrin, 1970a).

A diferencia de estos, el lugar de inserción de la "banda de la aleta pectoral" cambia un poco en las estenelas del Atlántico, *S. frontalis*, como se observa en la Figura 7.

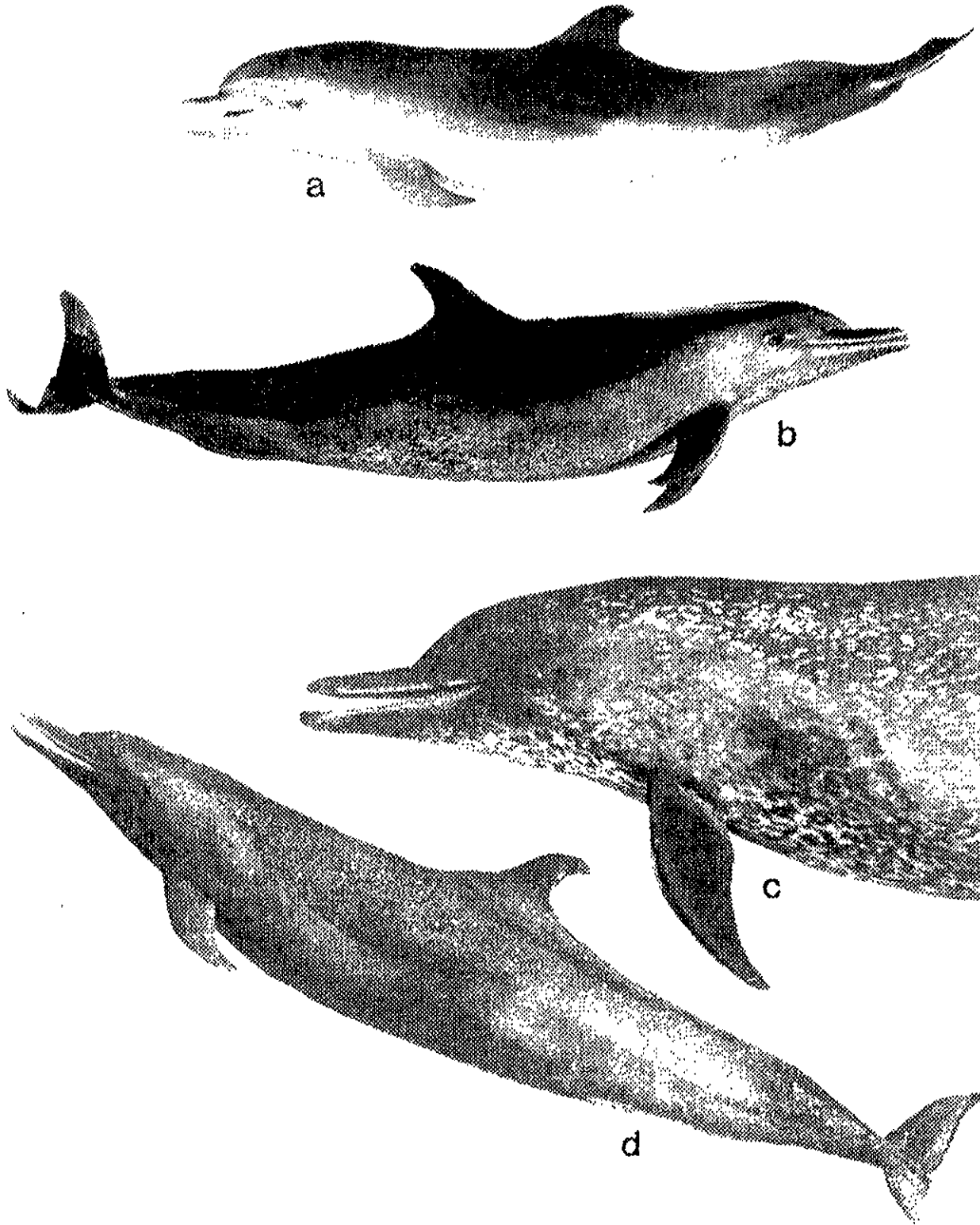


Figura 5: Diferente etapas de coloración del delfín moteado pantropical, *Stenella attenuata*, de altamar del Pacífico Oriental Tropical: a) dos tonos, b) pecoso, c) moteado y d) fusionado (tomado de Perrin, 1970a).



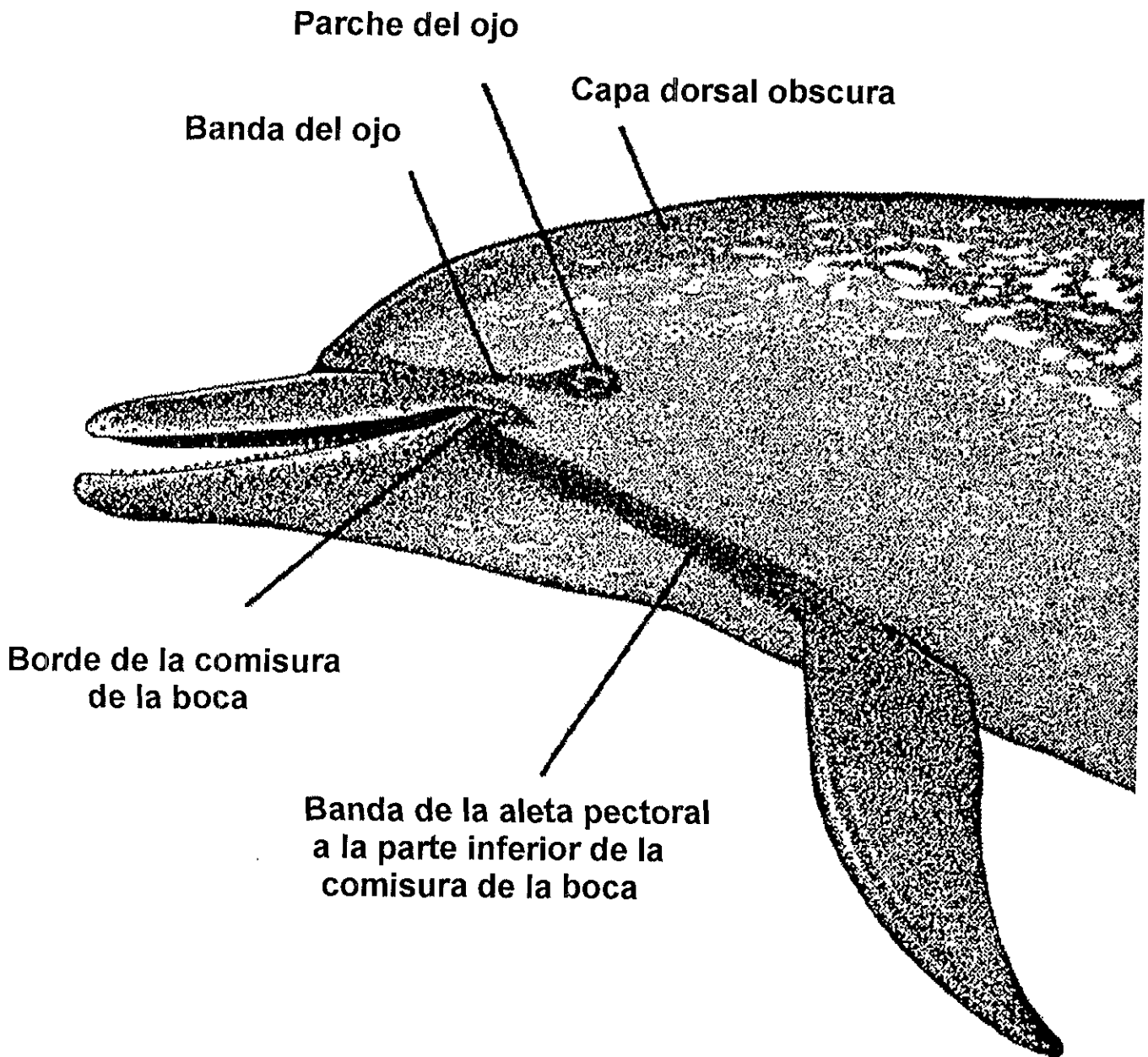


Figura 6. Detalles del patrón de coloración de la cabeza del delfín moteado pantropical, *Stenella attenuata*, del Océano Pacífico Oriental Tropical (tomado de Perrin, 1970a).

*b1.2) Población costera del Pacífico Oriental Tropical (POT)*

Suelen formar manadas pequeñas de entre 100 y 500 delfines, aunque es muy común encontrar manadas de 10 a 50 animales. No se asocia con cardúmenes de atún. Ha sido nominada a nivel de raza como *Stenella attenuata graffmani*. Vive pegada a la costa en una franja de aproximadamente 25 a 30 km de ancho que va desde los 25° N hasta los 15° S. (Perrin *et al.*, 1975a). Ha sido descrita la distribución de una población residente en aguas de la Bahía de Banderas, México, durante las cuatro temporadas del año (Salinas-Zacarías y Bourillón-Moreno, 1988; Esquivel-Macías, 1989).

No se ha calculado el tamaño de la población, tampoco se sabe que es lo que comen, ni se conocen sus movimientos migratorios.

*Características corporales*

En un principio, los datos de la literatura sobre la talla de estos delfines fueron obtenidos a partir de muestras muy pequeñas. Así, se reportó que 5 machos midieron entre 2060 - 2570 mm y 6 hembras entre 1999 - 2140 mm (Perrin *et al.*, 1975a). Posteriormente, con un tamaño de muestra mayor se reportó que 47 machos promediaron 2232 mm y 87 hembras 2065 mm. Es decir, los costeros son 23 cm y 19 cm respectivamente más grandes que los de alta mar (Perrin *et al.*, 1987).

Su cráneo es más largo y el aparato alimenticio es proporcionalmente más robusto que el de los de alta mar (Perrin, 1975a).

Sin embargo, aunque los costeros son más grandes en todas las medidas, se ha encontrado que tienen menor número de dientes que los de alta mar. A continuación se puede ver la fórmula dentaria de los de alta mar contra la de los costeros reportada por Douglas *et al.* (1984):

$$\left[ \begin{array}{cc} 41.37 & 41.18 \\ 40.21 & 40.22 \end{array} \right] \text{vs.} \left[ \begin{array}{cc} 40.44 & 40.30 \\ 39.41 & 39.47 \end{array} \right]$$

Alta mar                      Costeros

Los cráneos de los moteados costeros estudiados por Esquivel-Macías (1989) mostraron diferencias en la fórmula dentaria con lo reportado por Douglas *et al.* (1984) y que a continuación se muestra:

$$\left[ \begin{array}{cc} 41.50 & 41.50 \\ 39.00 & 38.50 \end{array} \right]$$

Costeros de Bahía Banderas

Podemos ver que el número de dientes de las ramas superiores de los costeros de Bahía Banderas es parecido al de los de alta mar que reporta Douglas *et al.* (1984) y el número reportado para las ramas inferiores de los de Bahía Banderas coincide con lo que reporta Douglas *et al.* (1984) para los

costeros.

Se ha reportado que los dos caracteres que mejor ayudan a distinguir entre delfines costeros y de alta mar son (Douglas *et al.*, 1984):

- el diámetro de los dientes, el cual es mucho mayor en los costeros, y
- la altura máxima del dentario, la cual es claramente mayor en los costeros.

Además, tienen en promedio 78 vértebras mientras que los de alta mar tienen 80 (Perrin *et al.*, 1987).

#### *Coloración*

Los delfines costeros se caracterizan porque están muy densamente moteados, a diferencia de lo que se observa en los delfines de alta mar del POT, del Océano Indo-Pacífico y del Atlántico, los cuales están medianamente moteados. Los que habitan en aguas hawaianas y de St. Helena están muy ligeramente moteados, de manera que a la distancia parece que no tienen motas (Perrin *et al.*, 1987).

#### *Variación geográfica*

Es observada en la talla de los animales, la cual también se ve reflejada en la magnitud de los cráneos y en el esqueleto postcraneano, de manera que los costeros tienen un cráneo y un esqueleto postcraneano de mayores dimensiones que los de alta mar (Perrin, 1975a; Douglas *et al.*, 1984; Schnell, *et al.*, 1986).

Han sido detectadas algunas diferencias entre los costeros del norte (frente a México) y los del sur (frente a Centroamérica). Los del norte tienen mayor número de dientes que los del sur (Douglas *et al.*, 1984).

#### *b2) Población de moteados pantropicales del Océano Indo-Pacífico*

De acuerdo a lo reportado por Kasuya *et al.* (1974) las siete manadas con las que trabajó tuvieron un tamaño promedio de menos de 100 animales. No señala ningún tipo de asociación con otra(s) especie(s) de aves marinas o mamíferos marinos.

#### *Distribución*

En el Pacífico occidental se encuentran en una gran franja que va desde el sur de Japón (36° N) hasta el sur de Australia (40° S) (Klinowska, 1991); según Jefferson *et al.* (1993) pueden encontrarse al norte de Japón (40° N) y sólo llega a aguas de la región norte de Australia (30° S). Se extienden hasta los 33° S en aguas del Océano Índico y llegan hasta las costas de África del Sur. Hay algunos registros en aguas del Mar Rojo (Perrin *et al.*, 1987).

No se sabe el tamaño actual de esta población, en parte debido a que no se ve afectada de manera importante por la actividad de pesquerías de importancia económica, aunque hay reportes de que es capturada por los

pescadores ribereños empleando arpones de mano (Kasuya *et al.*, 1974).

No se tiene información acerca de los hábitos alimentarios.

#### *Movimientos migratorios*

Aunque hay poca información a este respecto, algunas observaciones señalan que estos animales pueden ubicarse por arriba de los 40° N durante el otoño para después bajar a latitudes menores durante el invierno y primavera. Sin embargo, no se tienen datos precisos del límite norteño y sureño de estos animales (Kasuya *et al.*, 1974; Miyazaki *et al.*, 1974).

#### *Características corporales e Historia de vida*

Kasuya *et al.* (1974) señalan que la edad a la que los machos alcanzan la madurez sexual es a los 10.3 años, edad a la cual tienen en promedio una talla de 1970 mm.

Las hembras a los 8.2 años y una talla promedio de 1870 mm. La madurez física la alcanzan poco tiempo después de alcanzada la madurez sexual, en los machos a una talla promedio de 2033 mm y en las hembras a los 1949 mm.

Miden al nacer 89 cm y las temporadas de nacimientos son en invierno, verano y otoño. La gestación dura 11.2 meses y la lactancia 29 meses en promedio. La duración del ciclo reproductivo (intervalo de crianza) es de 50 meses. Algunas hembras viven 40 años y tienen en promedio 8.3 crías. La mortalidad es más alta en machos que en hembras.

#### *Coloración*

La coloración de los moteados pantropicales del Pacífico occidental fue descrita por Kasuya *et al.* (1974). Existen muchas coincidencias con el patrón descrito por Perrin (1970a) para los moteados del POT. Sin embargo, los moteados del Indo-Pacífico se distinguen de los del POT porque la mancha blanca de la punta del rostro, que se extiende hacia la comisura de la boca siguiendo el borde de los labios conforme van desarrollándose, es mucho más grande y evidente.

#### *b3) Población de moteados pantropicales del Atlántico*

No existe información acerca del tamaño de la manada, de sus asociaciones con otras especies ni del tamaño actual de las poblaciones. Tampoco hay información sobre su alimentación ni sobre sus movimientos migratorios.

#### *Distribución*

En el Atlántico son muy escasos los registros de estos delfines. Comparten el área con los delfines moteados del Atlántico, *Stenella frontalis*. Los registros que se tienen provienen de la región costera de la Florida (EUA), así como del Golfo de México, de la región del Caribe y de la costa colombiana. También hay registros de la región central del océano Atlántico y en la costa de África a nivel del Ecuador, así como en su extremo sur (Perrin *et al.*, 1987).

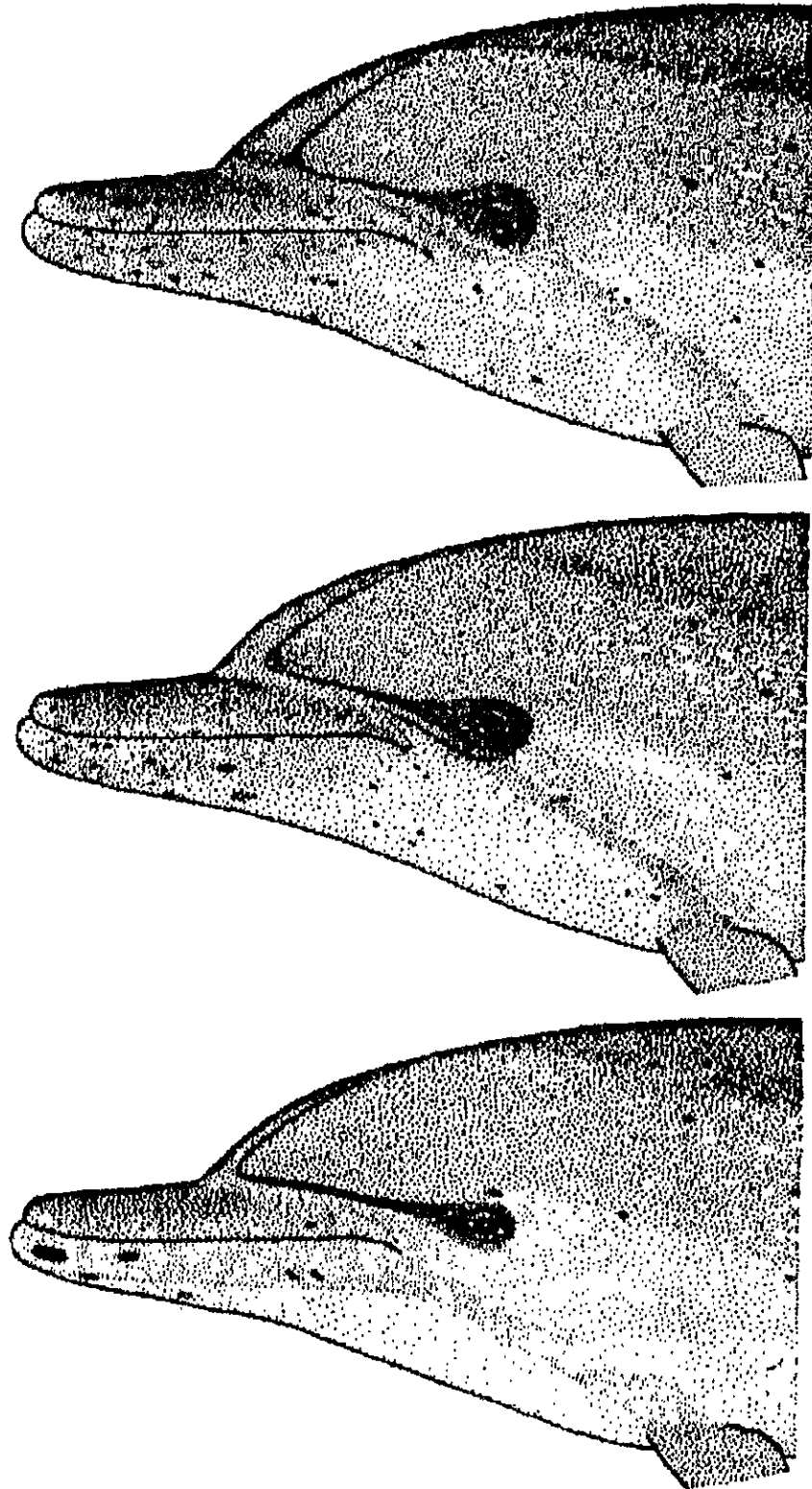


Figura 7. Delfines moteados del Atlántico, *Stenella frontalis*, en los que se pueden ver los diferentes puntos de inserción de la banda de la aleta pectoral.

## IV. Área de estudio

Tanto los delfines moteados "costeros" como los de "alta mar", objeto de este estudio, provienen de aguas del océano Pacífico Oriental Tropical (POT). La mayoría de los delfines moteados de alta mar provienen de aguas profundas y alejadas de la costa cuando menos 30 km dentro de las aguas de la Zona Económica Exclusiva mexicana y del Mar Patrimonial, aunque algunos fueron obtenidos en aguas internacionales o de otros países (Figura 4). Los "costeros" fueron colectados en aguas aledañas a la Bahía de Banderas, Nayarit/Jalisco, México (Figura 8). A continuación se enuncian algunas características físicas de las zonas de colecta.

### a) Región de alta mar del Pacífico Oriental Tropical (POT)

#### a.1) Localización geográfica

El océano Pacífico es el más grande del mundo con un área aproximada de 166 millones de km<sup>2</sup>. Además, es el más profundo, con un promedio de 4,188 m (Menard y Smith, 1966).

Según el meridiano que atraviere, el océano Pacífico ha sido dividido en tres regiones: *Pacífico Occidental*, *Pacífico Central* y *Pacífico Oriental*. En cuanto a la latitud, se pueden reconocer dos subregiones: *el Pacífico Septentrional o Norte* y *el Meridional o Sur* (Clute, 1963).

De acuerdo al clima se encuentran las regiones fría o polar, templada y tropical tanto al norte como al sur del Ecuador. Podemos ubicar al Pacífico Tropical como una faja o cinturón que se localiza entre los 23° N y S, es decir, entre los Trópicos de Cáncer (N) y Capricornio (S), y se extiende al oeste hasta aguas Japonesas (150° E) (Clute, 1963).

El Pacífico Oriental Tropical (POT) está limitado al este por la línea de costa del Continente Americano, que comprende en su extremo norte Cabo San Lucas, Baja California Sur, México y en el extremo sur la parte norte de Chile; se aleja al oeste mar adentro hasta los 145-150° W (Figura 4).

#### a.2) Topografía del fondo marino

De acuerdo con Flamand-Swaner (1991), el POT presenta algunos rasgos topográficos que lo caracterizan, como la presencia de la Cordillera Pacífico Oriental, varias zonas de fracturas y las trincheras Mesoamericana y Chileno-Peruana.

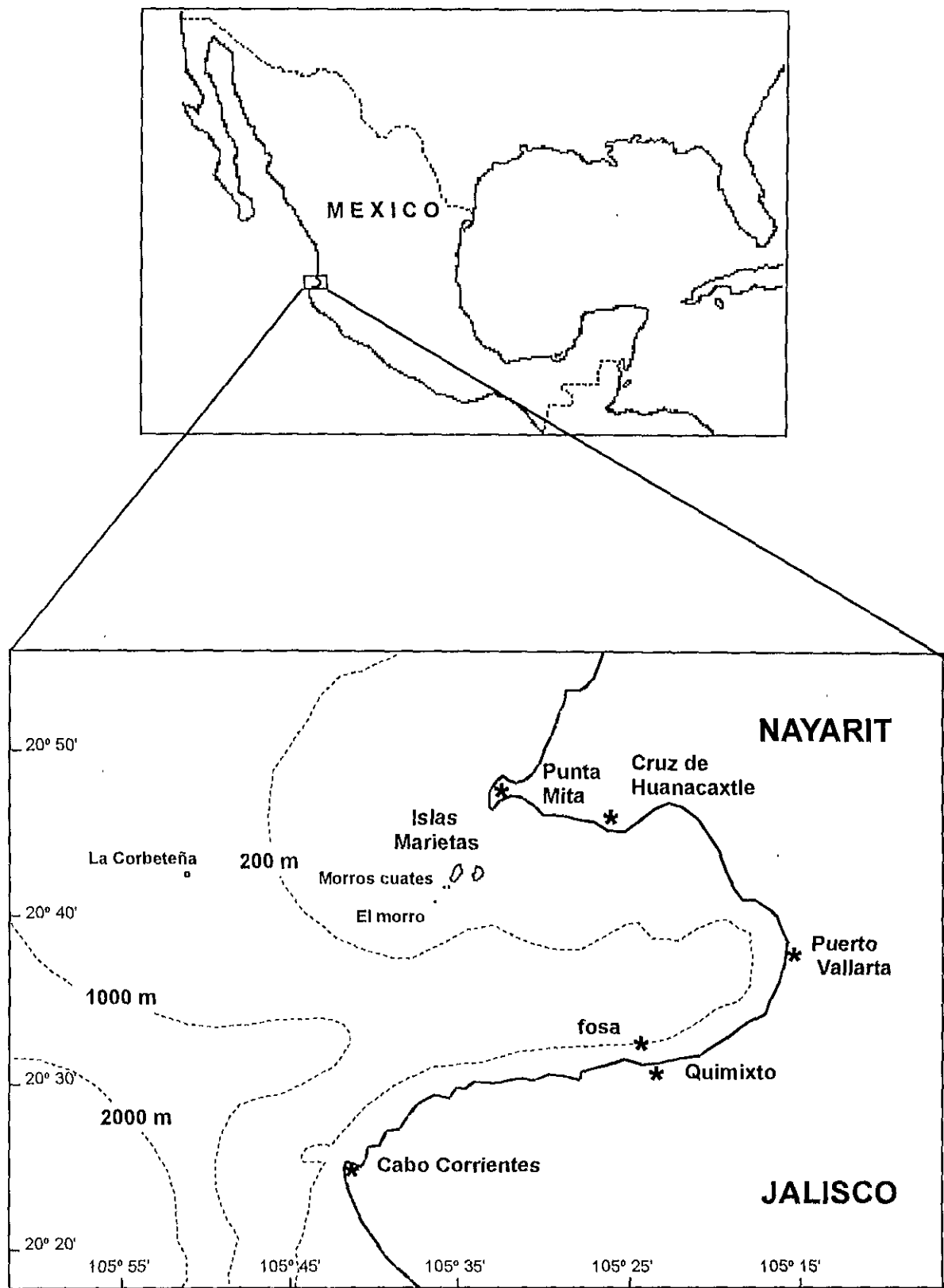


Figura 8. Bahía de Banderas, zona de colecta de los delfines moteados costeros.

Dentro de las aguas del Pacífico Oriental Tropical Mexicano se encuentran:

*i) La Cordillera Pacífico Oriental*

Esta cordillera corre del Pacífico Central sur hacia el norte, desde los 18° S y 130° W hasta los 20° N y 118° W, acercándose a las costas del centro y sur de México. Tiene forma arqueada, su extremo norte llega a ubicarse frente a la costa de los estados de Colima y Michoacán. Esta cordillera se divide a nivel del Ecuador dirigiéndose hacia el noreste, dando lugar a la Cordillera de los Cocos que llega cerca de Panamá (Flamand-Swaner, 1991).

*ii) Fallas*

Entre las más importantes están: **la Clarión**, localizada entre los paralelos 18° y 19° N y corre con una inclinación NO-SE, tiene forma arqueada. **La Rivera**, entre los 19° N y 20° N y corre con una inclinación NNO-SSO. **La Orozco**, se ubica entre los 15° N y 16° N y tiene una inclinación SO-NE. **La Cliperton**, localizada entre los 13° N y 14° N y corre con una inclinación NO-SE, arqueándose hacia el este (Flamand-Swaner, 1991).

*iii) Trinchera Mesoamericana*

Corre frente a la costa sur de México, desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta Panamá. Su longitud total es de 2600 km con una anchura media de 75 km. Se ubica a una distancia promedio de la costa de 100 km, aunque en algunas regiones se acerca a 10 km. Son descritas varias fosas que alcanzan profundidades superiores a los 6000 m (Flamand-Swaner, 1991).

*a.3) Características oceanográficas*

*i) Corrientes*

De acuerdo con Au *et al.*, (1979), entre las características oceanográficas más relevantes del POT están la presencia de 7 corrientes marinas y varios giros muy importantes:

En las figuras 9A y 9B se esquematizan las corrientes más importantes del POT durante el invierno y el verano, respectivamente.

Tanto la **Corriente de California**, que viaja desde el Pacífico Norte (Alaska) hacia el sur pegada a la costa, como la **Corriente de Perú**, que se dirige al norte desde el Pacífico Sur (Antártico) siguiendo la costa, giran hacia el oeste formando la **Corriente Norecuatorial** y **Surecuatorial** respectivamente, ambas dirigiéndose al Pacífico Central hasta llegar a aguas



del Pacífico Occidental. Entre ellas y en sentido contrario (oeste a este) se mueve la **Contracorriente Ecuatorial**.

Las corrientes y la circulación de la zona son marcadamente estacionales y se relacionan con los cambios en el sistema de vientos alisios del norte y el sur. Así, durante el invierno del hemisferio norte la faja de vientos alisios se ubica más al sur que en el verano (Wyrski, 1974, en Au *et al.*, 1979). Los vientos del NE se encuentran entre los 25° N y los 3° N, mientras que los del SE entre los 25° S y 8° S. Entre los vientos del NE y del SE se localiza la zona de calmas ecuatoriales o doldrums, que en esta época están entre los 3° N y los 8° S. Los vientos del NE chocan con la Contracorriente Ecuatorial, que viaja a nivel de los 5° N, por lo que se oponen a su flujo e influyen sobre ella disminuyendo su fuerza. Dado que la zona de calmas (entre los 3° N y 8° S) se localiza a nivel del Ecuador y hacia abajo, es que en esta zona prevalecen las condiciones de verano, las que son propicias para la pesca. En especial la zona del sur y sureste de las Islas Galápagos se caracteriza porque la temperatura superficial del agua es de más de 26° C y se presenta una termoclina superficial (Au *et al.*, 1979).

La Corriente de California enfría las aguas durante enero y febrero hasta los 18° N, y de marzo a junio baja hasta los 15° N frente al estado de Chiapas. En esta época (invierno - primavera) una parte del flujo de la Corriente de California gira hacia el oeste y forma la Corriente Norecuatorial, otra parte continúa dirigiéndose hacia el SE siguiendo la costa del Pacífico mexicano y gira al oeste a nivel del Golfo de Tehuantepec integrándose a la **Corriente Norecuatorial**, la cual está muy desarrollada. El flujo de la Contracorriente Ecuatorial, que viaja del oeste al este y se ubica al sur de la Corriente Norecuatorial, está muy disminuido. La **Corriente Costanera de Costa Rica**, que nace entre el Domo de Costa Rica y la costa de Costa Rica (9° N, 88° W), viaja al Noroeste costeano y posteriormente gira al oeste a nivel de los 9° a 12° N para integrarse directamente a la Corriente Norecuatorial. La convergencia intertropical se encuentra muy al sur, a nivel de los 3° N (Pacheco-Sandoval, 1991).

En la primavera, cuando aún tiene fuerza la Corriente de California, llega muy al sur donde gira y se integra a la Corriente Norecuatorial. La fuerza de la Contracorriente Ecuatorial aumenta, la que al acercarse al continente gira al norte y entra en contacto con la Corriente Costanera de Costa Rica. Una rama corre hasta Cabo Corrientes, y otra, más débil, se abre al oeste para integrarse con la Corriente Norecuatorial. La convergencia intertropical se desplaza más al norte, a nivel de los 10° N.

Durante el verano del hemisferio norte se instalan las condiciones de invierno a nivel y al sur del Ecuador, dado que la faja de los alisios se mueve hacia el norte. En esta temporada, los vientos del NE se localizan entre los 30° N y 15° N; los del SE entre los 20° S y los 5° N y la zona de calmas ecuatoriales entre los 5° N y 15° N. De esta manera, al sur y a nivel del

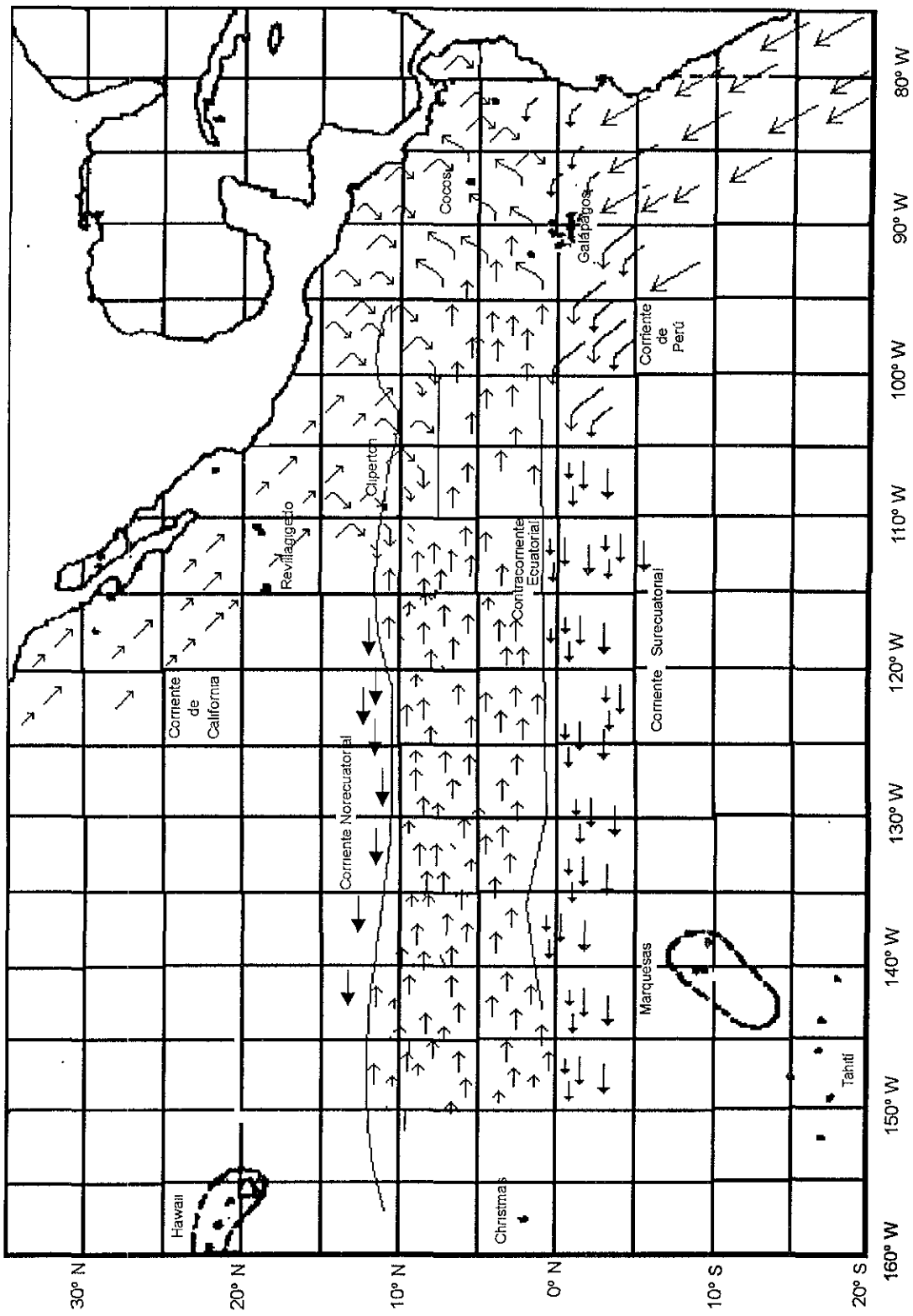


Figura 9B. Principales corrientes marinas en el POT durante el verano en el hemisferio norte, según Pacheco-Sandoval (1991).

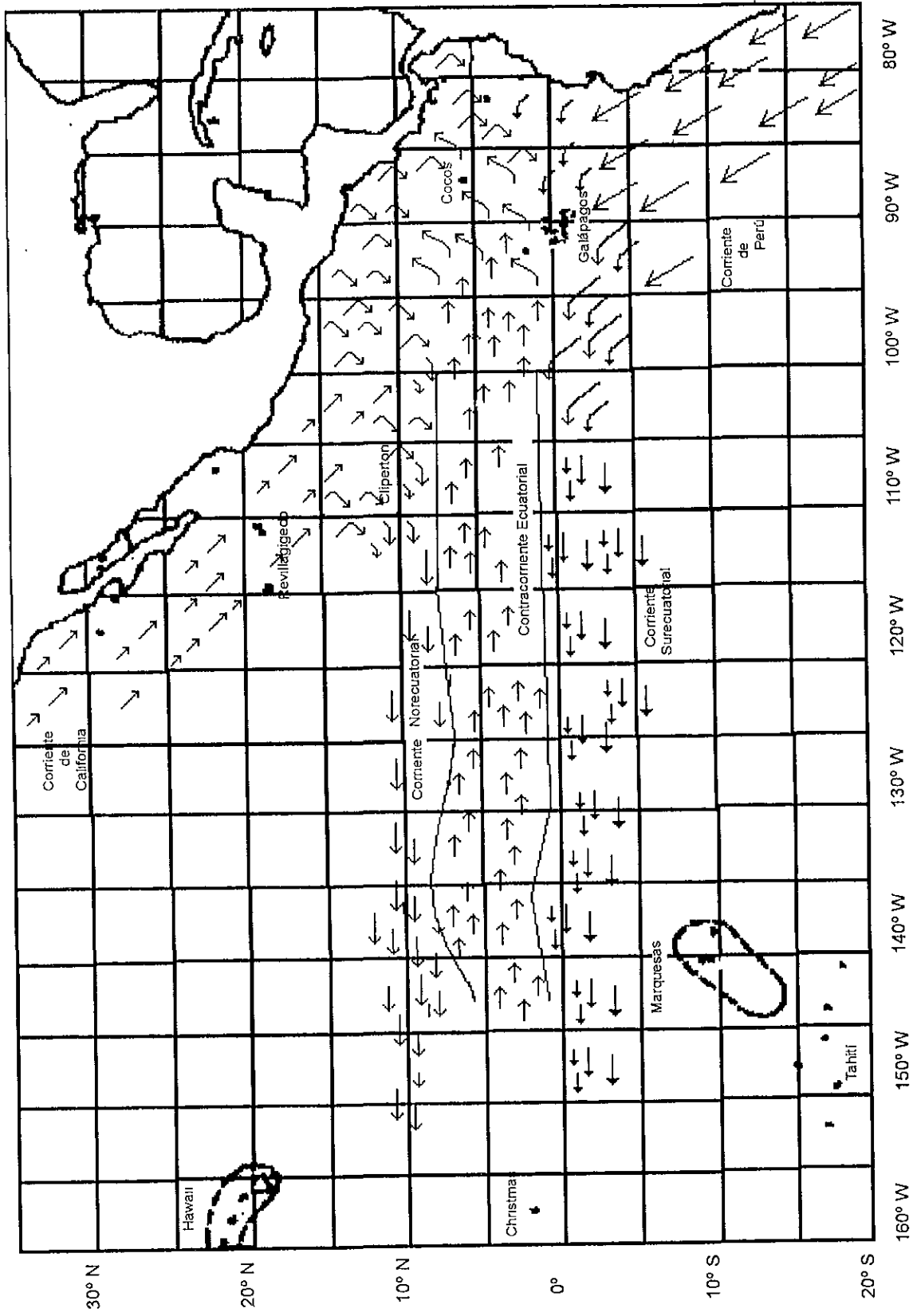


Figura 9A. Principales corrientes marinas en el POT durante el invierno en el hemisferio norte, según Pacheco-Sandoval (1991).

Ecuador están soplando fuerte los vientos del SE, lo cual se ve reforzado por la presencia de la Corriente de Perú o Corriente de Humbolt, que en esta temporada enfría las aguas de manera importante y rompe la termoclina de la zona. Esta corriente gira al oeste a nivel de los 2° N y forma la Corriente Surecuatorial. Se desarrolla el Frente Ecuatorial, caracterizado por un fuerte gradiente de temperatura superficial, justo por arriba del Ecuador, el cual marca la frontera sur de la masa de agua superficial tropical (Au *et al.*, 1979). En esta época la Corriente de California, debilitada, no alcanza a bajar más allá de los 20° N y gira al oeste sin acercarse a las costas de México. La convergencia intertropical se encuentra a nivel de los 10° N y coincide con el límite más norteño de la Contracorriente. En junio y julio la Contracorriente Ecuatorial es muy importante y al chocar con el continente gira al noroeste integrándose a la Corriente Costanera de Costa Rica. Una parte del flujo viaja pegado a la costa hasta Cabo Corrientes (Lankford, 1974) y otra parte se desprende y se desvía al oeste para integrarse a la Corriente Norecuatorial.

Desde agosto y hasta diciembre (fines del verano y otoño) esta corriente se debilita, ya no llega a Cabo Corrientes, y a nivel del Golfo de Tehuantepec se abre al oeste para pasar a formar parte de la Corriente Norecuatorial (Pacheco-Sandoval, 1991a).

La **Corriente Submarina de Cromwell** corre a nivel del Ecuador a una profundidad de 50-100 m con dirección este - oeste (Au *et al.*, 1979).

## ii) Salinidad

Según Au *et al.* (1979), las aguas en esta región se caracterizan por presentar un rango de salinidad muy bajo y una marcada estructura en dos capas.

Las aguas superficiales de esta zona (Figura 10) han sido clasificadas por Wyrski, (1967, en Au *et al.*, 1979) de acuerdo a su ubicación, salinidad y temperatura en:

- "*Aguas Superficiales Tropicales*". Definidas como aguas de salinidades menores a los 34 ‰ y temperaturas mayores a los 25° C.
- "*Aguas Superficiales Ecuatoriales*". Aquellas que se ubican a lo largo del Ecuador y presentan salinidades más elevadas, de entre 34 y 35 ‰, con "surgencias" y estacionalmente enfriadas por la Corriente de Perú y
- "*Aguas Superficiales Subtropicales y de Transición*". Las que se ubican al norte y sur de las Ecuatoriales y Tropicales. Las del sur tienen como frontera norte la isohalina de las 35 ‰.

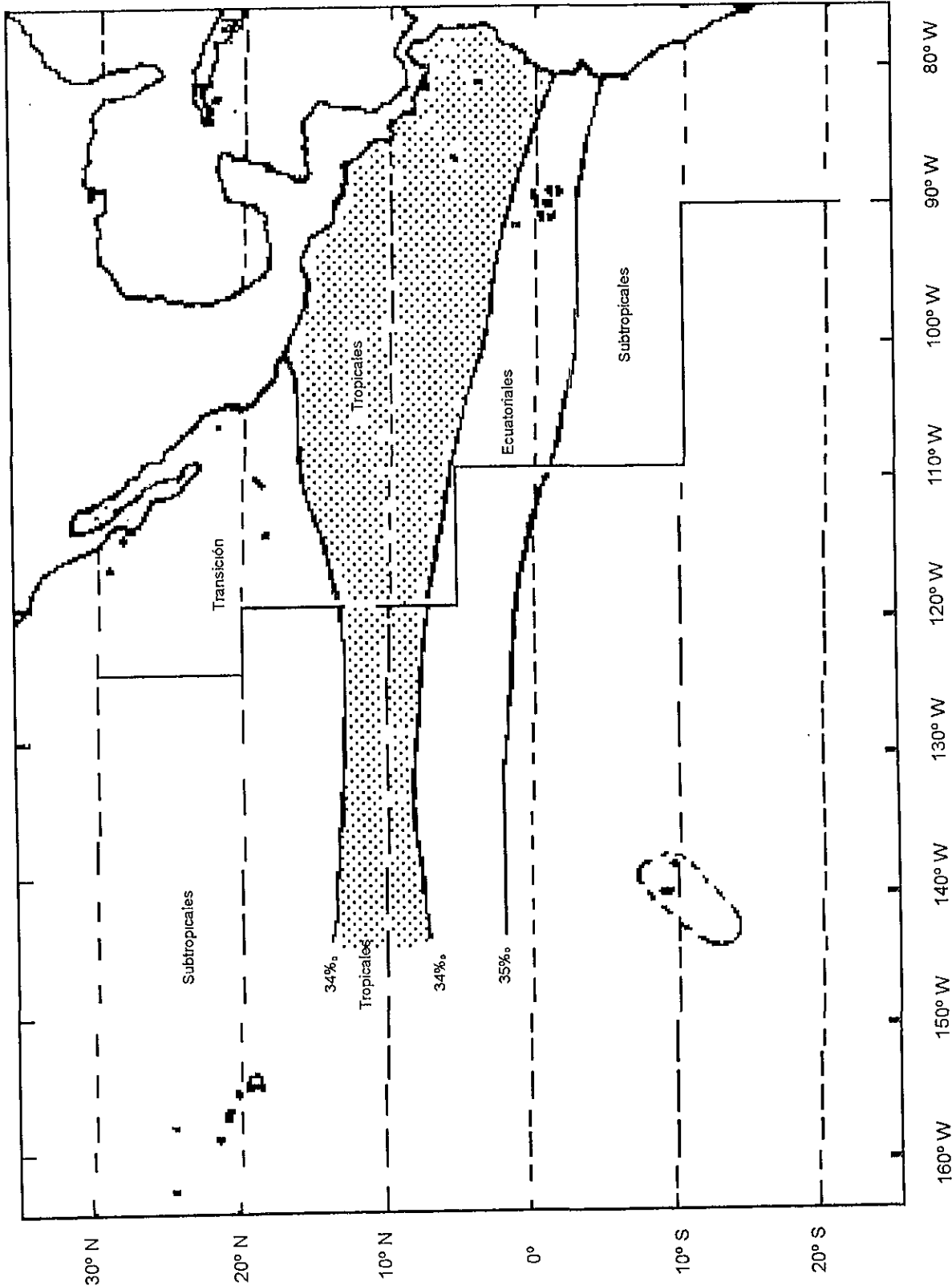


Figura 10. Caracterización de las aguas superficiales del Pacífico Oriental Tropical en relación a la salinidad, según Wyrski (1976, en Au *et al.*, 1979).

### iii) Capa de mínimo oxígeno

Otra característica importante del POT es que la capa de mínimo oxígeno contiene menos de 1 ml O<sub>2</sub>/l. Es de un grosor mayor a los 1200 m frente a México y de 800 m frente a Perú. A nivel del Ecuador, se ubica a mayor profundidad, aunque su grosor es de apenas 300 m, debido a la presencia de la **Corriente Submarina de Cromwell**. En el Ecuador esta capa se divide en dos partes que corren al oeste. Una de ellas se ubica entre los 10° N y 12° N y está dentro de los primeros 100 m de profundidad y se extiende hasta los 172° W. La otra se ubica entre los 2° y 15° S, y solo se le localiza en los primeros 100 m de profundidad al este de los 100° W (Wyrski, 1967).

### iv) Temperatura

A nivel del Ecuador la temperatura del agua superficial es de entre 25° y 28° C de acuerdo a la temporada del año. Esta disminuye conforme se aleja del Ecuador al norte y al sur, también en relación a la temporada del año y a los sistemas de vientos alisios (Au *et al.*, 1979).

La termoclina es muy delgada y somera ya que se ubica a una profundidad menor a los 50 m. Esta profundidad va disminuyendo conforme las aguas se acercan a las costas o si se encuentran en zonas de divergencia, llegando a encontrarse a menos de 10 m y marca la transición entre las capas. Sin embargo, el cambio en la densidad entre las capas es muy rápido y fuerte ya que justo por debajo de la termoclina hay una elevada salinidad. Esta característica ha sido llamada "*Superficie de Discontinuidad*" por Sverdrup *et al.* (1942, en Au *et al.*, 1979).

## b) Región costera de Bahía de Banderas

### b.1) Localización geográfica:

La Bahía de Banderas, Jalisco/Nayarit (Figura 8) es considerada como el límite más sureño de la entrada o "boca" del Golfo de California, de acuerdo a Roden y Emilson (1980, en Salinas-Zacarías y Bourillon-Moreno, 1988).

Esta bahía se localiza entre las latitudes 20° 55' y 20° 20' N, y entre las longitudes 105° 10' y 105° 55' W. Por su tamaño, ocupa el tercer lugar, después de la Bahía de Sebastián Vizcaíno, BCN. y la Bahía de la Paz, BCS, con un tamaño de entre 987 y 963 km<sup>2</sup>. según Roden y Emilson (1980, en Salinas-Zacarías y Bourillon-Moreno, 1988).

## *b.2) Topografía y batimetría*

La plataforma continental, cuyo límite son los 200 m de profundidad, en la zona de la Boca del Golfo de California, desde Mazatlán hasta la punta norte de la Bahía de Banderas, Punta Mita, mide en promedio 33 km excepto la zona comprendida entre la Isla Isabel y las Islas Marías, en donde se extiende hasta los 101.8 km.

Al sur de Punta Mita la plataforma se angosta de manera notable. Así, frente a la costa norte de la bahía mide 14 km y poco a poco se va angostando hasta llegar a 8 km desde La Cruz de Huanacaxtle hasta Puerto Vallarta. En la Figura 8 puede verse como la isóbata de los 200 m va acercándose a la costa conforme se acerca a Puerto Vallarta. Esta isóbata parte a la mitad a la bahía de este a oeste. Desde Puerto Vallarta y hasta llegar a Cabo Corrientes, la punta sur de la bahía, la plataforma se angosta a 3 km en promedio. En la misma figura se ve la localización de una fosa que alcanza una profundidad de más de 1400 m y se ubica frente al poblado de Quimixto a una distancia de 5.5 km de la costa (Anónimo, 1983).

Al sur de Cabo Corrientes la plataforma tiene 11 km de ancho, lo que representa una tercera parte de lo que tiene al norte de Punta Mita (Anónimo, 1983). Esta plataforma varía en su anchura pues a partir de Cabo Corrientes se describe la presencia de la Trinchera Mesoamericana, la que llega hasta Panamá (Flamand-Swaner, 1991).

### *i) Islas, islotes y rocas*

Las islas presentes en ésta área se conocen como Islas Marietas y son la Isla Larga y la Isla Redonda que están muy cerca una de la otra, situadas a menos de 10 km de la costa, al suroeste de Punta Mita, la punta norte de la bahía. (Anónimo, 1983).

La Isla Larga se encuentra entre los 20° 42' N; 105° 33' W y la Isla Redonda se localiza a 1.5 km al oeste de ésta a los 20° 42' N; 105° 34' W (Anónimo, 1983).

Los islotes Los Morros Cuates están a menos de un km de Las Marietas en dirección oeste - suroeste. En esta misma dirección y a 14.4 km de las Marietas se encuentra un tercer islote, el Morro (Anónimo, 1983).

La Corbeteña es una roca localizada a 31.4 km al oeste de Punta Mita y se localiza a los 20° 43.6' N; 105° 51.2' W (Anónimo, 1983, Figura 8).

## *b.3) Características oceanográficas.*

De acuerdo a lo reportado por González (1975) la costa este de la bahía muestra un patrón de circulación durante el verano y el invierno hacia el norte.

También se reporta frente a Puerto Vallarta un flujo hacia el norte (Anónimo, 1976). Al parecer, las corrientes que pasan por fuera de la bahía durante las diferentes temporadas del año no influyen de manera significativa y el flujo dentro de la bahía a lo largo del año es en contra de las manecillas del reloj (Anónimo, 1976).

i) Temperatura

Los promedios de la temperatura del agua superficial obtenidos por la Secretaría de Marina entre los años 1901 y 1974 (Anónimo, 1976), así como los obtenidos por Salinas-Zacarías y Bourillón-Moreno (1988) en 20 expediciones al campo por parte del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias, UNAM realizadas entre 1984 y 1988 para las aguas del interior de la Bahía de Banderas se presentan en el Cuadro 2:

Cuadro 2: Temperaturas obtenidas por la Secretaría de Marina entre 1901 y 1974 y por la Facultad de Ciencias entre 1984 y 1988.

Meses	Temperatura ° C		Meses	Temperatura ° C	
	Secretaría de Marina	Facultad de Ciencias		Secretaría de Marina	Facultad de Ciencias
enero	22.3	23.7	julio	27.8	27.5
febrero	22.3	23.7	agosto	27.8	27.5
marzo	22.3	23.7	septiembre	27.8	27.5
abril	24.2	26.7	octubre	26.6	26.9
mayo	24.2	26.7	noviembre	26.6	26.9
junio	24.2	26.7	diciembre	26.6	26.9



## V. Material y método

### a) Muestreo

Fueron medidos un total de 233 delfines moteados, de los cuales 30 fueron costeros (14 hembras y 16 machos) y 203 fueron de alta mar (125 hembras y 78 machos).

Como se ha mencionado anteriormente, la colecta del material costero proviene principalmente de aguas localizadas frente al extremo sur del Estado de Nayarit, incluida la zona norte de la Bahía de Banderas (Figura 8).

Las capturas de los costeros se obtuvieron entre los años 1984 y 1991 por cuatro tesistas del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM ('). Dichas capturas fueron realizadas empleando lanchas de fibra de vidrio de 10 m de eslora por 2 m de manga, pertenecientes a pescadores tiburoneros que utilizan al delfín como carnada en la pesca del tiburón, para lo cual usan diferentes tipos de arpones que pueden ser "simples" o de "maroma". Una vez arponeado y a bordo, se procedió a transportarlo a la playa más cercana en donde se procedió a medir al animal. Es importante mencionar que las maniobras para capturar al animal, subirlo y bajarlo de la embarcación y llevarlo a un lugar de la playa que nos permitiera realizar la disección y la toma de medidas pudo hacerse gracias a la entusiasta participación de los pescadores del lugar. El costo de las navegaciones fue cubierto exclusivamente por los cuatro participantes en las colectas de animales de costa.

Los 203 delfines de alta mar fueron obtenidos en 14 viajes a bordo de cerqueros atuneros de bandera mexicana realizados entre 1986 y 1987 en diferentes regiones del océano Pacífico Oriental Tropical al norte del Ecuador (Figura 4).

Gracias a que siete tesistas y miembros del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM (\*\*) fueron invitados a colaborar realizando dos viajes, en promedio, a bordo de cerqueros atuneros de bandera mexicana como Técnicos - Científicos - Observadores de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), con duración promedio de 2 meses, es que se pudo realizar el presente trabajo.

Esto fue posible debido a que el Instituto Nacional de la Pesca (INP), de la entonces Secretaría de Pesca, hoy Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) de México, trabajando en coordinación con la CIAT y el Servicio Nacional de Pesquería Marina (NMFS) del Centro Pesquero del Suroeste (SWFC) de los Estados Unidos de Norteamérica, implementaron el Programa de Investigación sobre el Problema Atún-Delfín. El programa de investigación requería recabar información relacionada con la pesca del atún y la mortalidad incidental de delfines asociados a los cardúmenes de este pez. El objetivo de este programa era el de "mantener la producción atunera en un alto nivel; mantener las poblaciones de delfines a niveles o sobre niveles que

garantizaran su supervivencia a perpetuidad y trabajar en cuanto sea posible para evitar la muerte innecesaria o por descuido de los delfines en las maniobras de pesca" (CIAT, 1976).

Con esta oportunidad, se implementó un convenio académico (López-Sánchez y Aguayo-Lobo, 1986) en el que biólogos mexicanos del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM podrían estudiar a estos delfines, colectando datos y muestras biológicas. Así fue como durante estos viajes se consiguió el material biológico, que hasta la fecha es de las colecciones más completas con las que cuenta México. Los animales empleados fueron aquellos que murieron durante las maniobras de la pesca del atún. Una vez que los delfines muertos han llegado a cubierta, se procede a realizar la disección y la toma de medidas. Es recomendable solicitar la ayuda de un pescador tanto para mover al animal, aproximadamente de 100 kg de peso, de un lugar a otro para evitar lastimaduras, como para tomar las medidas del animal correctamente, pues es una maniobra que es difícil hacer solo. Esto no sin antes contar con la autorización de los capitanes del barco y del contra maestre para trabajar en cubierta, empleando siempre el casco y en el lugar indicado por ellos cuidando de no estorbar las maniobras de la pesca.

#### **b) Datos morfométricos**

Se tomaron un promedio de 44 medidas (variables) de cada animal (Cuadro 3, Figura 11), la mayoría de las cuales siguen los patrones de medidas recomendadas en la Guía de Identificación de Ballenas, Delfines y Marsopas del Pacífico Nororiental (Leatherwood *et al.*, 1982), algunas otras son modificaciones a este patrón.

Las medidas fueron hechas en línea recta y paralelas al eje longitudinal del cuerpo del animal, excepto las medidas de los bordes de las aletas (Figura 11). Fue empleado un vernier de 2 m, con una aproximación a 0.1 cm; las medidas pequeñas se hicieron usando un vernier de 15 cm, con 0.1 mm de aproximación.

Se midieron todas las clases de edad disponibles. Los datos fueron recopilados en formatos especialmente diseñados para su uso en el campo por 10 miembros del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, incluido el autor del presente trabajo, quienes nos trasladamos al área de estudio en dos ocasiones empleando transportes (camionetas o autobuses) de la Facultad de Ciencias, el resto de las veces se emplearon autobuses de línea pagados por nosotros mismos.

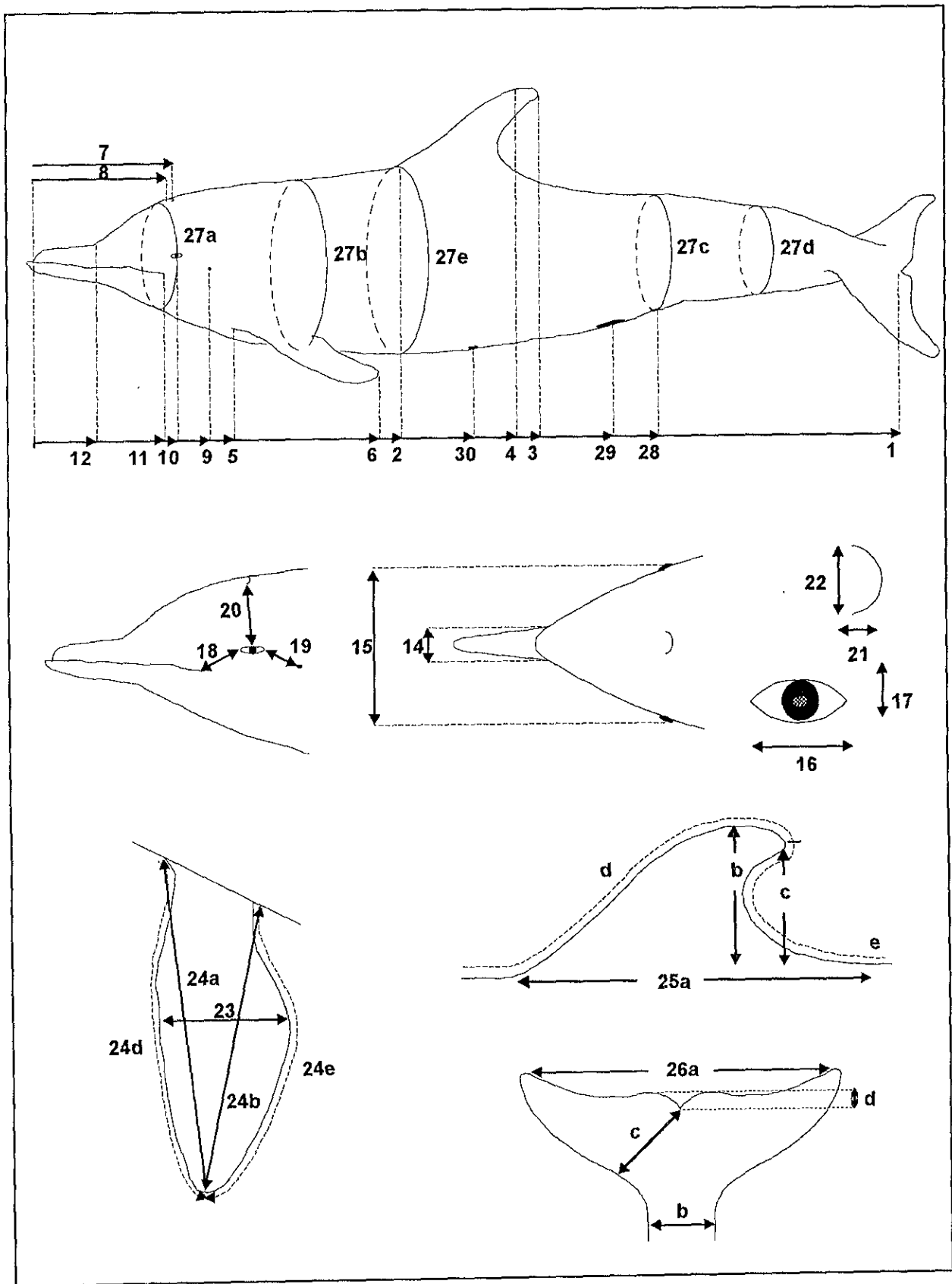


Figura 11. Ilustración de las características morfométricas registradas en campo para cada delfín.

El análisis de los datos morfométricos se realizó en el Laboratorio de Ecología Marina de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la UNAM. La información fue guardada y organizada en una base de datos diseñada para este fin, empleándose el paquete DBase IV y la hoja de cálculo Excel a fin de facilitar la extracción y el manejo de la información.

### c) Estimación de datos faltantes y corrección de errores de medición

Con el objeto de completar y/o corregir la información de la base de datos, se hizo un análisis del comportamiento de cada variable.

Para ello, se analizó la tendencia de las características morfométricas (variables) a través de la graficación de cada una de ellas contra la longitud total del animal. De acuerdo con lo observado en cada gráfica, se detectaron los errores más evidentes y aquellos datos faltantes. Los datos aberrantes fueron eliminados.

Posteriormente, se procedió a obtener el modelo matemático del comportamiento de cada variable, a través de la utilización del paquete estadístico Statgraphics, en el que se empleó un modelo potencial.

Este modelo tiene la forma  $y = b x^k$

donde:  $y$  = variable dependiente  
 $x$  = variable independiente (i.e. longitud total)  
 $b$  y  $k$  = parámetros del modelo

Este modelo analiza los cambios de proporción en relación a las variaciones del tamaño total del animal, o bien, de alguna de sus partes (Gould, 1966; Frontier y Pichod-Viale, 1995).

Hay alometría en el crecimiento si al aumentar la longitud total del animal la otra variable lo hace más o menos rápido que la primera, en este caso, el exponente  $k$  será diferente de 1. Si por el contrario, las partes del cuerpo crecen con igual ritmo, el crecimiento es isométrico, y el exponente  $k$  será igual a 1.

Así, todos aquellos valores que por diversas circunstancias no se tomaron en el campo, así como los considerados aberrantes, fueron estimados mediante una interpolación con la ecuación obtenida.

La interpolación sólo se hizo en aquellos casos en los que el valor de correlación fue aceptable, en la mayoría de los casos los valores fueron mayores al 80% de  $R^2$ .

Una vez que se recuperó la mayor cantidad posible de información y se tuvo una base de datos casi sin "huecos", se procedió a la aplicación del Análisis de Componentes Principales (ACP).

#### d) Análisis de Componentes Principales

A fin de determinar las variables que caracterizan a cada raza de delfín, sexo o grupo de edad, se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP).

De acuerdo con Pla (1986) el ACP es empleado cuando se tiene un conjunto de individuos obtenidos al azar y se han medido una serie de características, con lo que se obtiene una matriz de datos multivariados. Desde un punto de vista geométrico y espacial, este método puede explicarse como un conjunto de  $p$  variables en un espacio de  $n$  dimensiones, donde cada punto del gráfico en  $n$  dimensiones, será una variable definida en el espacio cuyos ejes serán cada uno de los  $n$  individuos. Aquí, se trata de comparar a las variables en función de los individuos que se estudian, lo que nos dará información de la relación entre las características o variables. A ésta se le llama técnica R pues debe ser calculada la matriz de correlación R.

El aplicar el ACP tiene como objetivos principales los de generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos. Así como reducir la dimensionalidad del problema y eliminar algunas variables originales que aportan poca información. Con esto, las nuevas variables generadas son conocidas como *componentes principales*, cuyas características estadísticas son las de ser independientes.

Este método nos permite conocer el grado de *interdependencia* que existe entre las variables que caracterizan a cada individuo. Además, no se requiere conocer, del conjunto de datos obtenidos de la población aleatoriamente muestreada, la distribución de probabilidades de sus errores (Pla, 1986). Es decir, este método nos permite tomar en cuenta simultáneamente a todas las variables y a todos los individuos involucrados. Nos indica las variables que mayor contribución aportaron para señalar las diferencias encontradas entre los grupos resultantes.

Con el empleo de este tipo de prueba fue posible observar la formación de grupos que se separan en razón de las diferencias cuantitativas de sus diferentes variables.

#### e) Conjuntos de datos analizados

Empleando el modo de extracción de la base de datos, fueron construidos tres tipos diferentes de matrices. La **matriz tipo 1** se caracterizó porque fueron empleados los datos en "bruto", en la **tipo 2** los datos fueron transformados a proporciones de la longitud total del animal, y en la **tipo 3** se emplearon fragmentos del animal, expresadas en proporción de la longitud total (Figura 12).

Tres conjuntos diferentes de datos fueron construidos dentro de cada tipo de matriz: el primero incluyó animales de alta mar y costeros, el segundo sólo individuos de alta mar, y el último, únicamente a los costeros (Cuadros 4 y 5). En total, nueve conjuntos diferentes de datos fueron sometidos al ACP.

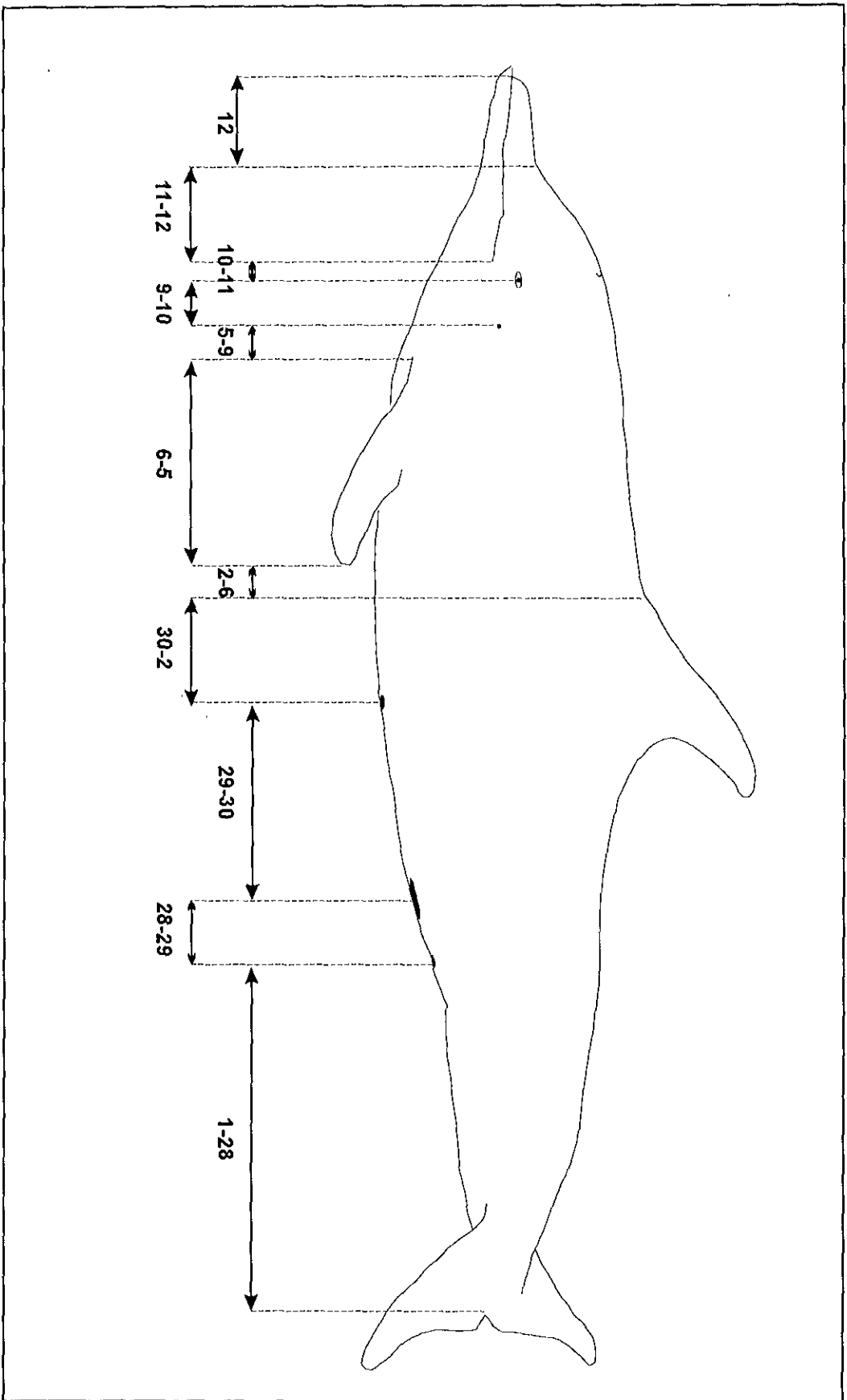


Figura 12. Ilustración de los fragmentos corporales del delfín (Ver Cuadro 5).

Cuadro 3: Medidas obtenidas de los delfines moteados costeros y de alta mar (ver Figura 11).

No. variable	Variables	No. variable	Variables
M1	Longitud total	M24a	De la inserción anterior a la punta de la aleta pectoral izquierda
M2	De la punta de la maxila al origen de la aleta dorsal	M24b	Del nacimiento del borde posterior a la punta de la aleta pectoral izquierda
M3	De la punta de la maxila al termino de la aleta dorsal	M24d	Longitud del borde anterior de la aleta pectoral izquierda
M4	De la punta de la maxila a la cima de la aleta dorsal	M24e	Longitud del borde posterior aleta pectoral izquierda
M5	De la punta de la maxila al nacimiento de la aleta pectoral	M25a	Ancho de la base de la aleta dorsal
M6	De la punta de la maxila al extremo de la aleta pectoral	M25b	Altura máxima de la aleta dorsal
M7	De la punta de la maxila al centro del orificio nasal	M25c	Altura del extremo de la aleta dorsal
M8	De la punta de la maxila al borde anterior del orificio nasal	M25d	Longitud del borde anterior de la aleta dorsal
M9	De la punta de la maxila al centro del orificio auditivo	M25e	Longitud del borde posterior de la aleta dorsal
M10	De la punta de la maxila al centro del ojo	M26a	Envergadura de la aleta caudal
M11	De la punta de la maxila a la comisura de la boca	M26b	Ancho del pedúnculo caudal
M12	De la punta de la maxila al nacimiento del melón	M26c	De la escotadura de la a. caudal al punto más cercano del borde anterior
M14	Ancho máximo del rostro	M26d	Profundidad de la escotadura
M15	Distancia interocular	M27a	Circunferencia a nivel del ojo
M16	Longitud del ojo	M27b	Circunferencia a nivel axila
M17	Ancho del ojo	M27c	Circunferencia a nivel del ano
M18	Del centro del ojo a la comisura de la boca	M27d	Circunferencia a nivel del pedúnculo caudal
M19	Del centro del ojo al centro del orificio auditivo izquierdo	M27e	Circunferencia a nivel del nacimiento de la aleta dorsal
M20	Del centro del ojo al centro del orificio nasal	M28	De la punta de la maxila al ano
M21	Longitud del orificio nasal	M29	De la punta de la maxila al centro de la abertura genital
M22	Ancho del orificio nasal	M30	De la punta de la maxila al centro del ombligo
M23	Ancho máximo de la aleta pectoral izquierda		

Cuadro 4: Variables empleadas en la construcción de las matrices tipos 1 (datos en bruto) y 2 (datos proporcionales).

Número de la variable	Variable	Matrices					
		Tipo 1 Costeros y alta mar	Tipo 2 Costeros y alta mar	Tipo 1 Alta mar	Tipo 2 Alta mar	Tipo 1 Costeros	Tipo 2 Costeros
M1	Longitud total	X		X		X	
M2	Maxila – origen aleta dorsal	X	X	X	X	X	X
M3	Maxila – término aleta dorsal	X	X	X	X	X	X
M4	Maxila – cima aleta dorsal	X	X	X	X	X	X
M5	Maxila – nacimiento aleta pectoral	X	X	X	X	X	X
M6	Maxila – extremo aleta pectoral	X	X		X	X	X
M7	Maxila – centro orificio nasal	X	X	X	X	X	X
M8	Maxila – borde anterior orificio nasal	X	X	X	X		
M9	Maxila – al centro del oído	X	X	X	X	X	X
M10	Maxila – al centro del ojo	X	X	X	X	X	X
M11	Maxila – a la comisura boca	X	X	X	X	X	X
M12	Maxila – al nacimiento del melón	X	X	X	X	X	X
M14	Ancho máximo del rostro	X	X	X	X		
M15	Distancia interocular	X	X	X	X		
M16	Longitud del ojo	X	X				
M17	Ancho ojo	X	X			X	X
M18	Centro ojo – a la comisura de la boca	X	X			X	X
M19	Centro ojo – oído	X	X	X	X	X	X
M20	Centro ojo – centro orificio nasal	X	X	X	X		
M21	Longitud orificio nasal	X	X	X	X		
M22	Ancho orificio nasal	X	X	X	X	X	X
M23	Ancho máximo a. pectoral	X	X	X	X	X	X
M24a	Nacimiento a punta aleta pectoral	X	X	X	X	X	X
M24b	Nac. post. a punta aleta pectoral	X	X	X	X	X	X
M24d	Longitud borde ant. aleta pectoral	X	X	X	X	X	X
M24e	Longitud borde posterior	X	X				
M25a	Ancho base aleta dorsal	X	X	X	X	X	X
M25b	Altura máxima a. dorsal	X	X	X	X	X	X
M25c	Altura del extremo	X	X	X	X	X	X
M25d	Longitud borde anterior	X	X			X	X
M25e	Longitud borde posterior	X	X			X	X
M26a	Envergadura	X	X	X	X	X	X
M26b	Ancho pedúnculo caudal	X	X	X	X	X	X
M26c	Escotadura al borde anterior	X	X	X	X	X	X
M26d	Profundidad escotadura	X	X	X	X	X	X
M27a	Circunferencia a nivel ojo	X	X	X	X	X	X
M27b	Circunferencia nivel axila	X	X	X	X	X	X
M27c	Circunferencia nivel ano	X	X	X	X		
M27d	Circunferencia nivel pedúnculo	X	X	X	X	X	X
M27e	Circunferencia nivel nac. a. dorsal	X	X			X	X
M28	Maxila – ano	X	X	X	X	X	X
M29	Maxila – abertura genital	X	X	X	X	X	X
M30	Maxila – ombligo	X	X	X	X	X	X



Cuadro 5: Variables empleadas en la construcción de las matrices tipo 3 (fragmentos corporales expresados como proporción de la longitud total).

Número de la variable	Variables	Matrices tipo 3		
		Costeros y Alta mar	Alta mar	Costeros
F2-6	Fragmento entre extremo a. pectoral y origen a. dorsal	X	X	
F30-2	Fragmento entre aleta dorsal y ombligo	X	X	X
F6-5	Fragmento entre origen y extremo aleta pectoral	X	X	
F5-9	Fragmento entre oído y origen aleta pectoral	X	X	
F9-10	Fragmento entre ojo y oído	X	X	
F10-11	Fragmento entre comisura de la boca y ojo	X	X	
F11-12	Fragmento entre origen melón y comisura de la boca	X	X	
M12	Maxila - nacimiento melón	X	X	X
M14	Ancho máximo del rostro		X	
M15	Distancia interocular		X	
M17	Ancho del ojo			X
M18	Centro del ojo - comisura boca	X	X	X
M19	Centro ojo - oído	X	X	X
M20	Centro ojo - centro orificio nasal	X	X	
M22	Ancho orificio nasal			X
M23	Ancho máximo aleta pectoral	X	X	X
M24a	Nacimiento a la punta de la aleta pectoral	X	X	X
M25a	Ancho base aleta dorsal	X	X	X
M25b	Altura máxima aleta dorsal	X	X	X
M25c	Altura del extremo	X	X	
M26a	Envergadura	X	X	X
M26c	Escotadura al borde anterior de la aleta caudal			X
M26d	Profundidad escotadura	X	X	X
M27a	Circunferencia a nivel del ojo	X	X	
M27b	Circunferencia a nivel axila	X	X	X
M27c	Circunferencia a nivel ano	X	X	
M27e	Circunferencia a nivel del nacimiento de la aleta dorsal	X	X	X
F1-28	Fragmento entre el ano y escotadura de la a. caudal	X	X	X
F28-29	Fragmento entre orificio genital y ano	X	X	X
F29-30	Fragmento entre ombligo y orificio genital	X	X	X

F1-28=fragmento obtenido de restar la medida mayor (1) menos la menor (28)

\* Tesistas participantes en la colecta de costeros: Carlos Esquivel Macías, Francisco López, José Luis López Sánchez y Arturo Vargas.

\*\*Tesistas participantes en la colecta de alta mar: Carlos Alvarez Flores, Rafael Campos Ramos, José Luis López Sánchez, Sergio Nolasco Pérez, Mario Salinas Zacarías, Rafael Sánchez Tabla, Jorge Urbán Ramírez.



## VI. Resultados

### a) Principales características morfométricas de los delfines moteados

La colecta total y algunos valores parciales por raza y sexo de la talla promedio, la desviación estándar (s) y el intervalo de las tallas lo podemos ver en el Cuadro 6. Se capturaron un total de 233 delfines moteados costeros y de alta mar, entre los cuales hay 21 neonatos y 3 no natos. De los costeros, *Stenella attenuata graffmani*, se colectaron 30 animales, 16 machos y 14 hembras. Se obtuvieron 203 animales de alta mar, *S. attenuata*, de los cuales 125 fueron hembras y 78 machos.

Podemos notar que fueron separados los no natos y neonatos de aquellos animales de más de 1 m de longitud, reunidos como "juveniles y adultos".

Cuadro 6. Tamaño de la muestra de los delfines costeros y de los de alta mar con algunos datos estadísticos.

Raza	Sexo	Categoría	Tamaño de muestra (n)	Talla promedio (mm)	Desviación estándar (s)	Intervalo de tallas (mm)
Costera	Macho	Nonato	1	245	-	-
		Neonatos	-	-	-	-
		Juveniles y Adultos	15	1997	170	1776-2270
	Hembra	Nonatos	-	-	-	-
Neonatos		-	-	-	-	
Juveniles y Adultos		14	1899	119	1655-2110	
Océánica	Macho	Nonatos	1	240	-	-
		Neonatos	12	920	31	885-985
		Juveniles y Adultos	65	1771	200	1190-2198
	Hembra	Nonatos	1	760	-	-
		Neonatos	9	903	55	833-990
		Juveniles y Adultos	115	1797	149	1285-2040
Colecta total de delfines costeros			30	-	-	-
Colecta total de delfines de alta mar			203	-	-	-
Colecta total			233	-	-	-

Los valores de algunas medidas externas del rostro y del cuerpo de los delfines costeros y de alta mar que fueron reportados en la tesis doctoral de Perrin (1975a) y los obtenidos en este estudio pueden verse en los Cuadro 7 y 8.

Cuadro 7. Comparación entre las medidas externas del rostro reportadas por Perrin (1975a) y los obtenidos en este estudio.

Medidas del rostro									
Nombre de las Variables	Intervalo de Medidas mm	Datos de este Trabajo				Perrin (1975)			
		COSTEROS		ALTA MAR		COSTEROS		ALTA MAR	
		Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho
De la punta de la mandíbula superior al nacimiento de la aleta pectoral (M5).	1500-1799	415.0	426.3	378.0	364.9			410.0	
	1800-1999	423.6	422.3	406.4	396.5			410.0	413.0
	2000-2500	436.0	441.1	428.0	427.1	428	428	410.0	413.0
De la punta de la mandíbula superior al centro del orificio nasal (M7).	1500-1799	290.0	284.3	281.2	271.7			297.0	
	1800-1999	298.8	296.2	305.1	298.7			297.0	295
	2000-2500	303.6	326.6	323.3	325.5	297	297	297.0	295
De la punta de la mandíbula superior al borde anterior del orificio nasal (M8)	1500-1799	280.0	271.6	289.0	270.0			297.0	
	1800-1999	267.7	288.5	314.1	297.5			297.0	295.0
	2000-2500	279.5	335.1	333.3	269.0	297	297	297.0	295.0
De la punta de la mandíbula superior al centro del orificio auditivo (M9)	1500-1799	355.0	355.0	323.7	330.7			342.0	
	1800-1999	355.1	355.6	347.7	337.4			342.0	340.0
	2000-2500	359.6	364.5	366.3	333.0	?	?	342.0	340.0
De la punta de la mandíbula superior al centro del ojo (M10)	1500-1799	307.0	294.6	291.6	269.9			299.0	
	1800-1999	309.0	310.0	315.2	295.1			299.0	297.0
	2000-2500	315.0	321.0	333.3	320.0	313	313	299.0	297.0
De la punta de la mandíbula superior a la comisura de la boca (M11)	1500-1799	265.0	259.0	238.1	227.1			255.0	
	1800-1999	267.7	268.3	257.5	248.0			255.0	254.0
	2000-2500	277.0	276.4	272.6	268.8	263	263	255.0	254.0
De la punta de la mandíbula superior al nacimiento del melón (M12)	1500-1799	109.0	116.0	107.8	101.1			117.0	
	1800-1999	130.0	119.5	120.8	114.6			117.0	115.0
	2000-2500	140.0	130.0	131.0	128.1	124	124	117.0	115.0

En general se puede ver que los rangos de medidas que se reportan en este trabajo son mayores a los reportados por Perrin (1975a). Es fácil observar que en la mayoría de las variables, los animales costeros tienen mayores dimensiones que los de alta mar tanto en los datos obtenidos en este estudio como en los reportados por Perrin (1975a) (Cuadros 7 y 8).

Algunas excepciones son encontradas en las medidas M7, M8, M27b, M28 y M29, en las que son los animales de alta mar los que muestran los valores mayores para los datos de este estudio. Sin embargo, si comparamos los valores de los costeros de este estudio y los comparamos con los de alta mar de Perrin (1975a) vemos que los costeros siguen siendo de mayores dimensiones que los de alta mar.

Cuadro 8. Comparación entre las medidas corporales externas reportadas por Perrin (1975a) y las obtenidas en este estudio.

Medidas corporales									
Nombre de las variables	Intervalo de medidas mm	Datos de este Trabajo				Perrin (1975)			
		COSTEROS		ALTA MAR		COSTEROS		ALTA MAR	
		Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho
Longitud total del animal (M1)	1500-1799	1688	1781	1708	1685				
	1800-1999	1899	1878	1886	1892			1860	1965
	2000-2500	2037	2137	2023	2101				1965
De la punta de la mandíbula superior al origen de la aleta dorsal (M2)	1500-1799	789	804	779	761				
	1800-1999	852	843	851	843				
	2000-2500	891	946	906	925				
De la punta de la mandíbula superior al nacimiento de la aleta pectoral (M5)	1500-1799	415	426	378	365				
	1800-1999	424	422	406	397	428	428	410	413
	2000-2500	436	441	428	427			410	413
De la punta de la mandíbula superior al extremo de la aleta pectoral (M6)	1500-1799	522	640	542	514				
	1800-1999	603	599	574	545				
	2000-2500	656	631	599	555				
Circunferencia a nivel del ojo (M27a)	1500-1799	589	631	565	562				
	1800-1999	624	607	607	610				
	2000-2500	646	659	638	658				
Circunferencia a nivel de la axila (M27b)	1500-1799	799	793	788	774				
	1800-1999	851	828	859	855			794	814
	2000-2500	884	921	914	936			794	814
Circunferencia a nivel del ano (M27c)	1500-1799	533	525	487	498				
	1800-1999	549	556	540	565			520	600
	2000-2500	590	641	581	633			520	600
De la punta de la mandíbula superior al ano (M28)	1500-1799	1247	1314	1273	1251				
	1800-1999	1398	1380	1408	1402			1384	1479
	2000-2500	1497	1557	1513	1555			1384	1479
De la punta de la mandíbula superior al centro de la abertura genital (M29)	1500-1799	1182	1168	1221	1111				
	1800-1999	1336	1228	1354	1243			1324	1301
	2000-2500	1436	1387	1456	1375			1324	1301
De la punta de la mandíbula superior al centro del ombligo (M30)	1500-1799	830	866	824	807				
	1800-1999	910	905	903	892	966	960*	904	927
	2000-2500	961	1010	964	976			904	927

Con respecto a las medidas de las aletas nuevamente se observa que, en general, los costeros tienen valores mayores que los de alta mar. Esto no se cumple en la variable "longitud del borde anterior de la aleta pectoral izquierda" (M24d) que se pueden ver en el Cuadro 9. Los datos restantes de este trabajo no pudieron compararse con los de la literatura consultada pues no hay datos de otros autores.

Cuadro 9. Medidas de las aletas obtenidas en este estudio.

Medida de las aletas					
Nombre de las variables	Intervalo en mm	Datos de este Trabajo			
		COSTEROS		ALTA MAR	
		Hembra	Macho	Hembra	Macho
Del nacimiento del borde posterior a la punta de la aleta pectoral izquierda (M24b)	1500-1799	154	164	163	159
	1800-1999	170	169	174	171
	2000-2500	179	183	182	182
Longitud del borde anterior de la aleta pectoral izquierda (M24d)	1500-1799	240	263	253	267
	1800-1999	278	272	269	282
	2000-2500	272	295	281	296
Ancho de la base de la aleta dorsal (M25a)	1500-1799	259	265	240	235
	1800-1999	304	214	264	262
	2000-2500	335	328	282	288
Altura máxima de la aleta dorsal (M25b)	1500-1799	136	142	131	138
	1800-1999	144	149	145	156
	2000-2500	152	161	156	173
Longitud del borde anterior de la aleta dorsal (M25d)	1500-1799	252	304	262	272
	1800-1999	301	285	279	293
	2000-2500	324	330	292	311
Longitud del borde posterior de la aleta dorsal (M25e)	1500-1799	203	207	162	189
	1800-1999	221	265	176	186
	2000-2500	275	256	187	211
Envergadura de la aleta caudal (M26a)	1500-1799	374	433	375	380
	1800-1999	435	448	418	431
	2000-2500	475	487	451	483
Ancho del pedúnculo caudal (M26b)	1500-1799	34	29	24	28
	1800-1999	30	31	26	29
	2000-2500	34	35	-	29
Profundidad de la escotadura de la aleta caudal (M26d)	1500-1799	25	26	23	25
	1800-1999	28	28	25	27
	2000-2500	30	31	27	30

Por otro lado, se encontró que, en general, los costeros tienen proporcionalmente más grande el tronco anterior (M3 y M30), el rostro y la cabeza (M5, M6, M11, M12), el ancho (M15) y alto del cráneo (M20). El ancho de la aleta pectoral (M23) también es proporcionalmente de mayores dimensiones en los costeros, así como la longitud del borde posterior de la aleta pectoral (M24e), el ancho de la base de la aleta dorsal (M25a), y el borde anterior (M25d) y posterior (M25e) de esta misma aleta. De la misma manera, la envergadura de la aleta caudal (M26a) y la robustez a nivel de la cabeza (M27a) y del ano (M27c) es de mayores dimensiones en los costeros (Cuadro 10).

Los animales de alta mar tienen proporcionalmente la distancia de la maxila al orificio nasal (M7 y M8) y al ojo (M10) más grande que los costeros. También son proporcionalmente mayores algunas medidas de la aleta pectoral (M24b y 24d) y de la dorsal, como la altura máxima (M25b). De la misma manera, son proporcionalmente más robustos a nivel de la axila (M27b) y del pedúnculo

caudal (M27d). La distancia de la maxila al ano (M28) y a la abertura genital (M29) es proporcionalmente mayor que la de los costeros (ver Cuadro 10).

Cuadro 10. Medidas proporcionales en relación a la longitud total del cuerpo del animal obtenidas para este trabajo.

Nombre de la Variable	Intervalo de talla mm	Datos de este trabajo			
		Costeros		Alta mar	
		Hembra	Macho	Hembra	Macho
De la punta de la maxila al origen de la aleta dorsal (M2)	1500-1799	46.7	45.2	45.7	45.2
	1800-1999	44.9	44.9	45.2	44.5
	2000-2500	43.8	44.3	44.8	44.0
De la punta de la maxila al al termino de la aleta dorsal (M3)	1500-1799	57.8	60.4	60.1	59.2
	1800-1999	59.9	60.0	59.1	59.4
	2000-2500	61.2	59.0	58.5	59.5
De la punta de la maxila a la cima de la aleta dorsal (M4)	1500-1799	58.1	58.5	59.3	58.4
	1800-1999	57.5	58.0	58.3	57.0
	2000-2500	57.2	56.8	57.6	55.8
De la punta de la maxila al nacimiento de la aleta pectoral (M5)	1500-1799	24.6	23.9	22.2	21.7
	1800-1999	22.3	16.9	21.6	21.0
	2000-2500	21.4	18.0	21.1	20.3
De la punta de la maxila al extremo de la aleta pectoral (M6)	1500-1799	31.0		31.8	
	1800-1999	31.7		30.5	
	2000-2500	32.2		29.6	
De la punta de la maxila al al centro del orificio nasal (M7)	1500-1799		16.0	16.5	16.1
	1800-1999		15.8	16.2	15.8
	2000-2500	14.9	15.3	16.0	15.5
De la punta de la maxila al al borde anterior del orificio nasal (M8)	1500-1799		15.3	16.9	
	1800-1999		15.4	16.7	
	2000-2500		15.7	16.5	
De la punta de la maxila al centro del orificio auditivo (M9)	1500-1799	21.1	19.9	19.0	
	1800-1999			18.4	
	2000-2500	17.7		18.1	
De la punta de la maxila al centro del ojo (M10)	1500-1799	18.2	16.5	17.1	16.0
	1800-1999			16.7	15.6
	2000-2500	15.5	15.0	16.5	15.2
De la punta de la maxila a la comisura de la boca (M11)	1500-1799	15.7	14.5	14.0	13.5
	1800-1999			13.7	13.1
	2000-2500	13.6		13.5	12.8
De la punta de la maxila al nacimiento del melón (M12)	1500-1799	6.5	6.5	6.3	6.0
	1800-1999		6.4	6.4	6.1
	2000-2500	6.9	6.1	6.5	6.1
Ancho máximo del rostro (M14)	1500-1799			2.9	3.0
	1800-1999			2.8	2.9
	2000-2500			2.7	2.8

Continuación cuadro 10....

Nombre de la Variable	Intervalo de talla mm	Datos de este trabajo			
		Costeros		Alta mar	
		Hembra	Macho	Hembra	Macho
Distancia interocular (M15)	1500-1799		9.9	9.6	9.8
	1800-1999		9.8	9.3	9.4
	2000-2500		9.8	9.1	9.1
Longitud del ojo (M16)	1500-1799	1.2	1.2	1.2	
	1800-1999			1.1	
	2000-2500			1.1	
Ancho del ojo (M17)	1500-1799	.6	.6	.4	
	1800-1999			.4	
	2000-2500	.5	.5	.4	
Del centro del ojo a la comisura de la boca (M18)	1500-1799	3.1	2.6	2.7	
	1800-1999			2.6	
	2000-2500	2.4		2.5	
Del centro del ojo al centro del orificio auditivo izquierdo (M19)	1500-1799	3.1	2.9	2.9	3.0
	1800-1999			2.8	2.8
	2000-2500	2.7	2.7	2.8	2.6
Del centro del ojo al centro del orificio nasal (M20)	1500-1799		8.6	7.6	7.9
	1800-1999			7.3	7.6
	2000-2500			7.1	7.3
Longitud del orificio nasal (M21)	1500-1799	6			.6
	1800-1999				.6
	2000-2500				.6
Ancho del orificio nasal (M22)	1500-1799	1.2	1.2	1.3	
	1800-1999		1.2	1.3	
	2000-2500		1.2	1.3	
Ancho máximo de la aleta pectoral izquierda (M23)	1500-1799	4.9	6.0	4.7	4.8
	1800-1999	5.2		4.6	4.6
	2000-2500	5.3	5.0	4.5	4.5
Del nacimiento a la punta de la aleta pectoral izquierda (M24a)	1500-1799	14.1	14.0	13.4	13.4
	1800-1999			12.9	12.9
	2000-2500	12.5		12.6	12.4
Del nacimiento del borde posterior a la punta de la aleta pectoral izquierda (M24b)	1500-1799	9.1	9.2	9.5	9.4
	1800-1999	8.9	9.0	9.2	9.0
	2000-2500	8.8	8.6	9.0	8.7
De la axila a la punta de la aleta pectoral (M24c)	1500-1799				
	1800-1999				
	2000-2500				
Longitud del borde anterior de la aleta pectoral izquierda (M24d)	1500-1799	14.2	14.8	14.8	15.8
	1800-1999		14.5	14.2	14.9
	2000-2500	13.3	13.8	13.9	14.1
Longitud del borde posterior de la aleta pectoral izquierda (M24e)	1500-1799	9.5		9.3	
	1800-1999			9.0	
	2000-2500	9.0		8.8	
Ancho de la base de la aleta dorsal (M25a)	1500-1799	15.3	14.9	14.0	13.9
	1800-1999	16.0		14.0	13.8
	2000-2500	16.4	15.4	13.9	13.7



Continuación cuadro 10...

Nombre de la Variable	Intervalo de talla mm	Datos de este trabajo			
		Costeros		Alta mar	
		Hembra a	Macho	Hembra a	Macho
Altura máxima de la aleta dorsal (M25b)	1500-1799	8.1	8.0	7.7	8.2
	1800-1999			7.7	8.2
	2000-2500	7.5	7.5	7.7	8.2
Altura del extremo de la aleta dorsal (M25c)	1500-1799	7.8	7.6	7.5	8.0
	1800-1999			7.5	8.0
	2000-2500			7.4	8.0
Longitud del borde anterior de la aleta dorsal (M25d)	1500-1799	15.0	17.0	15.4	
	1800-1999			14.8	
	2000-2500	15.9		14.4	
Longitud del borde posterior de la aleta dorsal (M25e)	1500-1799	12.0	11.6	9.5	
	1800-1999			9.4	
	2000-2500	13.5		9.2	
Envergadura de la aleta caudal (M26a)	1500-1799	22.2	24.3	22.0	22.6
	1800-1999	22.9	23.9	22.2	22.8
	2000-2500	23.3	22.8	22.3	23.0
Ancho del pedúnculo caudal (M26b)	1500-1799		1.6		
	1800-1999		1.6		
	2000-2500		1.6		
De la escotadura de la aleta caudal al punto más cercano del borde anterior (M26c)	1500-1799	6.4	6.4	6.1	
	1800-1999		6.3	6.1	
	2000-2500	5.7	5.9	6.1	
Profundidad de la escotadura caudal (M26d)	1500-1799	1.5	1.5	1.4	1.5
	1800-1999			1.3	1.4
	2000-2500	1.5		1.3	1.4
Circunferencia a nivel del ojo (M27a)	1500-1799	34.9	35.4	33.1	33.3
	1800-1999	32.9		32.2	32.3
	2000-2500	31.7		31.5	31.3
Circunferencia a nivel de la axila (M27b)	1500-1799	47.3	44.5	46.1	45.9
	1800-1999	44.8	44.1	45.6	45.2
	2000-2500	43.4	43.1	45.2	44.6
Circunferencia a nivel del ano (M27c)	1500-1799		29.5	28.5	29.6
	1800-1999		29.6	28.6	29.8
	2000-2500	28.9	30.0	28.7	30.1
Circunferencia a nivel del pedúnculo caudal (M27d)	1500-1799		11.1		11.7
	1800-1999		10.8		12.2
	2000-2500	11.4	10.1		12.6
Circunferencia a nivel del nacimiento de la aleta dorsal (M27e)	1500-1799	47.7	49.5	49.7	48.8
	1800-1999	48.7	48.8	49.5	48.4
	2000-2500	49.3	47.4	49.3	48.1
De la punta de la maxila al ano (M28)	1500-1799	73.9	73.7	74.5	74.2
	1800-1999	73.6	73.5	74.7	74.1
	2000-2500	73.5	72.9	74.8	74.0
De la punta de la maxila al centro de la abertura genital (M29)	1500-1799	70.0	65.6	71.5	65.9
	1800-1999	70.3	65.4	71.8	65.7
	2000-2500	70.5	64.9	72.0	65.4
De la punta de la maxila al ombligo (M30)	1500-1799	49.2	48.6	48.2	47.9
	1800-1999	47.9	48.2	47.9	47.1
	2000-2500	47.2	47.3	47.6	46.5

Cada variable fue analizada en relación a la longitud total del animal, de manera que se obtuvo su comportamiento matemático el cual puede verse en el Cuadro 11.

**Cuadro 11.** Modelo matemático del comportamiento de cada una de las variables estudiadas tanto para machos como para hembras costeras y de alta mar obtenidas en este estudio.

Nombre de la variable	Hembras de costa	Machos de costa	Hembras de alta mar	Machos de alta mar
De la punta de la maxila al origen de la aleta dorsal (M2)	$y = 6.31LT^{0.65}$	$y = 1.04LT^{0.89}$	$y = 1.04LT^{0.89}$	$y = 1.06LT^{0.88}$
De la punta de la maxila al termino de la aleta dorsal (M3)	$y = 0.06LT^{1.30}$	$y = 1.59LT^{0.87}$	$y = 1.91LT^{0.84}$	$y = 0.50LT^{1.02}$
De la punta de la maxila a la cima de la aleta dorsal (M4)	$y = 1.07LT^{0.92}$	$y = 1.97LT^{0.84}$	$y = 2.08LT^{0.83}$	$y = 2.68LT^{0.79}$
De la punta de la maxila al nacimiento de la aleta pectoral (M5)			$y = 1.71LT^{0.72}$	$y = 1.86LT^{0.71}$
De la punta de la maxila al extremo de la aleta pectoral (M6)	$y = 0.07LT^{1.21}$		$y = 6.89LT^{0.58}$	
De la punta de la maxila al centro del orificio nasal (M7)		$y = 0.95LT^{0.76}$	$y = 0.63LT^{0.82}$	$y = 0.63LT^{0.81}$
De la punta de la maxila al borde anterior del orificio nasal (M8)		$y = 0.05LT^{1.15}$	$y = 0.58LT^{0.83}$	
De la punta de la maxila al centro del orificio auditivo (M9)			$y = 1.52LT^{0.72}$	
De la punta de la maxila al centro del ojo (M10)			$y = 0.90LT^{0.78}$	$y = 0.87LT^{0.77}$
De la punta de la maxila a la comisura de la boca (M11)			$y = 0.69LT^{0.78}$	$y = 0.79LT^{0.76}$
De la punta de la maxila al nacimiento del melón (M12)		$y = 1.00LT^{0.63}$	$y = 0.02LT^{1.14}$	$y = 0.03LT^{1.07}$
Ancho máximo del rostro (M14)	$y = 2.41LT^{3.51}$		$y = 1.00LT^{0.52}$	$y = 0.57LT^{0.60}$
Distancia interocular (M15)		$y = 0.14LT^{0.95}$	$y = 1.36LT^{0.64}$	$y = 1.06LT^{0.68}$

Continuación cuadro 11..

Nombre de la variable	Hembras de costa	Machos de costa	Hembras de alta mar	Machos de alta mar
Longitud del ojo (M16)			$y = 1.05LT^{0.40}$	
Ancho del ojo (M17)			$y = 0.05LT^{0.67}$	
Del centro del ojo a la comisura de la boca (M18)			$y = 0.62LT^{0.58}$	
Del centro del ojo al centro del orificio auditivo izquierdo (M19)			$y = 0.59LT^{0.60}$	
Del centro del ojo al centro del orificio nasal (M20)			$y = 1.57LT^{0.59}$	$y = 1.40LT^{0.61}$
Longitud del orificio nasal (M21)				$y = 0.09LT^{0.63}$
Ancho del orificio nasal (M22)		$y = 0.009LT^{1.04}$	$y = 0.04LT^{0.84}$	
Ancho máximo de la aleta pectoral izquierda (M23)	$y = 0.002LT^{1.40}$		$y = 0.33LT^{0.74}$	$y = 0.23LT^{0.79}$
Del nacimiento a la punta de la aleta pectoral izquierda (M24a)			$y = 1.77LT^{0.65}$	$y = 2.14LT^{0.63}$
Del nac. borde posterior a punta aleta pectoral izquierda (M24b)	$y = 0.40LT^{0.80}$	$y = 1.85LT^{0.60}$	$y = 1.14LT^{0.67}$	$y = 1.55LT^{0.62}$
De la axila a la punta de la aleta pectoral (M24c)				
Longitud borde anterior de la aleta pectoral izquierda (M24d)		$y = 2.22LT^{0.64}$	$y = 2.63LT^{0.61}$	$y = 7.90LT^{0.47}$
Longitud borde posterior de la aleta pectoral izquierda (M24e)			$y = 1.02T^{0.68}$	
Ancho de la base de la aleta dorsal (M25a)	$y = 0.01LT^{1.37}$			$y = 0.23LT^{0.93}$
Altura máxima de la aleta dorsal (M25b)			$y = 0.065LT^{1.02}$	$y = 0.06LT^{1.04}$

Continuación cuadro 11..

Nombre de la variable	Hembras de costa	Machos de costa	Hembras de alta mar	Machos de alta mar
Altura del extremo de la aleta dorsal (M25c)			$y = 0.13LT^{0.92}$	$y = 0.09LT^{0.98}$
Longitud del borde anterior (M25d)				
Longitud del borde posterior (M25e)				
Envergadura de la aleta caudal (M26a)	$y = 0.03LT^{1.26}$	$y = 3.42LT^{0.65}$	$y = 0.11LT^{1.09}$	$y = 0.12LT^{1.08}$
Ancho del pedúnculo caudal (M26b)		$y = 0.025LT^{0.94}$		
De escotadura al punto más cercano del borde anterior caudal (M26c)		$y = 2.25LT^{0.52}$	$y = 0.07LT^{0.98}$	
Profundidad de la escotadura caudal (M26d)			$y = 0.07LT^{0.78}$	$y = 0.04LT^{0.86}$
Circunferencia a nivel del ojo (M27a)	$y = 15.60LT^{0.49}$		$y = 2.68LT^{0.72}$	$y = 2.78LT^{0.71}$
Circunferencia a nivel de la axila (M27b)	$y = 14.75LT^{0.54}$	$y = 1.72LT^{0.82}$	$y = 1.12LT^{0.88}$	$y = 1.27LT^{0.86}$
Circunferencia a nivel del ano (M27c)		$y = 0.14LT^{1.09}$	$y = 0.20LT^{1.05}$	$y = 0.16LT^{1.08}$
Circunferencia a nivel del pedúnculo caudal (M27d)		$y = 6.59LT^{0.45}$		$y = 0.008LT^{1.36}$
Circunferencia a nivel del nacimiento de la aleta dorsal (M27e)	$y = 0.13LT^{1.17}$	$y = 2.90LT^{0.76}$	$y = 0.75LT^{0.94}$	$y = 0.78LT^{0.93}$
De la punta de la maxila al ano (M28)	$y = 0.89LT^{0.97}$	$y = 1.20LT^{0.93}$	$y = 0.65LT^{1.02}$	$y = 0.82LT^{0.99}$
De la punta de la maxila al centro de la abertura genital (M29)	$y = 0.53LT^{1.04}$	$y = 1.01LT^{0.94}$	$y = 0.54LT^{1.04}$	$y = 0.86LT^{0.96}$
De la punta de la maxila al ombligo (M30)	$y = 2.65LT^{0.77}$	$y = 1.53LT^{0.85}$	$y = 0.84LT^{0.92}$	$y = 1.32LT^{0.86}$

## b) Análisis morfométrico de los delfines costeros y de alta mar

### b.1) Análisis de datos crudos (Matriz tipo 1)

A continuación se presentan los resultados obtenidos del ACP aplicado a los delfines costeros y de alta mar empleando datos "brutos", es decir, datos no transformados.

Una primera matriz estuvo formada con los datos tomados de 21 delfines (5 costeros [3 hembras, 2 machos] y 16 de alta mar [11 hembras, 5 machos]) y 43 variables. Este número de variables fue el máximo empleado en las 9 matrices construidas (Cuadro 4).

Los tres primeros ejes factoriales explican el 68.6%, 10.5% y el 5.7% respectivamente, es decir, el 84.7% de la variabilidad total.

En la Figura 13A se muestra la proyección de los primeros dos componentes, donde se puede observar la evidente separación entre los animales costeros y los de alta mar. Si se observa cuidadosamente, se alcanza a percibir una separación entre sexos de los animales de alta mar, la cual no es tan clara entre los animales costeros.

El eje I separa, de manera general, a los animales pequeños de los grandes. Así, en la parte positiva del eje, encontramos a los animales de mayor tamaño, la mayoría costeros y se relacionan positivamente con las variables que se muestran en el Cuadro 12 y Figura 13B.

**Cuadro 12.** Variables que se relacionan a los delfines costeros ubicados en el Eje I +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje I (+)	No. de la variable	Contribución
a)	Envergadura de la aleta caudal	(M26a)	33
b)	Distancia interocular	(M15)	33
c)	Del extremo del rostro al ombligo	(M30)	32
d)	Del extremo del rostro al término de la aleta dorsal	(M3)	32
e)	Longitud total	(M1)	32
f)	Del extremo del rostro a la cima de la aleta dorsal	(M4)	32

Esto significa que los valores de dichas variables en los delfines costeros son claramente mayores que en los de alta mar. Las primeras son las que mayor contribución aportan a la formación del eje. Así, la envergadura de la aleta caudal (a), el ancho de la cabeza (b), la parte anterior del tronco (c, d, f) y su longitud total (e) (Figura 13B) son más grandes que la de los animales de alta mar. Todas las demás medidas o variables gradualmente contribuyen en menor medida. Las que se colocan al lado opuesto, en el extremo izquierdo del eje, tienen valores de contribución muy bajos para la formación del eje I negativo, por lo que en este caso no son tomados en cuenta.

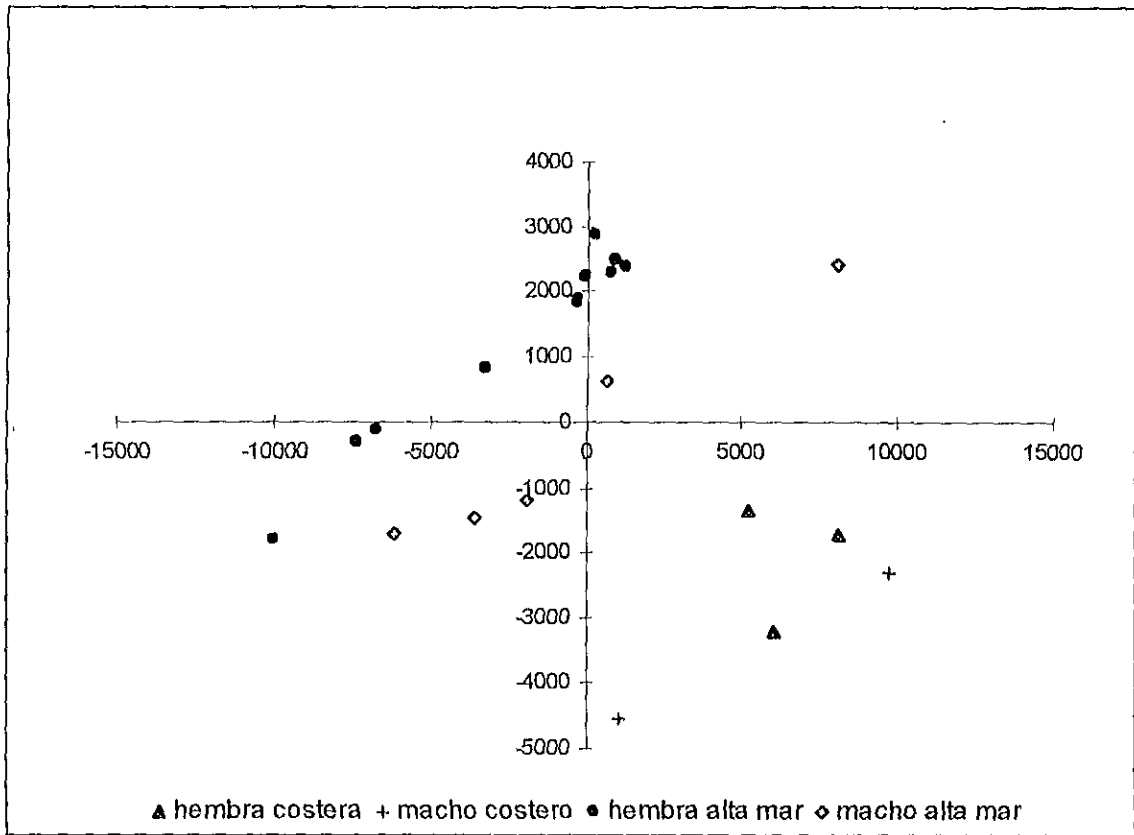


Figura 13A. Localización de los individuos costeros y de alta mar en el plano factorial I - II de un ACP (matriz tipo 1: datos "brutos").

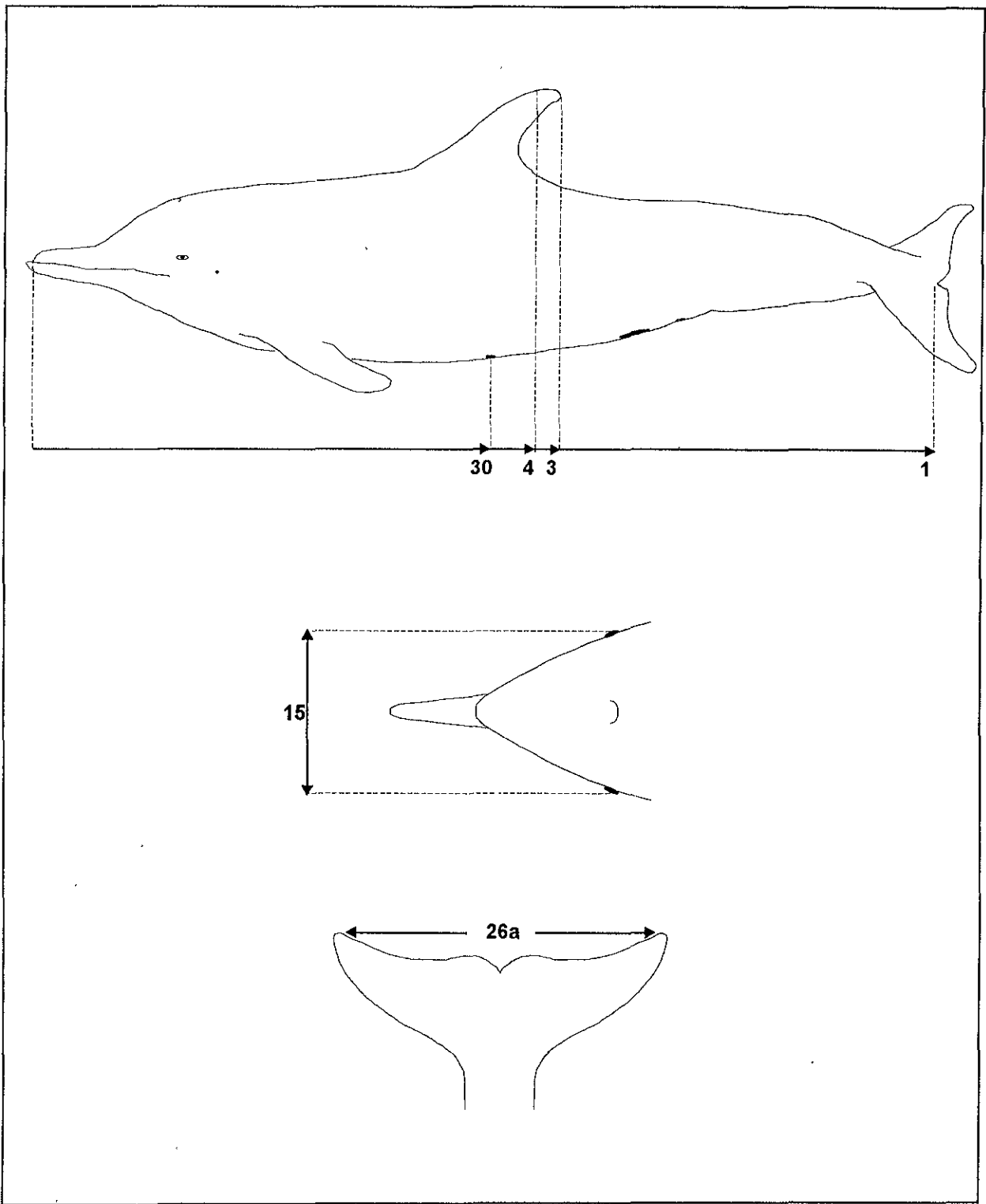


Figura 13B. Variables asociadas a animales costeros grandes, eje I positivo (matriz tipo 1: datos "brutos" de animales costeros y de alta mar).

Volviendo a la Figura 13A se puede ver que los delfines grandes de alta mar, principalmente hembras, se asocian a la región positiva del eje II (parte superior). Las variables con las que se relacionan se pueden observar en el Cuadro 13 y Figura 13C.

**Cuadro 13.** Variables que se relacionan con las hembras de alta mar ubicados en el Eje II +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje II (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del extremo del rostro al borde anterior del orificio nasal	(M8)	101
b)	Del extremo del rostro al centro del orificio nasal	(M7)	87

Ambas variables nos indican que los animales grandes de alta mar, principalmente las hembras, tienen el rostro más alargado (o el orificio nasal más atrás).

Los delfines costeros se localizan en la región inferior o negativa del eje II (Figura 13A) y se asocian positivamente con las variables que podemos ver en el Cuadro 14 y Figura 13D.

**Cuadro 14.** Variables que se relacionan a los delfines costeros ubicados en el Eje II -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje II (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Ancho del ojo	(M17)	95
b)	Ancho máximo del rostro	(M14)	81
c)	Longitud del orificio nasal	(M21)	64
d)	Ancho del pedúnculo caudal	(M26b)	42
e)	Del extremo del rostro a la punta de la aleta pectoral	(M6)	42
f)	Longitud del borde posterior de la aleta dorsal	(M25e)	42

Así, se puede decir que los ejemplares costeros presentan ojos y rostro más anchos (a y b) (Figura 13D). Esta última característica señala indirectamente que su cráneo es más ancho, ya señalado en el eje I positivo (b) con la distancia interocular (M15) (Figura 13D). Además, el orificio nasal es de mayor longitud (c). Las últimas tres medidas (d, e y f) (Figura 13D) se relacionan con las tres aletas, las que tienen valores mayores a los animales de alta mar.

En la Figura 13E, se muestra la representación de los ejes I y III, donde se observa que los animales se agruparon por sexo, de tal manera que en la zona positiva o superior se ubicaron todas las hembras, siendo las costeras las que mayor contribución aportaron a la formación de este eje, las que se asocian positivamente con las variables que se observan en el Cuadro 15 y Figura 13F.



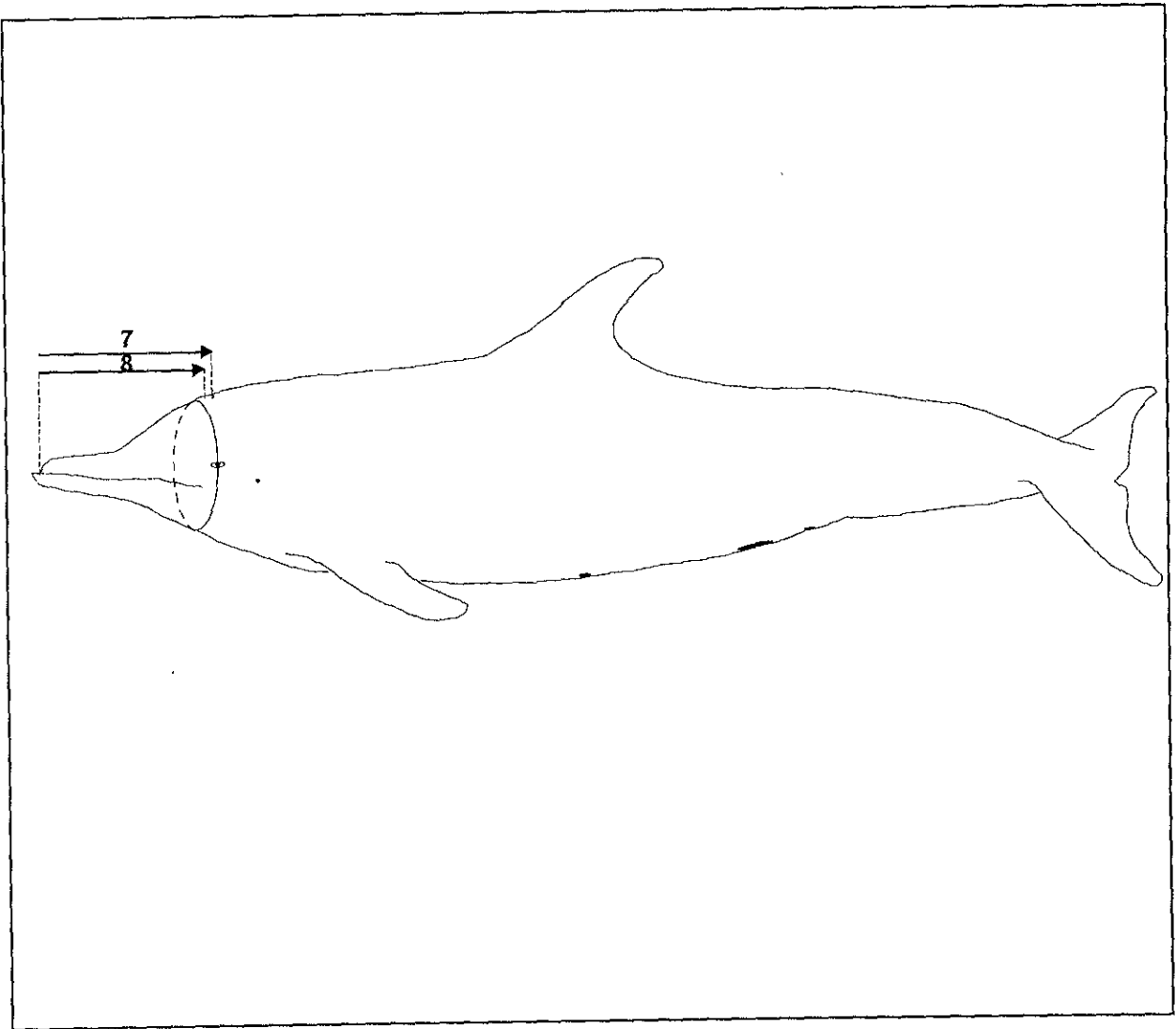


Figura 13C. Variables asociadas a hembras de alta mar grandes, eje II positivo (matriz tipo 1: datos "brutos" de animales costeros y de alta mar).

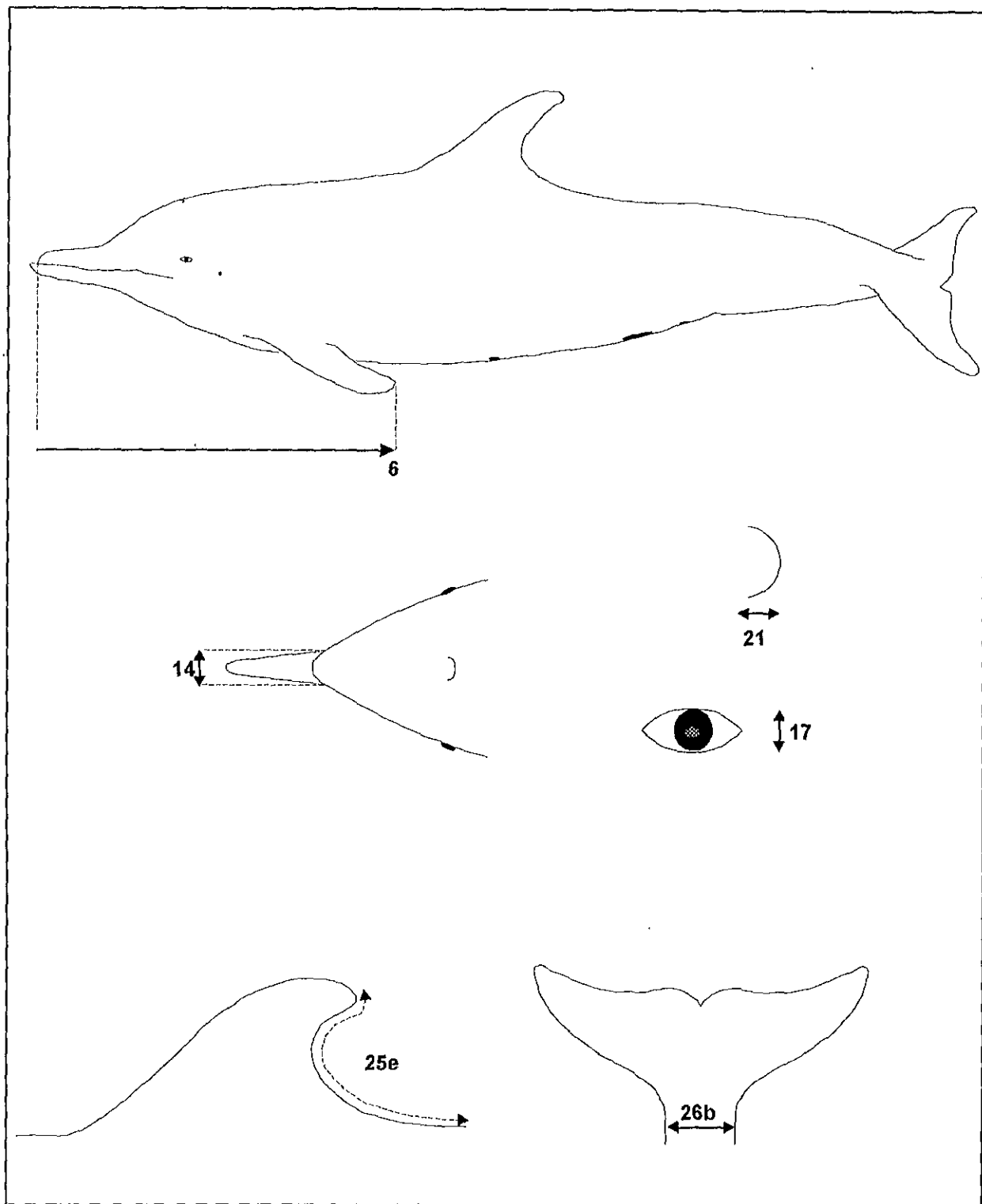


Figura 13D. Variables asociadas a animales costeros, eje II negativo (matriz tipo 1: datos "brutos" de animales costeros y de alta mar).

**Cuadro 15.** Variables que se relacionan a las hembras costeras ubicadas en el Eje III +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje III (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Ancho del orificio nasal	(M22)	106
b)	Del centro del ojo a la comisura de la boca	(M18)	73

Esto significa que, principalmente las hembras costeras y secundariamente las de alta mar, se distinguen del resto de los machos por presentar el orificio nasal más ancho (a) y la parte anterior de la caja craneana (b) más larga. Además, en este esquema es posible observar cómo las hembras costeras se separan de las de alta mar por la influencia que ejerce el eje I. Así, vemos que las costeras se ubican en la parte superior derecha por ser de mayor talla, y las de alta mar en la región del cruce de los ejes y sobre la parte negativa del eje I por ser de menor talla.

En la parte negativa del eje III (Figura 13E), encontramos a todos los machos. Se aprecia que el macho de alta mar más grande, ubicado en el extremo inferior derecho, es el que mayor peso aporta a la formación de este eje, seguido de los costeros más grandes, los que se relacionan fuertemente con las variables del Cuadro 16 y Figura 13G.

**Cuadro 16.** Variables que se relacionan a los machos grandes de alta mar, ubicados en el Eje III -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje III (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del centro del ojo al centro del orificio nasal	(M20)	94
b)	Longitud del borde anterior de la aleta pectoral	(M24d)	84

Es decir, los machos, principalmente de alta mar, tienen la cabeza más alta (caja craneana más alta) y la aleta pectoral más grande que la de los demás.

#### *b.2) Análisis de datos proporcionales (Matriz tipo 2)*

A continuación se exponen los resultados obtenidos del ACP aplicado a delfines costeros y de alta mar de ambos sexos, donde los datos fueron transformados a valores *proporcionales* a la longitud total del animal con el objeto de eliminar el efecto de la talla.

La matriz se obtuvo a partir de las medidas de 21 animales (5 costeros [3 hembras, 2 machos] y 16 de alta mar [11 hembras, 5 machos]) y 42 variables (Cuadro 4).

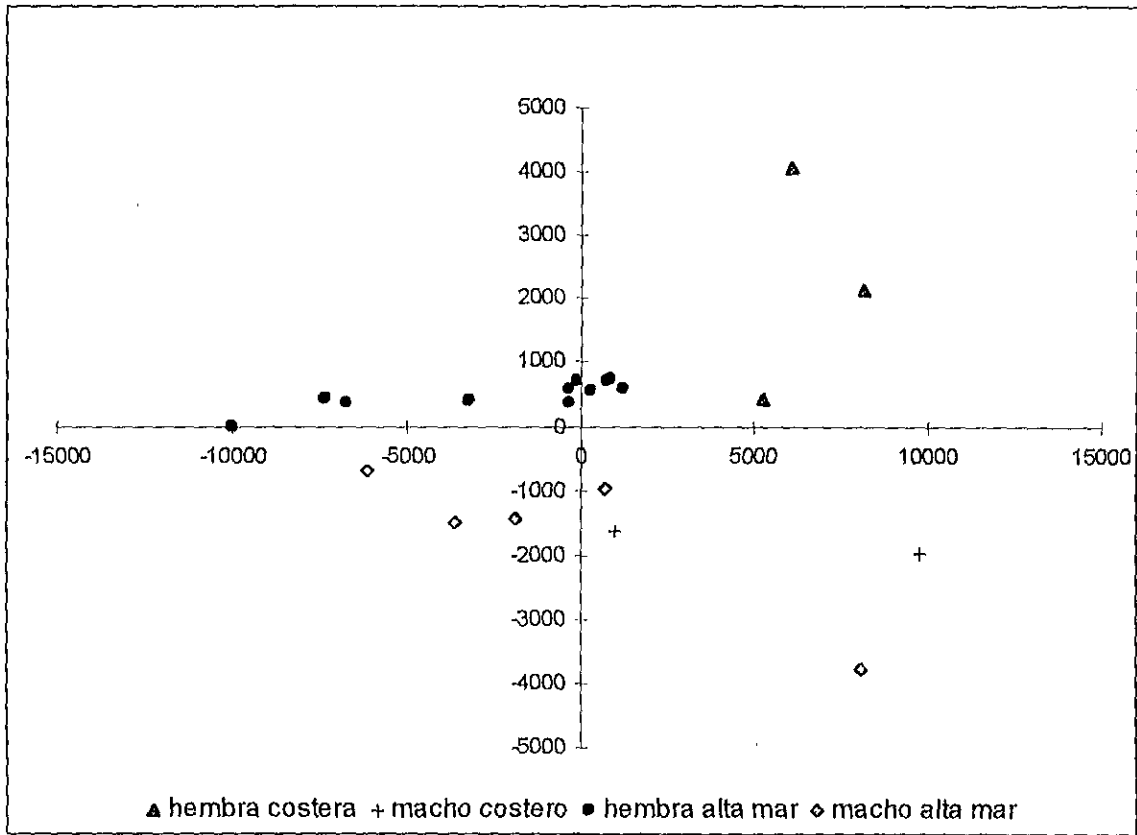


Figura 13E. Localización de los individuos costeros y de alta mar en el plano factorial I - III de un ACP (matriz tipo 1: datos "brutos").

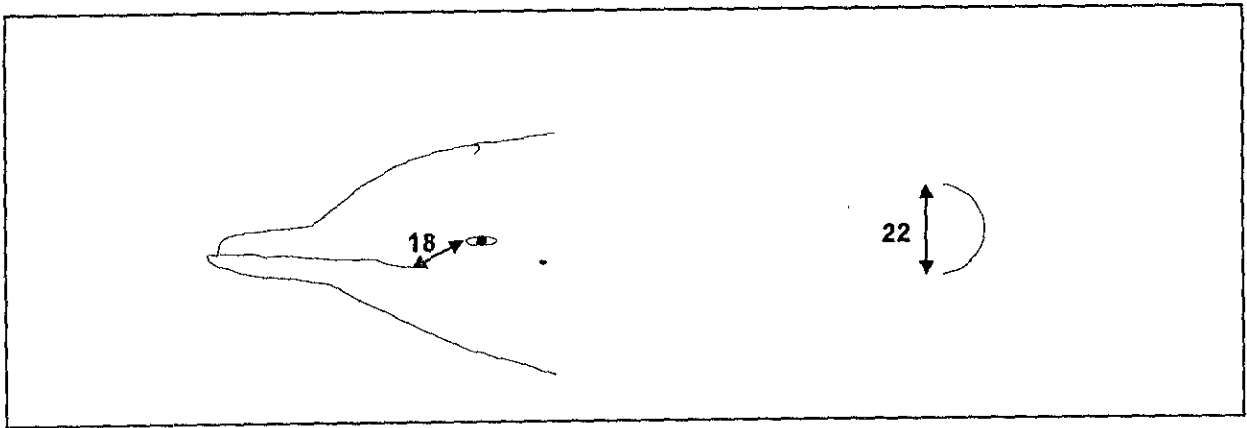


Figura 13F. Variables asociadas principalmente a hembras costeras, eje III positivo (matriz tipo 1: datos "brutos" de animales costeros y de alta mar).

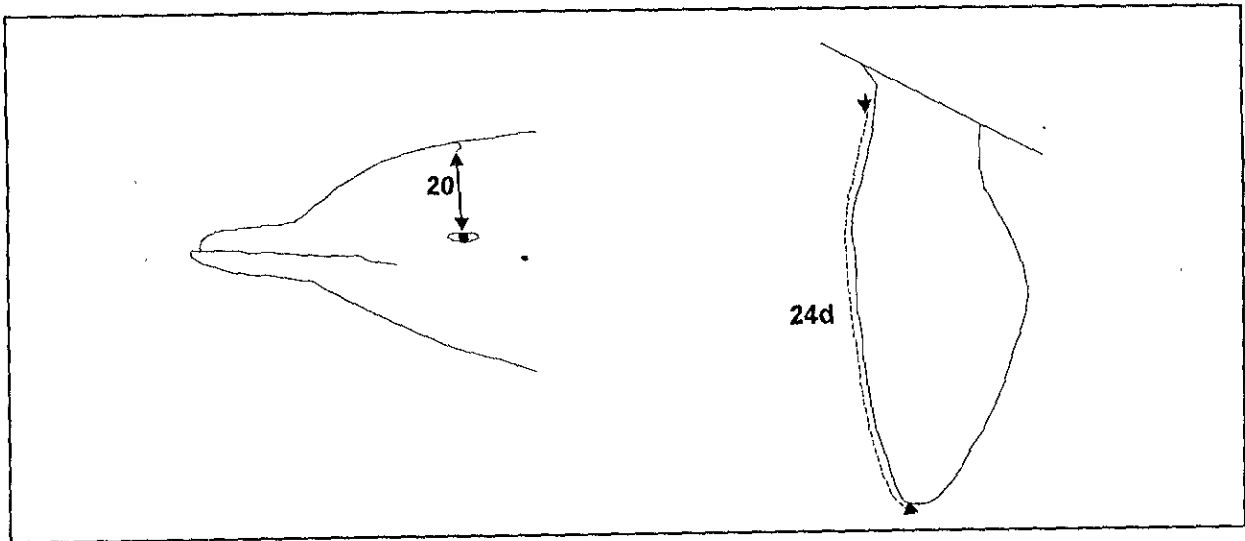


Figura 13G. Variables asociadas a machos, eje III negativo (matriz tipo 1: datos "brutos" de animales costeros y de alta mar).

En este caso, el primer eje factorial explica un 35% de la variabilidad, el eje II el 25.6 % y el eje III explica un 12.7 %, que en conjunto da un total del 73.3 %.

En la Figura 14A se observa la proyección de los componentes principales I -II. Es muy evidente la separación entre los animales costeros y los de alta mar. Por un lado, en el extremo derecho o región positiva del eje I, encontramos a todas las hembras de alta mar, siendo las dos más pequeñas (1530 mm – 1665 mm), ubicadas en el extremo derecho del eje I, las que aportan la mayor contribución a la formación del eje. Todas estas hembras se asocian positivamente con las variables que se observan en el Cuadro 17 y Figura 14B.

**Cuadro 17.** Variables que se relacionan a las hembras principalmente las pequeñas de alta mar ubicados en el Eje I +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	VARIABLES EJE I (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Circunferencia a nivel de la axila	(M27b)	62
b)	Del extremo del rostro al origen de la aleta dorsal	(M2)	55
c)	Del extremo del rostro al ano	(M28)	55
d)	Del extremo del rostro al borde anterior del orificio nasal	(M8)	53
e)	Del nacimiento borde posterior a la punta de la a. pectoral	(M24b)	52
f)	Del extremo del rostro al centro del orificio nasal	(M7)	49

En este caso, los valores de la circunferencia a nivel de la axila son muy altos (a), lo que demuestra que las hembras pequeñas de alta mar son proporcionalmente más robustas que el resto de los animales, principalmente costeros, de talla grande. La importancia de los incisos b y c radica en que nos indican que el tronco es más largo (también puede interpretarse como que la aleta dorsal y el ano están colocados proporcionalmente más atrás en la hembras). La contribución de los incisos d y f indica que la longitud del rostro de las hembras es mayor que la de los machos de alta mar así como de los costeros de ambos sexos. Por último, la importancia de la variable e permite decir que el tamaño de la aleta pectoral de las hembras es proporcionalmente mayor que la de los machos.

En el lado opuesto (eje I, zona negativa), encontramos a los delfines más grandes, principalmente costeros, asociados positivamente a las variables que se encuentran en el Cuadro 18 y esquematizadas en la Figura 14C.

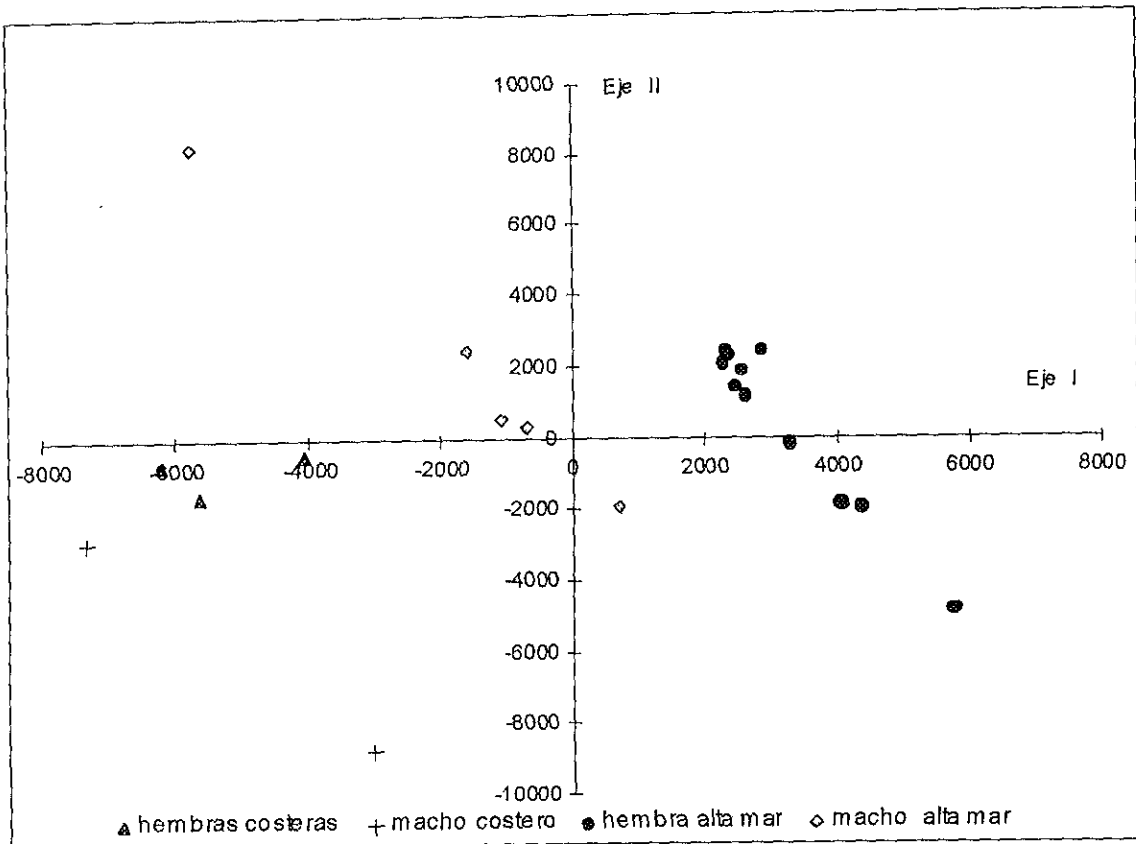


Figura 14A. Localización de los individuos costeros y de alta mar en el plano factorial I -II de un ACP (matriz tipo 2: datos proporcionales).

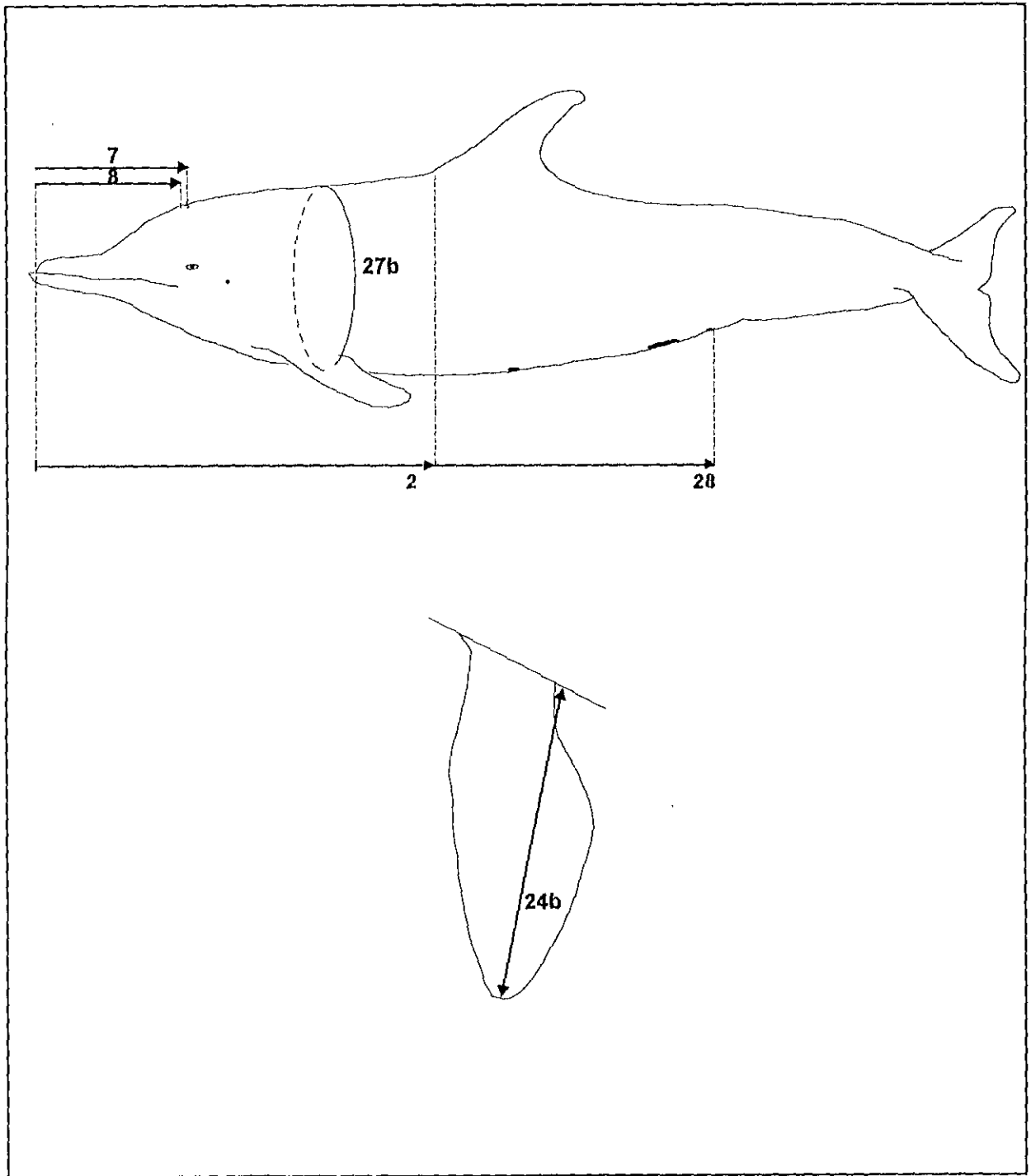


Figura 14B. Variables asociadas a hembras de alta mar, eje I positivo (matriz tipo2: datos proporcionales de animales costeros y de alta mar).



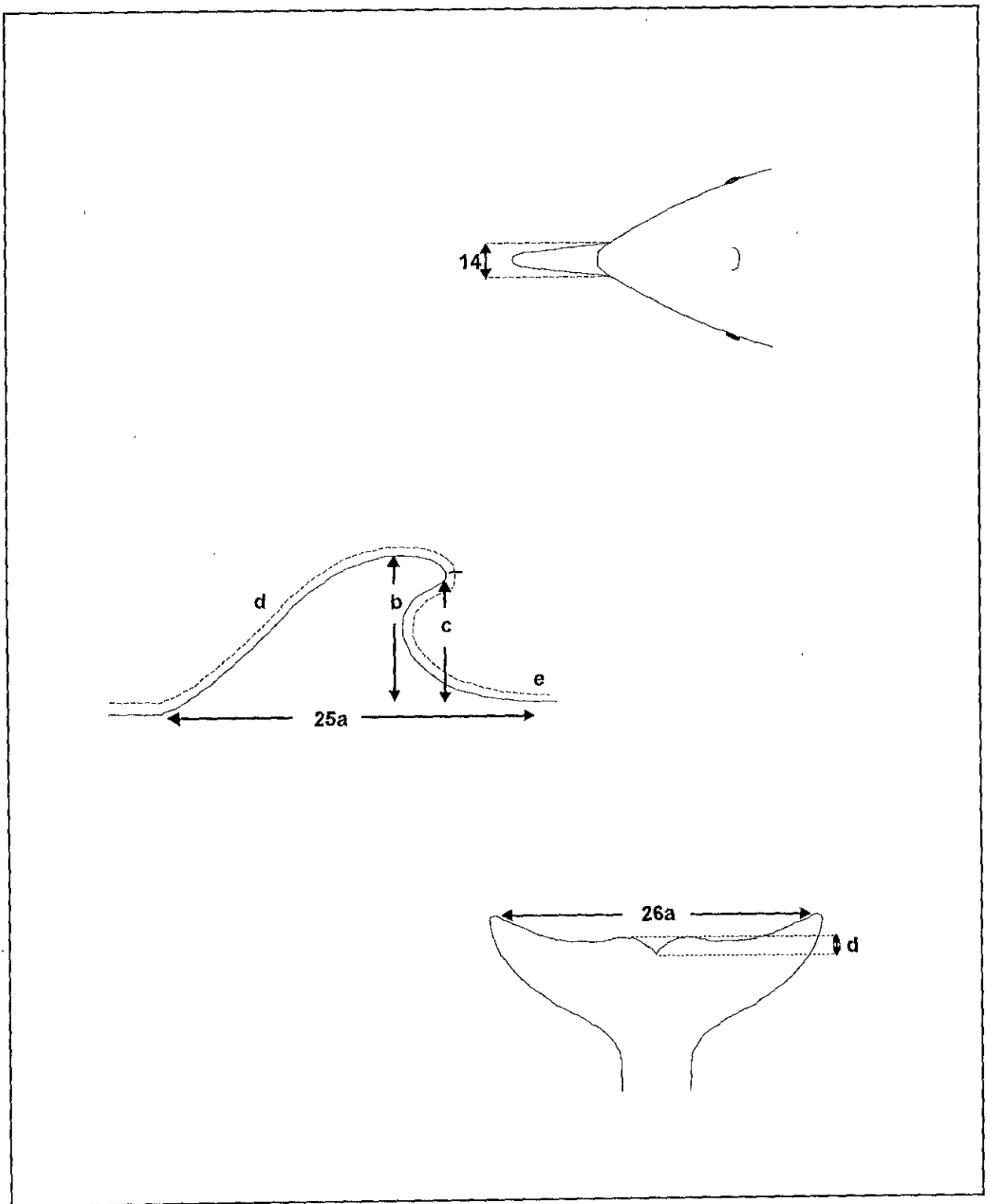


Figura 14C. Variables asociadas a animales costeros grandes, eje I negativo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales coseros y de alta mar).

**Cuadro 18.** Variables que se relacionan a los delfines costeros grandes ubicados en el Eje I -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje I (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Longitud del borde posterior de la aleta dorsal	(M25e)	50
b)	Envergadura de la aleta caudal	(M26a)	49
c)	Ancho de la base de la aleta dorsal	(M25a)	36
d)	Ancho máximo del rostro	(M14)	35
e)	Longitud del borde anterior de la aleta dorsal	(M25d)	29
f)	Altura máxima de la aleta dorsal	(M25b)	29
g)	Altura del extremo de la aleta dorsal	(M25c)	29
h)	Profundidad de la escotadura de la aleta caudal	(M26d)	27

Los animales más grandes (costeros) se distinguen de los de alta mar (principalmente pequeños) por presentar una aleta dorsal más grande (a, c, e, f, g), una aleta caudal de mayor envergadura (b), con lóbulos más grandes (h) y su rostro más ancho (d).

La mayor contribución al eje II (Figura 14A) la proporciona un macho de alta mar de talla grande (en la región positiva) que se asocia a variables cuyos valores de contribución son bajos. Se le opone un macho costero pequeño (en la región negativa) cuyas variables presentan valores de contribución altos y aportan el mayor peso a la formación de este eje, asociándose fuertemente a las variables del Cuadro 19 y Figura 14D.

**Cuadro 19.** Variables que se relacionan a los machos costeros pequeños ubicados en el Eje II -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje II (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del extremo del rostro al nacimiento de la aleta pectoral	(M5)	75
b)	Del extremo del rostro al extremo de la aleta pectoral	(M6)	71
c)	Circunferencia a nivel del ojo	(M27a)	69
d)	Del extremo del rostro a la comisura de la boca	(M11)	67
e)	Distancia interocular	(M15)	65

Es decir, este macho costero pequeño nos indica que proporcionalmente tiene la cabeza más larga (incisos a, b y d), más robusta (c) y ancha (e) que los machos de alta mar, ubicados en la zona opuesta, extremo superior izquierdo. En la Figura 14E vemos la proyección del eje I - III donde se encuentra una separación muy clara entre los sexos. Así, en la parte superior del eje III puede verse a los machos, mientras que en la inferior están las hembras. De esta manera, principalmente los machos pequeños de alta mar, y secundariamente los costeros, se asocian positivamente con las variables que se presentan en el Cuadro 20 y Figura 14F.

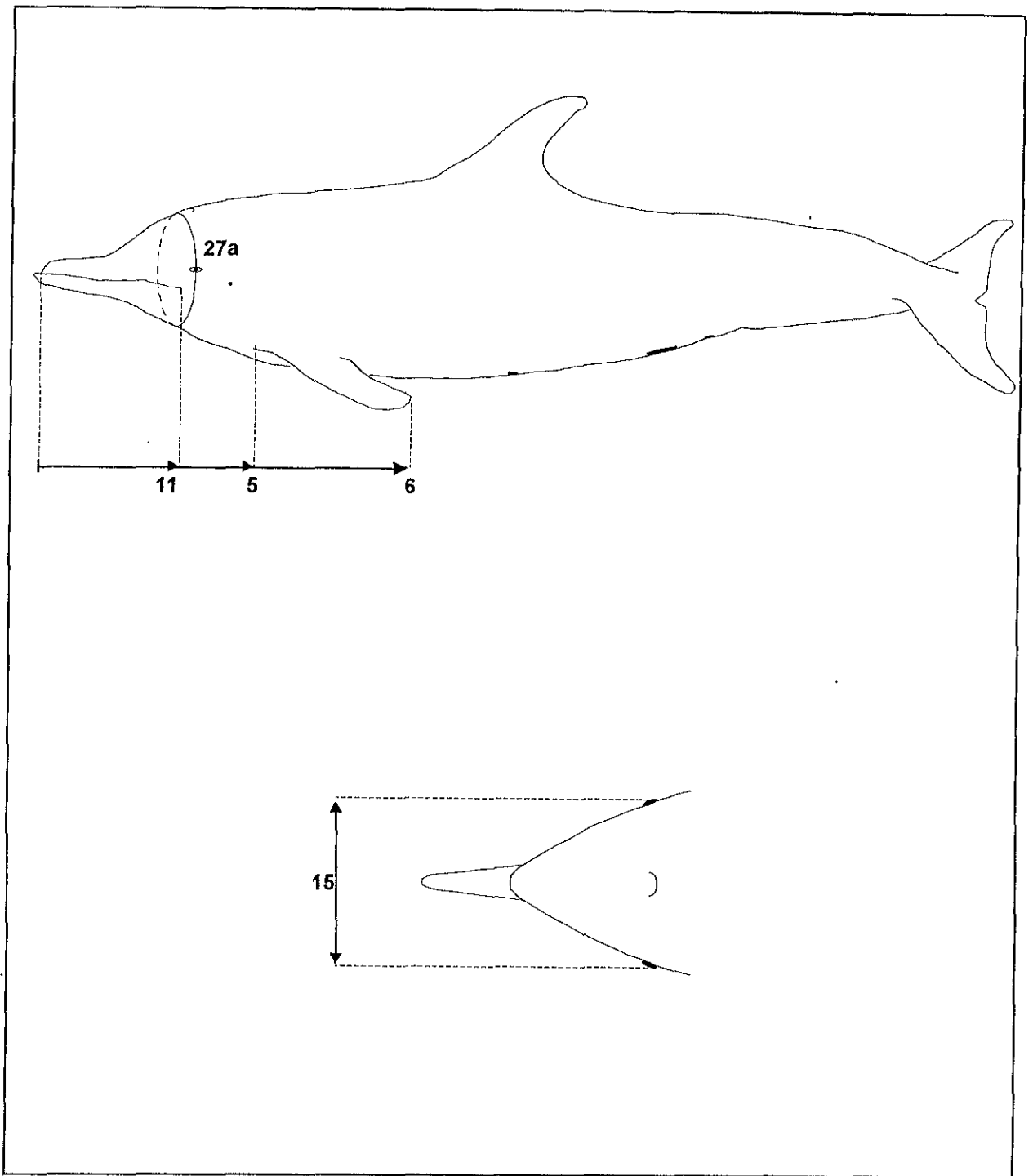


Figura 14D. Variables asociadas a machos costeros pequeños, eje II negativo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales costeros y de alta mar).

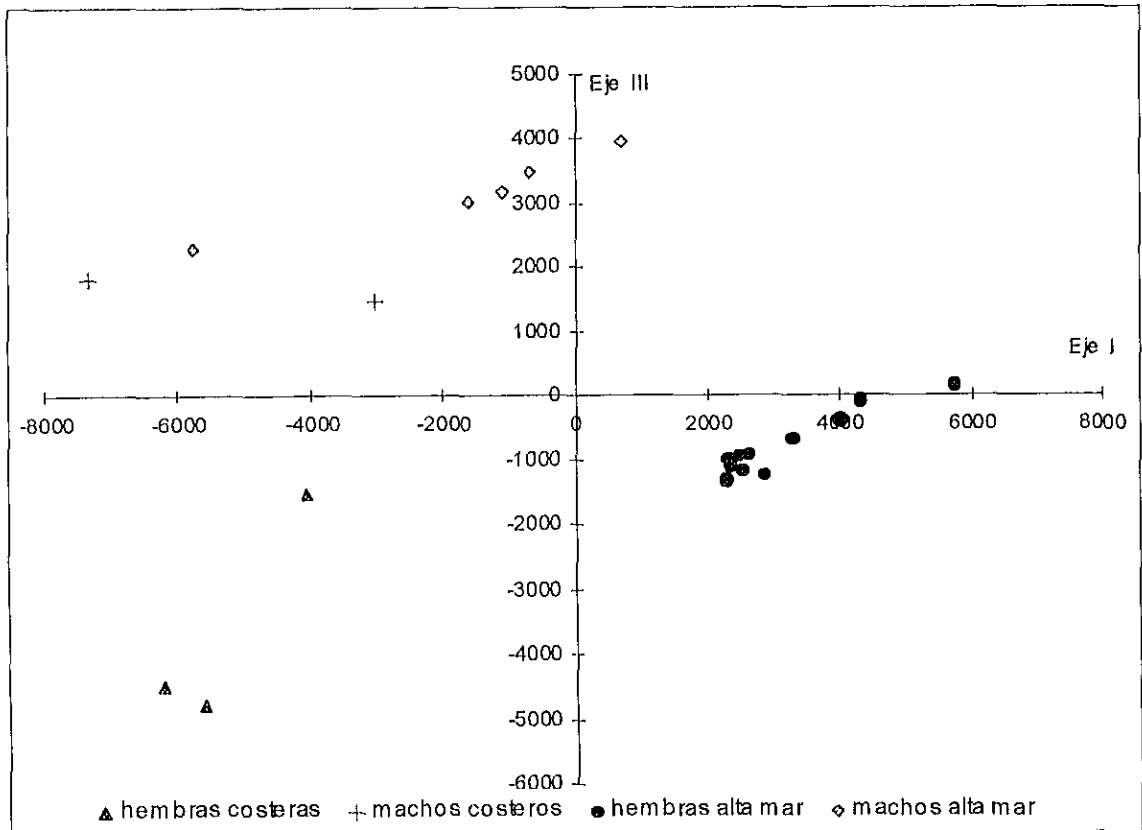


Figura 14E. Localización de los individuos costeros y de alta mar en el plano factorial I - III de un ACP (matriz tipo 2: datos proporcionales).

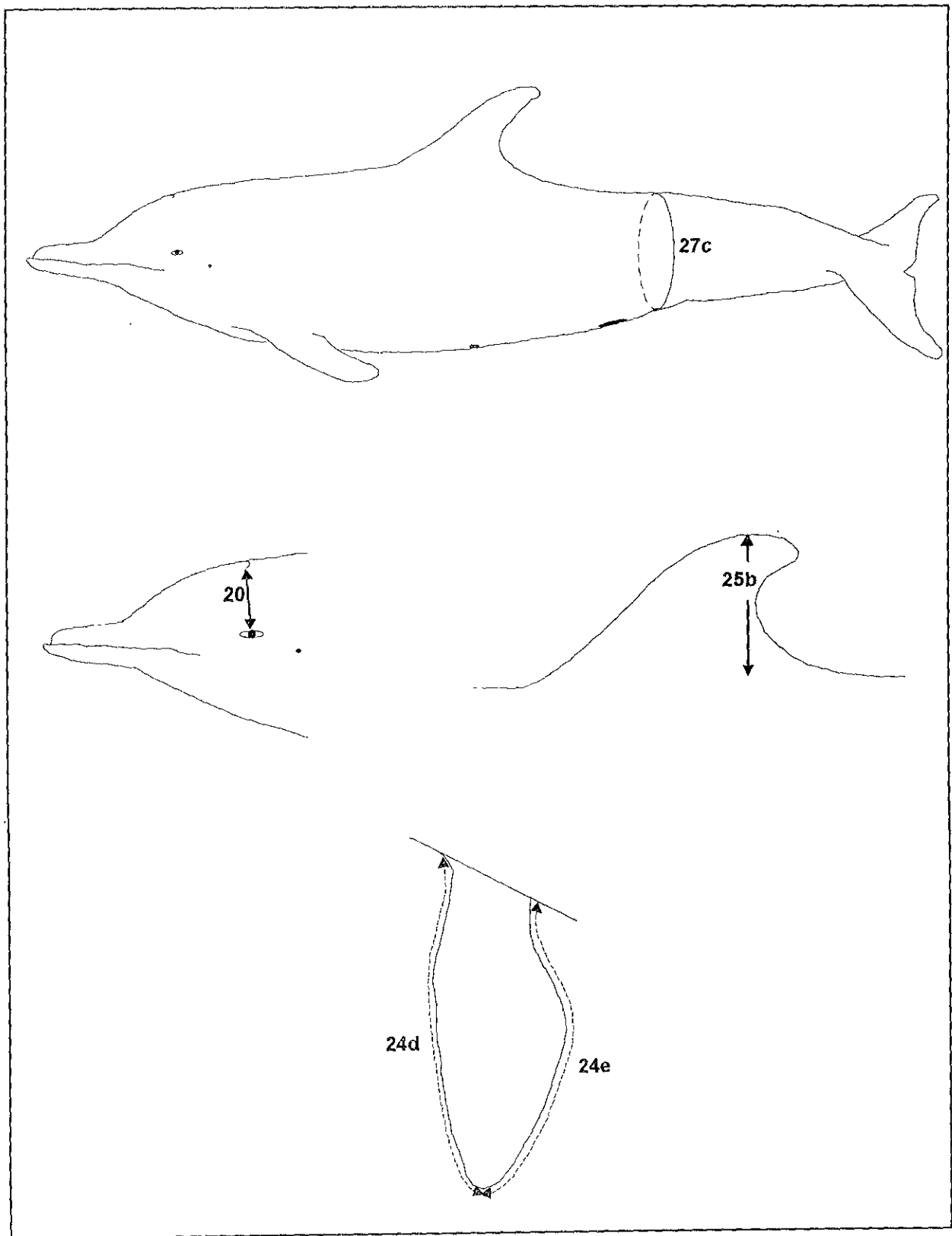


Figura 14F. Variables asociadas a machos pequeños de alta mar, eje III positivo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales costeros y de alta mar).

**Cuadro 20.** Variables que se relacionan a los machos pequeños de alta mar y secundariamente los costeros ubicados en el Eje III +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje III (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Longitud del borde anterior de la aleta pectoral	(M24d)	100
b)	Circunferencia a nivel del ano	(M27c)	73
c)	Del centro del ojo al centro del orificio nasal	(M20)	68
d)	Altura máxima de la aleta dorsal	(M25b)	60
e)	Longitud del borde posterior de la aleta pectoral	(M24e)	51

Es decir, los machos chicos de alta mar, y en menor grado los costeros, proporcionalmente tienden a tener la aleta pectoral más grande que las hembras (a y e). La robustez a nivel del ano es mayor seguramente por la presencia de la quilla (b). También presentan un cráneo más alto (c) y la aleta dorsal más alta (d).

Con respecto a la zona negativa del eje III, se puede ver que principalmente las hembras costeras (grandes) se asocian estrechamente con las variables del Cuadro 21 y Figura 14G. Los valores de contribución de las hembras de alta mar son tan bajos que no se asocian estrechamente a ninguna variable, como lo estuvieron en el eje anterior.

**Cuadro 21.** Variables que se relacionan a las hembras costeras grandes, se ubican en el Eje III -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje III (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del extremo del rostro al orificio genital	(M29)	110
b)	Del extremo del rostro al nacimiento del melón	(M12)	75

Es decir, las hembras se distinguen de los machos por presentar el orificio genital colocado mas atrás que los machos (a) y por presentar un rostro más largo (b). Sin embargo, en la Figura 14E se puede notar una gradación desde hembras costeras (abajo) - hembras de alta mar - machos costeros hasta machos de alta mar (arriba), siendo muy notoria la separación en estos cuatro grupos.

### *b.3) Análisis de datos por fragmentos corporales (Matriz tipo 3)*

A continuación se presentan los resultados del ACP que fue aplicado a delfines costeros y de alta mar en el que fueron empleados datos proporcionales y valores de algunos fragmentos del animal (Figura 12).

Esta matriz estuvo formada por 148 animales (14 costeros y 134 de alta mar) y 25 variables (Cuadro 5). El primer eje factorial explica un 51.3 % de la variabilidad; el segundo eje el 21.3 % y el tercero el 8.5 %. Es decir, los primeros tres ejes explican el 81.1 % de la variabilidad total, que representa un porcentaje alto.

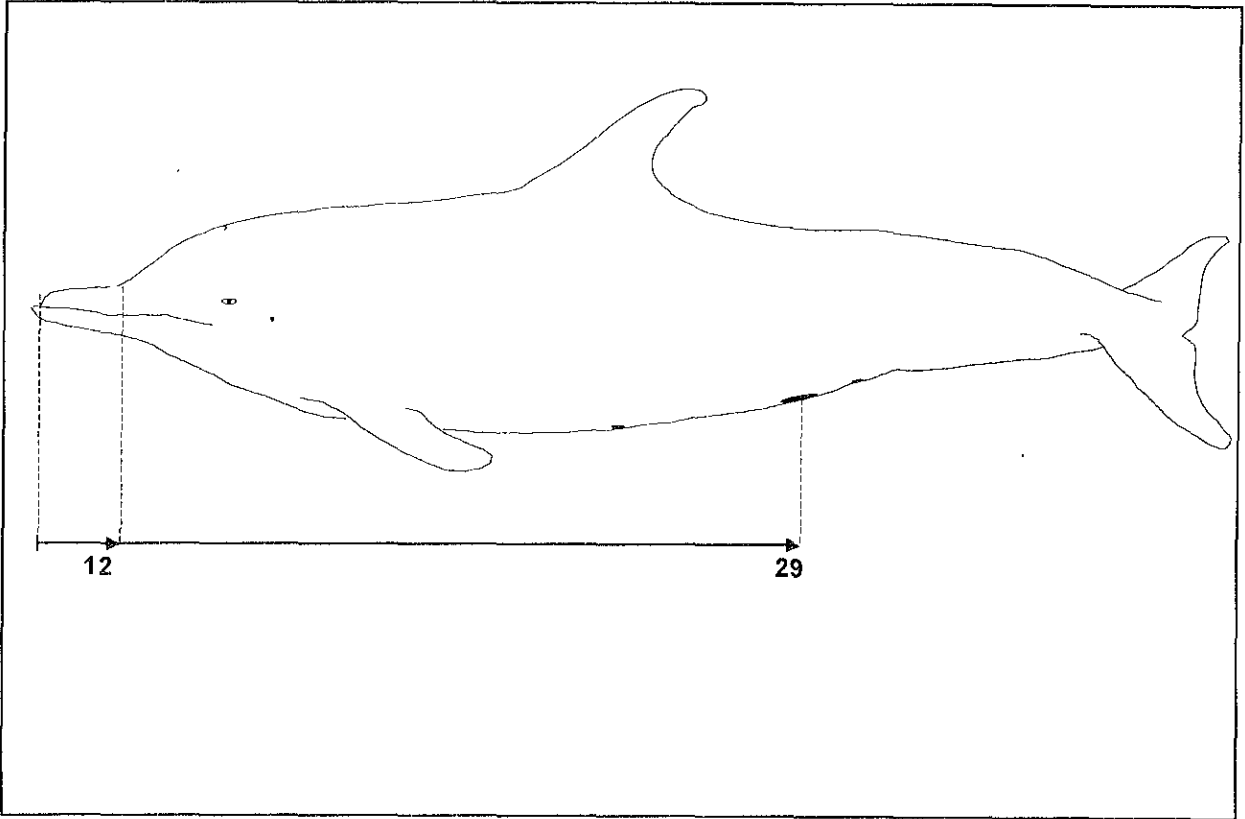


Figura 14G. Variables asociadas a hembras costeras grandes, eje III negativo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales costeros y de alta mar).

En la Figura 15A se representa el plano factorial I - II; en donde se puede observar que en la región negativa del eje I se separan claramente las hembras de alta mar de menos de 1 m de longitud total, asociadas a las variables que se muestran en el Cuadro 22 y Figura 15B.

**Cuadro 22.** Variables que se relacionan a las hembras de alta mar que se ubican en el Eje I - II, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje I (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del nacimiento a la punta de la aleta pectoral	(M24a)	74
b)	Del ojo al oído	(M19)	74
c)	Circunferencia a nivel del ojo	(M27a)	74
d)	Fragmento entre nacimiento melón y la comisura de la boca	(F 11-12)	73
e)	Del ojo al orificio nasal	(M20)	72
f)	Del ojo a la comisura de la boca	(M18)	71
g)	Circunferencia a nivel de la axila	(M27b)	66
h)	Fragmento del extremo de la aleta pectoral a su nacimiento	(F 6-5)	62

Esto significa que las hembras pequeñas se distinguen por presentar aletas pectorales (a, h) y varias medidas de longitud de la cabeza proporcionalmente más grandes que el resto (b, d, e, f). Es decir, estas hembras pequeñas tienen un cráneo más alargado y alto que el de los juveniles, subadultos y adultos. Así mismo, son relativamente más robustas a nivel de la cabeza (son más "cabezonas") y del tórax (c y g). Es importante destacar que en estos animales la longitud del rostro no se ve involucrada, lo que significa que el desarrollo del rostro se presenta después de que el animal alcanza más de un metro de longitud.

En la parte positiva del eje II (Figura 15A), puede verse que los machos costeros se separan del resto de los animales de manera muy evidente y proporcionan a este eje la mayor contribución. Se observa a lo largo del eje II un claro acomodo de los individuos que va, de arriba a abajo, de la siguiente manera: machos costeros, machos de alta mar y hembras costeras entremezcladas y finalmente las hembras de alta mar ocupando la parte negativa.

Las variables que aportan el mayor peso a la formación del eje II, y que tienen de mayor a menor importancia en los animales descritos en el gradiente se muestran en el Cuadro 23 y Figura 15C.



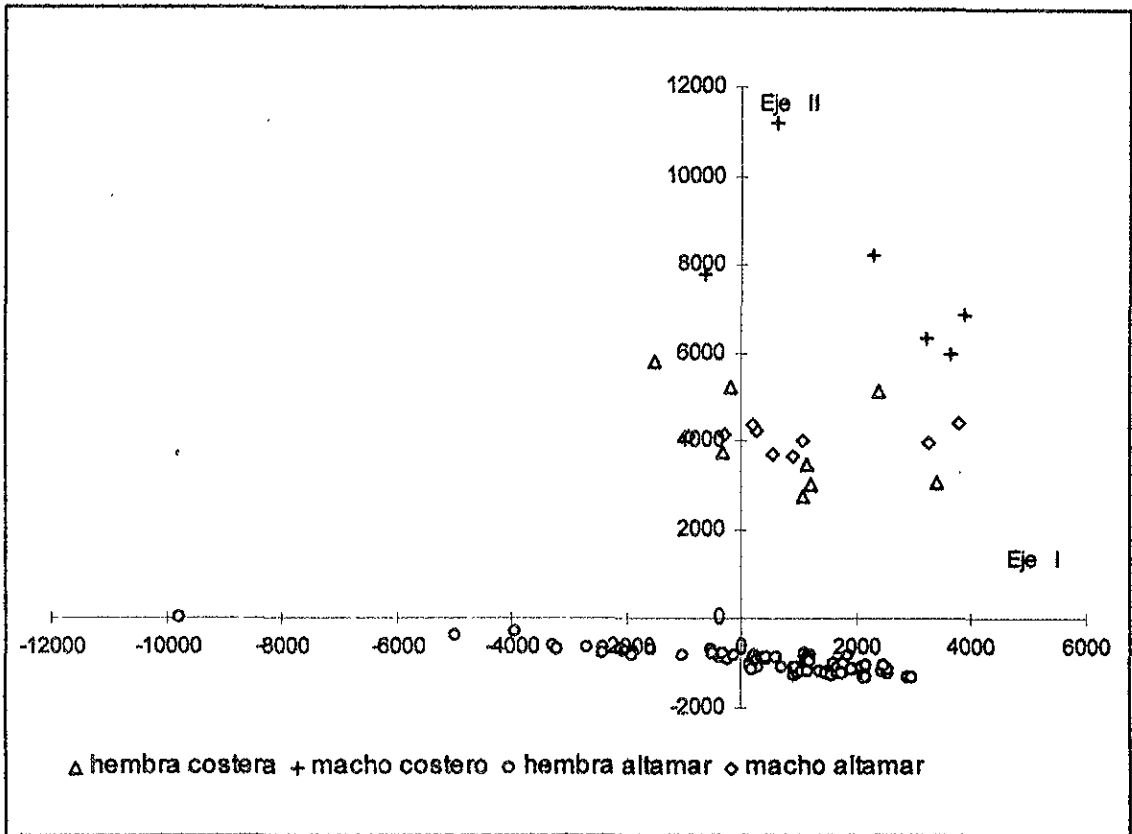


Figura 15A. Localización de los individuos costeros y de altamar en el plan factorial I - II de un ACP (matriz tipo 3: fragmentos corporales expresados en proporción a la longitud total).

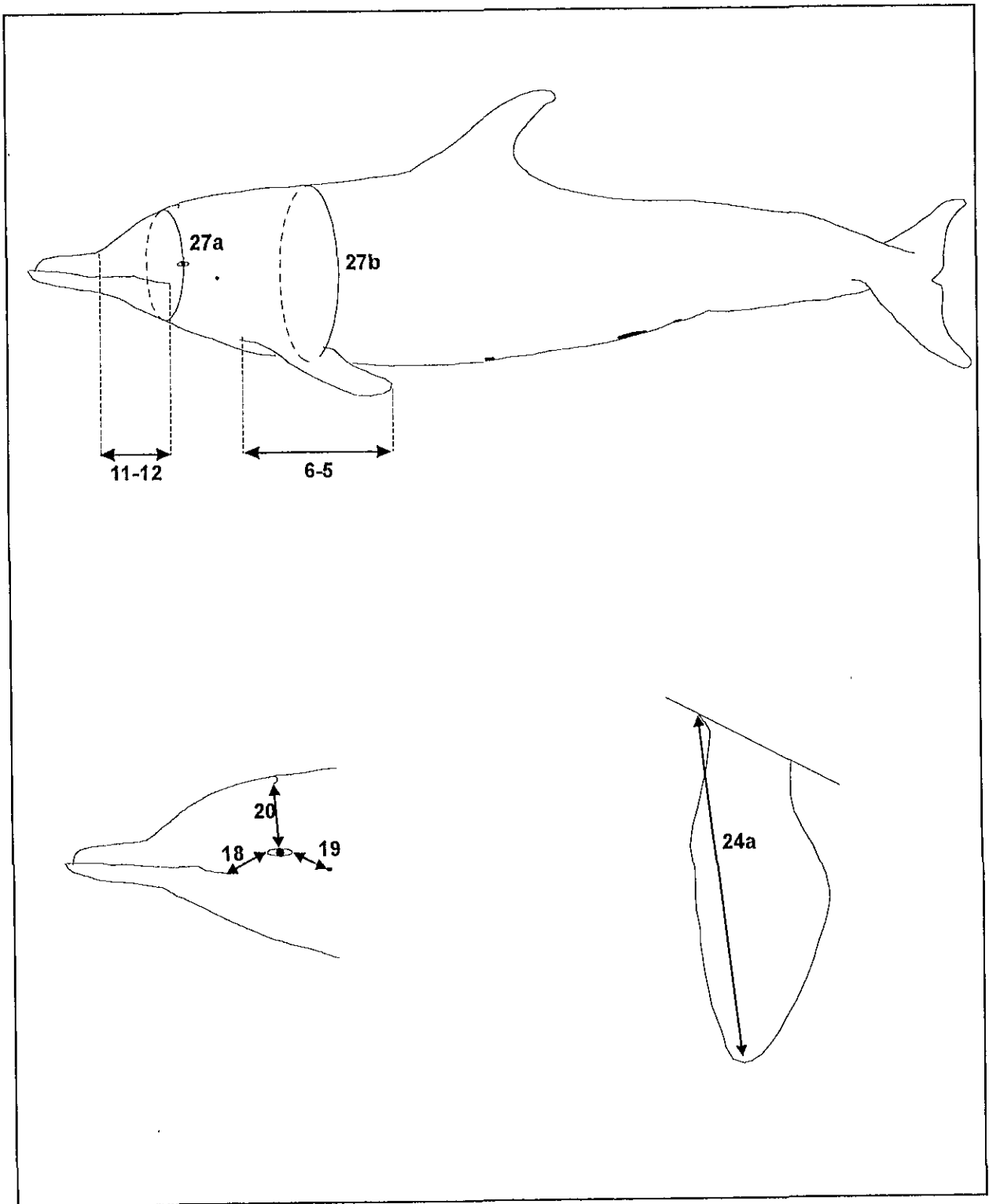


Figura 15B. Variables asociadas a hembras de alta mar de menos de 1 m, eje I negativo matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros y de alta mar).

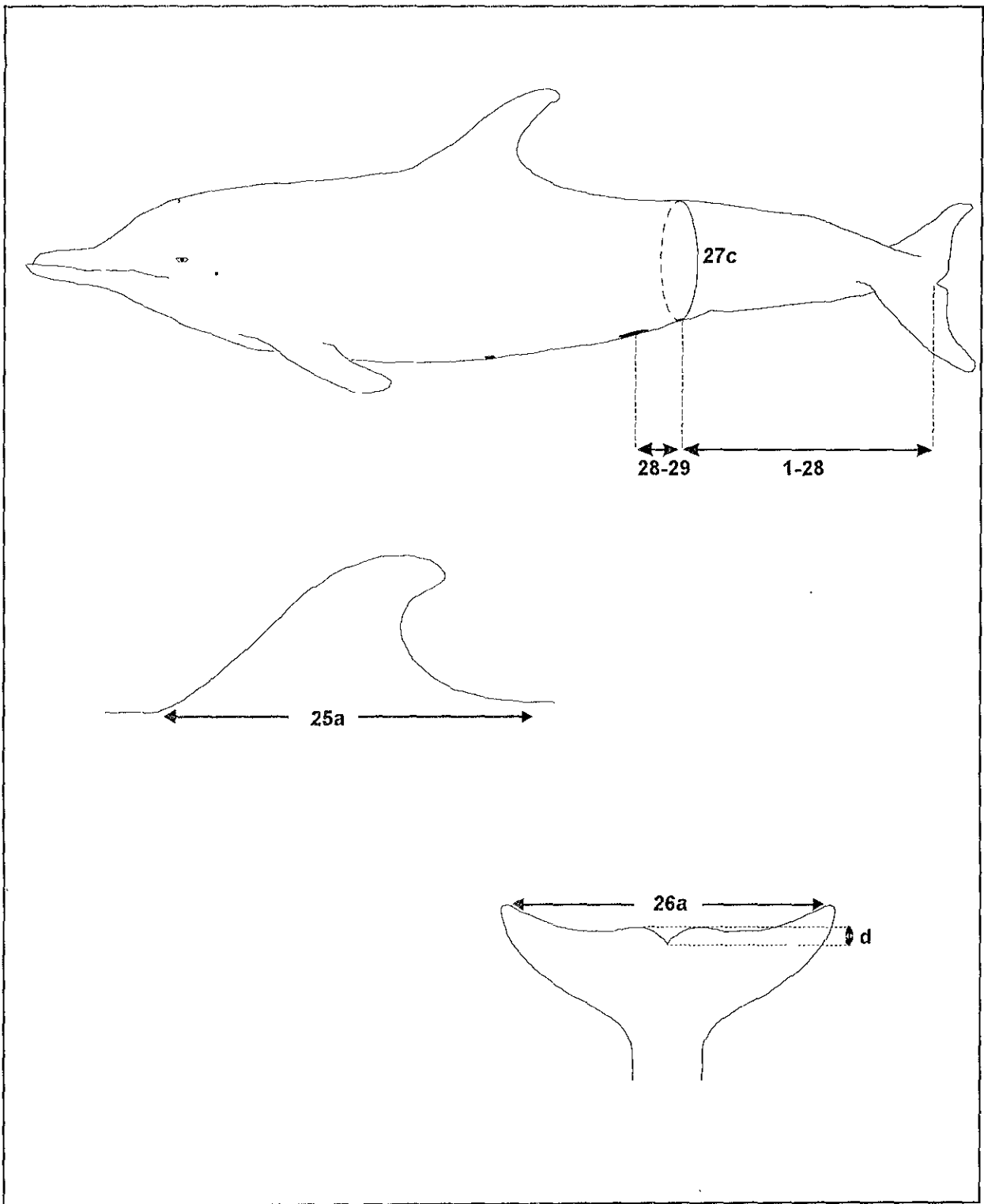


Figura 15C. Variables asociadas a machos costeros, eje II positivo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros y de alta mar).

**Cuadro 23.** Variables que se relacionan a los delfines costeros ubicados en el Eje II +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje II (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Fragmento entre el centro de la abertura genital y el ano	(F 28-29)	136
b)	Fragmento entre el ano y la escotadura de la aleta caudal	(F 1-28)	126
c)	Ancho de la base de la aleta dorsal	(M25a)	82
d)	Profundidad de la escotadura de la aleta caudal	(M26 d)	64
e)	Envergadura de la aleta caudal	(M26a)	62
f)	Circunferencia a nivel del ano	(M27c)	51

Esto significa que en los machos la distancia entre la abertura genital y el ano es mayor que en las hembras (a), característica muy conocida y que se presenta en todos los cetáceos, lo cual nos ayuda a verificar que nuestro análisis es correcto. Lo mismo ocurre con la distancia del ano a la escotadura de la aleta caudal (b). Poseen un pedúnculo caudal más grande que el de las hembras. Se observa que la base de la aleta dorsal (c) es mayor en los animales costeros, particularmente en los machos. Es claro que la envergadura de la aleta caudal (e) en los machos de ambas poblaciones es mayor que la de las hembras, lo mismo que la circunferencia a nivel del ano. La profundidad de la escotadura de la aleta caudal (d), tiene valores ligeramente mayores en machos que en hembras.

En la Figura 15D, que muestra el plano factorial I - III de este análisis, se observan en la parte positiva del eje III claramente separados los machos de alta mar, que fueron los que tuvieron los valores de contribución más altos para la formación de ese eje y que se oponen principalmente a las hembras costeras, que se ubican en el extremo inferior del eje III negativo, pues son las que aportaron los mayores valores de contribución. Así, los machos de alta mar se asocian de manera positiva con las variables que encontramos en el Cuadro 24 y Figura 15E.

**Cuadro 24.** Variables que se relacionan a los machos de alta mar ubicados en el Eje III +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje III (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Altura máxima de la aleta dorsal	(M25b)	286
b)	Altura del extremo de la aleta dorsal	(M25c)	173

Esto significa que los machos de alta mar se caracterizan por presentar una aleta dorsal más alta que todos los demás grupos analizados (a y b).

Por otro lado, en la región negativa del eje III, se observa que los costeros se asocian positivamente con este eje, principalmente las hembras, que fueron las que aportaron el mayor peso en su formación, las cuales se asocian a las variables que se presentan en el Cuadro 25 y Figura 15F.

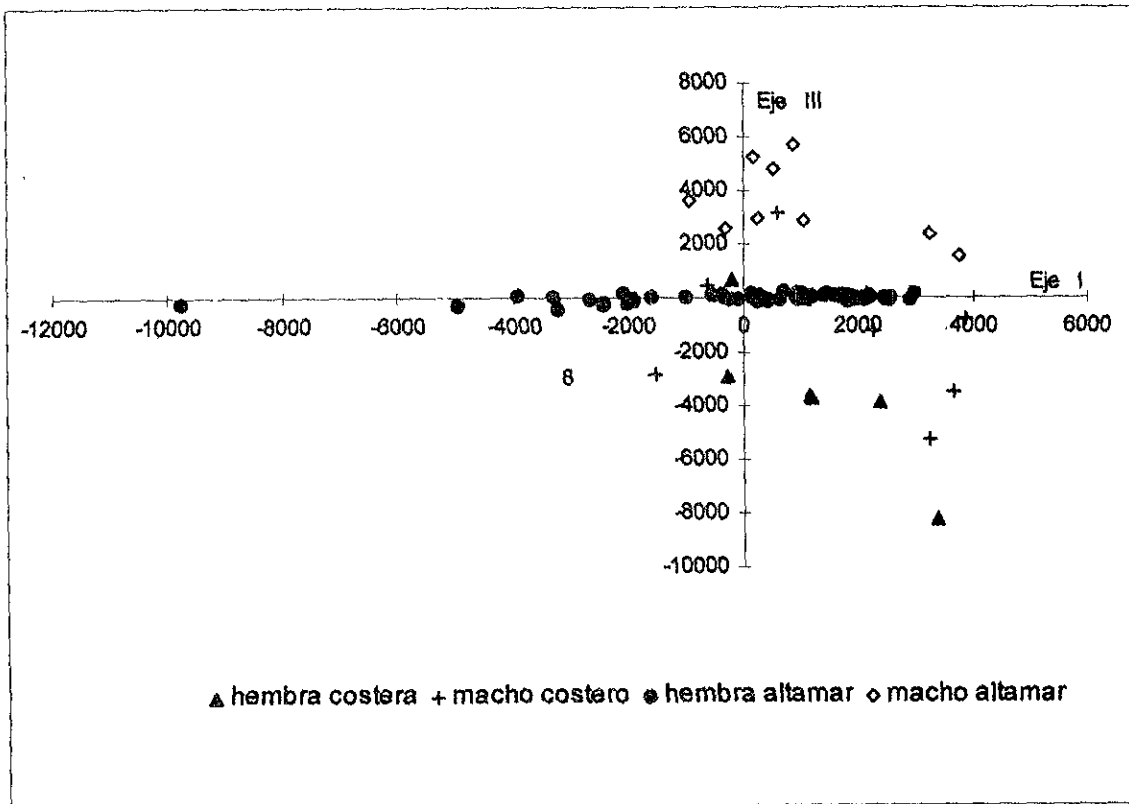


Figura 15D. Localización de los individuos costeros y de altamar en el plan factorial I - III de un ACP (matriz tipo 3: fragmentos corporales expresados en proporción a la longitud total).

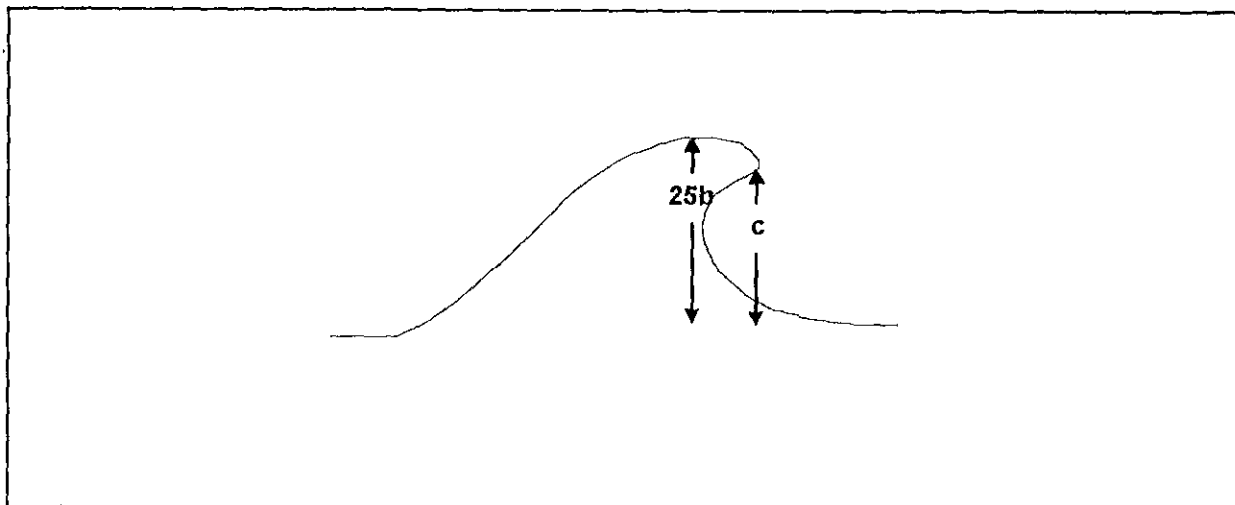


Figura 15E. Variables asociadas a machos de alta mar, eje III positivo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros y de alta mar).

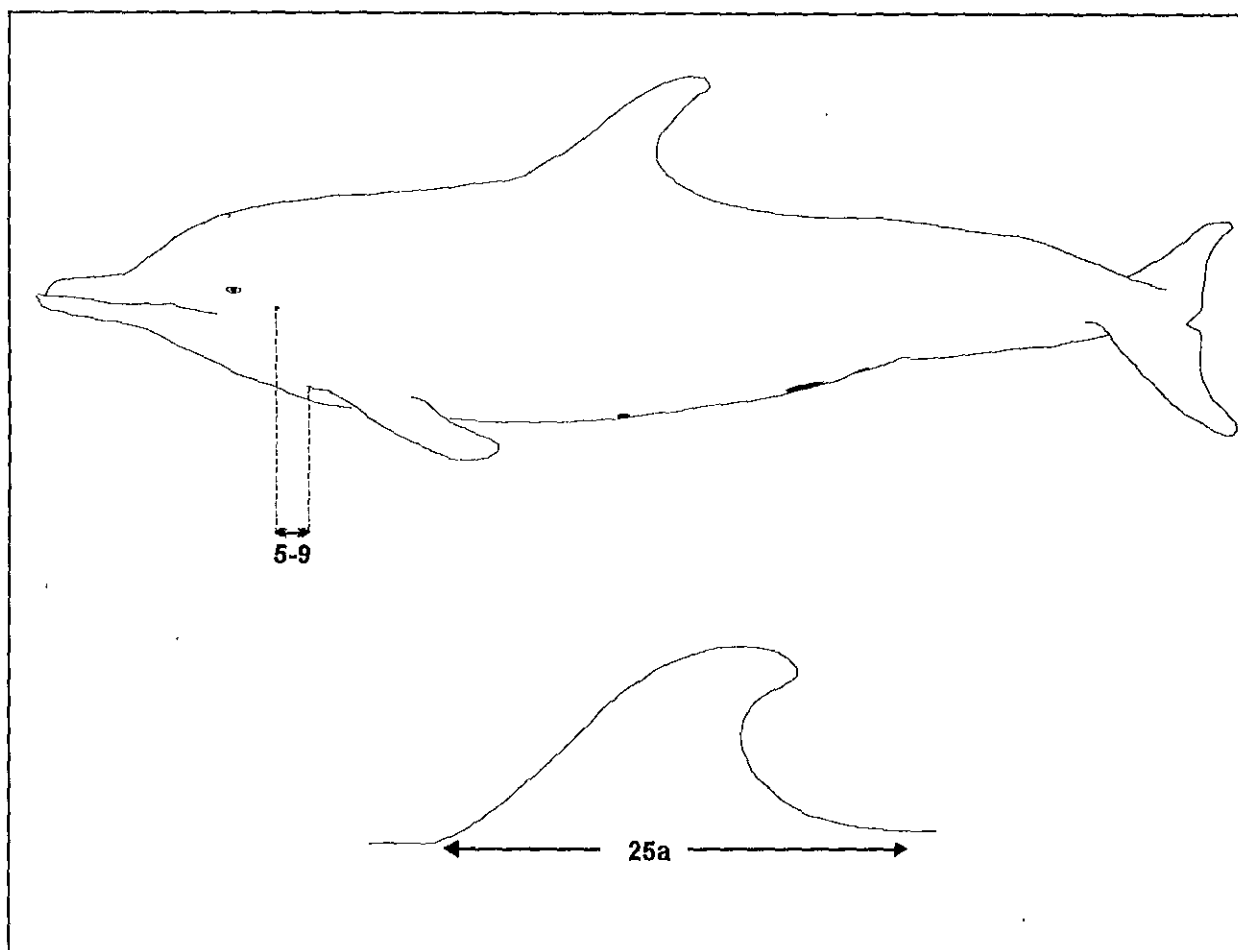


Figura 15F. Variables asociadas a animales costeros, eje III negativo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros y de alta mar).

**Cuadro 25.** Variables que se relacionan a los delfines costeros de ambos sexos ubicados en el Eje III -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje III (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del oído al nacimiento de la aleta pectoral	(F 5 - 9)	169
b)	Ancho de la base de la aleta dorsal	(M25 a)	110

Así, los animales costeros, principalmente las hembras, muestran valores mayores en algunas medidas relacionadas con el tamaño de la caja craneana y la región cervical (a). También, podemos ver que la base de la aleta dorsal es de mayor tamaño que la de los animales de alta mar (b).

A continuación se presentan los resultados de los análisis por separado para los animales de alta mar y de los costeros. Estos análisis se efectuaron con el objeto de distinguir con mayor claridad las diferencias entre sexos dentro de cada población, así como caracterizar las diferentes etapas de desarrollo.

### c) Análisis morfométrico de los delfines de alta mar

#### c.1) Análisis de datos crudos (Matriz tipo 1)

La matriz constituida con animales de alta mar estuvo formada por 19 individuos (12 hembras; 7 machos) y 35 variables (Cuadro 4).

En este ACP, sólo los dos primeros ejes explicaron el 88.5% de la variabilidad total, de la cual el 78.9% correspondió al eje I

En la Figura 16A se muestra la representación gráfica de los ejes factoriales I - II, donde se aprecia que no hay una clara separación por sexo en relación al eje I. Es decir, hay un solapamiento importante entre machos y hembras que muestra que a partir de este eje no fue posible determinar cuales variables los separan.

En cambio, en relación al eje II, es muy evidente la separación entre sexos. Así, encontramos que los machos se asocian a la zona positiva del eje II, y las variables con las que se relacionan se ven en el Cuadro 26 Figura 16B.

**Cuadro 26.** Variables que se relacionan a los machos que se ubican en el Eje II +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje II (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Ancho del pedúnculo caudal	(M26b)	78
b)	Profundidad de la escotadura de la aleta caudal	(M26d)	75
c)	Longitud del borde anterior de la aleta pectoral	(M24d)	62

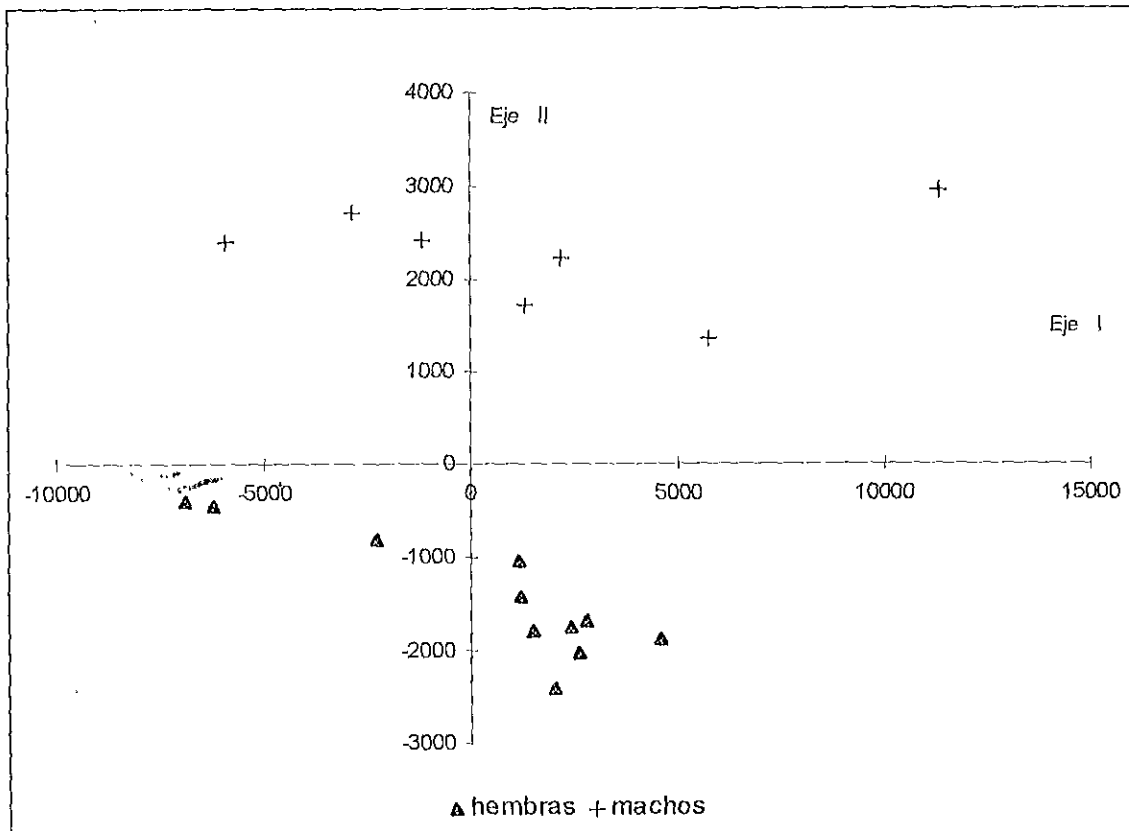


Figura 16A. Localización de los individuos de alta mar en el plano factorial I - II de un ACP (matriz tipo 1: valores "brutos").



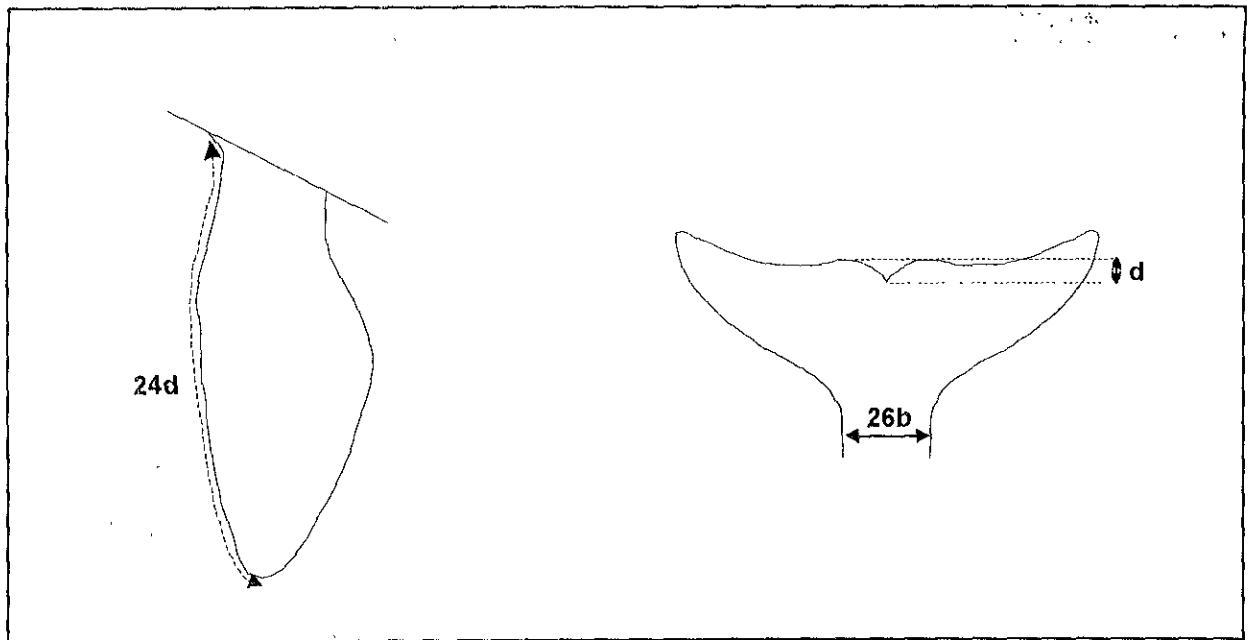


Figura 16B. Variables asociadas a machos de alta mar, eje II positivo (matriz tipo 1: datos en "bruto" de animales costeros y de alta mar).

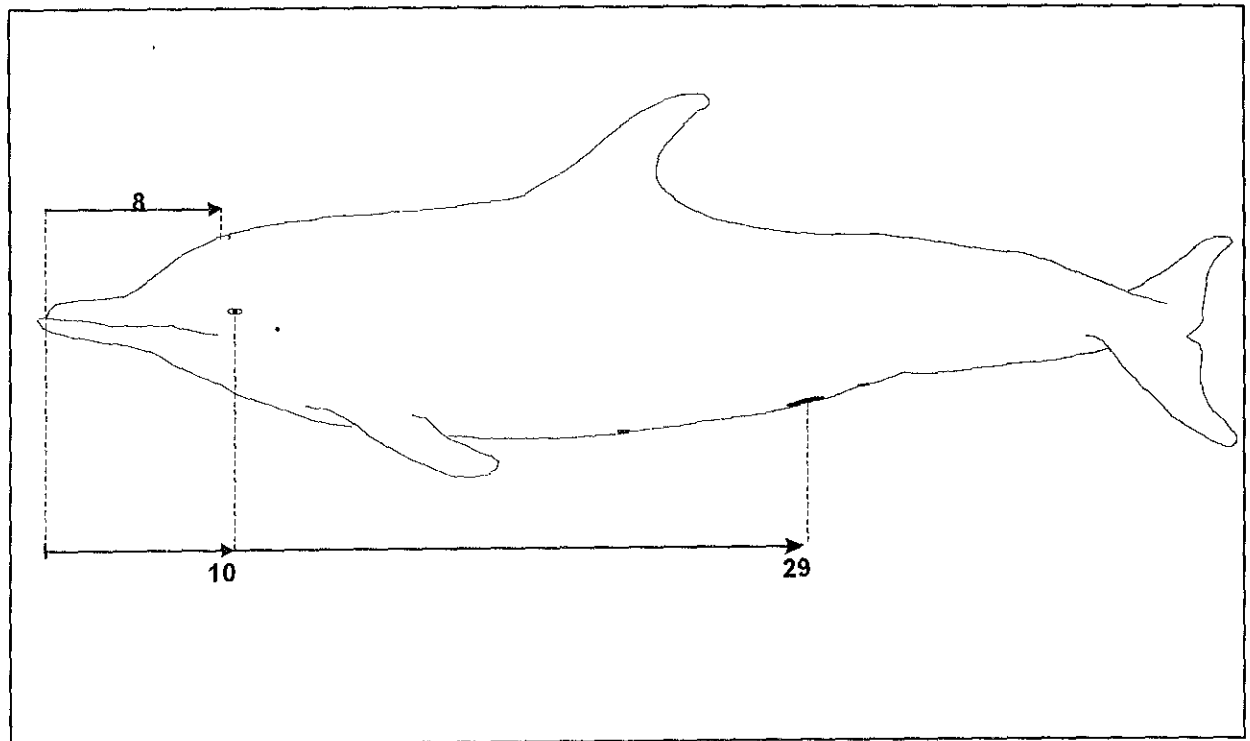


Figura 16C. Variables asociadas a hembras de alta mar, eje II negativo (matriz tipo 1: datos en "bruto" de animales costeros y de alta mar).

Así, se puede decir que los machos de alta mar tienen el pedúnculo caudal, la escotadura caudal y la aleta pectoral de mayor tamaño que las hembras.

En la Figura 16A encontramos del lado opuesto, zona negativa del eje II, a las hembras, que se asocian positivamente con las variables del Cuadro 27 y Figura 16C.

**Cuadro 27.** Variables que se relacionan a las hembras que se localizan en el Eje II -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje II (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del extremo del rostro al borde anterior del orificio nasal	(M8)	143
b)	Del extremo del rostro al ojo	(M10)	88
c)	Del extremo del rostro a los genitales	(M29)	86

Las variables de los incisivos a y b nos indican que las hembras se distinguen por tener, en términos generales, la cabeza más alargada que los machos. La variable del incisivo c nos habla de la posición de la abertura genital en las hembras, la que se ubica claramente más atrás en relación a la parte anterior del cuerpo o más cerca del ano.

Dado que el eje III explica un porcentaje muy bajo de la variabilidad total, este no fue considerado.

#### *c.2) Análisis de datos proporcionales (Matriz tipo 2)*

Esta matriz estuvo constituida de 19 animales de alta mar (12 hembras y 7 machos) y 34 variables (Cuadro 4). Los primeros dos ejes factoriales explican el 82.3 % de la variabilidad total (54.4% el eje I y 27.8% el eje II).

En la Figura 17A se puede ver la proyección de los ejes factoriales I - II. Se observa que se separan claramente las hembras de los machos. Así, encontramos que las hembras pequeñas se asocian a la parte positiva del eje I y se relacionan con las variables del Cuadro 28 y Figura 17B.

**Cuadro 28.** Variables que se relacionan a las hembras que se ubican en el Eje I +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje I (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del extremo del rostro a la cima de la aleta dorsal	(M4)	54
b)	Del extremo del rostro al origen de la aleta dorsal	(M2)	53
c)	Del extremo del rostro al centro del orificio nasal	(M7)	53
d)	Del extremo del rostro al nacimiento de la aleta pectoral	(M5)	53
e)	Del extremo del rostro al centro del ombligo	(M30)	52
f)	Del extremo del rostro a la comisura de la boca	(M11)	52

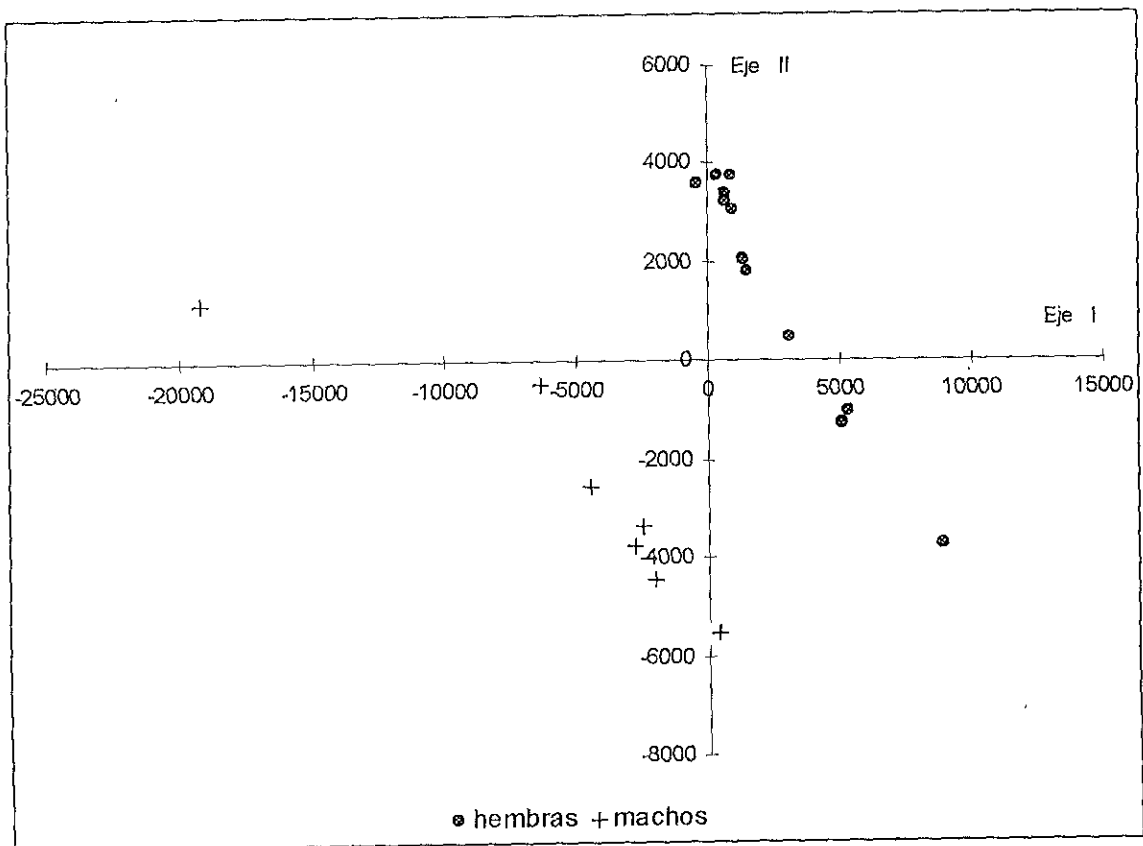


Figura 17A. Localización de los individuos de alta mar en el plano factorial I - II de un ACP (matriz tipo 2: valores proporcionales).

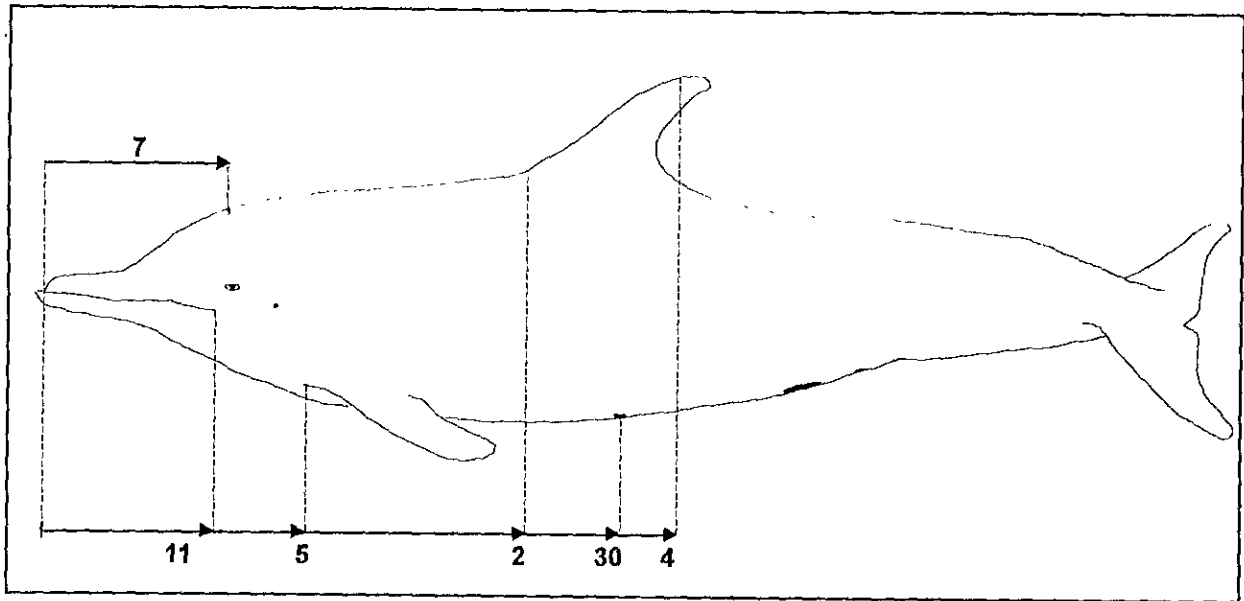


Figura 17B. Variables asociadas a hembras de alta mar, eje I positivo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales de alta mar).

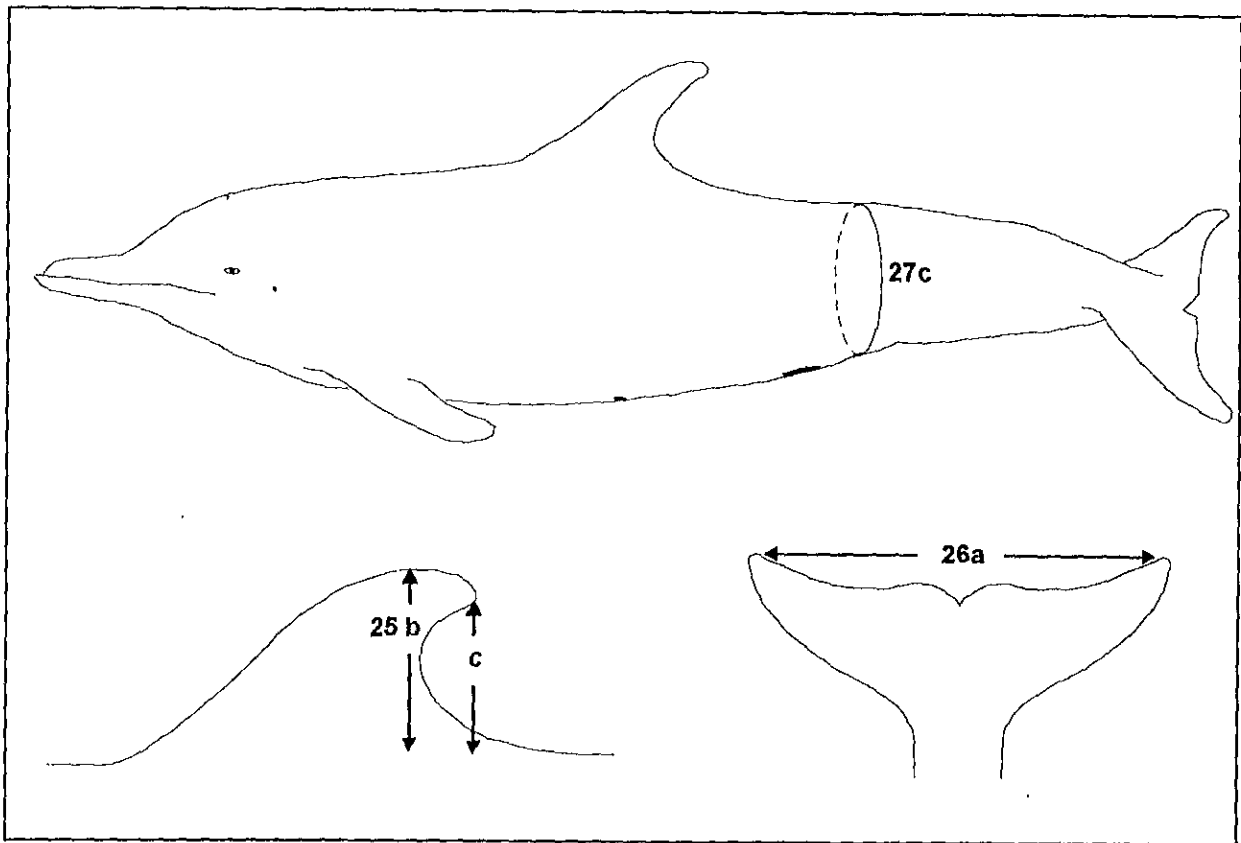


Figura 17C. Variables asociadas a machos de alta mar, eje I negativo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales de alta mar).

Las hembras pequeñas tienen la parte anterior del tronco proporcionalmente mayor que los machos grandes. Esto se debe a que las hembras se caracterizan por presentar valores más altos en las medidas relacionadas con la longitud de la cabeza.

En el extremo izquierdo o negativo del eje I, se agrupan los machos grandes. Estos se asocian positivamente con las variables que se observan en el Cuadro 29 y Figura 17C.

**Cuadro 29.** Variables que se relacionan a los machos grandes ubicados en el Eje I -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje I (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Envergadura de la aleta caudal	(M26a)	45
b)	Circunferencia a nivel del ano	(M27c)	38
c)	Altura máxima de la aleta dorsal	(M25b)	34
d)	Altura del extremo de la aleta dorsal	(M25c)	23

Es decir, los machos grandes se caracterizaron por presentar las aletas caudal y dorsal proporcionalmente más grandes (a, c y d) una mayor robustez que las hembras en la zona caudal debido a la presencia de la quilla (b).

En lo que respecta al eje II, se puede percibir que las hembras grandes se reúnen de manera significativa en la porción positiva de este eje. Es decir, estas hembras se asocian con las variables que se encuentran en el Cuadro 30 y Figura 17D.

**Cuadro 30.** Variables que se relacionan a las hembras grandes ubicadas en el Eje II +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje II (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del extremo del rostro al nacimiento del melón	(M12)	80
b)	Del extremo del rostro al ano	(M28)	55
c)	Del extremo del rostro al centro de la abertura genital	(M29)	49

Las hembras grandes se diferencian de los machos pequeños porque el rostro es de mayor longitud que el de los machos (a) y porque las aberturas genital y anal están muy cerca entre ellas (b y c).

Con respecto a la región negativa del eje II, ésta estuvo predominantemente ocupada por los machos pequeños. De esta manera, principalmente los machos se asociaron con las características mostradas en el Cuadro 31 y Figura 17E.

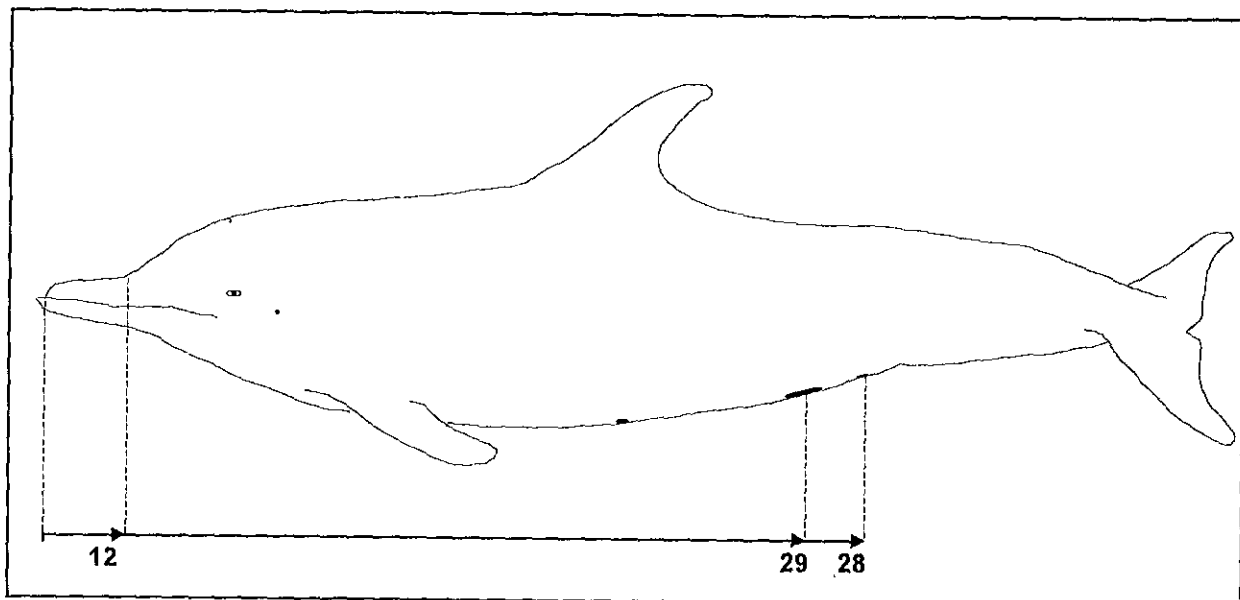


Figura 17D. Variables asociadas a hembras de alta mar grandes, eje II positivo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales de alta mar).

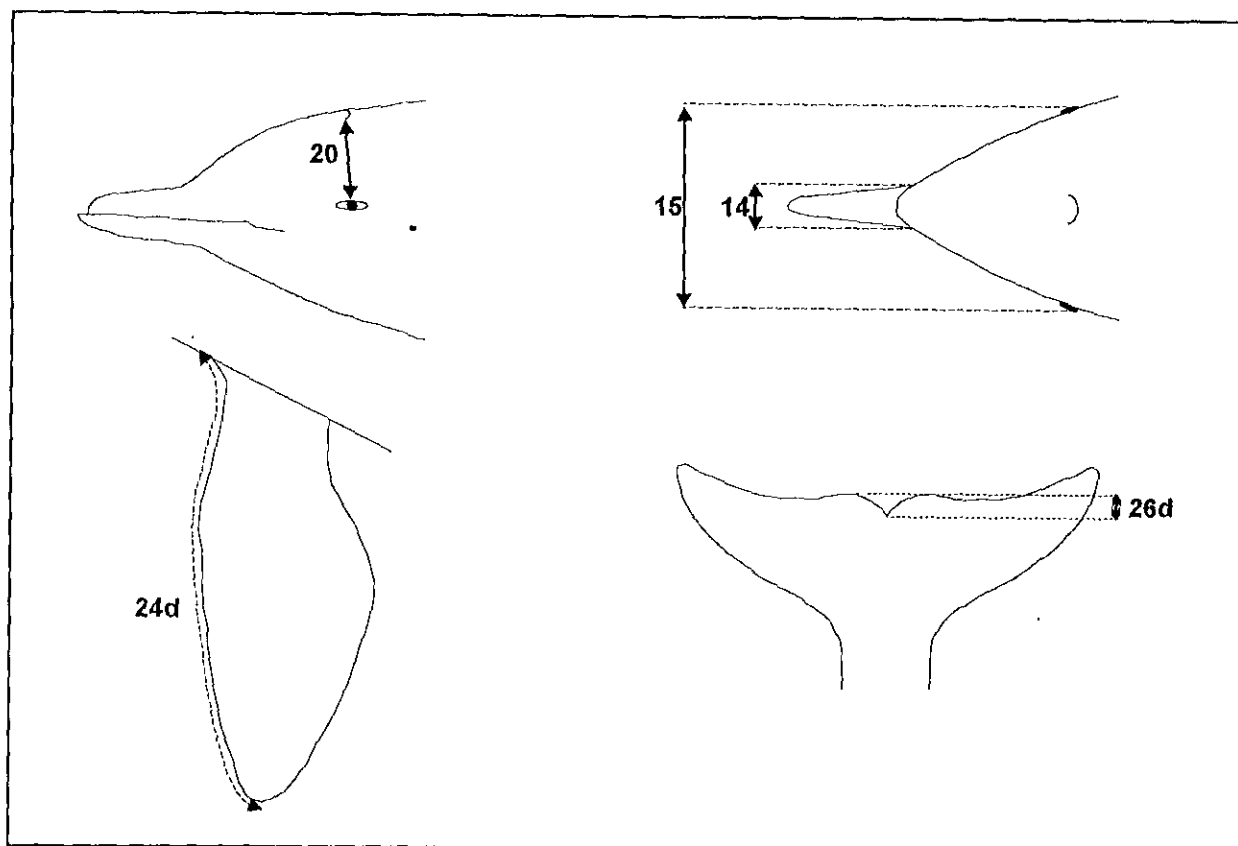


Figura 17E. Variables asociadas a machos de alta mar pequeños, eje II negativo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales de alta mar).

**Cuadro 31.** Variables que se relacionan a los machos pequeños ubicados en el Eje II -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje II (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Longitud del borde anterior de la aleta pectoral	(M24d)	96
b)	Del centro del ojo al centro del orificio nasal	(M20)	86
c)	Profundidad de la escotadura de la aleta caudal	(M26d)	72
d)	Ancho máximo del rostro	(M14)	66
e)	Distancia interocular	(M15)	65

Esto significa que los machos chicos presentan una aleta pectoral proporcionalmente más grande que las hembras (a). La cabeza o indirectamente el cráneo, es más alto (b) y más ancho (d y e).

Dado que también en este caso el eje III explica un porcentaje muy bajo de la variabilidad total, este no fue considerado.

*c.3) Análisis de datos por fragmentos corporales (Matriz tipo 3)*

Este análisis fue hecho empleando 134 animales de alta mar (125 hembras y 9 machos) y 28 variables (Cuadro 5).

Los primeros 2 ejes factoriales explican el 93.2 % de la variabilidad total. El eje I explica el 75.5 %, y el II el 17.7 %.

En la Figura 18A está representado al plano factorial I - II. Con relación a la formación del eje I, se observa que en su zona positiva los valores de contribución fueron muy bajos. Por el contrario, la región negativa presentó los valores de contribución mas altos, los que estuvieron determinados por las hembras pequeñas de menos de 1 m de longitud total. Estas hembras se asocian fuertemente con las variables mostradas en el Cuadro 32 y Figura 18B.

**Cuadro 32.** Variables que se relacionan a las hembras pequeñas ubicadas en el Eje I -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje I (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Circunferencia a nivel del ojo	(M27a)	47
b)	Del nacimiento a la punta de la aleta pectoral	(M24a)	47
c)	Distancia interocular	(M15)	47
d)	Fragmento del nacimiento del melón a la comisura de la boca	(F11-12)	47
e)	Circunferencia a nivel de la axila	(M27b)	47
f)	Del ojo al orificio nasal	(M20)	47
g)	Ancho máximo del rostro	(M14)	47
h)	Ancho máximo de la aleta pectoral	(M23)	47
i)	Del ojo al oído	(M19)	46
j)	Del ojo a la comisura de la boca	(M18)	45

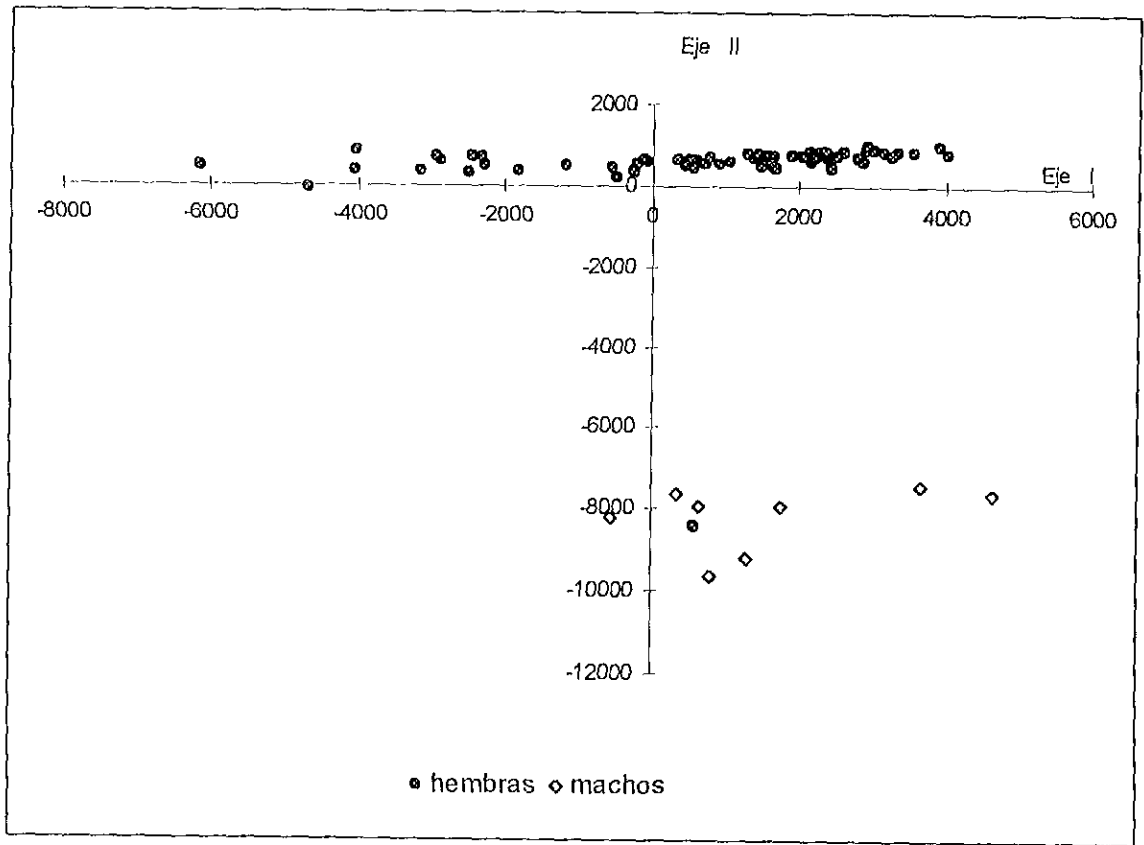


Figura 18A. Localización de los individuos de alta mar en el plano factorial I - II de un ACP (matriz tipo 3: datos proporcionales y "fragmentos").



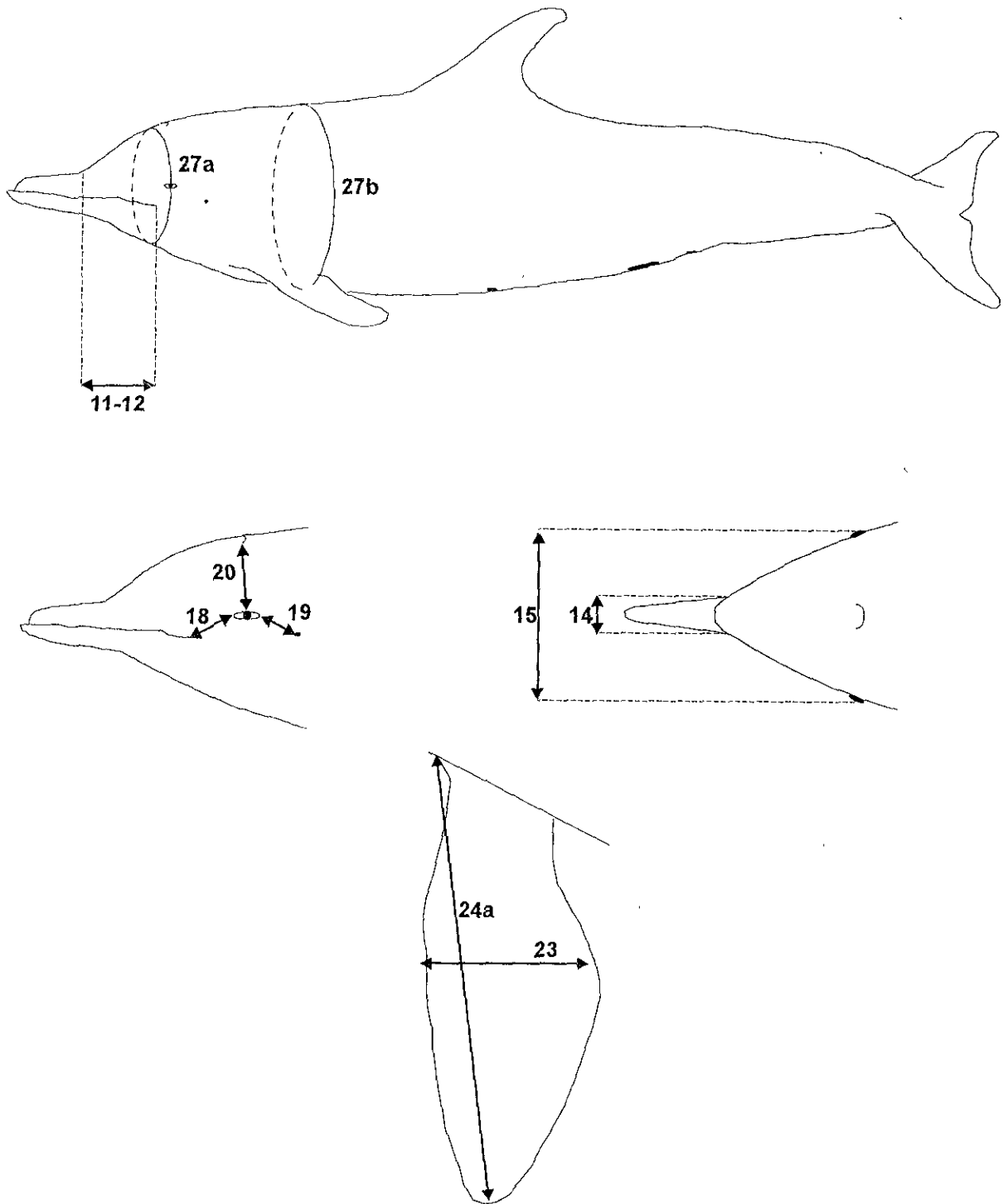


Figura 18B. Variables asociadas a hembras de alta mar pequeñas, eje I negativo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales en proporción a la longitud total de animales costeros y de alta mar).

Esto significa que las hembras de menos de un metro de longitud total tienen proporcionalmente a esta medida, una cabeza más grande (a, c, d, f, g, i, j), sus aletas pectorales más largas y anchas (b y h) y son más robustas (e) que el resto de los delfines de alta mar.

En la región positiva del eje II encontramos que los valores de contribución de los animales (hembras) fueron muy bajos, mientras que en la región negativa fueron muy altos; es decir, los animales que ahí se ubican son los que aportaron el mayor peso a la formación de este eje. Así, vemos que los machos se ubican en esta zona, bien separados del grupo de las hembras y se relacionan positivamente con las variables del Cuadro 33 y esquematizadas en la Figura 18C.

**Cuadro 33.** Variables que se relacionan a los machos, ubicadas en el Eje II -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje II (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Fragmento entre la abertura genital y el ano	(F 28-29)	196
b)	Altura máxima de la aleta dorsal	(M25b)	173
c)	Altura del extremo de la aleta dorsal	(M25c)	116
d)	Circunferencia a nivel del ano	(M27c)	96
e)	Fragmento entre el ojo y el oído	(F 9-10)	45
f)	Fragmento entre el ano y la escotadura de la aleta caudal	(F 1-28)	36
g)	Envergadura de la aleta caudal	(M26a)	27
h)	Profundidad de la escotadura de la aleta caudal	(M26d)	19

De esta manera, vemos que los machos se caracterizan por mostrar valores más altos en características relacionadas con la parte posterior del tronco (a, f.), con una aleta dorsal más alta y caudal más grande (b, c, g) y una mayor robustez a nivel del ano, que refleja la presencia de una quilla más grande en los machos que en las hembras (d), así como una distancia mayor entre el ojo y el oído (e).

Dado que el eje III tampoco en este caso explica un porcentaje importante de la variabilidad total, este no fue considerado.

#### **d) Análisis morfométrico de los delfines costeros**

##### *d.1) Análisis de datos crudos (Matriz tipo 1)*

Esta matriz estuvo formada por 15 delfines costeros (7 hembras, 8 machos) y 35 variables (Cuadro 4). El primer eje factorial explica el 52.3% de la variabilidad total.

En la Figura 19A puede observarse la proyección de los componentes I y II. El eje factorial I separa a los animales grandes de los pequeños. Así, la mayoría de los animales grandes están agrupados en la zona positiva del eje I y se asocian con las variables mostradas en el Cuadro 34 y Figura 19B.

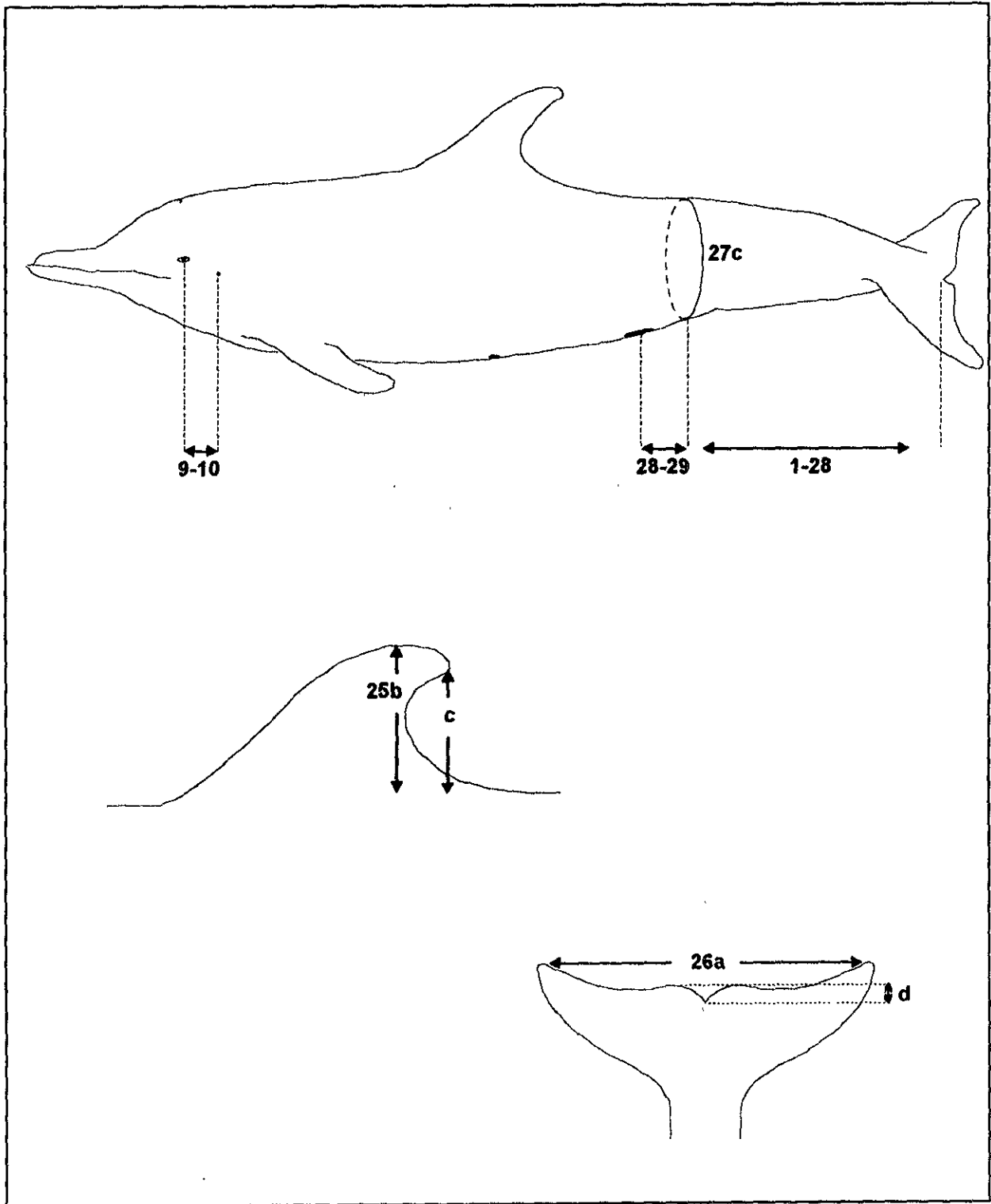


Figura 18C. Variables asociadas a machos de alta mar, eje II negativo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales de alta mar).

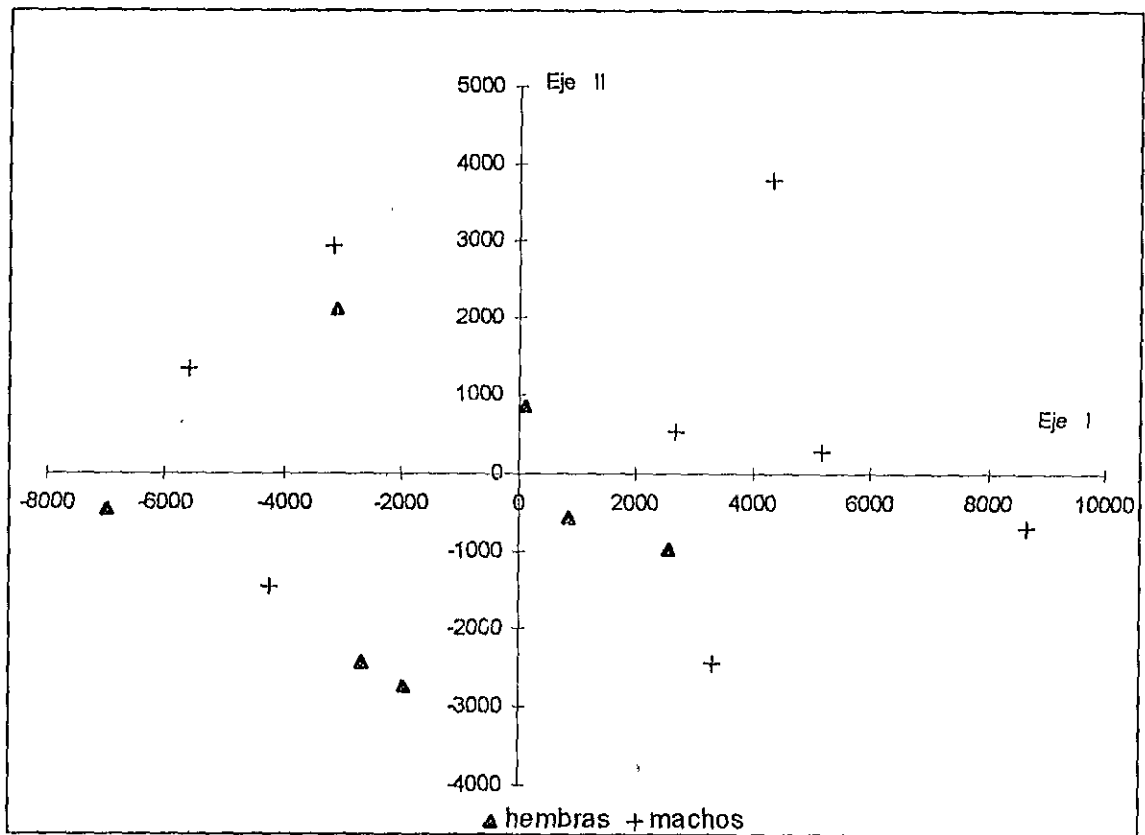


Figura 19A. Localización de los individuos costeros en el plano factorial I - II de un ACP (matriz tipo 1: datos "brutos").

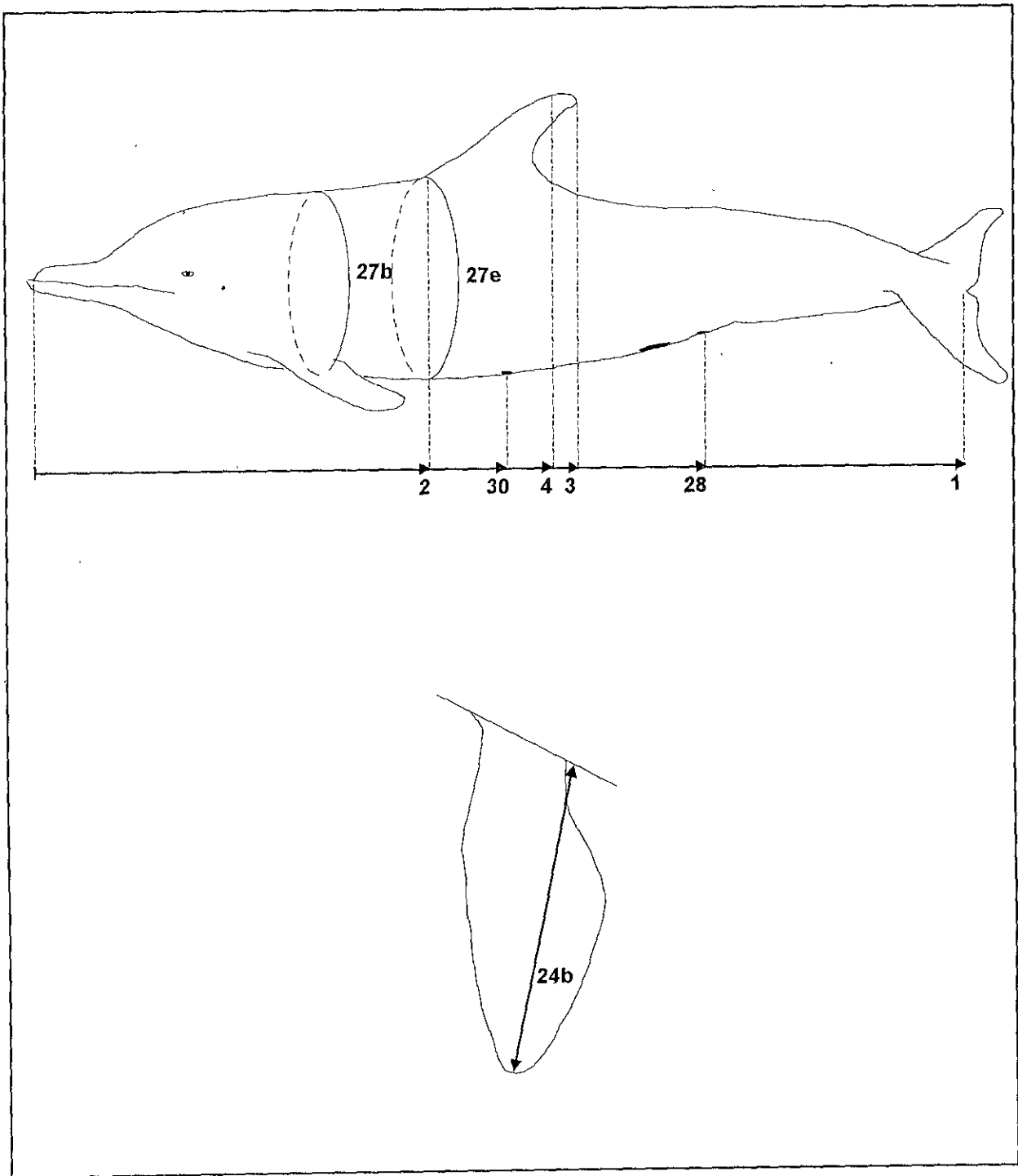


Figura 19B. Variables asociadas a animales costeros grandes, principalmente machos eje I positivo (matriz tipo 1: datos en "bruto" de animales costeros).

**Cuadro 34.** Variables que se relacionan a los delfines costeros grandes ubicados en el Eje I +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje I (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Longitud total	(M1)	51
b)	Del extremo del rostro al término de la aleta dorsal	(M3)	51
c)	Del extremo del rostro a la cima de la aleta dorsal	(M4)	51
d)	Del nacimto. del borde posterior a la punta de la aleta pectoral	(M24b)	51
e)	Del extremo del rostro al ano	(M28)	51
f)	Del extremo del rostro al origen de la aleta dorsal	(M2)	50
g)	Circunferencia a nivel de la axila	(M27b)	50
h)	Circunferencia a nivel de la aleta dorsal	(M27e)	50
i)	Del extremo del rostro al centro del ombligo	(M30)	50

Las variables de los incisos a, b, c, d, e, f, i, están directamente involucradas con los animales grandes (la mayoría de los cuales son machos), oponiéndose a los animales pequeños (la mayoría hembras). En general podemos decir que los machos se caracterizan por tener las medidas del tronco más grandes que las hembras. Las medidas g y h reflejan además que los animales más grandes son más robustos que los chicos de la región media anterior del cuerpo.

#### *d.2) Análisis de datos proporcionales (Matriz tipo 2)*

La matriz estuvo constituida por 15 animales (7 hembras, 8 machos) y 34 variables (Cuadro 4). Los primeros tres ejes factoriales nos explicaron el 65% de la variabilidad total (40% el eje I, 14.4% el eje II y el 11.4% el eje III).

En la Figura 20A se muestra la proyección de los ejes I y II. Con respecto al eje I se puede observar que se encuentran hembras y machos chicos en la región positiva. Esto significa que los animales pequeños se asocian de manera positiva con las variables del Cuadro 35 y Figura 20B.

**Cuadro 35.** Variables que se relacionan a las hembras y machos chicos ubicados en el Eje I +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje I (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del extremo del rostro al ano	(M28)	64
b)	Del nacimto. borde posterior a la punta de la aleta pectoral	(M24b)	63
c)	Del extremo del rostro al nacimiento de la aleta pectoral	(M5)	62
d)	Del extremo del rostro al ombligo	(M30)	61
e)	Del extremo del rostro al centro del orificio auditivo	(M9)	60
f)	Del extremo del rostro a la cima de la aleta dorsal	(M4)	59
g)	Circunferencia a nivel de la axila	(M27b)	56

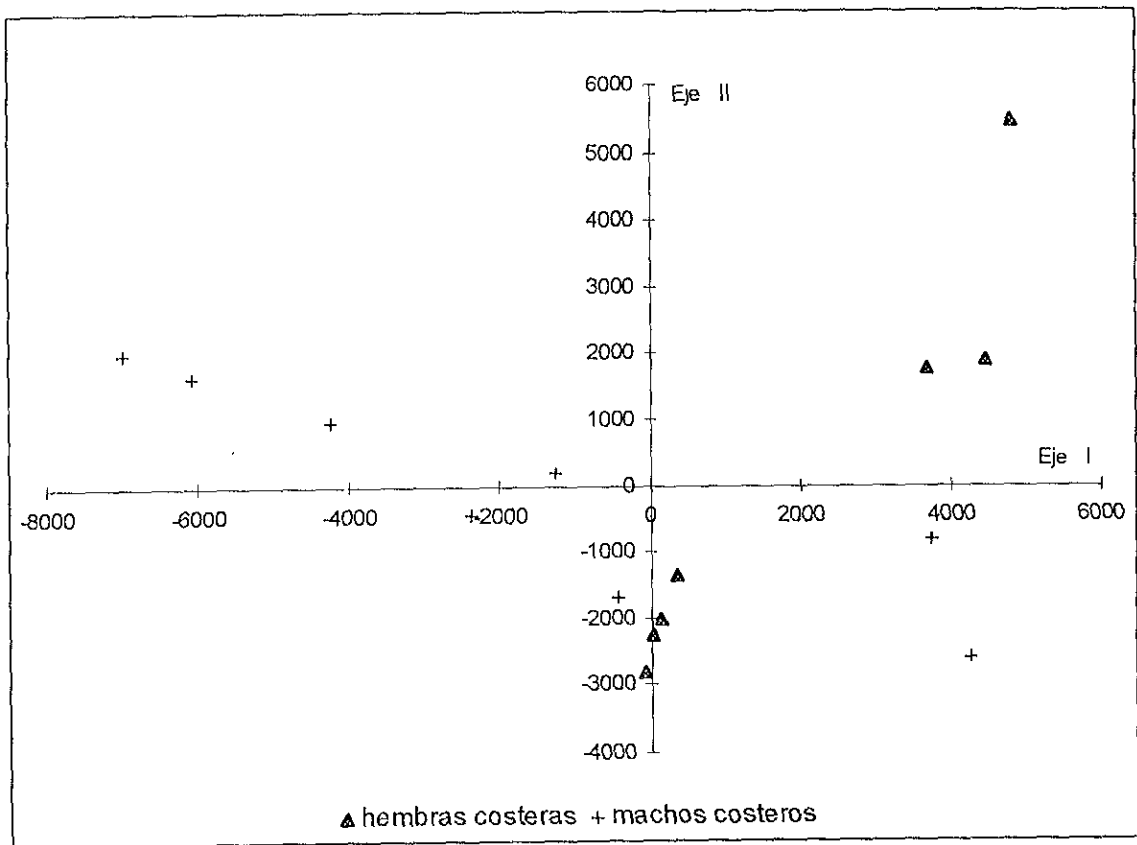


Figura 20A. Localización de los individuos costeros en el plano factorial I - II de un ACP (matriz tipo 2: datos proporcionales).

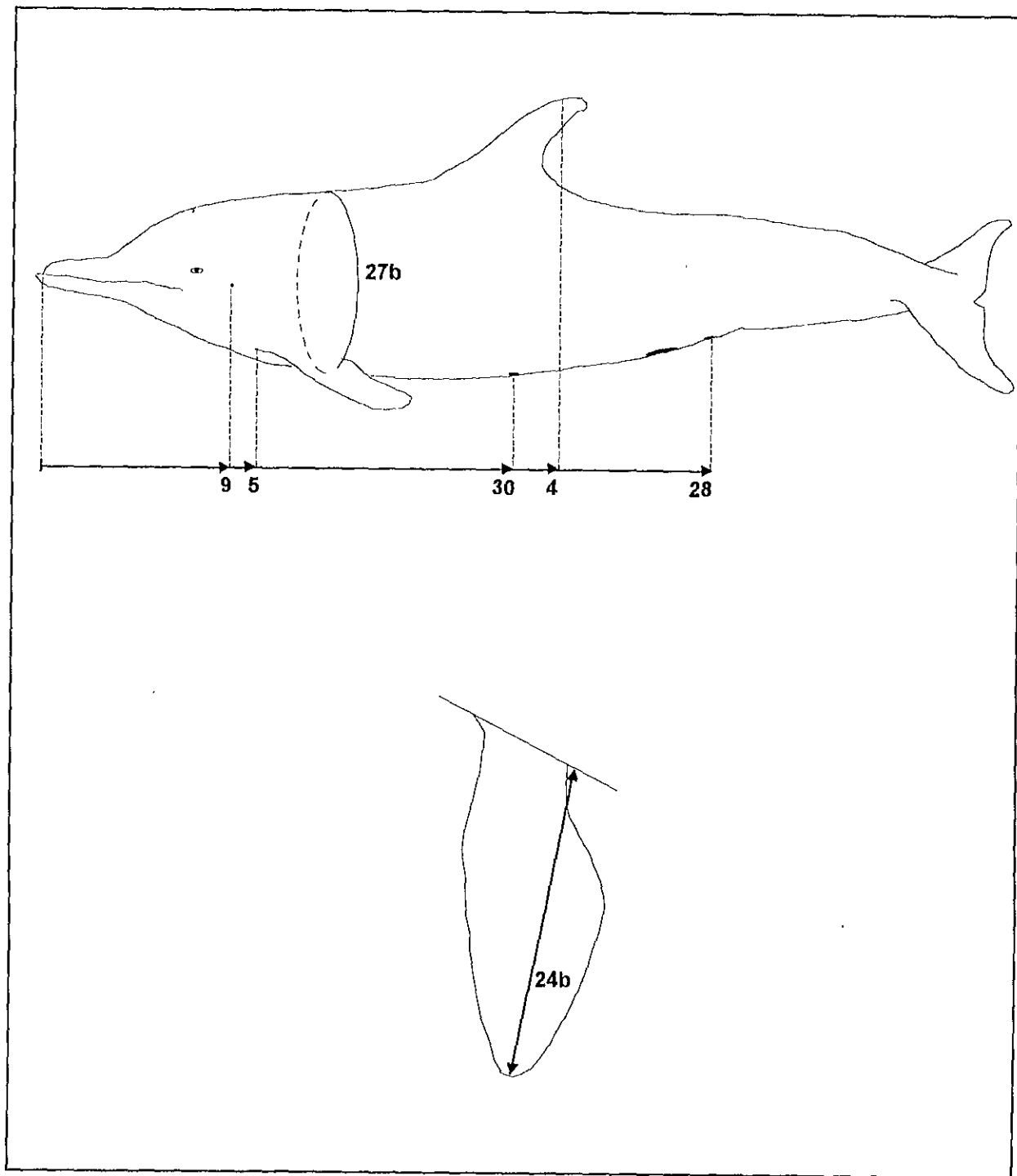


Figura 20B. Variables asociadas a animales costeros pequeños, eje I positivo (matriz tipo 2: datos proporcionales de animales costeros).



Es decir, proporcionalmente las hembras pequeñas, donde quedan incluidos dos machos pequeños, presentan un tronco más grande (a, d), el orificio genital esta colocado más atrás (a), una aleta pectoral más larga (b) y una cabeza más larga (c, e y f) que la de los machos de mayor talla.

*d.3) Análisis de datos por fragmentos corporales (Matriz tipo 3)*

En este análisis fueron empleados 20 animales y 18 variables, de las cuales 4 son fragmentos (Cuadro 5). En estas variables también ha sido eliminado el efecto de la talla. Aquí el eje I explica solamente el 26.6 % de la variabilidad total, el eje II el 19.6 % y el eje III el 14.3 %. Es decir, los primeros tres ejes explican el 60.4 % de la variabilidad total.

En el plano factorial I - II (Figura 21A) se observa que los machos se acomodan principalmente en la región positiva del eje I, mientras que las hembras se localizan en la región negativa.

Los machos grandes (más de 1.8 m de longitud total), aportaron valores de contribución importantes a la formación del eje I y principalmente se relacionan con las variables que se encuentran en el Cuadro 36 y Figura 21B.

**Cuadro 36.** Variables que se relacionan a los machos grandes ubicados en el Eje I +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje I (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Fragmento entre el ano y la escotadura de la aleta caudal	(F 1-28)	188
b)	Fragmento entre la abertura genital y el ano	(F 28-29)	66

Esto significa que en los machos la longitud de la región caudal del tronco (a) está más desarrollada que la de las hembras. Lo mismo ocurre con la distancia entre la abertura genital y el ano (b).

En la región negativa del eje I están ubicadas las hembras que se asocian con las variables del Cuadro 37 y Figura 21C.

**Cuadro 37.** Variables que se relacionan a las hembras ubicadas en el Eje I -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variabes Eje I (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Circunferencia a nivel de la axila	(M27b)	138
b)	Del ojo a la comisura de la boca	(M18)	104
c)	Del nacimiento a la punta de la aleta pectoral	(M24a)	89
d)	Del ojo al oído	(M19)	77
e)	Circunferencia a nivel del nacimiento de la aleta dorsal	(M27e)	72

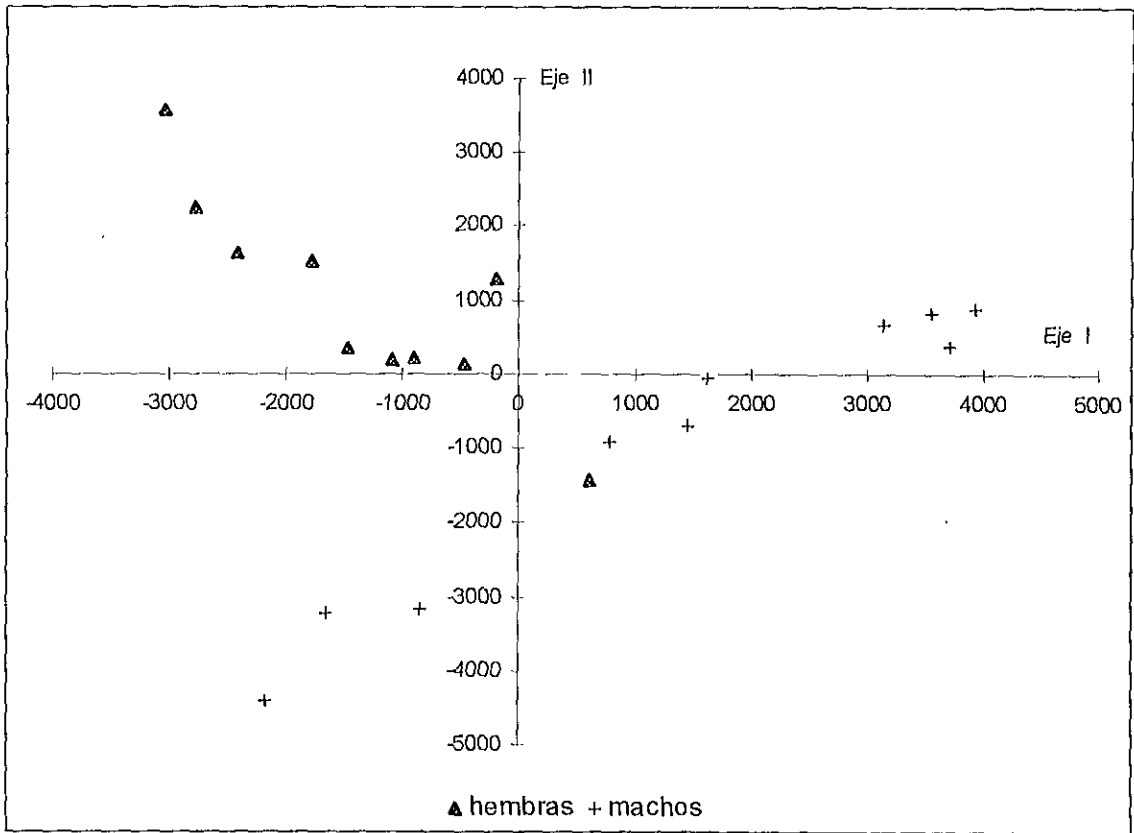


Figura 21A. Localización de los individuos costeros en el plano factorial I - II de un ACP (matriz tipo 3: datos proporcionales y de "fragmentos").

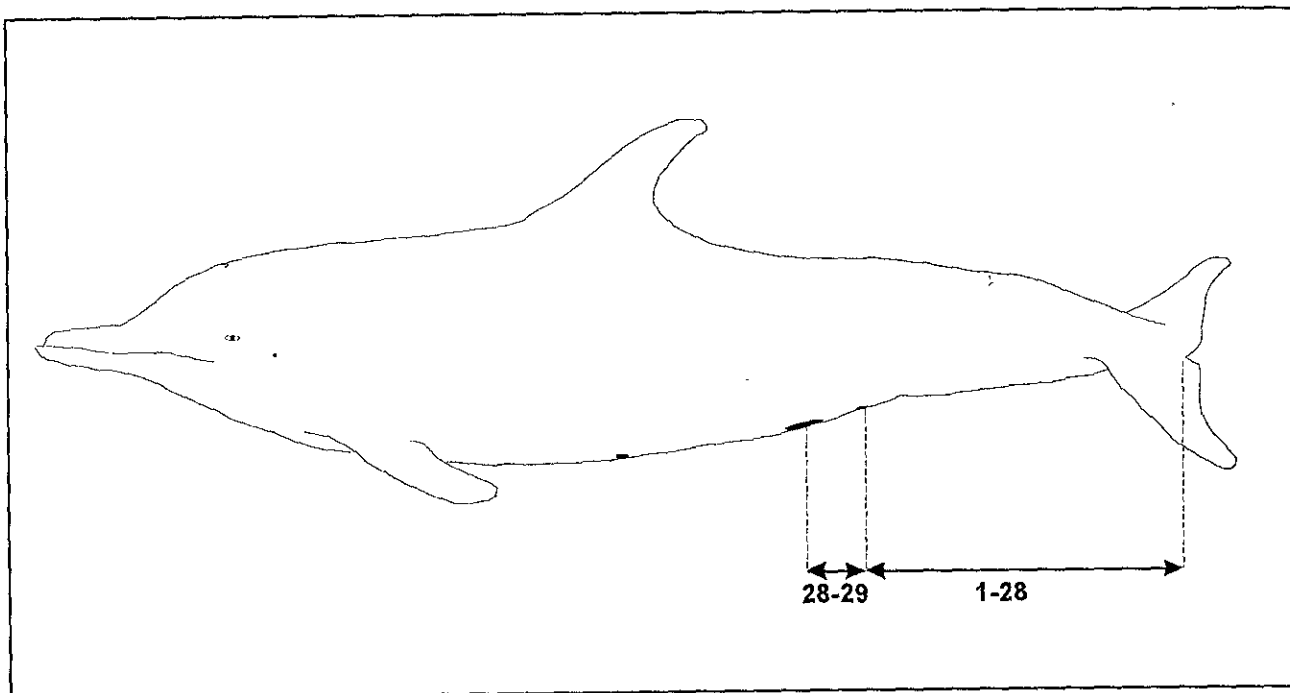


Figura 21B. Variables asociadas a machos costeros grandes, eje I positivo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros).

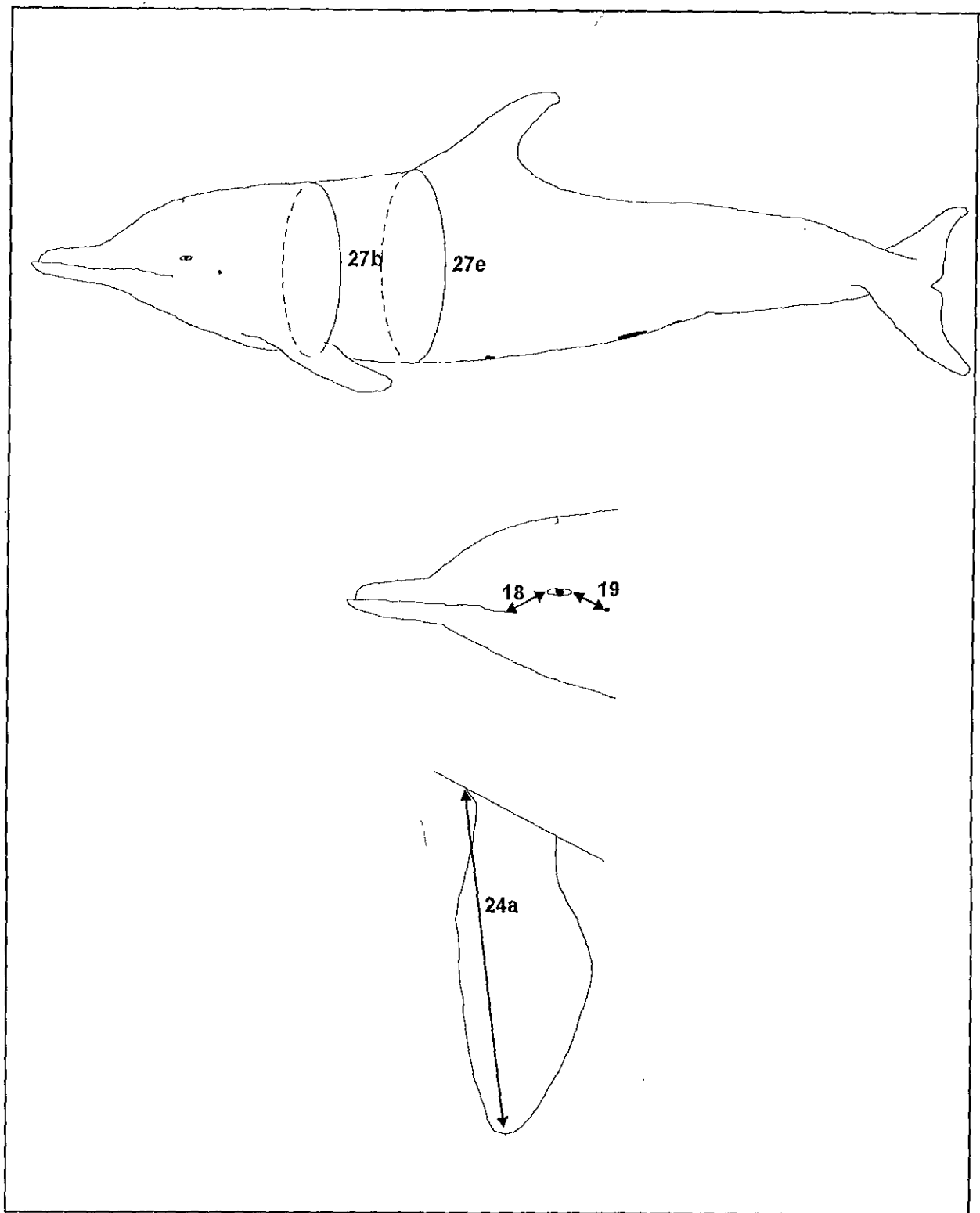


Figura 21C. Variables asociadas a hembras costeras, eje I negativo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros).

Lo que quiere decir que las hembras son proporcionalmente más robustas que los machos grandes (a y e). Nuevamente se encuentra que muestran valores mayores en las variables relacionadas con la longitud de la cabeza (b y d). Además, las hembras presentan una aleta pectoral más grande que la de los machos. Considerando únicamente estas variables, algunos machos pequeños se pueden confundir con las hembras grandes en estos valores.

En relación al eje II, se observa que las hembras pequeñas se ubican en la zona positiva y los machos pequeños en la negativa, es decir, este eje opone a hembras y machos pequeños. Así, en la región positiva encontramos a las hembras asociadas con las variables del Cuadro 38 y Figura 21D.

**Cuadro 38.** Variables que se relacionan a hembras pequeñas ubicadas en el Eje II +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje II (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Del ombligo a la abertura genital	(F 29-30)	54
b)	Circunferencia a nivel de la axila	(M27b)	47
c)	Ancho del orificio nasal	(M22)	44
d)	Ojo a la comisura de la boca	(M18)	19

Se confirma que la distancia del ombligo a la abertura genital es mayor en las hembras que en los machos (a). Se ve que las hembras son más robustas a nivel de la axila (b). Además, el orificio nasal es más ancho que en los machos chicos (c).

En la zona negativa del eje II se ubican a los machos pequeños (de menos de 1.78 m) aportando los mayores valores de contribución, los que se asocian directamente a las siguientes características que vemos en el Cuadro 39 y Figura 21E.

**Cuadro 39.** Variables que se relacionan a los machos pequeños ubicados en el Eje II -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje II (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Envergadura de la aleta caudal	(M26a)	252
b)	Fragmento del origen de la aleta dorsal al ombligo	(F 30-2)	219
c)	Ancho máximo de la aleta pectoral	(M23)	157
d)	Circunferencia a nivel del nacimiento de la aleta dorsal	(M27e)	104
e)	Fragmento de la abertura genital al ano	(F 28-29)	66

Así, se puede notar que estos machos pequeños tienen la envergadura de la aleta caudal (a), el tronco a nivel medio (b), la anchura de la aleta pectoral (c), la distancia entre la abertura genital y el ano (e) más grande que las hembras.

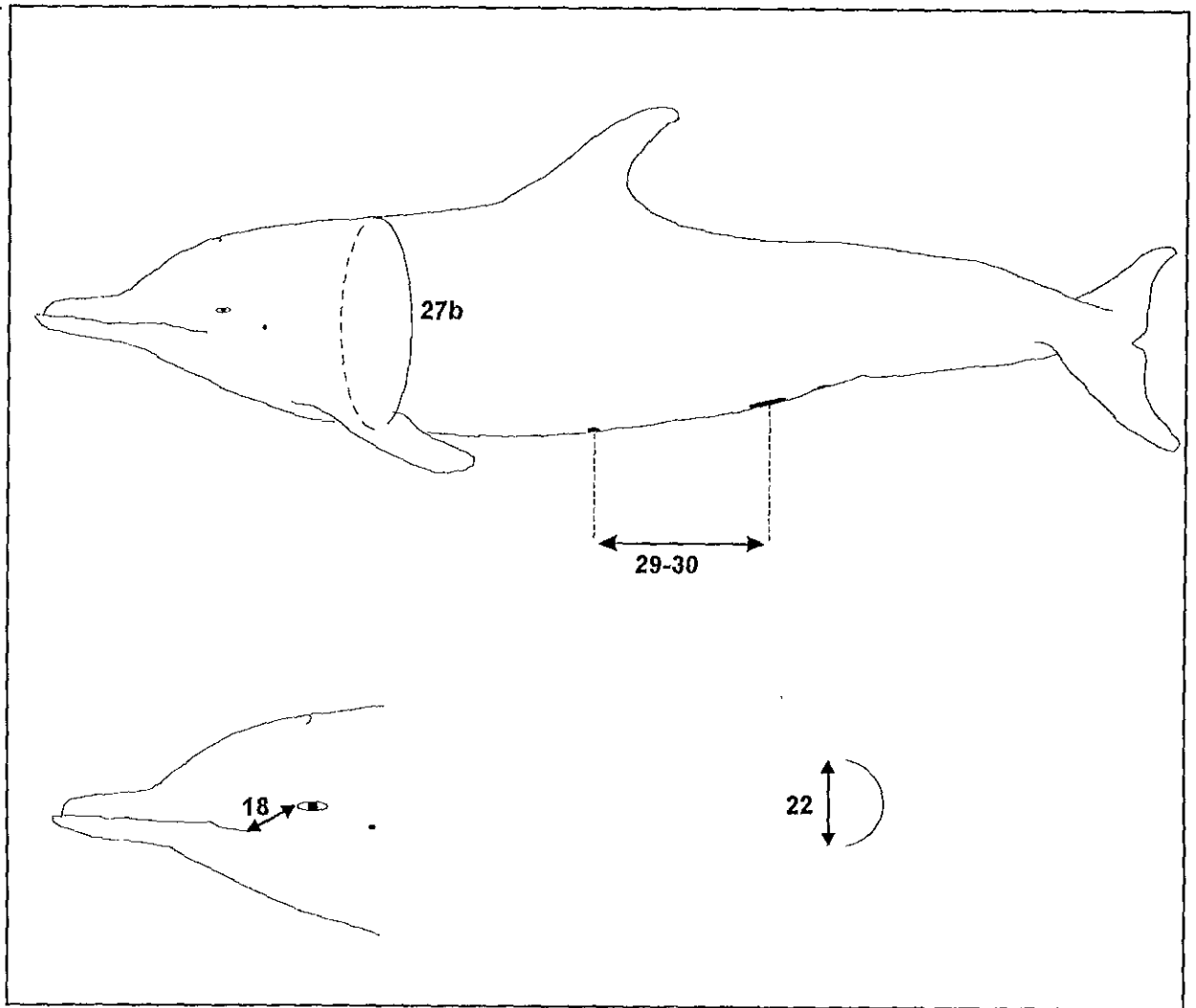


Figura 21D. Variables asociadas a hembras costeras pequeñas, eje II positivo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros).

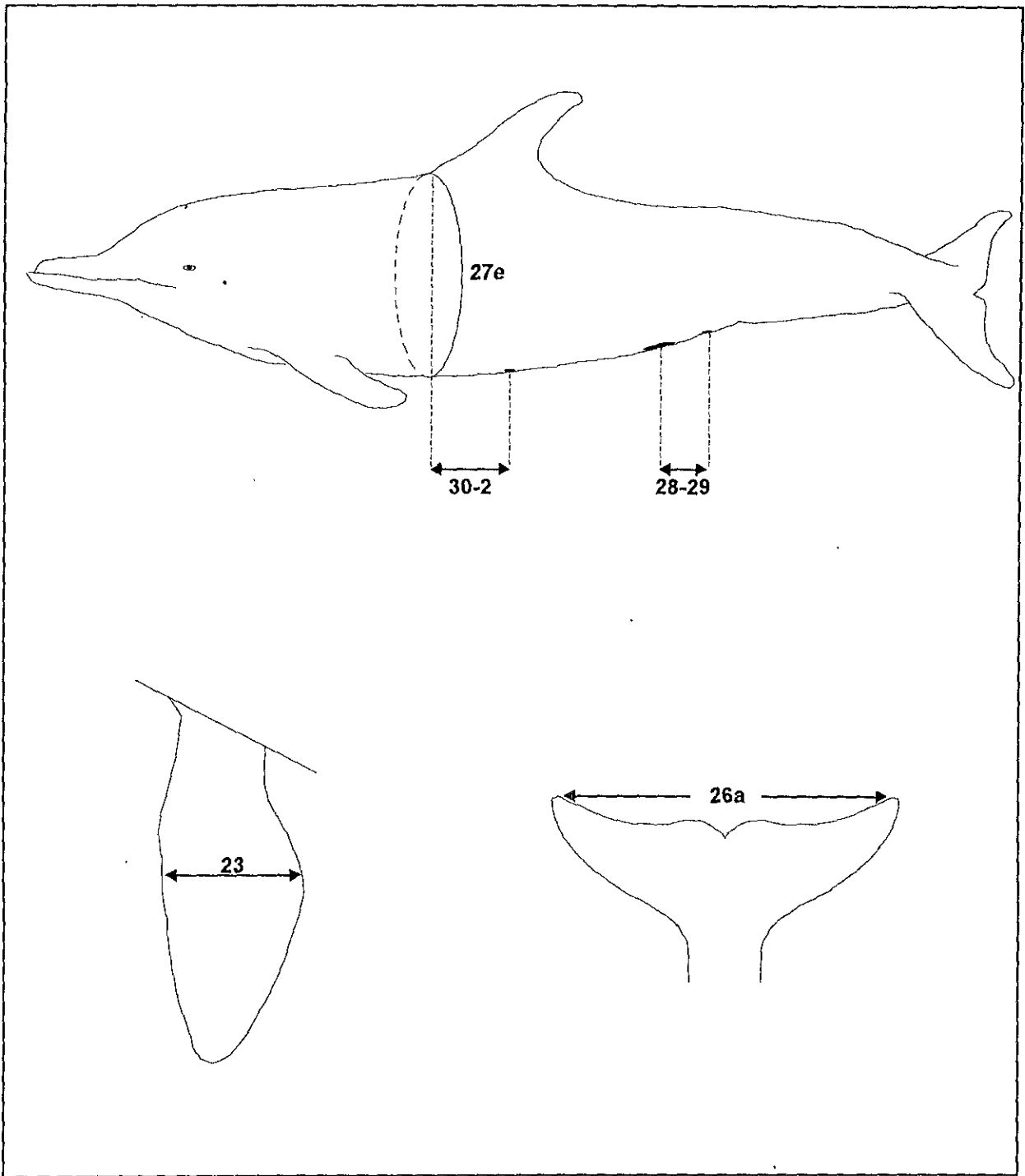


Figura 21E. Variables asociadas a machos costeros pequeños, eje II negativo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros).

En cuanto a la robustez de los machos (d) se nota, a partir de los datos con los que se cuenta, que va disminuyendo conforme los animales crecen, mientras que pasa lo contrario en las hembras, ya que la proporción va aumentando conforme crecen. Una mayor cantidad de datos ayudaría a confirmar esta observación. Los machos y hembras de más de 1.9 m se mezclan en la región central de la Figura y no pueden distinguirse claramente con base a estas características.

En el eje III (Figura 21F) se oponen las hembras pequeñas (región positiva) a las grandes (región negativa). Así, las hembras pequeñas se asocian a las variables que podemos ver en el Cuadro 40 y Figura 21G.

**Cuadro 40.** Variables que se relacionan a las hembras pequeñas ubicadas en el Eje III +, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje III (+)	No. de la Variable	Contribución
a)	Fragmento entre la abertura genital y el ano	(F 28-29)	154
b)	De la escotadura al punto más cercano del borde anterior de la aleta caudal	(M26c)	152

Es decir, en las hembras jóvenes la distancia entre la abertura genital y el ano es proporcionalmente mayor a la observada en las hembras adultas.

En la zona negativa del eje III, las hembras de más de 1.83 m aportan la mayor contribución a la formación del eje, asociadas a las variables del Cuadro 41 y Figura 21H.

**Cuadro 41.** Variables que se relacionan a las hembras grandes ubicadas en el Eje III -, se muestra la contribución de cada una de ellas.

	Variables Eje III (-)	No. de la Variable	Contribución
a)	Fragmento del ombligo a la abertura genital	(F 29-30)	217
b)	Circunferencia a nivel del nacimiento de la aleta dorsal	(M27e)	94
c)	Fragmento del origen de la aleta dorsal al ombligo	(F 30-2)	81

Es decir, las hembras de talla grande se distinguen de las de menos de 1.72 m porque proporcionalmente son más robustas (b) y el tamaño de su tronco a nivel medio es mayor (a y c).



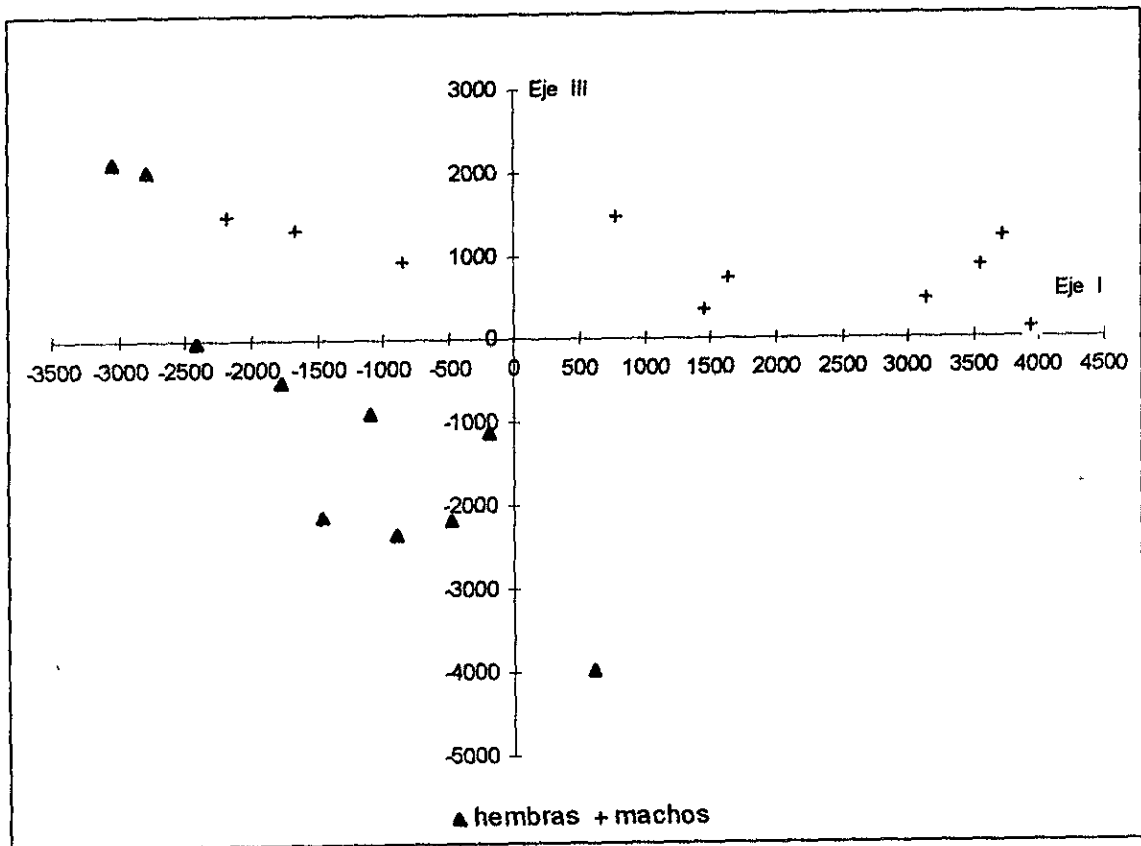


Figura 21F. Localización de los individuos costeros en el plano factorial I - III de un ACP (matriz tipo 3: datos proporcionales y de "fragmentos").

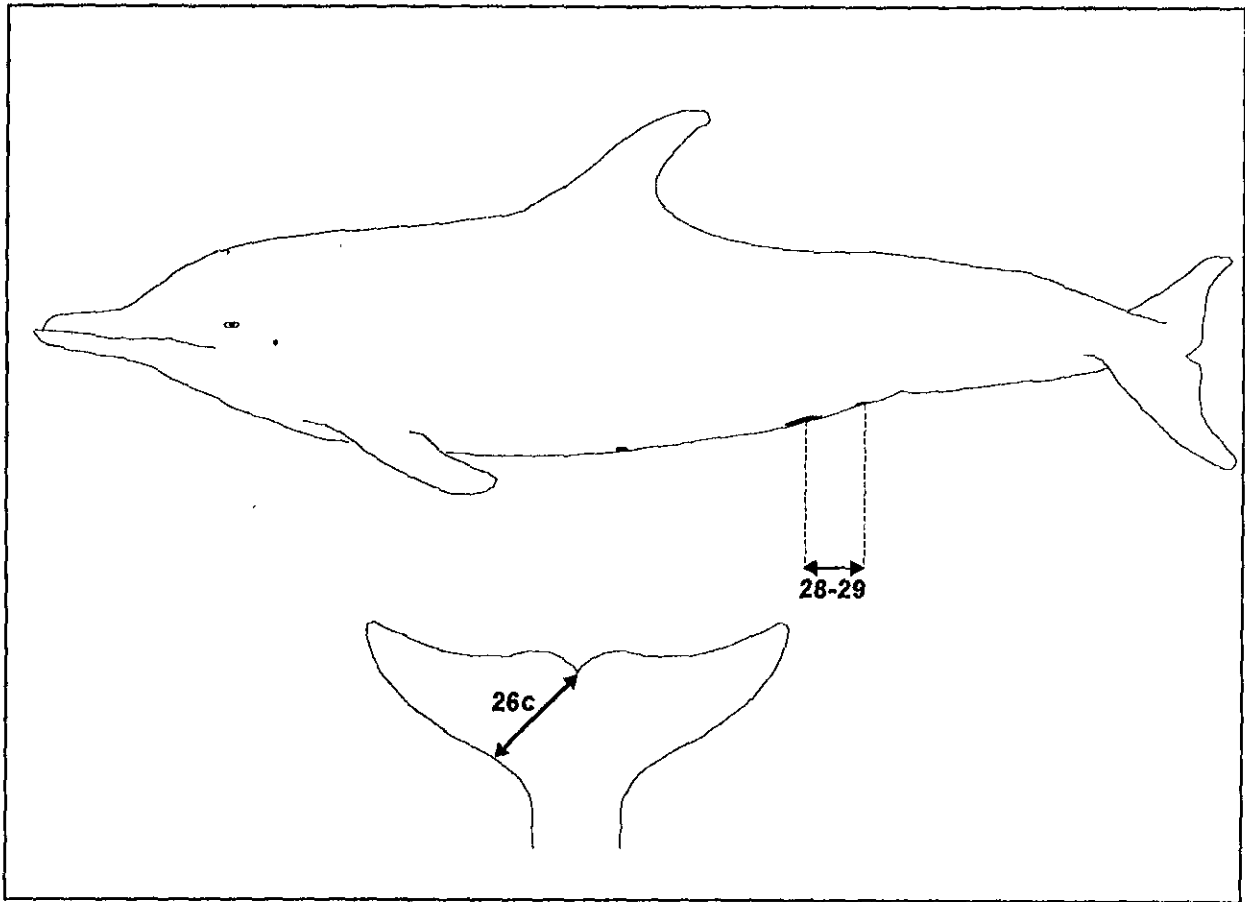


Figura 21G. Variables asociadas a hembras costeras pequeñas, eje III positivo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros).

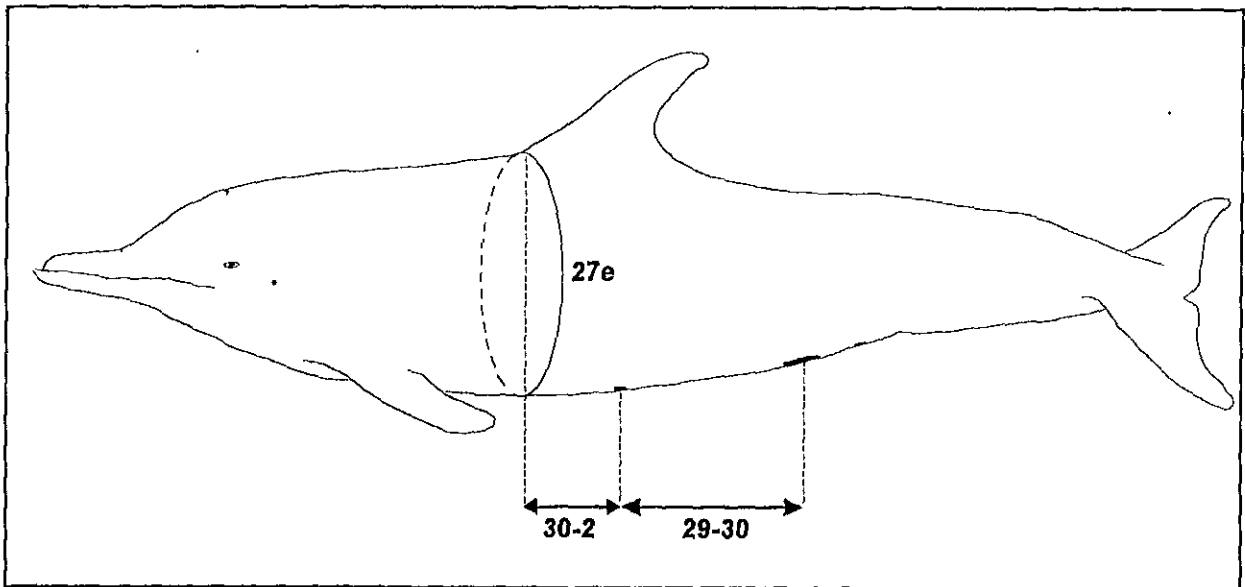


Figura 21H. Variables asociadas a hembras costeras grandes, eje III negativo (matriz tipo 3: "fragmentos" corporales expresados en proporción a la longitud total de animales costeros).

## VII. Discusión

El estudio más amplio que se conoce en relación a la morfometría externa e interna, que incluye la craneometría de los delfines moteados, *Stenella attenuata* (Gray, 1846), del océano Pacífico Oriental Tropical (POT) es el de Perrin (1975a). En este primer estudio se reconoce la presencia de tres subpoblaciones (stocks) de estos delfines que son significativamente distintas entre sí: *la costera*, *la de alta mar* y *la hawaiana*.

Los delfines costeros fueron denominados a nivel subespecie como *Stenella attenuata graffmani*, cuyo holotipo proviene de las costas de Acapulco y fue descrito por Lönnberg en 1934. Las diferencias entre las otras dos subpoblaciones o "stocks" no son muy claras. En un principio, los de alta mar fueron nominados como *S. attenuata* subespecie a, y los que viven en aguas circundantes a Hawai como *S. attenuata* subespecie b (Perrin, 1975a).

Algunos años después, cuando el tamaño de la muestra aumentó, Perrin *et al.* (1979a, 1985, 1987), Scott (1981) y Schnell *et al.* (1986) reportaron que los costeros son mucho más grandes que los de alta mar; pero además, encontraron que existen diferencias más significativas entre los animales de alta mar que viven al norte y al sur del Ecuador, que aquellas existentes entre las denominadas subespecies a y b. También, lograron determinar que los animales de alta mar del sur se parecen más a los animales que viven al oeste de los 145° W en aguas Hawaianas.

Perrin *et al.* (1987) propusieron, en un principio, que la frontera entre los animales del norte y del sur debía ser el Ecuador. Sin embargo, mayor información les ha permitido determinar que la ubicación real de la frontera entre ambas poblaciones debe ubicarse más al norte, a nivel de los 5° N. Esta nueva frontera se estableció con base en la variación craneana encontrada (Perrin *et al.*, 1994).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, después de aplicar el método de análisis de componentes principales (ACP), donde se emplearon datos en "bruto" confirman en gran parte lo reportado por Perrin (1975a), Perrin *et al.* (1979a, 1985, 1987), Scott (1981), Douglas *et al.* (1984) y Schnell *et al.* (1986) para las estenelas moteadas costeras y de alta mar, detallándose a continuación las diferencias encontradas.

### a) Diferencias morfológicas entre los delfines costeros y de alta mar (variación geográfica)

En el primer análisis se emplearon datos en "bruto". Para los animales costeros encontramos que de las 43 variables estudiadas, por lo menos 32 de ellas son de

mayores dimensiones que para los animales de alta mar. Estas variables, en orden de importancia, refieren el tamaño del tronco anterior del animal (M3, M4 y M30), de la aleta caudal (M26a), el ancho del cráneo (M15), la longitud total del animal (M1), el ancho del rostro (M14), el tamaño de la cabeza (M6) y de la aleta dorsal (M25e). Claramente se puede percibir el efecto de la talla en la separación de ambas poblaciones (Cuadros 8, 9, 12 y 14, Figuras 13A, 13B y 13D).

Perrin (1975a), haciendo uso de diversos métodos del análisis multivariado, encuentra que los delfines costeros son significativamente más grandes que los de alta mar en todas las medidas externas del cuerpo del animal, así como en las relacionadas con su esqueleto axial y craneano, señalando que las hembras se caracterizan por tener un rostro más largo que los machos, los cuales tienen un cráneo más grande, con rostro ancho y corto. Los estudios craneométricos hechos por Douglas *et al.* (1984), confirmaron las diferencias entre costeros y de alta mar que informa Perrin (1975a) en relación al tamaño del cráneo, haciendo énfasis en que el diámetro de los dientes es una variable que ayuda a distinguir de manera muy evidente entre estas poblaciones, así como también son importantes las diferencias que existen en relación al tamaño de la fosa temporal, que refleja diferencias en el volumen muscular, lo que es indicativo de que tienen diferente tipo de alimentación.

En un segundo análisis, donde los datos se expresan como proporción del cuerpo, las variables asociadas con los costeros están estrechamente relacionadas con el tamaño de la aleta dorsal (M25a, b, c, d y e) y caudal (M26a y d) (Cuadros 10 y 18, Figura 14C). Es decir, los costeros se distinguieron de los de alta mar de manera muy evidente porque su aleta dorsal es proporcionalmente más alta y de base más amplia, con bordes más grandes; lo mismo que la envergadura de la caudal, que es más grande. En cuanto a las dimensiones de la aleta dorsal, Perrin (1975a) encuentra que no existen diferencias significativas (en valor absoluto y proporcional) entre las poblaciones costeras y de alta mar. Sin embargo, los resultados de este segundo ACP muestran que la aleta dorsal es proporcionalmente mayor en costeros que en animales de alta mar (Cuadros 10, 18, Figuras 14A y 14C).

Perrin (1975a) y Douglas *et al.* (1984) encuentran que los animales costeros tienen el cráneo más grande, el rostro más ancho y la fosa temporal más amplia que los de alta mar. En general, nuestros resultados coinciden con estas afirmaciones, como se puede ver en el componente II de la Figura 14A y esquemas de la Figura 14D que nos indica que variables como la distancia de la punta del rostro al nacimiento de la aleta pectoral (M5), de la punta del rostro a la comisura de la boca (M11) y la distancia interocular (M15) son proporcionalmente mayores en los machos costeros de talla media (1.78 m) que en los grandes de alta mar (Cuadros 10 y 19). En las hembras costeras grandes (1.96 y 2.00 m), la distancia de la punta del rostro al nacimiento del melón (M12) es mayor que en los machos costeros y de alta mar (Cuadros 10 y 21, Figura 14G). Es decir, la parte anterior del rostro es proporcionalmente mayor en hembras costeras que en

los machos (Figura 14E). Todo esto confirma lo reportado en la literatura y lo encontrado en nuestro primer análisis en cuanto a las diferencias del rostro y del cráneo entre costeros y de alta mar, las cuales probablemente están relacionadas con los hábitos alimenticios de costeros, cuyas presas seguramente son de mayor tamaño y dureza que las de los de alta mar (Perrin, 1975a y Douglas et al., 1984). Además, en varias poblaciones de delfínidos (*Stenella attenuata*, *S. longirostris* y *Delphinus delphis*) que habitan regiones costeras y de alta mar ha sido descrita la tendencia o el patrón de variación geográfica en el sentido de que, en general, los costeros muestran talla, robustez del aparato alimenticio, número y tamaño de dientes mayor que los de alta mar, debido seguramente a un tipo diferente de alimentación que incluye presas de mayor talla y dureza. Algo parecido ocurre en los animales que se encuentran en mares cerrados (Mar Negro), generalmente más pequeños, contra aquellos de mar abierto (Atlántico norte), que son más grandes, habiéndose descrito casos de tamaños intermedios en animales que viven en mares semicerrados como el Mediterráneo en algunas especies de delfines como *Tursiops truncatus* y *Delphinus delphis* (Perrin, 1984; Brownell et al., 199).

En contraste, las hembras de alta mar muestran dos medidas relacionadas con la longitud total del rostro de mayores dimensiones que las costeras (eje I, Figura 14A). Estas medidas son: la distancia de la punta del rostro al centro del orificio nasal y al borde anterior del orificio nasal (M7 y M8; Cuadro 7 y Figura 14B). Esto se contrapone a los informes de Perrin (1975a) y Douglas et al. (1984) que indican que todas las variables son más grandes en los costeros que en los de alta mar. Sin embargo, los resultados de este trabajo indican que algunos valores del rostro son mayores en animales de alta mar que en costeros. Estas discrepancias pueden deberse al tamaño de la muestra analizada, o bien, a variaciones morfométricas latitudinales de los animales costeros o, simplemente a la variabilidad individual. Recordemos que Perrin (1975a) y Douglas et al. (1984) en sus estudios analizaron poblaciones localizadas frente a las costas de México (n = 9: 2 machos y 7 hembras) y Centroamérica (n = 26: 13 machos y 13 hembras), mientras que los animales empleados en este estudio corresponden a la población local de Bahía de Banderas (n = 30: 16 machos y 14 hembras).

Cabe recordar que Douglas et al. (1984) informan que la población costera utilizada por ellos muestra diferencias significativas entre los individuos colectados frente a las costas de México y los de las costas de Centro y Sudamérica (variación geográfica). Los costeros del norte (frente a México) se caracterizaron por tener un número mayor de dientes, un dentario y una fosa temporal más larga que los del sur (frente a Centroamérica). En comparación con los de alta mar, encuentran que éstos tienen un mayor número de dientes.

El tercer ACP, aplicado a fragmentos del animal expresados proporcionalmente, señala que las hembras pequeñas de alta mar (menores a 1 m de longitud total) tienen la cabeza y el tórax muy robusto (M27a y M27b), la aleta pectoral larga (F6-5 y M24a) y el segmento entre la comisura de la boca y el

nacimiento del melón (F11-12) de mayores proporciones (Cuadro 22, Figuras 15A y 15B). El muestreo de costeros no cuenta con animales de menos de 1 m, sin embargo, es probable que se observe el mismo patrón de crecimiento. Esto confirma lo que ocurre normalmente en varias especies de mamíferos, donde los animales pequeños tienen la cabeza y la región anterior del cuerpo proporcionalmente más grande debido a la necesidad de un rápido desarrollo del cerebro que les ayude a sobrevivir, tal y como fue observado en los tursiones, *Tursiops truncatus* (Rizo - Díaz y Auriolles-Gamboa, 1993).

Los machos costeros presentan proporcionalmente el tronco caudal (F1-28) más largo, la distancia ano - abertura genital (F28-29) más grande, la base de la aleta dorsal más amplia (M25a) y la envergadura de la aleta caudal (M26a) de mayores dimensiones que las hembras costeras y en general, que los de alta mar de ambos sexos (Cuadros 10 y 23, Figuras 15A y 15C). Estos resultados confirman lo encontrado en análisis anteriores (datos proporcionales).

### **b) Dimorfismo sexual en delfines de alta mar**

En un primer análisis enfocado a evidenciar las diferencias entre los sexos de la población de alta mar, fueron empleados datos "brutos". Se observa en el plano factorial I-II, con un 88.5% de variabilidad explicada, que las hembras se distinguen de los machos por presentar valores mayores del tamaño del rostro (M8) (Cuadros 7, 8 y 27, Figuras 16A y 16C). Schnell et al. (1985) y Perrin et al. (1994) señalan que de los 36 y 30 caracteres craneanos que respectivamente analizaron, en 23 y 21 hay dimorfismo sexual, estando asociadas las hembras a valores mayores de la longitud del rostro, con lo cual nuestros resultados coinciden.

Algo parecido ocurre en los delfines tornillo, *Stenella longirostris*, en los cuales en 13 de 36 caracteres craneanos analizados hay dimorfismo sexual. Los caracteres craneanos involucrados son muy semejantes a los involucrados en el dimorfismo sexual de los delfines moteados. Dado que ambas especies comparten la misma región geográfica, se cree que el dimorfismo sexual encontrado en ambas especies puede deberse a factores etológicos y/o ecológicos en común (Douglas et al., 1986, 1992).

Los machos se caracterizaron por presentar dimensiones mayores de la aleta pectoral (M24d) (Cuadros 9, 26 y Figura 16B). Por otro lado, también se observa que la distancia del rostro a la abertura genital (M29) es mayor que en los machos (Cuadros 7, 8 y 27, Figura 16C), lo que confirma lo reportado en la bibliografía de que este orificio se localiza más cerca del ano en las hembras que en los machos (Slijper, 1966; Harrison et al., 1972).

El segundo análisis, cuyos datos son en valores proporcionales, nos permite confirmar que las hembras se caracterizan por tener valores del rostro (M7, M11) y del tronco anterior (M2, M4, M5, M30) más grandes que los machos (Cuadros 7, 8 y 28, Figuras 17A y 17B) tal y como fue encontrado con los datos

"brutos" y se reporta en la literatura (Schnell et al., 1985 y Perrin, 1975a, 1994). Los machos, proporcionalmente tienen la aleta dorsal más alta (M25b y c) y la caudal con una envergadura (M26a) mayor que las hembras; son más robustos que las hembras a nivel del ano (M27C) (Cuadros 10 y 29, Figura 17C), seguramente debido a la presencia de la quilla. Proporcionalmente el ano (M28) y la abertura genital (M29) están más juntos y colocados más atrás en las hembras que en los machos (Cuadros 10, 30, Figura 17D). Perrin (1975a) informa que las hembras, aunque son en promedio de talla menor por 10 cm que los machos, tienen relativamente una envergadura mayor a la de éstos, con lo que no coincidimos (Cuadro 10).

Puede decirse que el cráneo de los machos pequeños es más ancho (M14 y M15) y alto (M20), y la aleta pectoral es más larga (M24d) con respecto a las hembras y machos grandes (Cuadro 10 y 31, Figura 17E). Según Perrin (1975a) los machos tienen un cráneo más ancho y alto que el de las hembras, por lo que nuestros resultados lo confirman.

El tercer análisis, en el que se emplean fragmentos, nos señala que las hembras chicas (de menos de 1 m) tienen valores de robustez a nivel de la cabeza (M27a) y tórax (M27b), así como el tamaño de la cabeza (F11-12, M20, M14, M19 y M18) que proporcionalmente son mayores a los de animales de más de 1 m, en particular de machos grandes (más de 1.67 m) (Cuadro 32, Figuras 18A y 18B). La longitud de la aleta pectoral (M24a), en hembras pequeñas es mayor que en los demás. Esto concuerda a lo descrito por Perrin (1975a) para el crecimiento de estos delfines. Este autor señala que en las primeras etapas del desarrollo, los animales crecen alométricamente, es decir, su desarrollo no es proporcional al de la longitud total del animal y produce deformación de los individuos durante el desarrollo ya que puede ser muy rápido o muy lento con respecto al crecimiento de la longitud total. Así, encontró que la longitud y el ancho de la cabeza, la robustez anterior y las dimensiones de las aletas dorsal y pectoral crecen alométricamente desde que nacen hasta que llegan a la pubertad. Después, esta tasa de crecimiento es más lenta. Estas afirmaciones concuerdan ampliamente con nuestros resultados, pues como se observa en el Cuadro 1, la gran mayoría de las partes del cuerpo del delfín presentan un crecimiento alométrico.

Se encontró que los machos (de más de 1.60 m) se caracterizaron nuevamente por mostrar valores mayores de la región del tronco caudal, tanto en longitud (F1-28) como en robustez (M27c). La altura de la aleta dorsal (M25b y c) y la envergadura de la caudal (M26a) son de mayores dimensiones que las hembras; así como la distancia ano-abertura genital (F28-29). La parte posterior del cráneo, reflejado en la distancia entre el ojo y el oído (F9-10), es de mayores dimensiones en los machos (Cuadros 10 y 33, Figuras 18A y 18C).

Perrin (1975a) reporta que los machos adultos se caracterizan por ser de mayor talla, por tener una distancia de la punta del rostro a la aleta dorsal, al ombligo y al ano mayor que el de las hembras; por ser más robustos a nivel de la

axila y del ano, tanto absoluta como proporcionalmente, y por tener aletas pectorales más anchas que las hembras. Coincidimos en que es mayor la talla y la robustez a nivel del ano de los machos que de las hembras (Figura 18C). En cuanto a las hembras, informa que la aleta dorsal es más posterior y que son más robustas a nivel de la axila y que la envergadura es proporcionalmente mayor que en los machos. Con esto último no coincidimos, pues nosotros obtenemos que la envergadura de la aleta caudal es, en términos proporcionales, de mayores dimensiones en los machos que en las hembras (Figuras 17C y 18C). En este caso, el tamaño de la muestra de hembras con la que se cuenta ( $n = 134$  contra 24 que empleó Perrin, 1975a), es relativamente grande, por lo que los resultados obtenidos son confiables.

### **c) Dimorfismo sexual en delfines costeros**

Entre los trabajos hasta ahora realizados por diversos investigadores estadounidenses acerca de la morfometría del delfín moteado (Perrin, 1975a; Douglas *et al.*, 1984; Schnell *et al.*, 1985), en ninguno de ellos se trata específicamente el dimorfismo sexual existente en la población costera. En este estudio se presentan los resultados concernientes al analizar por separado dicha población.

En el primer análisis, datos en "bruto", encontramos que los machos se caracterizaron por tener valores significativamente mayores en relación a la longitud total del animal (M1), a la aleta pectoral (M24b) y a la robustez a nivel de la axila (M27b) y de la aleta dorsal (M27e) (Cuadros 8, 9 y 34, Figuras 19A y 19B). Estas mismas observaciones coinciden con lo reportado por Perrin (1975a) para la población de alta mar.

En el segundo y tercer análisis, con datos proporcionales, se encontró que los machos mostraron valores más grandes en cuanto a la longitud del tronco caudal (F1-28) y por presentar la distancia del ano a la abertura genital (F28-29) mayor que en las hembras (Cuadro 36, Figura 21B). Las hembras se caracterizaron por ser más robustas (M27b), por presentar la distancia entre el ojo y la comisura de la boca (M18) y entre el ojo y el oído (M19) más grande que en los machos y su aleta pectoral más larga (M24a) (Cuadros 10 y 37, Figura 21C). De ello se revela la importancia de efectuar análisis con datos proporcionales, pues mientras que en términos absolutos resulta que los machos poseen la aleta pectoral más larga (Figura 19B), en términos proporcionales las hembras la tienen mayor (Figura 21C).

En relación a los animales pequeños, encontramos que las hembras pequeñas son más robustas a nivel de la axila (M27b), tienen una distancia mayor entre el ombligo y la abertura genital (F29-30) y un orificio nasal más ancho (M22) (Cuadros 10 y 38, Figura 21D). En cambio, los machos son más robustos a nivel de la aleta dorsal (M27e), con una distancia mayor entre el ano y la abertura genital (F28-29), al igual que la distancia entre el nacimiento de la aleta dorsal y



el ombligo (F30-2) y la envergadura (M26a) en estos animales también resultó mayor (Cuadros 10 y 39, Figura 21E).

#### **d) Consideraciones generales**

Finalmente, durante la realización de este estudio, se han podido detectar algunos aspectos importantes acerca de la metodología de muestreo empleada y del tratamiento de datos; es importante confirmar muchas de las observaciones antes descritas acerca de la morfometría de los delfines moteados del Pacífico Oriental Tropical; así como emitir nuevas perspectivas para el estudio de dichos animales.

De esta manera, se tiene que entre los puntos más relevantes acerca del muestreo y tratamiento de datos figuran:

- La necesidad de homogeneizar la forma de tomar las medidas en el campo por parte de los diversos observadores. Esto se refiere a la propia manera de hacerlo (*i. e.* esclareciendo los puntos exactos de referencia al tomar la medida), así como el número de variables mínimas requeridas.

## VIII. Conclusiones

En relación a los resultados de este estudio, se pueden resaltar los aspectos siguientes:

- Se confirma que el **crecimiento corporal** de los individuos de ambas poblaciones de delfines es de tipo alométrico. Los animales pequeños tienen en general la cabeza y el tórax proporcionalmente más grande que los individuos adultos, la base de la aleta dorsal más amplia, así como las aletas pectorales mayores.
- En lo que se refiere a las **principales diferencias morfométricas existentes entre las dos poblaciones**, se encontró que los delfines costeros son más grandes y corpulentos que los de alta mar. Destacan la longitud total, la envergadura de la aleta caudal, el ancho de la cabeza y la parte anterior del tronco con dimensiones mayores.
- También, los costeros se distinguieron de los de alta mar de manera muy evidente porque su aleta dorsal es proporcionalmente más alta y de base más amplia, con bordes más grandes, en contraposición a lo reportado en la literatura
- Algunos valores del rostro son mayores en animales de alta mar que en costeros. Así, las hembras de alta mar muestran dos medidas relacionadas con la longitud total del rostro de mayores dimensiones que las costeras. Estas medidas son: la distancia de la punta de la maxila al centro del orificio nasal y al borde anterior del orificio nasal.
- En cuanto a la **diferenciación de sexos de la población de alta mar**, se observó que las hembras tienen una longitud mayor del rostro, así como de la parte anterior del tronco; los machos por su parte presentan las aletas dorsal y envergadura de la caudal de mayores dimensiones, una mayor robustez a nivel del ano, así como la distancia del ano a la abertura genital más grande.

- Las **características distintivas entre machos y hembras de la población costera** son: en términos absolutos los machos más grandes y robustos (a nivel de la axila y aleta dorsal) que las hembras, el tronco caudal es mayor, así como la distancia entre el ano y la abertura genital. En términos proporcionales sin embargo, las hembras resultaron más robustas que los machos.

Finalmente, entre algunas de las sugerencias y recomendaciones más importantes se propone:

- La construcción de una base de datos adecuada que permita un fácil acceso y manejo de la información, a fin de detectar y corregir los errores más evidentes, en vías de obtener un correcto análisis de los datos.
- La utilización de una herramienta matemática adecuada que permita corregir y/o estimar los datos faltantes.
- Debido al elevado costo y a la dificultad de obtener datos morfométricos, se sugiere establecer vínculos académicos con otros laboratorios nacionales, a fin de incrementar la base de datos existente, de cuya explotación numérica se obtendrán mejores resultados.
- Continuar con este tipo de estudios con el objeto de proporcionar elementos a los expertos taxónomos que les permitirían esclarecer las dudas existentes acerca de la diferenciación de razas de los delfines moteados del Pacífico Oriental Tropical.
- Incrementar el conocimiento sobre diversos aspectos de la biología de esta especie a fin de una mejor comprensión de la relación con otras especies, entre ellas, la ya conocida asociación atún-delfín.
- Vincular estrechamente los conocimientos que este tipo de estudios aportan con la tecnología de las artes de pesca, a fin de ponerlos al servicio de decisiones políticas que eviten la alta mortalidad incidental de los delfines.

## IX. Agradecimientos

- Ante todo, deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento al Dr. Luis López Galván y la Profra. María del Carmen Sánchez de López, mis padres, por su infinito cariño y paciencia durante el desarrollo de este trabajo. Saben que este trabajo jamás habría sido posible sin su constante y desinteresado apoyo, tanto moral como económico. Mil disculpas por la tardanza, fueron unos pequeños errores de cálculo y de toma de decisiones, pero nada más....
- Al Dr. Anelio Aguayo porque gracias al enorme impulso que le dio al estudio de los mamíferos marinos en México, este campo ha avanzado de manera muy significativa. Por haber aportado la idea original de este trabajo, por invitarme a participar en el proyecto original sobre alimentación y reproducción de estenelas, así como por considerarme como parte de su grupo. Gracias por impulsarme en todo momento a concluir esta tesis, a pesar del tiempo transcurrido. Mil cosas he aprendido de Ud. y espero que muchas más las que me faltan por aprenderle. Por tantas horas de amenas conversaciones que me dejaron muchos conocimientos sobre el panorama global de la investigación sobre mamíferos marinos en México y el mundo. Por su amistad que espero sea inquebrantable.
- A los miembros y amigos del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, Carlos Alvarez Flores, Rafael Campos Ramos, Sergio Nolasco, Mario Salinas Zacarías, Rafael Sánchez Tabla, Jorge Urbán Ramírez, porque gracias a su apoyo desinteresado se pudieron conseguir los datos y las muestras de los delfines de alta mar para este trabajo. A Carlos Esquivel Macías, Arturo Vargas y Francisco López pues sin su entusiasta participación en la colecta de las muestras de delfines costeros nada se hubiera podido hacer.
- De manera muy especial deseo expresar mi más considerado y afectuoso agradecimiento a la Dra. Laura Sanvicente Añorve por haberme guiado en la etapa relativa al manejo estadístico de los datos. Si bien, la obtención de los datos en el campo fue muy complicado, el análisis de la información también tuvo un alto grado de dificultad que requirió de una guía paciente, meticulosa y rigurosa que llevó mucho tiempo y esfuerzo. Gracias por tu paciencia y constancia durante la realización de este trabajo. Gracias por las horas de trabajo hombro con hombro en el análisis de datos y sobre todo gracias por tu amistad.

- Al Jefe del Laboratorio de Ecología Marina de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Campus II, Xavier Chiappa Carrara, por haberme otorgado todas las facilidades que estuvieron a su alcance para llevar a buen fin este trabajo, entre las que sobresalen, revisión y mejoramiento de manuscritos, viáticos para el congreso de Chetumal, llamadas telefónicas a Chile, el uso del correo electrónico, el asesoramiento en el uso de paquetes estadísticos, asesoría en el posgrado, etc.
- Al National Marine Fisheries Service (NMFS) del Southwest Fisheries Center (SWFC) y a la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) y en particular al Dr. W. F. Perrin y al Dr. Martin Hall, por haber tomado en cuenta a los miembros del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM para que participáramos en los cursos de Técnicos-Científicos-Observadores en Ensenada (1985-1986) y pudiéramos embarcarnos en los cerqueros atuneros (1986-1987), sin lo cual hubiera sido imposible la obtención del muestreo de los delfines de alta mar.
- A los pescadores de Punta de Mita, Nayarit, un especial reconocimiento pues sin su apoyo el muestreo de los delfines costeros no se habría podido realizar. Mil gracias a Ismael Casillas Estrella, estés donde estés, por tu desinteresada, incondicional y generosa amistad. Muy difícil va a ser olvidarte. A Justino por participar entusiasta y activamente en el trabajo de campo y por ofrecerme tu amistad. A Don Roberto, a Roberto (hijo), Félix y Baltazar porque sin su desinteresado y decidido apoyo este trabajo hubiera quedado incompleto. Mil gracias por aceptarme en su familia como uno más, esto nunca lo olvidaré.
- A todos los sinodales que participaron activamente en las correcciones a este trabajo. A la Dra. Laura E. Sanvicente Añorve por su constante, entusiasta y activa dirección en la realización de esta tesis. Por todas tus enseñanzas. A Xavier Chiappa Carrara por sus observaciones al manuscrito y por su participación en la elaboración de figuras. A Mario A. Salinas Zacarias y Paloma Ladrón de Gevara Porras porque sus valiosas observaciones sirvieron mucho para mejorar este trabajo. A la M. en C. Livia León Paniagua por aceptar participar en este trabajo, ya que implicó un esfuerzo extra pues el tema se sale un poco de lo que manejas.
- Al Dr. Luis Medrano, Jefe del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, por sus acertados comentarios.

- A mi amigo de siempre Carlos Aranda, pues su sólida amistad e interés en la realización de este trabajo bien lo valen. Gracias por preocuparte por mi persona y por lo que pasa por mi mente.
- A Edith Zárate, por todo el tiempo que hemos pasado juntos, por tu cariñosa compañía y por todos esos momentos agradables que hemos compartido. Porque sin darte cuenta tu compañía es importante para mi. También, mil gracias a tus padres Edgar y Ramona, por todas sus amabilidades, por permitirme compartir muchos momentos agradables con tu familia.
- A Vicky, por tu sincera amistad y por aguantar mis preocupaciones y dudas.

## X. Literatura citada

- Aguayo-Lobo, A., 1982. Biología de los Mamíferos Marinos del Pacífico Mexicano. Programa de Investigación. Laboratorio de Vertebrados. No publicado. *Facultad de Ciencias, UNAM*, 12 p.
- Anganuzzi, A. A. y S.T. Buckland, 1988. Reducing bias in dolphin abundance estimates derived from tuna vessel data. *IWC/SC/40/SM 3*.
- Anónimo, 1976. Memoria del levantamiento hidrográfico para la carta OSM 655 de Puerto Vallarta, Jalisco. *Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo. Secretaría de Marina*. México, D.F., 143 p.
- Anónimo, 1983. Carta batimétrica. Islas Revillagigedo. Clave CB-006. Escala 1:1,000,000. 1ª edición 1983. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto*.
- Anónimo, 1997. Disminución de la mortalidad incidental de delfines moteados durante las maniobras de la flota pesquera atunera mexicana. *Instituto Nacional de la Pesca (INP) de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)*. México, D.F.
- Au, D. W. K., W. L. Perryman y W. F. Perrin, 1979. Dolphin distribution and the relationships to environmental features in the Eastern Tropical Pacific. *NOAA-Tech. Rep. Mem., NMFS-SWFC Admon. Rep. LJ-79-43*, 59 p.
- Au, D. W. K. y W. L. Perryman, 1985. Dolphin habitat in the Eastern Tropical Pacific. *Fish. Bull.* 83: 623-643.
- Barnes, L. G., D. P. Domning y C. E. Ray, 1985. Status of studies on fossil marine mammals. *Mar. Mamm. Sci.*, 1 (1): 15 – 53.
- Buckland, S. T. y A. A. Anganuzzi, 1988. Estimated trends in abundance of dolphins associates with tuna in the eastern tropical Pacific. *Rep. Int. Whal. Comms.* 38: 411 – 437.
- Clute, J. W. 1963. Atlas Internacional. C.I.- John W. Clute, Dist., S.A. Cía. International de Publicidad México, D.F. C. S. Hammond & Co., Inc., Maplewood, New York. 224 p.
- Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), 1977. Informe anual, 1976. CIAT, La Jolla, CA. (En inglés y español). 256 p.

- Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), 1994. Informe anual, 1993. CIAT, La Jolla, CA. (En inglés y español). 316 p.
- Davis, J. C., 1986. *Statistics and data analysis in Geology*. John Wiley and Sons, N. Y., 2ª Ed. 646 p.
- De la Lanza-Espino, G., 1991. *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor, S.A., México, D.F. 569 p.
- Douglas, M. E., G. D. Schnell, y D. J. Hough, 1984. Differentiation between inshore and offshore spotted dolphins in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *J. Mamm.*, 65: 375 - 387.
- Douglas, M. E., G. D. Schnell y D. J. Hough, 1986. Variation in spinner dolphins (*Stenella longirostris*) from the Eastern Tropical Pacific Ocean: Sexual dimorphism in cranial morphology. *J. Mamm.*, 67 (3): 537 - 544.
- Douglas, M. E., G. D. Schnell, D. J. Hough y W. F. Perrin, 1992. Geographic variation in cranial morphology of spinner dolphins *Stenella longirostris* in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Fish. Bull.*, 90: 54 - 76.
- Esquivel-Macías, C., 1989. Contribución al conocimiento del cráneo de la estenela moteada costera (*Stenella graffmani* Lönnberg 1934. Cetacea, Delphinidae). *Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México*, 113 p.
- Evans, P. G. H., 1987. *The natural history of whales and dolphins*. Ed. Facts on file publications. 1ª edición, New York, 343 p.
- Frontier, S. y D. Pichod-Viale, 1995. *Ecosystèmes. Structure, Fonctionnement, Evolution*. Ed. Masson. 2ª edición, Paris, 447 p.
- Flamand-Swaner, C. L., 1991. Oceanografía Geológica. Pacífico Oriental Tropical pp. 117 - 148. En: G de la Lanza E. (Compiladora). *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor. México 569 pp.
- García de León-Loza, A., 1988. Generalidades del análisis de cúmulos y del análisis de componentes principales. *Divulgación geográfica*, Instituto de Geografía, UNAM., 8: 7 - 29.
- Gould, S. J., 1966. Allometry and size in ontogeny and philogeny. *Biol. Rev.* 41: 587 - 640.
- González, F., 1975. Estudio de la calidad del agua en Bahía de Banderas. *Tesis profesional. Facultad de Ciencias Químicas, UNAM.*, 116 p.



- Hall, M. A. y S. D. Boyer, 1987. Incidental mortality of dolphins in the Eastern Tropical tuna fishery in 1985. *Rep. int. Whal. Commn.*, 37: 361 - 362
- Hall, M. A. y S. D. Boyer, 1988. Incidental mortality of dolphins in the Eastern Tropical tuna fishery in 1986. *Rep. int. Whal. Commn.*, 38: 439 - 441
- Hall, M. A. y S. D. Boyer, 1989. Incidental mortality of dolphins in the Eastern Tropical tuna fishery in 1987. *Rep. int. Whal. Commn.*, 39: 321 - 322
- Hall, M. A. y S. D. Boyer, 1990. Incidental mortality of dolphins in the Eastern Tropical tuna fishery in 1988. *Rep. int. Whal. Commn.*, 40: 461 - 462
- Hall, M. A. y S. D. Boyer, 1991. Incidental mortality of dolphins in the Eastern Tropical tuna fishery in 1989. *Rep. int. Whal. Commn.*, 41: 507 - 509
- Hall, M. A. y S. D. Boyer, 1992. Incidental mortality of dolphins in the Eastern Tropical tuna fishery in 1990. *Rep. int. Whal. Commn.*, 42: 529 - 531
- Hall, M. A. y C. Lennert, 1992. Estimates of incidental mortality of dolphins in the purse-seine fishery for tunas in the Eastern Pacific Ocean in 1991. *Int. Whal. Commn. meeting doc. SC/44/SM6*, 5 p.
- Hall, M. A. y C. Lennert, 1993. Incidental mortality of dolphins in the Eastern Pacific Ocean tuna fishery in 1992. *Int. Whal. Commn. meeting doc. SC/45/SM1*, 5 p.
- Harrison, R. J., R. L. Brownell (Jr.) y R. C. Boice, 1972. Reproduction and gonadal appearances in some odontocetes. pp. 361 - 429. *En: R. J. Harrison (Ed.). Functional Anatomy of Marine Mammals*. Vol. 1. Academic Press, N. Y. and London, 451 p.
- Jefferson, T. A., S. Leatherwood y M. A. Webber, 1993. Marine mammals of the world. FAO species identification guide. United Nations Environment Programme. Food and Agriculture Organization of the United nations. ?
- Kasuya, T. , N. Miyazaki y W. H. Dawbin, 1974. Growth and reproduction of *Stenella attenuata* in the Pacific coast of Japan. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 26: 157 - 226.
- Klinowska, M. 1991. *Dolphins, porpoises and whales of the world. The IUCN red databook*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 429 pp.

- Lankford, R. R., 1974. Descripción general de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio del Río Balsas. Secretaría de Recursos Hidráulicos y el Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Contrato No. OC-F-03-73. 89 p. En: G. de la Lanza E. (Compiladora). *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor. México 569 pp.
- Leatherwood, S., R. R. Reeves, W. F. Perrin y W. E. Evans, 1982. Whales, dolphins and Porpoises of the Eastern North Pacific and Adjacent Artic Waters. A guide to their identification. NOAA-Tech. Rep. Mem., NMFS-SWFC. Circular 444. 217 p.
- Legendre, L. y P. Legendre, 1984a. *Ecologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques*. Collection d'Ecologie 12. Masson, Paris et PUL Québec, 254 p.
- Legendre, L. y P. Legendre, 1984b. *Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques*. Collection d'Ecologie 13. Masson, Paris et PUL Québec, 254 p.
- López-Sánchez, J. L. y A. Aguayo-Lobo, 1986. Edad y reproducción de *Stenella attenuata* en el Pacífico Oriental Tropical. Anteproyecto tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. No publicado. 6 p.
- López-Sánchez, J. L., L. Sanvicente-Añorve, A. Aguayo-Lobo y X. Chiappa-Carrara, 1996. Análisis morfométrico de los delfines moteados (*Stenella attenuata*) costeros y de alta mar del Océano Pacífico Oriental Tropical por medio del Análisis de Componentes Principales. Ponencia presentada en la XXI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Abril, 1996. Chetumal, Quintana Roo, México.
- McNeely, R. L., 1961. The purse seine revolution in tuna fishing. *Pacific Fisherman*. June, 1961: 27 - 58.
- Menard, H. W. y S. M. Smith. 1966. Hypsometry of ocean basin provinces. *Journal Geophysical Research*. 71(18): 4305-4325.
- Miyazaki, N., T. Kasuya y M. Nishiwaki, 1974. Distribution and migration of two kinds of *Stenella* in the Pacific coast of Japan. *Sci Rep. Whales Res. Inst.* 26: 227 - 243.
- Nishiwaki, M., 1965. A rare species of dolphin (*Stenella attenuata*) from Arari, Japan. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 19: 53 - 64.

- Pacheco-Sandoval, P., 1991. Oceanografía Física. pp 151 – 168. En G. de la Lanza E. (Compiladora). *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor: México. 569 pp.
- Perrin, W. F., 1968. The porpoise and the tuna. *Sea Frontiers*, 14 (3): 166 - 174.
- Perrin, W. F., 1970a. Color pattern of the eastern Pacific spotted porpoise *Stenella graffmani* Lönnberg (Cetacea Delphinidae). *Zoologica* ( N.Y.), 54: 135 - 142, Plates I - VII.
- Perrin, W. F., 1970b. The problem of porpoise mortality in the U.S. tropical tuna fishery. *Proc. Sixth Annu. Conf. Biol. Sonar Diving Mammals*, Stanford Res. Inst., Menlo Park, CA., 45 - 48.
- Perrin, W. F., R. R. Warner, C. H. Fiscus y D. B. Holts, 1973. Stomach contents of porpoise, *Stenella* spp. and yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in mixed-species aggregations. *Fish. Bull.*, 71 (4): 1077-1092.
- Perrin, W. F., 1974. Distribution and differentiation of stocks of *Stenella* in the Eastern Tropical Pacific. *Working paper for meeting of small cetaceans subcommittee of Scientific Committee of International Whaling Commission*, Montreal, April 1-12, 1974, 14 p.
- Perrin, W. F., 1975a. Variation of the spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the Eastern Tropical Pacific and Hawaii. Tesis *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography, University of California*. 21: 1 - 206.
- Perrin, W. F., 1975b. Distribution and differentiation of populations of dolphins of the genus *Stenella* in the Eastern Tropical Pacific. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32: 1059 - 1067.
- Perrin, W. F., J. M. Coe. y J. R. Zweifel, 1976. Growth and reproduction of the spotted porpoise, *Stenella attenuata*, in the offshore Eastern Tropical Pacific. *Fish. Bull.*, 74 (2): 229 - 269.
- Perrin, W. F., P. A. Sloan, J. R. Henderson, 1979a. Taxonomic status of the 'Southwestern Stocks' of spinner dolphin *Stenella longirostris* and spotted dolphin *S. attenuata*. *Rep. int. Whal. Commn.*, 29: 175 - 184.
- Perrin, W. F., W. E. Evans y D. B. Holts, 1979b. Movements of pelagic dolphins (*Stenella* spp.) in the Eastern Tropical Pacific as indicated by results of tagging, with summary of tagging operation, 1969 -1976. *U. S. Dept. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF - 737*, 14 p.

- Perrin, W. F., M. D. Scott, G. J. Walker, F. M. Ralston y D. W. K. Au, 1983. Distribution of four dolphins (*Stenella spp.* and *Delphinus delphis*) in the Eastern Tropical Pacific, with an annotated catalog of data sources. *NOAA Tech. Rep. Mem., NMFS-SWFC-38*: 1 - 65.
- Perrin, W. F., M. D. Scott, G. J. Walker, F. M. Ralston y D. W. K. Au, 1984. Review of geographical stocks of tropical dolphins (*Stenella spp.* and *Delphinus delphis*) in the Eastern Tropical Pacific, with an annotated catalog of data sources. *NOAA-Tech. Rep. Mem., NMFS-SWFC-38*. 65 p
- Perrin, W. F., M. D. Scott, G. J. Walker y V. L. Cass, 1985. Review of geographical stocks of tropical dolphins (*Stenella spp.* and *Delphinus delphis*) in the Eastern Pacific. *NOAA Tech. Rep. Mem., NMFS-SWFC-28*: 1 - 28.
- Perrin, W. F., E. D. Mitchell, J. G. Mead, D. K. Caldwell, M. C. Caldwell, P. J. H. van Bree y W. H. Dawbin, 1987. Revision of the spotted dolphins, *Stenella spp.*, *Mar. Mamm. Sci.*, 3 (2): 99 - 170.
- Perrin, W. F., P. A. Akin y J. V. Kashiwada, 1991. Geographic variation in external morphology of the spinner dolphin *Stenella longirostris* in the Eastern Pacific and implications for conservation. *Fish. Bull.*, 89: 411 - 428.
- Perrin, W. F., G. D. Schnell, D. J. Hough, J. W. Gilpatrick (Jr.) y J. V. Kashiwada, 1994. Reexamination of geographic variation in cranial morphology of the pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata*, in the Eastern Pacific. *Fish. Bull.*, 92: 324 - 346.
- Perrin, W. F. y A. Hohn, 1994. Pantropical spotted dolphin *Stenella attenuata* (Gray, 1846). pp 71-98, 173-190. *En* S. H. Ridgway y R. J. Harrison (Eds.), *Handbook of marine mammals*. Academic Press, London. Vol 5. 416 pp.
- Pla, L. E., 1986. *Análisis multivariado: Método de componentes principales*. Sría. Gral. de la Organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. 93 p.
- Rizo-Díaz, B. L. E. y D. Aurióles-Gamboa. 1993. Crecimiento del cráneo del tursión del Pacífico (*Tursiops truncatus*) en el Golfo de California. *Rev. Inv. Cient.* Vol 1 (No. Esp. SOMEMMA 1): 53 - 58.
- Roden, G. I. y I. Emilsson. 1980. Oceanografía física del Golfo de California. Proc. Six. Sym. IV. The Gulf of California. Origin, evolution, waters, marine life and resource.

- Salinas-Zacarías, M. A. y L. F. Bourillón-Moreno, 1988. Taxonomía, diversidad y distribución de los cetáceos de la Bahía de Banderas, México. *Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM.* México, 211 p.
- Schnell, G. D., M. E. Douglas y D. J. Hough, 1982. Geographic variation in morphology of spotted and spinner dolphins (*Stenella attenuata* and *S. longirostris*) from the Eastern Tropical Pacific. *NOAA. Tech. Rep., NMFS-SWFC*, 1 - 213.
- Schnell, G. D., M. E. Douglas y D. J. Hough, 1985. Sexual dimorphism in spotted dolphins (*Stenella attenuata*) in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Mar. Mamm. Sci.*, 1: 1 - 14.
- Schnell, G. D., M. E. Douglas y D. J. Hough, 1986. Geographic patterns of variation in offshore spotted dolphins (*Stenella attenuata*) of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Mar. Mamm. Sci.*, 2 (3): 186 - 213.
- Scott, M. D., 1981. Dolphin Stocks in the Eastern Tropical Pacific. *En* P. S. Hammond (Ed.), *Report on the Workshop on Tuna-Dolphin Interactions*, Managua, Nicaragua, April 6-10, 1981. Interamerican Tropical Tuna Commission, La Jolla, CA., 259 p.
- Slijper, E. J., 1966. *Functional morphology of the reproductive system in cetacea.* *En*: K. Norris (Ed.). *Whales, Dolphins and Porpoises.* Univ. Calif. Press. Chap. 15, 277 - 319.
- Smith, T. D., 1983. Changes in size of three dolphin (*Stenella* spp.) populations in the eastern tropical pacific. *Fish. Bull.* 81(1): 1-13.
- Sverdrup, H. U., M. W. Johnson y R. H. Fleming, 1942. *The oceans, their physics, chemistry and general biology.* Prentice Hall, Inc. 1087 p.
- Urbán-Ramírez, J., 1983. Taxonomía y distribución de los géneros *Tursiops*, *Delphinus* y *Stenella* en las aguas adyacentes a Sinaloa y Nayarit, México. (Cetacea Delphinidae). *Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM.* México, 86 p.
- Walker, W. A., 1981. Geographical variation in morphology and biology of bottlenose dolphins (*Tursiops*) in the Eastern North Pacific. *NOAA. Tech. Rep. Mem., NMFS-SWFC* 1-20 (+ tablas I-IX + Fig.1 - 6 + Apéndice c/6 tablas).
- Whorthy, G., D. Casper, H. Rhinehart and M. Moser, 1993. First record of a live-stranded pantropical spotted dolphin (*Stenella attenuata graffmani*) in central California, USA. *Mar. Mamm. Sci.*, 9 (3): 316 - 319.

- Wyrski, K., 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Bulletin Interamerican Tropical Tuna Commission*. Vol. IX (5): 269 - 304.
- Wyrski, K., 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oceanol. Limnol.* 1(2): 117-147.
- Wyrski, K., 1974. Equatorial currents in the Pacific 1950 to 1970 and their relations to the trade winds. *J. Phys. Oceanogr.* 4: 372 - 380.