

T
551.5248665
7215



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

"VARIACIONES EN LOS PARAMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LAS ISLAS GALAPAGOS"



TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

OCEANOGRÁFO



Presentada por:

Fabricio Valverde Alvarez

Guayaquil - Ecuador

1.993

D-13887

AGRADECIMIENTO

A Msc. María del Pilar Cornejo de Grunauer y a Msc. José Luis Santos, Directores de Tesis, por su ayuda al definir una idea y convertirla en este trabajo.

A mis amigos Sonia, Johnny, Teresa y Víctor por su invaluable apoyo y paciencia.

A mis compañeros Guías Naturalistas de Galápagos por su colaboración en la toma de datos.

A todas las personas e instituciones que de muchas formas permitieron la realización de esta tesis.

DEDICATORIA



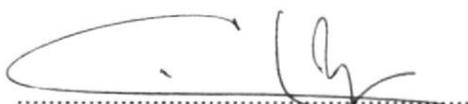
A MIS PADRES



Ing. Eduardo Cervantes Bernabé
Subdecano Facultad Ingeniería
Marítima y Ciencias del Mar
Presidente Tribunal



Msc. José Luis Santos Dávila
Director de Tesis



Ing. Héctor Ayón Jo
Miembro Tribunal



Lcda. Mercy Borbor Córdova
Miembro Tribunal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes y títulos Profesionales de la ESPOL).

.....

FABRICIO VALVERDE ALVAREZ

RESUMEN

Se define una zonificación dentro de las Islas Galápagos, basada en datos de temperatura superficial del mar; obtenidos por medio de barcos de ecoturismo que están constantemente recorriendo el archipiélago.

En la zonificación se establecen cinco zonas:

	Rango de TSM (°C)
Zona Norte: Isla Genovesa	23.9 - 27.4
Zona Oeste: Isla Isabela y Fernandina	20.7 - 24.5
Zona Centro 1: Islas Sta. Cruz, Baltra y Floreana	22.2 - 26.5
Zona Centro 2: Islas Santiago y Bartolomé	22.0 - 27.3
Zona Sur-Este: Islas San Cristóbal y Española	20.6 - 25.7

En esta zonificación se aprecia la influencia de las diferentes corrientes marinas en los distintos puntos de Galápagos, pudiéndose observar que se tienen las condiciones promedio de TSM en la Zona Centro 1, que durante la estación fría (Junio - Diciembre) podría ser agrupada con la Zona Centro 2 en una sola zona central.

Las diferencias entre estas dos zonas son más evidentes en la estación cálida (Enero - Abril).

Las mayores TSM del archipiélago se encuentran normalmente en la Zona Norte, mientras que las menores TSM principalmente se tienen en la Zona Oeste, seguida por la Zona Sur-Este.

Además se efectúa la comparación de registros de Temperatura superficial del mar, Temperatura del aire y Precipitación en Bahía Academia (Sta. Cruz) y Bahía Naufragio (San Cristóbal) donde la recolección de información se efectúa diariamente.

Por medio de un análisis estadístico básico y de funciones empíricas ortogonales, se determina que ambos sitios pueden ser usados indistintamente para representar al archipiélago en cualquier estudio que se efectúe a nivel oceánico, sin embargo se recomienda utilizar la información de Bahía Academia, si se desean conocer las condiciones promedio del archipiélago en un momento determinado, ya que las variaciones que se tienen en este lugar, están en mayor concordancia con lo que se observa en el resto de las islas.

INDICE GENERAL

-	RESUMEN	6
-	INDICE GENERAL	8
-	INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	10
-	INDICE DE ABREVIATURAS	12
-	INTRODUCCION	13

CAPITULO I

OCEANOGRAFIA REGIONAL ALREDEDOR DE LAS ISLAS GALAPAGOS

I.1	Localización Geográfica	21
I.2	Circulación en el Océano Pacífico Ecuatorial Oriental.	22
I.2.1	Corriente Ecuatorial del Sur.	24
I.2.2	Contracorriente Ecuatorial del Norte	26
I.2.3	Subcorriente Ecuatorial	27
I.3	Ciclo Estacional	31
I.3.1	"El Niño" en las Islas Galápagos	35

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

II.1	Descripción de la zona de estudio	38
II.1.1	Obtención de datos y selección de estaciones	40

II.2	Procesamiento de información	42
CAPITULO III		
ANALISIS DE RESULTADOS		
III.1	Información (Datos de TSM) recogida por barcos de ecoturismo.	
III.1.1	Consideraciones Previas	46
III.1.2	Análisis de la Información	48
III.1.3	Gráficos de Isotermas semanales	57
III.2	Descripción de las series de tiempo de Bahía Academia (Isla Santa Cruz) y Bahía Naufragio (San Cristóbal)	64
III.2.1	Temperatura Superficial del Mar (TSM)	64
III.2.2	Temperatura del Aire (T.A.)	74
III.2.3	Precipitación (PTN)	77
III.2.4	Resultados de Valores Diarios (Enero 1991 - Mayo 1992)	78
III.3	Análisis de Resultados de Funciones Empíricas Ortogonales	82
III.3.1	Promedios Mensuales (1975 - 1992)	83
III.3.2	Valores Diarios (Enero 1991-Mayo 1992)	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		95
BIBLIOGRAFIA		102
ANEXO		107

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura

1	Mapa de las Islas Galápagos	14
2	Zonificaciones de Harris y Wellington	19
3	Sistema de las principales corrientes oceánicas en el área de las Islas Galápagos.	25
4	Topografía y Localización de las principales zonas de afloramiento.	30
5	Zonas de estudio: Bahía Academia y Bahía Naufragio.	39
6	Gráficos de Isotermas: Estación Fría y Estación Cálida.	49
7	Zonificación Propuesta	54
8	Gráfico de Isotermas: Diciembre 1989-Agosto 1990.	58
9	Gráfico de Isotermas: Diciembre 1991-Septiembre 1992.	59
10	Promedios Mensuales (1975-1992): Parámetros Océano-atmosféricos.	69
11	Promedios Mensuales (1975-1992) Anomalías de Parámetros Océano-atmosféricos.	70
12	Promedios Mensuales (1965-1992) (Sta. Cruz): Parámetros Océano-atmosféricos.	71
13	Promedios Mensuales (1965-1992) (Sta. Cruz): Anomalías de Parámetros Océano-atmosféricos.	72
14	Promedios Multianuales.	75

15	Valores Diarios: Parámetros Océano-Atmosféricos	80
16	Valores Diarios: Anomalías de Parámetros Océano-atmosféricos.	81
17	Serie de tiempo del Modo 1	87
18	Serie de tiempo del Modo 2	88
19	Densidad espectral del Modo 1	89
20	Densidad espectral del Modo 2	90
21	Densidad espectral del modo 1 y 2 (Sta. Cruz)	91

TABLAS

Tabla

I	Promedios de TSM (°C)	50
II	Características estadísticas de las series de tiempo	67
III	Anomalías de parámetros océano-atmósfera	68
IV	Resultados Funciones Empíricas Ortogonales	86

INDICE DE ABREVIATURAS

AESS	Agua Ecuatorial Subtropical
ASTS	Agua Subtropical Superficial
ATS	Agua Tropical Superficial
ENOS	El Niño Oscilación del Sur
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GPS	Galápagos
INP	Instituto Nacional de Pesca
IOS	Indice de Oscilación del Sur
P.O.T	Pacífico Oriental Tropical
PTN	Precipitación
S‰	Salinidad
T	Temperatura
TA	Temperatura del Aire
TSM	Temperatura Superficial del Mar
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

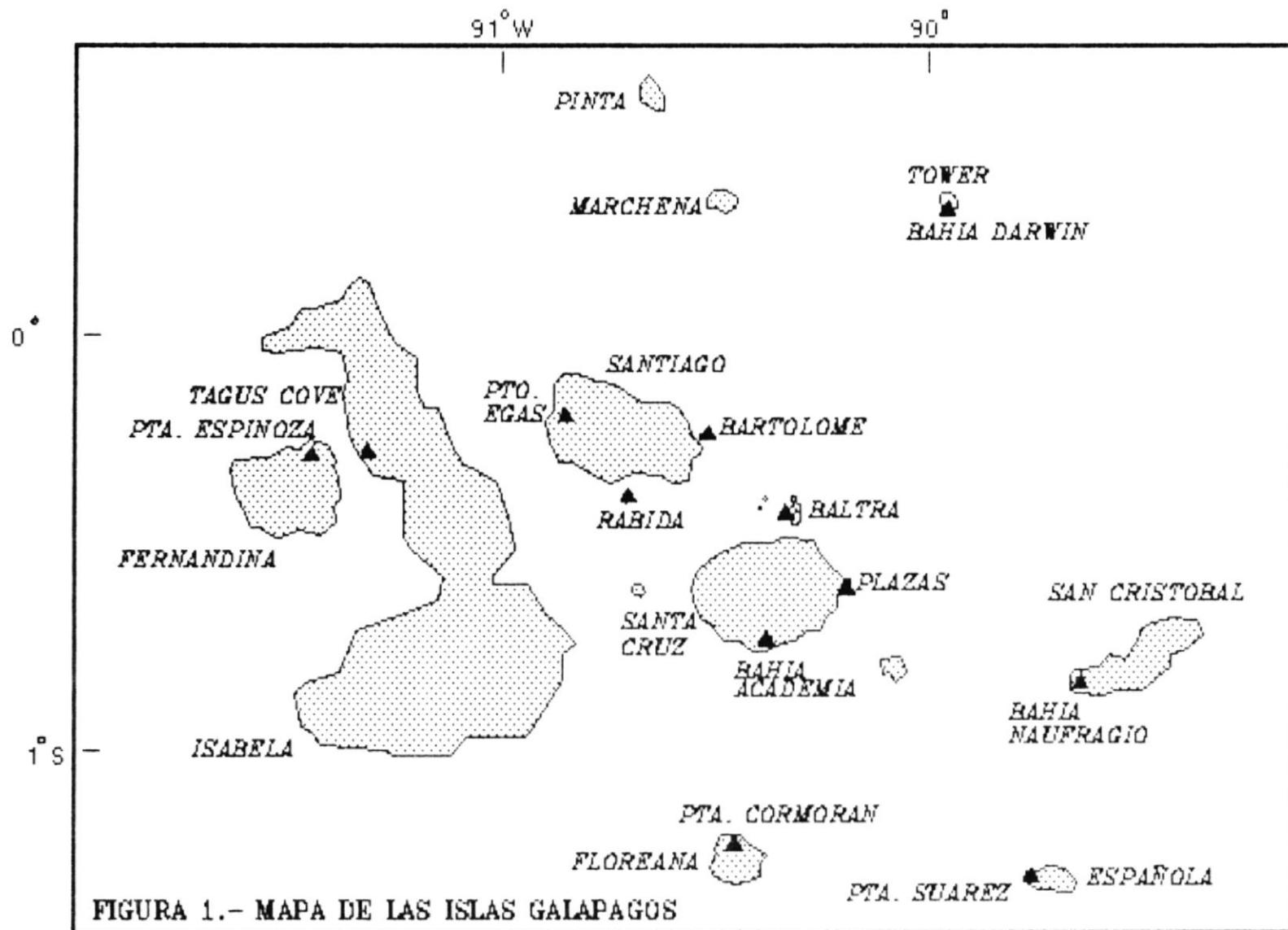
INTRODUCCION

Las Islas Galápagos [Figura 1] constituyen un importante punto para el interés científico mundial, ya desde la histórica visita de Charles Darwin a bordo del "Beagle" en 1835 se las ha considerado como un laboratorio natural para el estudio de la evolución comparativa.

Desde el punto de vista oceanográfico se incluye al archipiélago en muchos estudios a nivel oceánico ya que al ser las únicas islas en el Pacífico Ecuatorial Oriental, estas se consideran adecuadas para detectar perturbaciones propagándose en esta zona (Hogelschatz et. al, 1985)

Entre los estudios que se han efectuado en esta región podemos mencionar:

AUTOR	AÑO	APORTE CIENTIFICO
Sverdrup et. al.	1942	Circulación General de la Zona
Cromwell et. al.	1954	Subcorriente Ecuatorial
Knauss	1960	Subcorriente Ecuatorial
Pak y Zaneveld	1973	Subcorriente Ecuatorial
Wyrtki	1964, 1966 1967, 1977	Circulación, Nivel del mar, Evento de El Niño, etc.



AUTOR	AÑO	APORTE CIENTIFICO
Tsuchiya	1968, 1970 1972, 1975, 1985	Subcorriente Ecuatorial
Zambrano	1980	Distribución TSM Océano Pacífico
Moreano	1983	Climatología de la zona
Okuda et. al.	1983	Variaciones Frente Ecuatorial
Entre otros autores.		

Muchos de los cruceros oceanográficos que se han llevado a cabo para obtener la información que se ha usado en estas investigaciones, incluyen estaciones cerca de GPS pero lo hacen muy poco dentro del archipiélago, por lo que se ha considerado que la información oceanográfica y datos publicados para esta zona son escasos y esporádicos (Abbott, 1982).

Wellington (1976, 1984) hace énfasis en sus estudios del ambiente marino de Galápagos (GPS) que hay todavía mucho que investigar en este campo y que por sus especiales características, tales como un sistema inusual y complejo de corrientes oceánicas, así como la gran cantidad y diversidad de habitats y comunidades marinas en relación a otras áreas insulares del Pacífico Oriental Tropical (P.O.T.), concluye que el archipiélago ofrece una oportunidad única para observar y comprender la estructura y funcionamiento de ecosistemas insulares así

como de procesos de evolución.

El asentamiento oceanográfico de Galápagos ha sido descrito especialmente por: Wooster y Hedgpeth (1966), que utilizaron la información disponible hasta esa fecha y Houvenaghel (1978) que ha utilizado información de diferentes cruceros en GPS, especialmente el de la Expedición Zoológica Belga (1967 - 68) así como información de Bahía Academia (Isla Sta. Cruz).

Este punto ha sido utilizado para describir condiciones oceanográficas de GPS tanto en información científica como turística (Harris, 1978; Boyce, 1990 y Jackson, 1993), al efectuarse en ella una recolección continua de datos.

En estudios recientes como "Variaciones Interanuales y Estacionales de la Climatología de la Zona Costera Ecuatoriana" (Cornejo, 1991) se utiliza San Cristóbal (Bahía Naufragio) como representativa de la zona.

Con respecto a Bahía Naufragio, Abbott(1966) al utilizarla como punto de referencia en su estudio de Afinidades Zoogeográficas de la Fauna Marina de GPS se pregunta si las condiciones de este lugar representan las del resto de Galápagos, al no tener otro punto de comparación.

La validez de la información que se pueda obtener en puntos fijos dentro del archipiélago ya ha sido enunciada por autores como Enfield (1975), quien manifiesta que de haber cambios en la vecindad de GPS, estos serían evidentes en estos puntos.

Ahora... ¿Existe diferencia entre una isla y otra?. La zonificación dentro del archipiélago o el provincialismo entre islas, basado en la temperatura superficial del mar, ha sido descrito por:

- M.P. Harris (1969) en sus estudios de reproducción de aves marinas.
- G.M. Wellington G. (1975) al investigar el ambiente marino.
- P. Glynn y G. Wellington (1983) en sus análisis de corales y arrecifes de coral.

En base a estos estudios se han propuesto las siguientes Zonificaciones de las Islas Galápagos:

a) De acuerdo a Harris (1969)[Figura 2]:

- ZONA 1 Isla Sta. Cruz
- ZONA 2 Islas San Cristóbal, Española, Floreana
2°C más fría que la Zona 1
- ZONA 3 Isla Genovesa (más cálida que Sta. Cruz)
- ZONA 4 Isla Santiago

Temperatura Superficial del Mar durante la estación cálida similares a la Zona 3, en la estación fría más baja que en la Zona 1

ZONA 5 Parte Oeste (Islas Isabela y Fernandina), presenta las temperaturas más bajas de todo GPS, con poca variación estacional. La Isla Isabela separa agua fría del Oeste de aguas más cálidas del interior de GPS.

Harris (1969), se basa en datos de Bahía Naufragio, Bahía Academia y 300 observaciones adicionales.

b) De acuerdo a Wellington (1975) [Figura 2]:

		RANGO TEMPERATURA	DIFERENCIA CON ZONA C
A	SUR	20 - 27°C	- 1.5
B	NORTE	22 - 28°C	2.0
C	CENTRO	21 - 26°C	0
D	OESTE	18 - 24°C	- 3.0



Wellington (1975) propone su zonificación basado en datos de:

ZONAS A y B Abbott (1966)
 ZONA C Bahía Academia (1965-1975)
 ZONA D 80 observaciones individuales (1974-1975)

Y series continuas de 30 días en:

Islote Onslow (Floreana)
 Pta. Espinoza (Fernandina)

ZONIFICACIONES DE GALAPAGOS

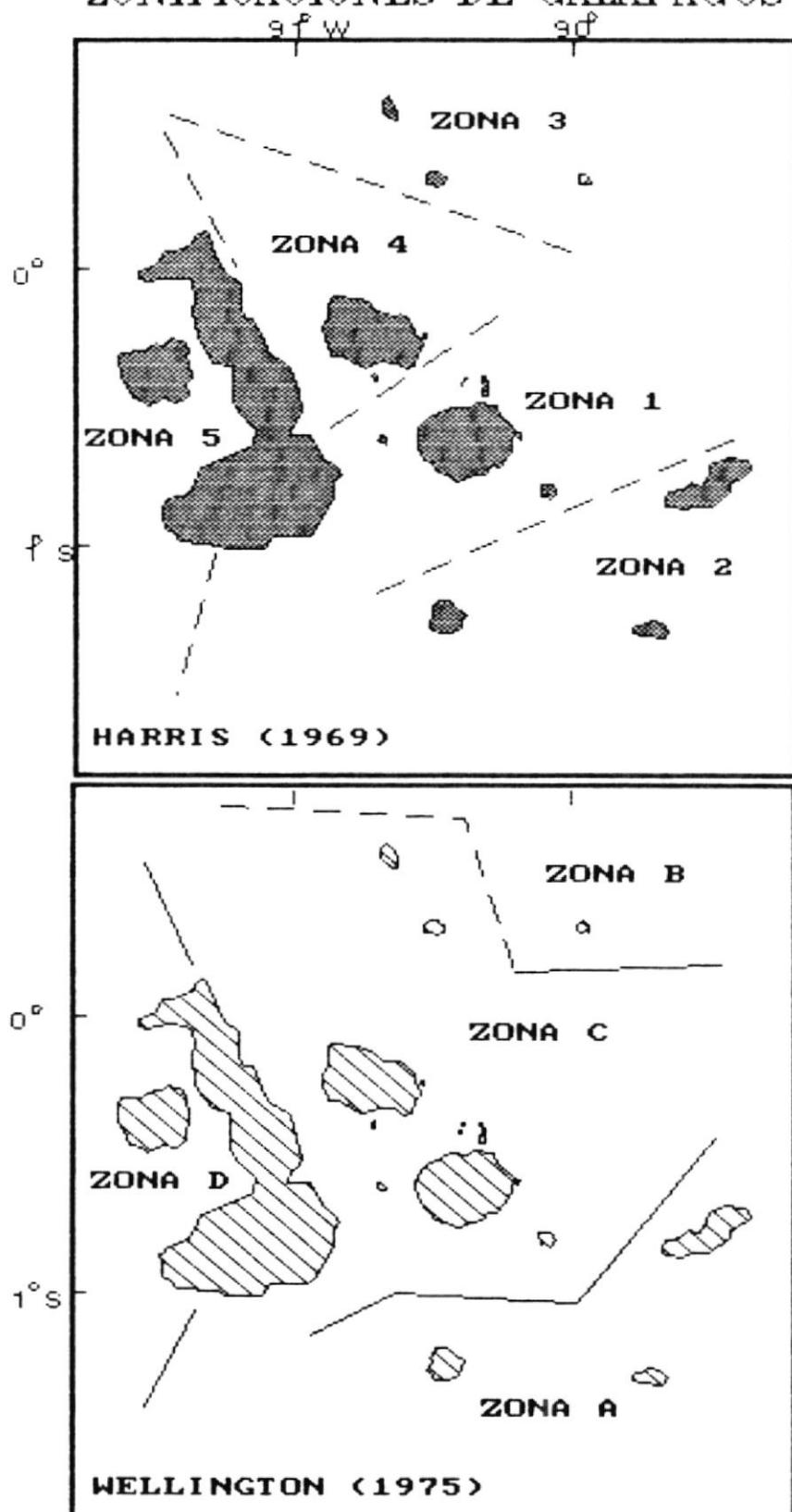


FIGURA 2.- ZONIFICACIONES DE HARRIS Y WELLINGTON

Caleta Iguana (Isabela)

Isla Bartolomé

Con el objetivo principal de contribuir al conocimiento de las Islas Galápagos, por medio de este estudio se quiere presentar la información (datos de TSM) del período Noviembre 1989 - Noviembre 1992, que se puede obtener de manera sencilla y económica por medio de barcos de ecoturismo que efectúan recorridos continuos por todo GPS, estudiando la zonificación dentro del archipiélago, mostrando sus características en las diferentes estaciones así como las transiciones en los distintos meses del año.

Además para observar el comportamiento de algunos parámetros océano-atmosféricos en un período mayor de tiempo; se analizarán registros de temperatura superficial del mar (TSM), temperatura del aire (TA) y precipitación (PTN) de dos puntos en GPS: Bahía Academia (Sta. Cruz) y Bahía Naufragio (San Cristóbal), donde se obtiene información diariamente, comparando estos registros para analizar sus similitudes y diferencias.

CAPITULO I

OCEANOGRAFIA REGIONAL ALREDEDOR DE LAS ISLAS GALAPAGOS

I.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

El Archipiélago de Colón (Nombre oficial de las Islas Galápagos) se encuentra situado sobre el ecuador Geográfico, aproximadamente a 960 Km. de las costas continentales ecuatorianas. Sus límites se definen como:

Al Norte y Oeste la Isla Darwin (Culpepper)

(1°40'N, 92°0)

Al Sur la Isla Española (Hood) (1°27'S) y

Al Este la Isla San Cristóbal (Chatham)

(89°16'0)

La superficie de las Islas es de aproximadamente 8000 Km², repartidos entre 13 islas principales y 65 islotes y rocas que se encuentran dispersos sobre 45.600Km² de océano (Profundidad promedio 1300 m) (Jackson, 1993), encontrándose de esta forma las islas limitadas por aguas profundas y los 6000 Km² de aguas litorales, divididos en diferentes zonas rodeadas por el océano.

A pesar de la localización del archipiélago en el Pacífico Oriental Tropical, el clima que se tiene no es el típico de la región tropical en toda la zona, encontrando características tropicales al Norte, mientras al Sur son subtropicales; en la zona central las características son bastante complejas, por lo cual la variación de TSM de Norte a Sur es bastante irregular (Abbott, 1982).

I.2 CIRCULACION EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL (P.O.T.)

La mayor parte de la circulación superficial en la región ecuatorial de los océanos está dominada por el flujo hacia el Oeste producido por los vientos Alisios.

En el Pacífico, estas corrientes son: Corriente Ecuatorial del Norte (10° - 20° N) y Corriente Ecuatorial del Sur (5° N - 10° S) las mismas que se encuentran separadas por la contra corriente ecuatorial del Norte, que fluye hacia el Este en la zona conocida como **ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT) o ECUADOR METEOROLOGICO**, donde convergen los sistemas de viento del Hemisferio Norte y del Hemisferio Sur (Alisios del Nor-Este y Sur-Este). La ZCIT es una región muy húmeda de

grandes mezclas de masas de agua y de transiciones atmosféricas que se caracterizan por la presencia de lluvias que producen una disminución de la salinidad (S°/oo) superficial; y una temperatura superficial del mar mayor que varía entre $27 - 28^{\circ}\text{C}$ estacionalmente, siendo más altas que al Norte o al Sur de la zona (EPOCS, 1987).

La posición de la ZCIT no es constante (promedio $5^{\circ}\text{N} - 10^{\circ}\text{N}$) variando estacionalmente: de Julio a Septiembre 10°N y de Marzo a Abril 4°N (Horel, 1982).

A lo largo de las costas de América, llegan al ecuador, la Corriente de California desde el Norte y el Sistema de corrientes de Humboldt o Perú desde sur. En latitudes bajas (por efecto de rotación de la tierra) estas corrientes giran hacia el Oeste para formar parte de las corrientes ecuatoriales del Norte y del Sur respectivamente.

De acuerdo al modelo de circulación de Wyrcki (1966), el balance en el Pacífico Oriental Tropical no se podría dar sin la presencia de un flujo subsuperficial hacia el Este, que fue oficialmente detectado por Cromwell en 1952 y se conoce como la subcorriente ecuatorial o Corriente de Cromwell.

Se puede considerar como más significativas en la zona de estudio la Corriente Ecuatorial del Sur, la contracorriente Ecuatorial del Norte y la Subcorriente Ecuatorial [Figura 3], que se describen con más detalle a continuación:

I.2.1 CORRIENTE ECUATORIAL DEL SUR

La Corriente Ecuatorial del Sur atraviesa todo el Pacífico en dirección Este-Oeste, llevando AGUA SUBTROPICAL SUPERFICIAL (ASTS), cuyo rango de temperatura es de $17^{\circ} - 25^{\circ}\text{C}$ y $S_{\text{‰}} > 35\text{‰}$, a toda la zona de Galápagos. El ASTS es relativamente fría, de alta salinidad y rica en nutrientes (Cucalón, 1983)

Su velocidad máxima de 50 cm/seg en su frontera Norte ($4^{\circ} - 5^{\circ}\text{N}$) no es estable durante todo el año. Próxima al ecuador su espesor se ve disminuido (20 - 50 m) por la presencia de la Subcorriente Ecuatorial. Al Sur la velocidad disminuye pero la corriente permanece estable, se profundiza (espesor 200 m) y se puede distinguir hasta los 10°S .

Su transporte se estima en $60 \times 10^{12} \text{cm}^3/\text{seg}$, producto de los aportes de la Corriente de Perú, Contracorriente Ecuatorial, Subcorriente Ecuatorial

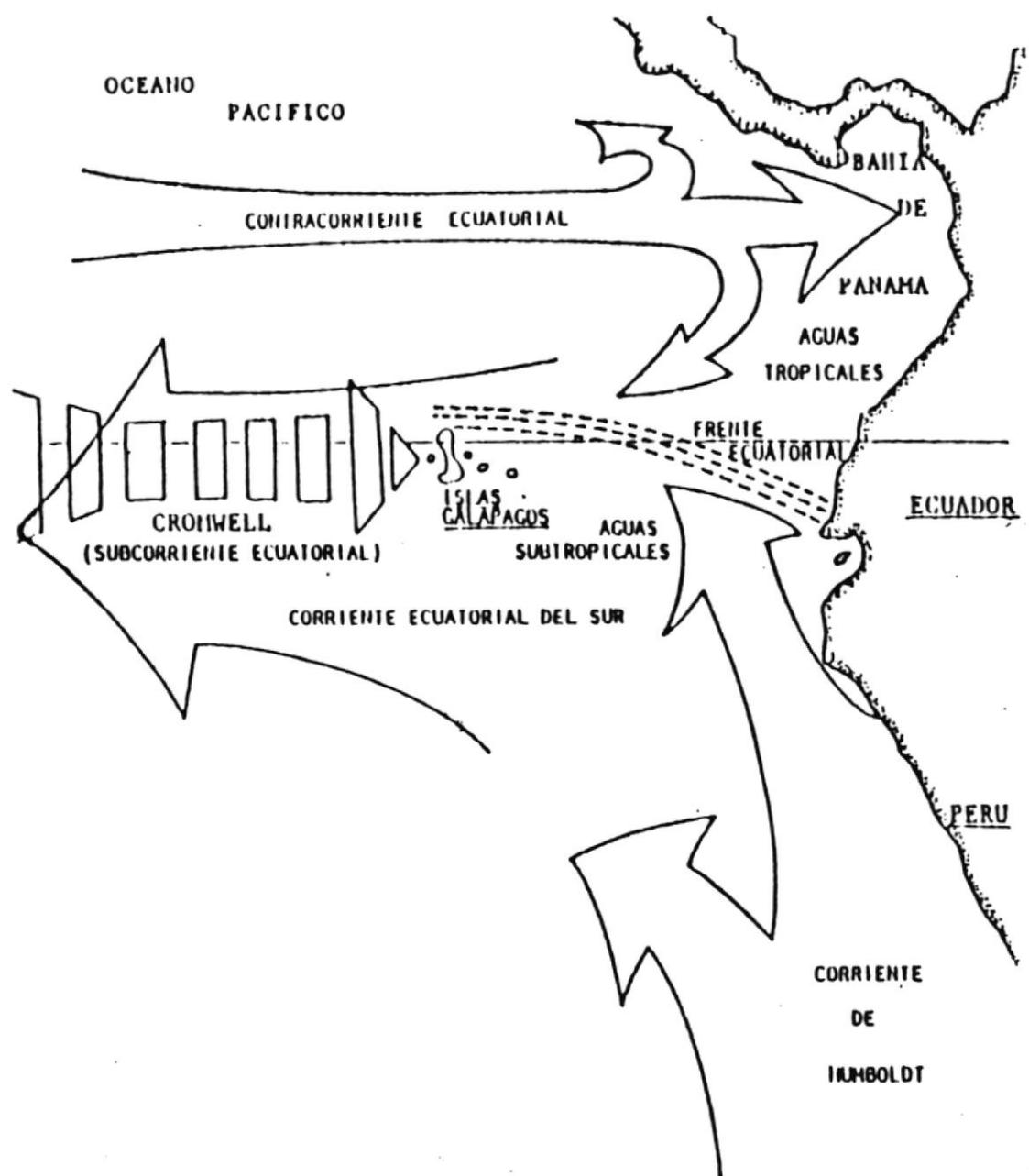


FIGURA 3.- SISTEMA DE LAS PRINCIPALES CORRIENTES OCEANICAS EN EL AREA DE LAS ISLAS GALAPAGOS.

y afloramientos (EPOCS, 1989).

I.2.2 CONTRACORRIENTE ECUATORIAL DEL NORTE

Se origina en el Pacífico Occidental, fluye hacia el Este y su posición está entre 4° - 5° N y 9° N, está considerada como angosta (300 - 700Km) tiene un desplazamiento estacional muy marcado en tamaño e intensidad, más fuerte de Septiembre a Noviembre, más débil de Marzo a Mayo, variando así mismo su transporte entre $30 \times 10^6 \text{m}^3/\text{seg}$ y $5 \times 10^6 \text{m}^3/\text{seg}$. (Taft, 1981). Al Este de 110° W es desviada ligeramente hacia el Sur, su flujo decrece y parte gira hacia el Norte donde se une a la Corriente Ecuatorial del Norte; y hacia el Sur, donde se une a la Corriente Ecuatorial del Sur y a la Corriente Subsuperficial de Perú.

Parte de su flujo llega a la Cuenca de Panamá donde junto con agua producida por procesos locales como precipitación e insolación fuertes, origina el Agua Tropical Superficial (ATS); de una $T > 25^{\circ}\text{C}$ y una $S\% < 34\%$, esta masa de agua está limitada a una delgada y bien mezclada capa superficial (20-50 m), pobre en nutrientes (Cucalón, 1983).

Estas masas de agua, (ASTS) y (ATS), se encuentran

separadas por una zona de marcados gradientes termohalinos conocida como FRENTE ECUATORIAL que se extiende desde la Costa Sur del Ecuador (1° - 3° Sur) hasta el Norte de las Islas Galápagos (0° - 3° Norte) (Cucalón, 1987); los gradientes se consideran como de: 0.05 - 0.09 $^{\circ}\text{C}$ por milla en T y 0.02 - 0.04% por milla en S‰ (Okuda et. al., 1983). El contacto de las diferentes masas de agua ocasiona un aumento de la biomasa planctónica en las proximidades del frente (Jiménez y Bonilla, 1980) que también es conocido por ser rico en biomasa animal, especialmente en los niveles tróficos superiores como peces carnívoros y cetáceos.

El Frente Ecuatorial se encuentra mucho más definido cerca del continente que en mar abierto donde procesos de mezcla destruyen su estructura; presenta marcadas variaciones estacionales, su presencia se distingue mejor durante el invierno del hemisferio Sur cuando hay un marcado contraste de temperatura y salinidad (5° - 6° C y 1%); de Enero a Marzo el frente aún se encuentra marcado por diferencias de salinidad (Enfield, 1975).

I.2.3 SUBCORRIENTE ECUATORIAL O CORRIENTE DE CROMWELL

La Corriente de Cromwell es posiblemente la más

importante en el área de Galápagos, se extiende desde el Pacífico Central (160° E) hacia las Islas Galápagos en el Pacífico Oriental; Tsuchiya (1972), establece su presencia a lo largo de la faja ecuatorial en el Océano Pacífico. Se abastece de aguas de origen subtropical, moviéndose hacia el ecuador bajo la capa superficial y que cuando llegan al este, escapan del efecto de rotación de la tierra (Coriolis) y son tomadas por la subcorriente (Houvenaghel, 1.984).

Su flujo tiene unos 300 Km de ancho, 200 m de espesor, velocidad promedio 1 m/seg a una profundidad entre 50 y 200 m (Hastenrath, 1.985), estando su frontera superior más profunda en el Pacífico Central (núcleo 100m) reduciéndose a medida que avanza hacia el Este, (núcleo a 40 m de profundidad al Oeste de Galápagos) (Abbott, 1.982).

En el Pacífico Central se tienen medidas de su flujo de 40×10^{12} cm^3/seg (Montgomery y Strout 1.962) y velocidad 100 - 150 cm/seg , valores que disminuyen al llegar al Este.

Knauss (1966) obtuvo un transporte de 8×10^{12} cm^3/seg en los 93° O y en los 87° O de 4×10^{12} cm^3/seg ., sugiriendo que el flujo de la subcorriente decrece

antes de alcanzar los $96^{\circ} 0$ y se bifurca al llegar a Galápagos en 2 ramales: uno más fuerte al Norte y otro más débil hacia el Sur.

Basados en observaciones de Houvenaghel (1.973, 74, 78), la disminución de velocidad de la subcorriente cuando se acerca a Galápagos y las desviaciones inducidas por la topografía de las islas, parece ser la característica más importante de la Oceanografía de Galápagos.

La Subcorriente Ecuatorial transporta aguas frías de alta S‰ consideradas como Agua Ecuatorial Subtropical (AESS); de una $T = 13 - 15^{\circ}C$, y una $S‰ = 34.9 - 35.1‰$ (Montgomery y Strout, 1.962); que al llegar a Galápagos afloran, enriqueciendo aguas superficiales, propiciando condiciones especiales en diferentes sectores de Galápagos, especialmente en la parte Oeste [Figura 4], que favorecen la adaptación de especies únicas del archipiélago.

Lucero y Cornejo (1.990) manifiestan que la subcorriente al llegar a su extremo oriental se encuentra afectada por diferentes factores hidrodinámicos producidos por un sistema de circulación algo compleja que no le permite su

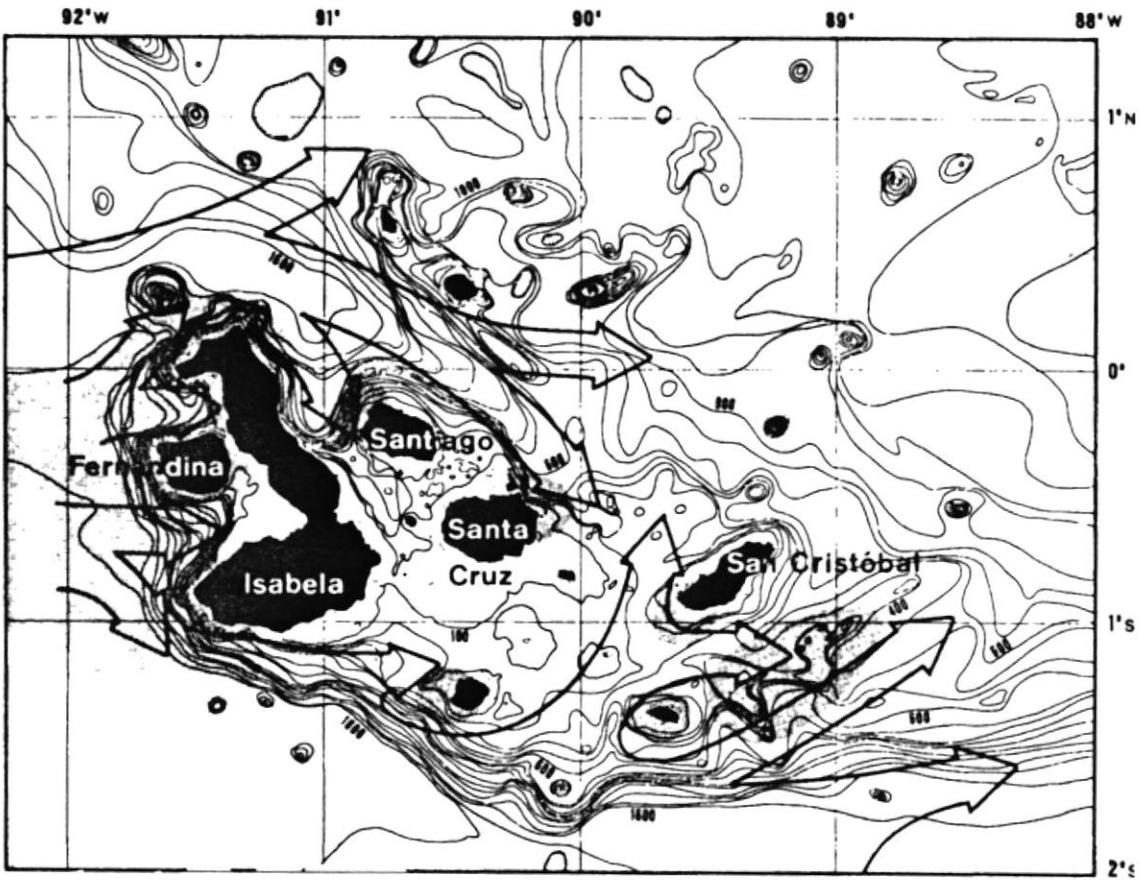


FIGURA 4.- TOPOGRAFIA Y LOCALIZACION DE LAS PRINCIPALES ZONAS DE AFLOPAMIENTO

presentación total como una masa aislada de características propias como en el Pacífico Central, sin embargo mantiene características termohalinas que han permitido establecer su presencia al Este de las Islas Galápagos hasta 84° O, especialmente en períodos considerados normales.

I.3 CICLO ESTACIONAL DE LAS ISLAS GALAPAGOS

La fluctuación de las condiciones Oceanográficas - meteorológicas en Galápagos son consecuencia de los complicados mecanismos que gobiernan la interacción Océano - atmósfera del Hemisferio Sur, cuyo signo más importante es el indicado por el índice de oscilación del sur (IOS), que se define como la diferencia de presión al nivel del mar entre el centro de baja presión localizado en la región Indonésica (generalmente Darwin, Australia) y en el centro de alta presión del Pacífico Sur-Este (generalmente Tahití)

Se ha asociado este mecanismo a variaciones de TSM en grandes áreas oceánicas, incluido el Pacífico Oriental Tropical.

Wyrtki (1.966, 75) manifiesta que las propiedades oceanográficas de las aguas superficiales de

Galápagos están bajo la influencia de la velocidad del viento y su dirección, que también regulan el clima local.

Por cambios estacionales de la Oscilación del Sur los vientos alisios del Sur - Este se ven intensificados en los meses de Junio - Noviembre (invierno Hemisferio Sur).

Durante esta estación de vientos más desarrollados conocida como Estación Fría o Seca, la Corriente Ecuatorial del Sur y la Subcorriente Ecuatorial se sienten con mayor intensidad, los afloramientos son más definidos. La Contracorriente Ecuatorial del Norte también está presente (3° Norte) transportando aguas Tropicales del Pacífico Occidental al Oriental (Región 4°Norte - 10°Norte) (Enfield, 1.975).

El encuentro de las corrientes que fluyen en direcciones opuestas produce un patrón de circulación que sugiere la presencia, dentro del archipiélago, de un movimiento ciclónico (Houvenaghel, 1.984).

En la estación fría la Zona de Convergencia Intertropical se encuentra en su posición norte

{ (7° Norte) y el Frente Ecuatorial se encuentra al Norte de 1° Norte bien definido en estrechas isothermas.

En la mayor parte del archipiélago la TSM está bajo 24°C, al oeste la temperatura promedio es de 17 - 19°C (mínimo 15°C). Signo característico de esta estación, es una inversión estable de la baja atmósfera (nubes tipo estrato), así como una llovizna (garúa) persistente sobre todo en la parte expuesta al viento (Barlovento) de las islas altas, con una mayor intensidad en los meses más fríos de Agosto y Septiembre (25% al 60% de los días de duración de la estación).

A fines del año (Diciembre), cuando la intensidad de los vientos alisios del Sur Este disminuye, la Corriente Ecuatorial del Sur no ejerce mayor influencia en las islas, la Contracorriente Ecuatorial del Norte termina en los 120°W, los afloramientos continúan pero no con la intensidad de la estación fría. La ZCIT se desplaza hacia el sur al igual que el Frente Ecuatorial; el remolino ciclónico de la Cuenca de Panamá está fuertemente desarrollado con un flujo hacia el sur, impulsado por los predominantes vientos alisios del Nor-Este, formando el denominado Flujo de Panamá o Corriente

Cálida de El Niño (Cucalón, 1987), que en condiciones normales se extiende hasta los 2° - 3° Sur.

La TSM promedio durante esta Estación Cálida de lluvias (húmeda) es de 26°C - 28°C (en zonas de afloramiento 24°C), los cielos están despejados y se observan formaciones cumuliformes que originan eventualmente las lluvias características de este período; se tiene el 90% de la cantidad total de precipitación en el 10 - 40% de los días de duración de la estación, es decir mayor cantidad de precipitación en menor número de días (Grant, 1986).

Estas condiciones pueden distinguirse hasta el mes de mayo inclusive, aunque la longitud de la estación húmeda así como la cantidad de lluvia varía considerablemente entre años diferentes, sin haber un patrón obvio de variación.

Jackson (1993), considera el clima de GPS impredecible y frecuentemente severo, siendo este un factor muy importante en el hecho de que tan pocas especies sobreviven en GPS.

Es por esto que se considera tan importante el conocimiento de los diversos factores y a la forma

como interactúan y relacionan, ya que así se podrá comprender de una mejor manera el Archipiélago de Colón.

I.3.1 "EL NIÑO" EN LAS ISLAS GALAPAGOS

En términos oceanográficos se ha definido a El Niño como una afluencia de aguas cálidas hacia las costas del Ecuador y Perú que puede avanzar tan al sur como los 12°S y poseer anomalías positivas de temperatura de por lo menos una desviación estándar, permaneciendo esta anomalía no menos de 4 meses (Grupo de trabajo # 55 del Comité Científico para Investigaciones Oceánicas).

Ultimamente se está utilizando el término más general de evento ENOS (El Niño oscilación del Sur), abreviatura en inglés: ENSO, para referirse al conjunto de anomalías océano-atmosféricas que tienen un carácter global y son producidos por las variaciones de los vientos ecuatoriales que provocan cambios térmicos en la superficie del océano y en su circulación, afectando el calentamiento de la atmósfera tropical y de esta forma también la circulación atmosférica global, siendo sus efectos más notorios a nivel del Océano Pacífico, aunque sus consecuencias son a nivel mundial.

Si bien el objetivo de este estudio no es el analizar eventos ENOS, si se quiere mencionar sus dramáticos efectos en la fauna Galapagueña así como la importancia que tiene en una de las principales actividades económicas del país: El Ecoturismo, actividad que se torna bastante difícil durante estos eventos anómalos.

Los principales efectos de El Niño 82 - 83 en las GPS han sido resumidos en el compendio publicado por la Fundación Charles Darwin en 1985, junto a otros estudios posteriores; estos efectos se definen como:

- Fallas en el apareamiento de aves marinas (Valle et. al 1987)
- Mortalidad de iguanas marinas (Laurie, 1983)
- Mortalidad de lobos de dos pelos y lobos marinos (Limberger et. al., 1983) (Trillmich y Limberger, 1985)
- Mortalidad de pingüinos y cormoranes (Valle 1984, 1986)
- Cambios en frecuencias de especies de peces (Grove, 1984)
- Efectos generales en la vida del colono sobre todo ante la abundante lluvia y proliferación de insectos (Merlen, 1984) (Cruz y Beach, 1983)
- Aumento anómalo en la población de aves terrestres (pinzones de Darwin) (Grant, 1984)

Muchas de estas especies como en el caso de pingüinos y cormoranes no voladores aún no se recuperan (Valle, comentario personal), por lo que se considera necesario el monitoreo de condiciones oceanográficas en sitios específicos para una mejor comprensión de su efecto en la conducta animal.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

II.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Los dos puntos principales de estudio son: Bahía Academia y Bahía Naufragio [Figura 5].

Bahía Academia (Academy Bay) (0° 44'S, 90° 18'0)

Se encuentra ubicada en la parte sur de la Isla Sta. Cruz, en el centro del archipiélago, donde está Puerto Isidro Ayora, las instalaciones del Servicio Parque Nacional Galápagos y la Estación Científica Charles Darwin.

Hogelschatz et. al. (1985) la describe como bastante aceptable en términos de acceso al océano abierto y exposición a los vientos predominantes (Alisios del Sur Este).

Bahía Naufragio (Wreck Bay) (0° 54'S, 89° 48'0)

Está localizada en la parte Suroeste de la Isla San

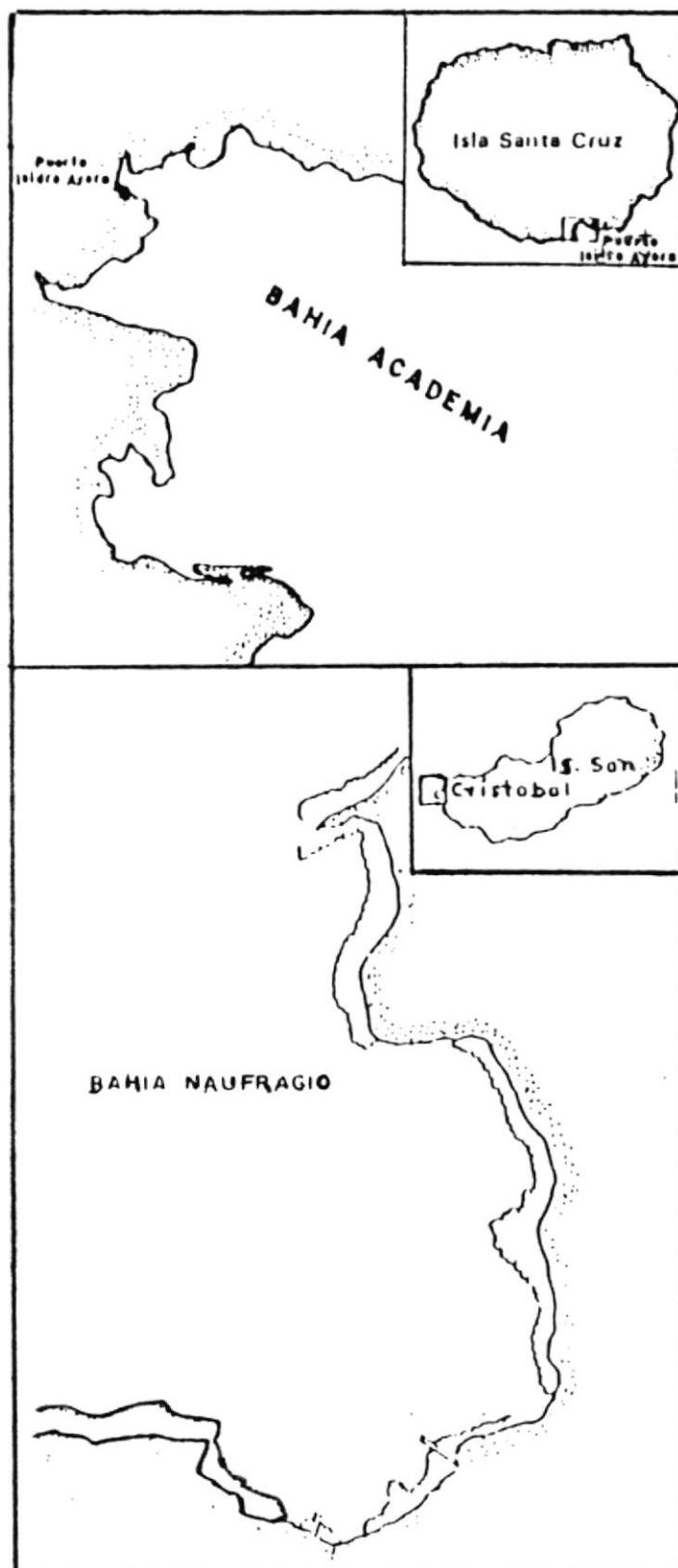


FIGURA 5.- ZONAS DE ESTUDIO: BAHIA ACADEMIA Y BAHIA NAUFRAGIO.

Cristóbal, donde se encuentra Puerto Baquerizo Moreno, Capital de la Provincia de Galápagos.

Espín y Nath (1992) en su estudio de régimen de olas de San Cristóbal resaltan la ubicación de la isla al tener al occidente todas las demás islas del archipiélago, lo que le proporciona características físicas particulares tanto en circulación, calidad de aguas y propagación de ondas marinas que arriban a sus costas.

II.1.1.1 OBTENCION DE DATOS Y SELECCION DE ESTACIONES

Para este análisis se usarán promedios mensuales de Temperatura Superficial del Mar (TSM), Temperatura del Aire (TA) y Precipitación (PTN), que cubren el período:

ISLA	ANOS	FUENTE
Santa Cruz	1965 - 1992	E.C.CH. D
San Cristóbal	1975 - 1992	INAHMI - INOCAR
E.C.CH.D.:	Estación Científica Charles Darwin	
INAHMI:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología	
INOCAR:	Instituto Oceanográfico de la Armada.	

Se ha decidido incluir la serie total de Bahía Academia (1965-1992) para tener una mejor

apreciación de las fluctuaciones en este punto, aunque para la comparación a efectuarse se usará el período común (1975 - 1992).

Para la presentación de datos de TSM de diferentes puntos en Galápagos se han escogido los sitios más frecuentes de visita de barcos de turismo, que representan las diferentes zonas de GPS. La información ha sido recolectada por Guías Naturalistas a bordo de estas embarcaciones, usando termómetros de balde con escala 0.1°C facilitados por la Estación Científica Charles Darwin, como parte de su programa de monitoreo a largo plazo de datos meteorológicos y oceanográficos.

Los sitios seleccionados son [Figura 1]:

LUGAR	LATITUD	LONGITUD
1. Pta. Suárez (Española)	1°22'S	89°44.6'O
2. Pta. Cormorán (Floreana)	1°13'S	90°26'O
3. Islas Plazas	0°34.8'S	90°10.6'O
4. Isla Rábida	0°23.5'S	90°42.3'O
5. Isla Bartolomé	0°17'S	90°33.7'O
6. Pto. Egas (Santiago)	0°14.3'S	90°51.5'O
7. Bahía Darwin (Genovesa)	0°19'N	89°57'O
8. Caleta Tagus (Isabela)	0°15.5'S	91°22.1'O
9. Pta. Espinoza (Fernandina)	0°16'S	91°26.5'O

Además se utilizará información de la Isla Baltra proporcionada por INOCAR.

II.2 PROCESAMIENTO DE INFORMACION

Debido a que no se cuenta con información diaria en los diferentes puntos de muestreo se decidió presentar los datos de TSM, obtenidos por medio de barcos de ecoturismo, a través de gráficos de isotermas con lo que se realizará una descripción del ciclo anual en el archipiélago con meses representativos de la estación cálida y la estación fría, así como también de distintos meses del año para observar cambios semanales en los diferentes sitios de muestreo.

En el caso de las series de TSM, TA y PTN de Sta. Cruz y San Cristóbal se realizó un análisis estadístico básico, para su comparación en el período común 1975 - 1992, en Sta. Cruz se utilizó la totalidad de la serie (1965 - 1992) para examinar variaciones y tener una mejor idea de las condiciones de este punto.

En ambos lugares las series de tiempo de los distintos parámetros tenían algunos datos faltantes, por lo que se procedió a calcular la media de la serie de cada parámetro para completar estos vacíos, observándose luego que las medias y varianzas no cambiaban significativamente; al aplicar la Prueba

de Hipótesis Nula los valores obtenidos estaban dentro del límite aceptable del 95%, por lo tanto las series mantenían sus propiedades estadísticas y eran confiables para su uso.

Para poder comparar las series de tiempo de los diferentes parámetros, se las estandarizó, restándoles el valor medio y dividiéndolas para la desviación estándar.

Con el fin de obtener mayor información de estas series se les aplicó el análisis de funciones empíricas ortogonales. Aunque la formulación matemática de esta técnica ya ha sido descrita y usada por Silva (1992) en su análisis de la variabilidad climática de la zona costera ecuatoriana, resulta conveniente resaltar ciertas características importantes de los componentes principales:

- Es ampliamente utilizada a nivel internacional para establecer relaciones existentes entre diferentes variables atmosféricas y determinar patrones de comportamiento, proporcionando información cuantitativa y no sólo cualitativa.
- Soluciona el problema de muchas correlaciones entre variables al determinar componentes principales o modos que explican la mayor parte de la varianza del

conjunto original de variables, del que se obtiene un conjunto de combinaciones lineales. La primera de estas combinaciones lineales es el modo que explica la fracción más grande de la varianza total, otros modos se requieren para explicar la varianza restante, explicando sucesivamente cada vez menos del porcentaje total de varianza de la serie.

- Dependiendo de cuantas variables originales se hayan utilizado se extraen igual número de modos, factores o componentes principales, siendo la varianza total de las variables originales igual a la suma de la varianza de los componentes principales.
- No requieren una forma predeterminada como otras representaciones ortogonales (Análisis de Fourier). Dependen de las interrelaciones dentro de los datos a ser analizados, esto se considera importante cuando se investiga TSM, que no tiene una forma analítica conocida y que están sujetas a límites complejos (Weare et. al., 1976)
- Las más importantes Funciones Empíricas Ortogonales que se obtienen del análisis tienen interpretaciones físicas al poder ser asociadas, por lo menos cualitativamente, con fenómenos conocidos o mecanismos causales hipotéticos.

Kutzbach (1967) describe el procedimiento matemático para definir las funciones empíricas ortogonales:

Una matriz de covarianza (o correlación) debe ser formada de las desviaciones de los datos de un medio escogido (o seleccionado). Para maximizar la varianza explicada por las nuevas funciones se debe resolver el sistema de ecuaciones lineales asociada con esta matriz, para un conjunto de eigenvalores. Estos eigenvalores son los términos de la matriz de correlación diagonalizada. Un eigenvalor dividido para la suma de todos los eigenvalores representa la fracción de la varianza total en el conjunto original de datos explicada por su correspondiente eigenfunción. Una función es encontrada sustituyendo un eigenvalor dado dentro del sistema de ecuaciones y resuelta con la ayuda de una condición de normalización adicional.

Para la aplicación del análisis de funciones empíricas ortogonales se ha usado una subrutina de MAT-LAB. (Programa de Análisis de Series de Tiempo o Señales) en una MACINTOSH IIX.

Una vez obtenidos los modos principales se procedió a calcular su densidad espectral y así poder observar periodicidades para realizar de una mejor manera la identificación de la interpretación física que pudieran tener los modos considerados principales.

CAPITULO III

ANALISIS DE RESULTADOS

III.1 INFORMACION (DATOS DE TSM) RECOGIDA POR BARCOS DE ECOTURISMO

III.1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

La recolección de información para el programa de monitoreo de datos meteorológicos y oceanográficos de la Estación Científica Charles Darwin y el Parque Nacional Galápagos empezó en Noviembre de 1989, cuando se entregaron termómetros de balde y hojas de reporte a diferentes guías naturalistas a bordo de embarcaciones de ecoturismo con recorrido continuo por todo el archipiélago. El programa funcionó bastante bien por los primeros seis meses en que se tuvo mucha constancia en la entrega y clasificación de la información. Lastimosamente ante diferentes circunstancias como: rotura o pérdida de termómetros de balde, pérdida de información entregada, inconstancia en la toma de datos, etc.; el programa se interrumpió a nivel general, continuando solamente en algunas embarcaciones.

Recientemente la recolección de datos ha empezado nuevamente en la Estación Científica Charles Darwin por lo que se quiere presentar la información obtenida definiendo su validez, así como los sitios y tiempos de muestreo.

Se ha considerado el principal parámetro a medir la TSM ¿Porqué?

- Los primeros visitantes del archipiélago se mostraron asombrados por el complejo sistema de corrientes costeras y por las marcadas diferencias de TSM que se observan en distancias cortas; por ejemplo John Garth de la Expedición Hancock (1946) reporta diferencias de 11°C ($30^{\circ}\text{C} - 19^{\circ}\text{C}$) del Este al Oeste de la parte Norte de la Isla Isabela.
- Houvenaghel (1978) la considera como uno de los datos más importantes para su descripción de Galápagos, resaltando su rol fundamental para la diversidad de nichos ecológicos y el aislamiento dentro del ambiente litoral.
- Wellington (1974) recomienda continuar con mediciones de TSM para confirmar sus observaciones de provincialismo, considerándolo necesario para evaluar el grado de aislamiento de las especies que ocurre entre las islas y también para definir más claramente las barreras responsables para la separación de biotas.

- Diversos autores coinciden en el hecho de que la consecuencias biológicas más importantes de El Niño en el medio marino son causadas por la elevación anormal de TSM.

En cuanto al impacto en conducta animal, autores como Boersma (1977) expresan que con $TSM > 24^{\circ}\text{C}$ los pingüinos no intentan aparearse, y por observaciones propias se puede mencionar por ejemplo:

- Mortalidad de iguanas marinas cuando se produce un aumento anómalo de TSM.
- Inicio de actividad en aves con reproducción oportunista como piqueros de patas azules ante descensos de TSM.

III.1.2 ANALISIS DE LA INFORMACION

Si bien es cierto que la cantidad de datos con que se cuenta no es suficiente para realizar un análisis estadístico confiable, se ha intentado un análisis descriptivo de la información obtenida por medio de gráficos de isotermas para describir los cambios entre la estación cálida (representada por los meses de Febrero, Marzo y Abril) y la estación fría (representada por los meses de Julio y Agosto).

[Figura 6]

CARTAS CLIMATOLOGICAS DE TSM (GRADOS CELSIUS)

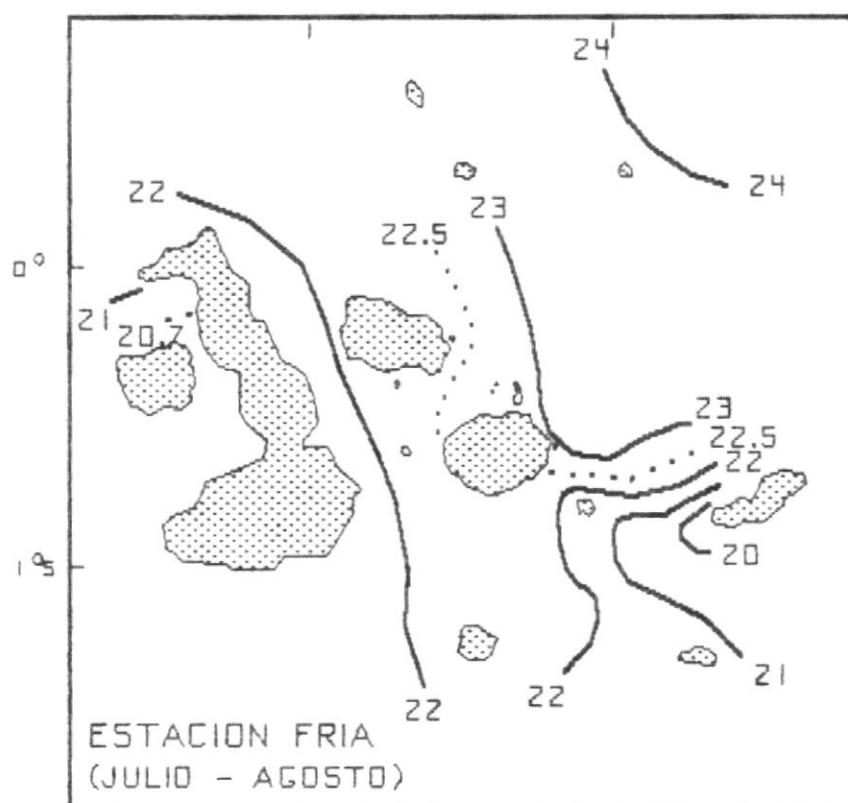
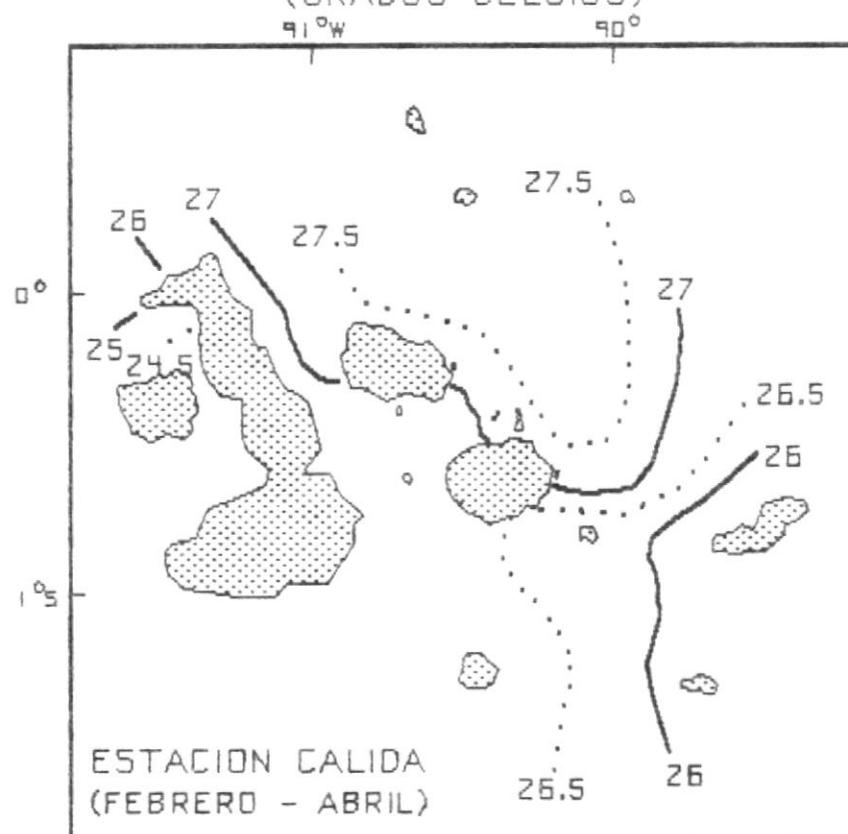


FIGURA 6.- ISOTERMAS ESTACIONES CALIDA Y FRIA

Se ha obtenido promedios para los distintos años (1990, 1991, 1992) y luego un promedio general [Tabla 1]: Basados en estudios previos se designan a los sitios de muestreo como:

Zona Norte =	Genovesa
Zona Oeste =	Caleta Tagus (Isabela) y Pta. Espinoza (Fernandina)
Zona Centro 1 =	Bahía Academia (Sta. Cruz), Islas Plazas, Baltra
Zona Centro 2 =	Bartolomé, Pto. Egas, Santiago, Rábida
Zona Sur =	Bahía Naufragio (San Cristóbal), Pta Suárez (Española), Pta. Cormorán (Floreana)

Analizando la figura 6 y la tabla 1 se tiene:

- En la estación cálida la mayor TSM ($>27^{\circ}\text{C}$), se encuentra en las Zonas Norte, Centro 2 (Excepto Rábida) y en Plazas.
- Con respecto a Plazas existen inconvenientes por el lugar de muestreo, siendo diferente para barcos grandes que anclan entre Sta. Cruz y Plazas, mientras que yates y veleros lo hacen entre Plaza Norte y Plaza Sur; en ambos casos son sitios protegidos; además la cantidad de datos es menor que en otros puntos; por lo que decir que Plazas es el

punto más caliente entre los sitios de muestreo requiere mayor investigación. En general la cantidad de datos es un factor limitante para el análisis; sin embargo, las tendencias observadas apoyan los resultados de estudios anteriores promoviendo a un mayor énfasis en la investigación y colección de datos que es uno de los objetivos de este estudio.

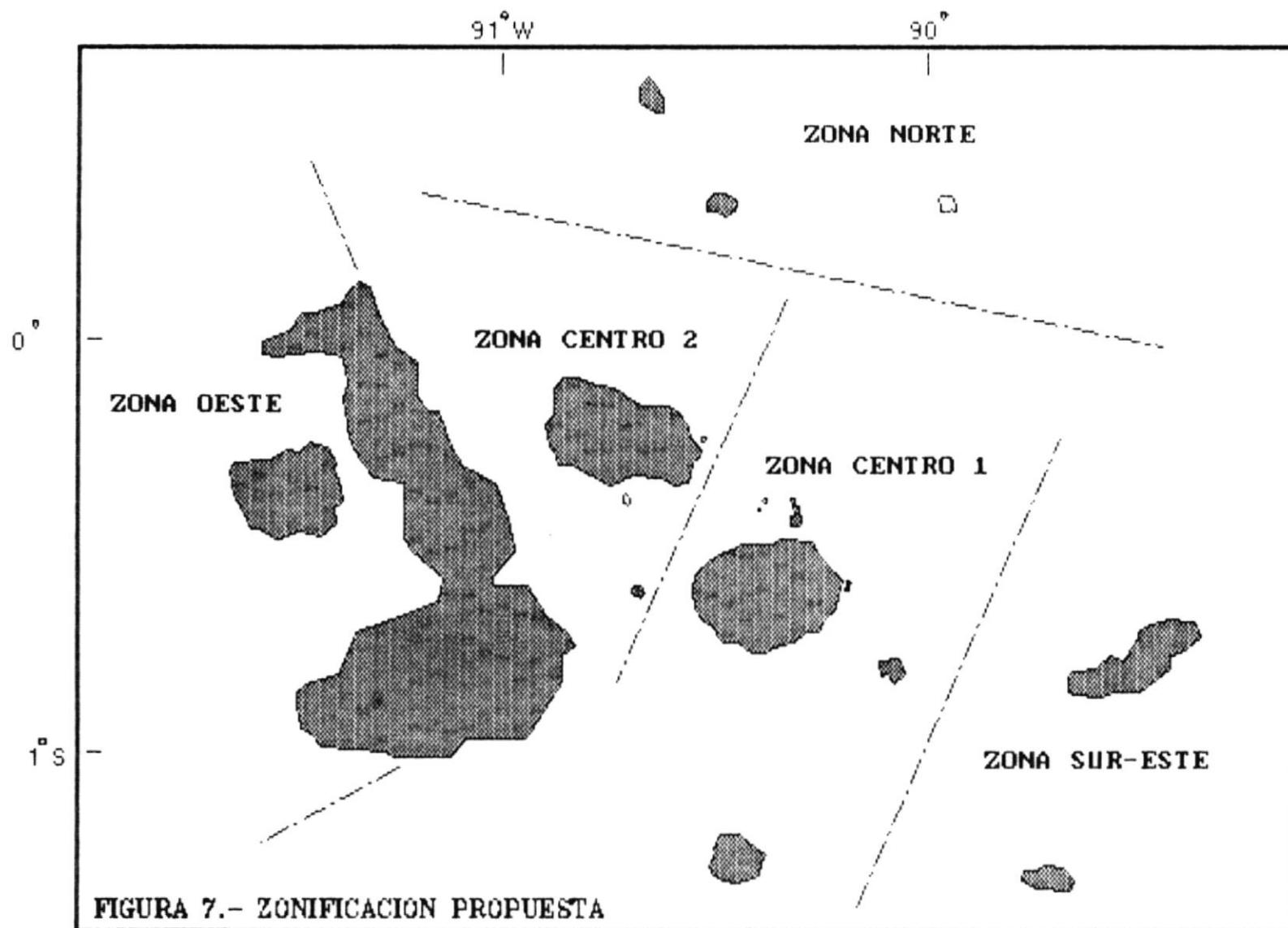
- La menor TSM en la estación cálida ($<25^{\circ}\text{C}$) está en la Zona Oeste, donde de acuerdo a estudios previos los afloramientos continúan durante esta estación.
- En la Zona Sur se tienen iguales condiciones en San Cristóbal y Pta. Suárez, mientras que en Pta. Cormorán hay una mayor similitud con Sta. Cruz (Zona Centro 1).
- En la estación fría se tiene una mayor TSM (24°C) en la Zona Norte, y una menor TSM ($<21^{\circ}\text{C}$) al Oeste y en San Cristóbal, lo que podría indicar la presencia de un parche de afloramiento en este último punto.
- En cuanto a las Zonas Centro 1 y Centro 2 en la estación fría podrían reagruparse como una sola Zona, incluyendo a Pta. Cormorán, especialmente durante la estación Fría.
- Pta. Suárez junto a San Cristóbal formarían la Zona Sur Este con una mayor influencia de agua de la corriente ecuatorial del sur.
- En términos generales se puede decir que se reafirma

la zonificación encontrada anteriormente por diferentes autores. Sin embargo se tiene ciertas particularidades, especialmente en las denominadas zona central (1 y 2) y zona sur, por lo que en este estudio se propone lo siguiente [Figura 7]:

	Rango de TSM
Zona Norte: Isla Genovesa	23.9-27.4°C
Zona Oeste: Islas Isabela y Fernandina	20.7-24.5°C
Zona Centro 1: Islas Sta. Cruz, Baltra y Floreana	22.2-26.5°C
Zona Centro 2: Islas Santiago y Bartolomé	22-27.3°C
Zona Sur-Este: Islas San Cristóbal y Española	20.6-25.7°C

Los criterios usados en esta zonificación serán detallados a continuación:

- a) Zona Norte.- En esta zona se encuentran normalmente las más altas TSM del archipiélago, está representada por la isla Genovesa (Bahía Darwin) que es nuestro único punto de muestreo al ser el sitio visitado más frecuentemente por barcos de ecoturismo en la parte norte de GPS, por lo tanto los límites de esta zona no pueden ser trazados exactamente, en los estudios anteriores hay diferencias en cuanto a



estos límites [Figura 2], por lo que tomando en cuenta la predominancia de condiciones cálidas motivadas por la presencia del Frente ecuatorial, que en su variación estacional se ubica la mayor parte del año al Sur de las islas del Norte, especialmente de las islas de Darwin y Wolf, y observando en la batimetría del archipiélago [Figura 4] la diferencia de profundidad entre las islas del Norte y el resto de GPS, se decidió continuar con los límites propuestos por Harris (1969).

- b) Zona Oeste.- Representada por Caleta Tagus y Pta. Espinoza, se la considera la mayor zona de afloramientos en GPS (influencia directa de la Subcorriente Ecuatorial) donde usualmente se tienen las menores TSM del archipiélago. Su clasificación como una zona definida se hace aún más evidente al encontrarse especies únicas como el cormorán no volador que se encuentra solamente en la isla Fernandina y en la parte oeste de Isabela. En cuanto a limitarla se lo puede expresar solo como el Oeste de Isabela ante la falta de datos de puntos ubicados al Norte o al Sur de los sitios de muestreo, esta falta de datos hace que todos los límites propuestos no sean bajo ningún concepto exactos o definitivos.

c) Zona Central.- Conformada por las zonas centro 1 y centro 2, incluyéndose además Pta. Cormorán (Floreana). La agrupación de las dos zonas en una sola se observa mejor en la estación fría, aunque se encuentren en ocasiones valores menores de TSM en sitios como Bartolomé y Pto. Egas (probablemente agua de afloramientos influenciados por la Subcorriente Ecuatorial).

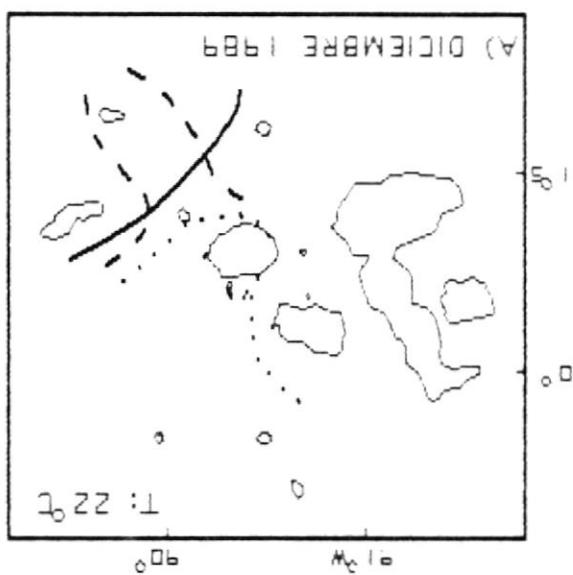
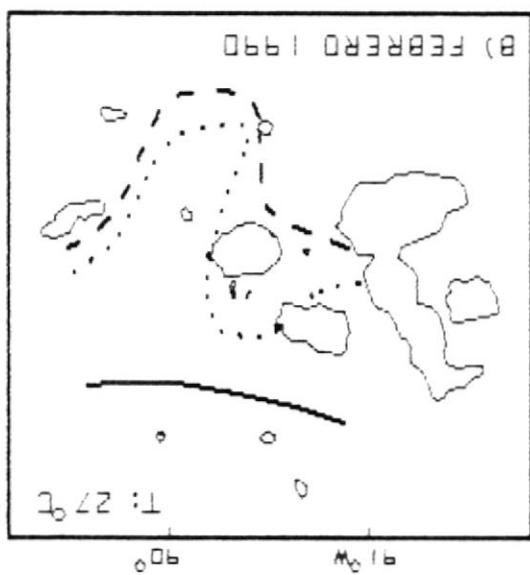
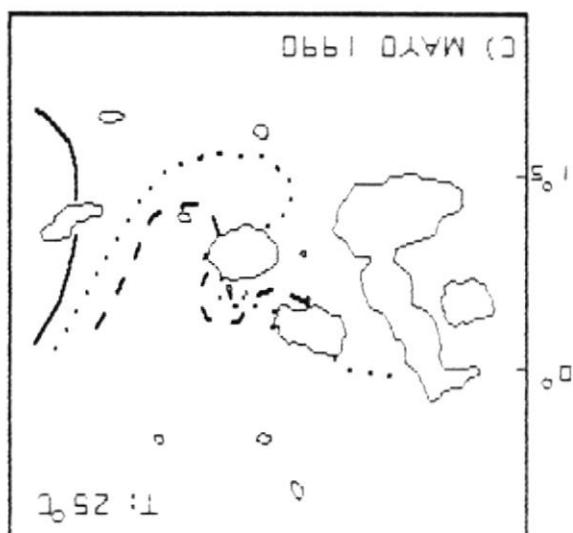
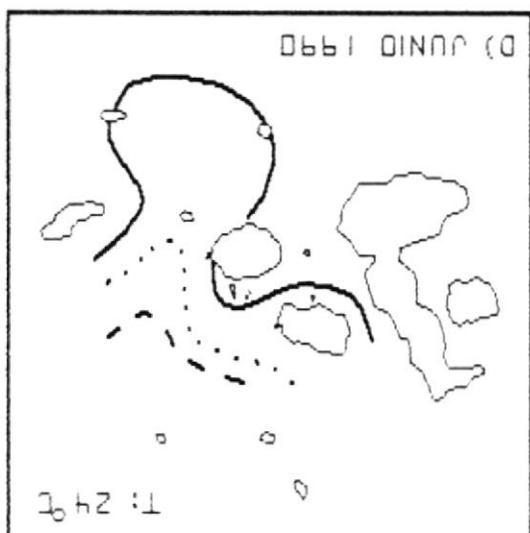
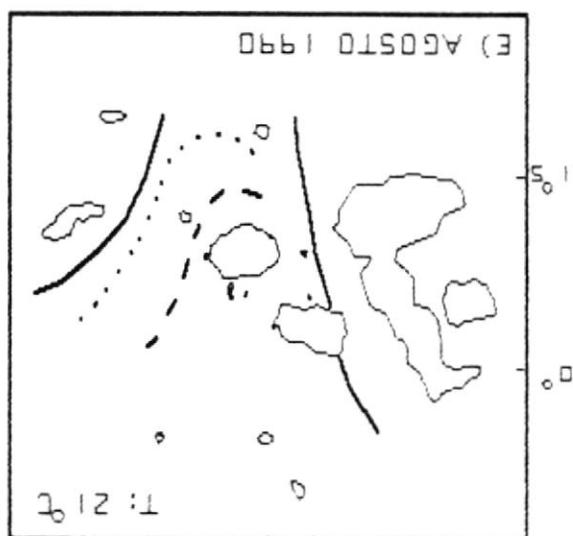
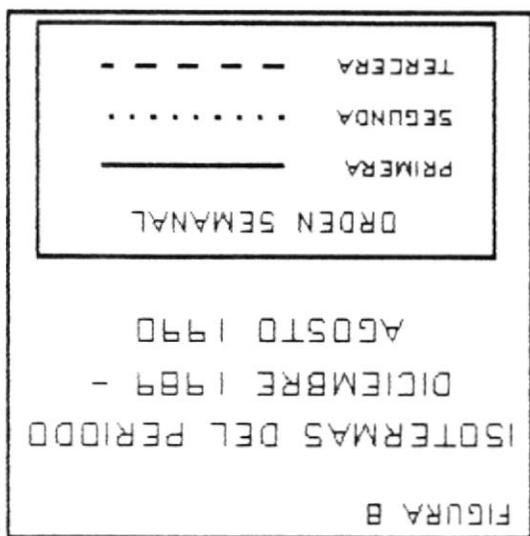
En la estación cálida la división de la Zona Central se hace presente nuevamente por encontrarse mayores TSM en la Zona Centro 2 (agua característica del Flujo de Panamá), siendo las condiciones similares a las que se tiene en la Zona Norte.

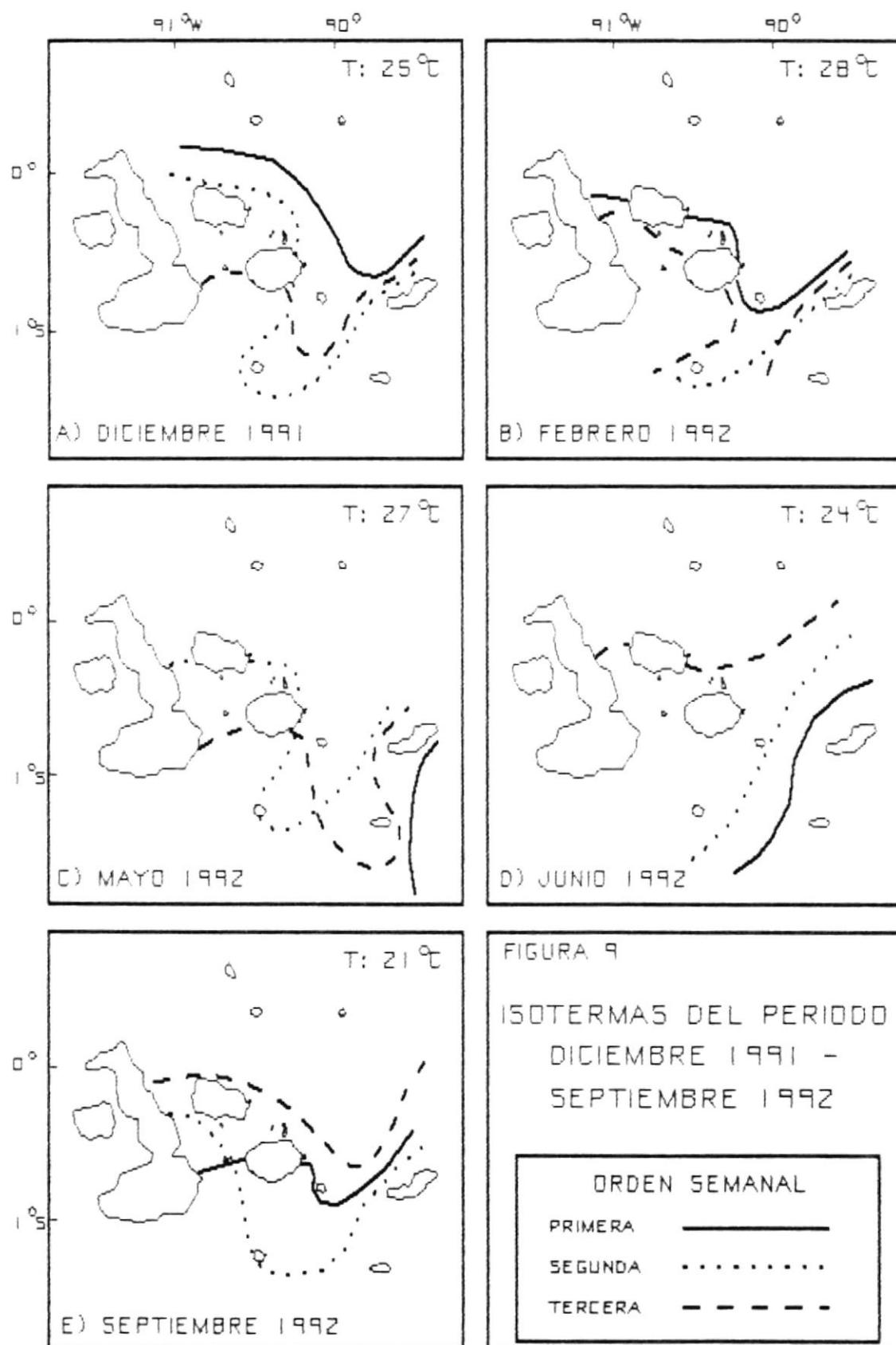
En el caso de las Islas Plazas se tendría que muestrear en un punto fijo con mayor regularidad para confirmar los altos valores de TSM encontrados. En estudios anteriores se incluía a Pta. Cormorán (Floreana) en la Zona Sur sin embargo por las TSM que se tienen normalmente, se la podría incluir en la Zona Central, aunque algunas veces se encuentren valores menores de TSM por la posible influencia de la Subcorriente Ecuatorial como fue sugerido por Pak y Zaneveld en 1973. Se puede decir que encontramos las TSM promedio de GPS en esta zona y de los sitios de muestreo el que se considera más representativo de condiciones promedio de TSM del archipiélago es Bahía Academia en la zona centro 1.

- d) Zona Sur-Este: Representada por Pta. Suárez y Bahía Naufragio, donde se tiene la directa influencia de la corriente ecuatorial del sur especialmente durante la estación fría. Estos puntos muestran mayor similitud en la estación cálida mientras que en la estación fría se tienen menores valores en San Cristóbal lo que podría ser una condición local en este sitio, situación que se confirmaría al tener mayor información de otros sitios de visita en San Cristóbal como Pta. Pitt, Cerro Brujo o León Dormido

III.1.3 GRAFICO DE ISOTERMAS SEMANALES

Otro método utilizado para demostrar la validez de la información obtenida es el de graficar isotermas semanales de distintos meses del período Noviembre 1989 - Noviembre 1992 [Figuras 8 y 9], escogiendo la isoterma de valor más característico de cada mes con el fin de observar tendencias particulares en los distintos meses del año tales como enfriamiento, calentamiento o la mayor influencia de las diferentes corrientes en determinados lugares o zonas. Se ha escogido diferentes meses considerados representativos de las estaciones en GPS, así como de los periodos de transición entre ambas estaciones, teniendo nuevamente que considerar el





factor limitante de cantidad de información obtenida en los diferentes sitios, lo que se ha tomado en cuenta para la selección de las semanas a describir. (Datos utilizados en gráficos en Anexo 1).

DICIEMBRE

Si bien en la mayoría de los casos este es un mes con tendencia a un progresivo aumento de TSM, en Diciembre de 1989 se observa que tanto al Oeste como en la Zona Centro 2 las condiciones fueron bastante frías alrededor del 22/12/89, encontrándose el valor mínimo del período de estudio 1989-1992 en Caleta Tagus (24/12/89, 16°C) pudiendo ser esto representativo de una mayor actividad de la Subcorriente ecuatorial en estos puntos considerados como zonas de afloramiento (Fauna característica de estos lugares es típica de aguas frías como el caso de pingüinos en Bartolomé y lobos de dos pelos en Pto. Egas). A finales del mes la TSM tiende a estabilizarse, se observa un incremento en Bartolomé (3°C) y en la Zona Sur (4°C) donde las condiciones a mediados del mes estuvieron bastante frías.

En Diciembre de 1991 se tiene condiciones bastante cálidas especialmente al Norte y al Oeste con un incremento gradual a medida que el mes transcurre, observándose un avance lento de agua cálida del

Norte y una menor presencia de afloramientos (TSM promedio 25°C).

FEBRERO

A principio de Febrero de 1990 no se tenía aún una estación cálida bien definida en casi todo el archipiélago, encontrándose valores altos solo en la parte norte. Después, se observa un rápido avance de agua cálida hacia el Sur manteniendo condiciones bastante estables en la Zona Central (TSM>27°C), situación que se generaliza en todo GPS también durante el mes de Marzo. En la Zona Oeste aunque las TSM encontradas no fueron frías (TSM 24°C), no se llegó a los valores del resto del archipiélago.

Febrero de 1992 fue un mes bastante cálido en todo GPS incluido la parte Oeste. Se tuvo una TSM de 28°C, observándose ligeras variaciones ($\pm 1^\circ\text{C}$) en las Zonas Norte y Centro 2. Empezándose a observar los efectos de esta alta TSM en sitios como Genovesa y Pto. Egas donde se observó un incremento de la mortalidad de iguanas marinas, el pico de esta estación cálida se lo tiene en Abril de 1992 con una TSM>29°C y altas precipitaciones, condiciones que en lugares como Pta. Suárez afectaron el retorno de los Albatros ondeados que anidan en esta parte de la Isla Española a partir de este mes.

En general se puede afirmar que las condiciones climatológicas más cálidas en todo el año, se manifiestan en GPS en el período Febrero-Abril.

MAYO - JUNIO

Las condiciones cálidas aún son evidentes a principios del mes de mayo (tendencia observada tanto en 1990 como en 1992), para luego tener un descenso rápido de aproximadamente 2°C en 2 semanas. En lugares como la colonia de piqueros de patas azules de Pta. Suárez, se tiene un inicio de actividad de reproducción coincidente con estos rápidos cambios de TSM. En 1992 este descenso fue aún más dramático al tenerse a principios de mes valores de 29°C en muchos de los sitios de muestreo, situación que se mantuvo en la primera quincena de Mayo en Bartolomé y Genovesa, mientras que en el resto de GPS se tuvo un descenso de TSM de hasta 2°C (promedio de 27°C), observándose la creciente influencia de agua fría de la Corriente Ecuatorial del Sur y del Oeste; esta influencia se hace más notoria en Junio que se puede definir como un mes bastante estable (TSM 24°C) con un gradual y lento descenso de TSM en todo el archipiélago.

AGOSTO - SEPTIEMBRE

El descenso de TSM se hace completamente evidente en

estos meses considerados como el período más frío del año (TSM 21°C) en que normalmente se obtienen valores mínimos de TSM en la mayor parte de GPS, sobre todo en el mes de Septiembre, lastimosamente este es el mes en que menor cantidad de información se tiene ya que la mayoría de compañías de ecoturismo del archipiélago optan por detener sus actividades y someter sus embarcaciones a reparaciones en la que es considerada temporada baja del ecoturismo en GPS.

En Octubre - Noviembre se inicia un lento incremento de la TSM (promedio 22°C) el mismo que se hace más notorio a partir del mes de Diciembre.

Como se puede apreciar se han hecho muchas asunciones tanto en la propuesta de zonificación de GPS como en la descripción de los cambios a lo largo del año, por que no se cuenta en la mayoría de los sitios con información continua, razón por la que se decidió realizar un estudio más específico en lugares en que se tuviera información diaria en un período de tiempo considerable. Se obtuvo esta información de dos lugares: Bahía Academia (Sta. Cruz) y Bahía Naufragio (San Cristóbal), las que serán estudiados más detalladamente en busca de mayor evidencia para la Zonificación de GPS así como

para establecer si existen diferencias en su uso como puntos representativos de las condiciones climatológicas del archipiélago.

III.2 DESCRIPCION DE LAS SERIES DE TIEMPO DE BAHIA

ACADEMIA (ISLA SANTA CRUZ) Y BAHIA NAUFRAGIO (ISLA SAN CRISTOBAL)

III.2.1 TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM)

Previo al análisis de las series de tiempo, de este parámetro podemos decir que se lo considera como el principal elemento regulador del clima en GPS, coincidiendo el ciclo estacional con la extensión de agua caliente superficial del norte que hace retroceder aguas frías. La duración e importancia de la estación cálida depende de la duración y distancia de la extensión de aguas tropicales hacia el sur. Aunque las islas están en el ecuador la TSM no es uniforme en espacio ni estable en tiempo.

Para un volumen fijo de océano a una latitud dada hay tres tipos de procesos que afectan la temperatura del mar:

1. Actuando a través de la superficie están:
 - Radiación

- Conducción de calor sensible desde y hacia el aire.
 - Pérdida de agua y energía por evaporación.
2. Por los lados:
- Advección de agua fría o caliente por las corrientes.
3. Procesos por el fondo:
- Mezcla, afloramiento y hundimiento

Uno de los factores de mayor importancia en controlar la TSM es el afloramiento, causado por el esfuerzo superficial del viento; el viento soplando a través de la superficie del océano pone agua en movimiento que está sujeto al efecto de coriolis (movimiento causado por la rotación de la tierra) que hace girar cualquier cuerpo en movimiento a la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda en el hemisferio sur.

En el caso de latitudes cercanas al ecuador vientos hacia el oeste producen movimiento hacia los polos en ambos hemisferios, moviendo la capa superficial de agua, entonces el agua fría de la profundidad se levanta para tomar su lugar (Newell, 1979)

En GPS como resultado de la corriente Ecuatorial del sur fluyendo hacia el oeste y los vientos alisios

del Sur Este se produce una divergencia en el sotavento (lado no expuesto al viento) de las islas en que el agua subsuperficial es inducida a subir.

Esto explica la zona de afloramiento al oeste y al noroeste de las islas; pero no los afloramientos locales dentro del archipiélago, que no están exactamente en fase con los vientos alisios. Durante la estación cálida cuando la corriente superficial es débil y los vientos son irregulares existen evidencias de afloramiento de pequeña escala al Oeste de Isabela.

En GPS se considera que los afloramientos se producen por efecto de la topografía del fondo que constituye un obstáculo al paso de la subcorriente ecuatorial, produciendo un desvío de sus aguas hacia el norte y el sur, y un ascenso de aguas frías hacia la superficie (Houvenaghel, 1978).

Analizando las figuras 10, 11, 12 y 13 y las tablas 2 y 3 ,se observa lo siguiente:

- Se distinguen claramente los eventos de El Niño de 1965, 1969, 1972 - 1973 (Sta. Cruz), así como El Niño 82 - 83, 1987 y 1992 en ambas estaciones.
- Respecto al período 1975 - 1977 aunque las anomalías son menores que en los años anómalos mencionados

TABLA II : CARACTERISTICAS ESTADISTICAS DE LAS SERIES DE TIEMPO			
	TSM(°C)	TA(°C)	PTN(mm)
STA. CRUZ			
PROMEDIOS MENSUALES 1965-1992			
MEDIA	23.5	23.9	39.9
DESVIACION ESTANDAR	1.9	2.1	89.3
MAXIMO	MARZO83 28.5	ABRIL69 28	MAYO83 660.2
MINIMO	JULIO88 18.9	SEPTIEMBRE 73 18.8	0
STA. CRUZ			
1975-1992			
MEDIA	23.6	23.9	46.5
DESVIACION ESTANDAR	1.9	2.1	103.8
MAXIMO	MARZO83 28.5	MARZO83 27.7	MAYO83 660.2
MINIMO	JULIO88 18.9	AGOSTO88 19.8	0
SAN CRISTOBAL			
1975-1992			
MEDIA	23.2	23.6	49.13
DESVIACION ESTANDAR	2.2	1.9	109.3
MAXIMO	MAYO83 29.6	ABRIL83 27.5	JUNIO83 611.8
MINIMO	AGOSTO88 17.7	AGOSTO88 20	0
STA. CRUZ			
1989-1992			
MEDIA	24	24.2	38.9
DESVIACION ESTANDAR	1.84	2.03	70.42
MAXIMO	ABRIL92 28.4	MARZO92 27.6	ABRIL92 313.6
MINIMO	AGOSTO90 21.4	SEPTIEMBRE89 20.9	0
SAN CRISTOBAL			
1989-1992			
MEDIA	22.4	24.1	55.1
DESVIACION ESTANDAR	2.52	1.6	79.7
MAXIMO	ABRIL92 27.6	ABRIL92 26.9	ABRIL92 328.2
MINIMO	SEPTIEMBRE89 18.6	SEPTIEMBRE89 21.1	0
VALORES DIARIOS ENERO 1991-MAYO1992			
STA. CRUZ			
MEDIA	24.97	25.09	2.39
DESVIACION ESTANDAR	2.05	1.95	8.43
MAXIMO	ABRIL25/92 28.9	MARZO18/92 29.1	MAR12/92 98.7
MINIMO	SEPT.11/91 20.3	SEPT.11/91 20.9	0
SAN CRISTOBAL			
MEDIA	23.86	25.09	3.19
DESVIACION ESTANDAR	2.56	1.68	9.56
MAXIMO	ABRIL23/92 29.7	ABRIL8/92 28.4	ENE30/92 77
MINIMO	OCT.2/91 16.7	SEPT.11/91 21.2	0

TABLA III : ANOMALIAS DE PARAMETROS OCEANO-ATMOSFERA	
TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM)	
STA. CRUZ (1965-1992)	
>2	1965,1969,1972-73,1983,1987,1992 (>27°C)
>1	1971,1975,1976-77,1979,1986,1990,1991
-2	1970,1988(<20°C)
<-1	1967,1973,1974,1975,1977,1981,1984,1985,1989,1990
SAN CRISTOBAL (1975-1992)	
3	1982-1983
>2	1987,1992
>1.5	1975,1976,1977,1978,1979,1991
<-2	1988,1989(<20°C)
<-1	1981,1990,1991,1992
•SE CONSIDERAN AÑOS ANOMALOS LOS QUE TIENEN VALORES DE DESVIACION ESTANDAR > a 1 o <-1	
TEMPERATURA DEL AIRE (T.A.)	
STA. CRUZ (1965-1992)	
2	1969 (27°C)
>1.5	1965,1966,1970,1971,1976,1982-83,1987,1992
-2.5	1973(<20°C)
<-2	1970,1985,1988
SAN CRISTOBAL(1975-1992)	
>1.5	1979,1983,1987,1992(>27°C)
-2	1975,1978,1988(<21°C)
PRECIPITACION (PTN)	
STA. CRUZ (1965-1992)	
7	1983(600mm)
3-4	1973,1975,1987,1992(>300mm)
>2	1965,1969,1972,1976,1981,1991(>100mm)
>1	1971,1978,1980,1990
SAN CRISTOBAL(1975-1992)	
5	1983(600mm)
3-5	1975,1982,1987(>300mm)
2	1991,1992
>1	1978,1986 (100-200mm)

PROMEDIOS MENSUALES
1975 - 1992

SANTA CRUZ

SAN CRISTOBAL

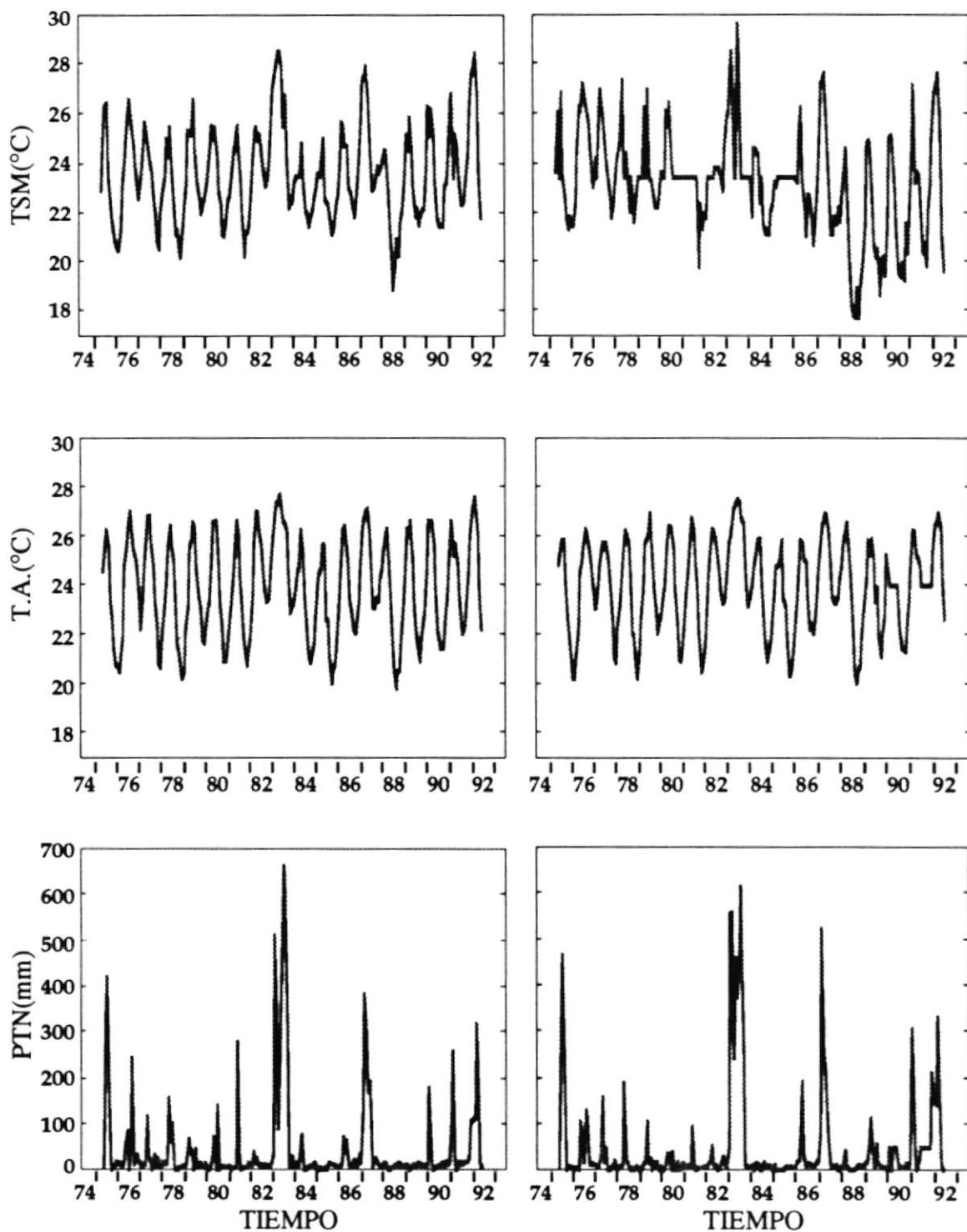


FIGURA 10.- PARAMETROS OCEANO-ATMOSFERICOS

PROMEDIOS MENSUALES
1975 - 1992

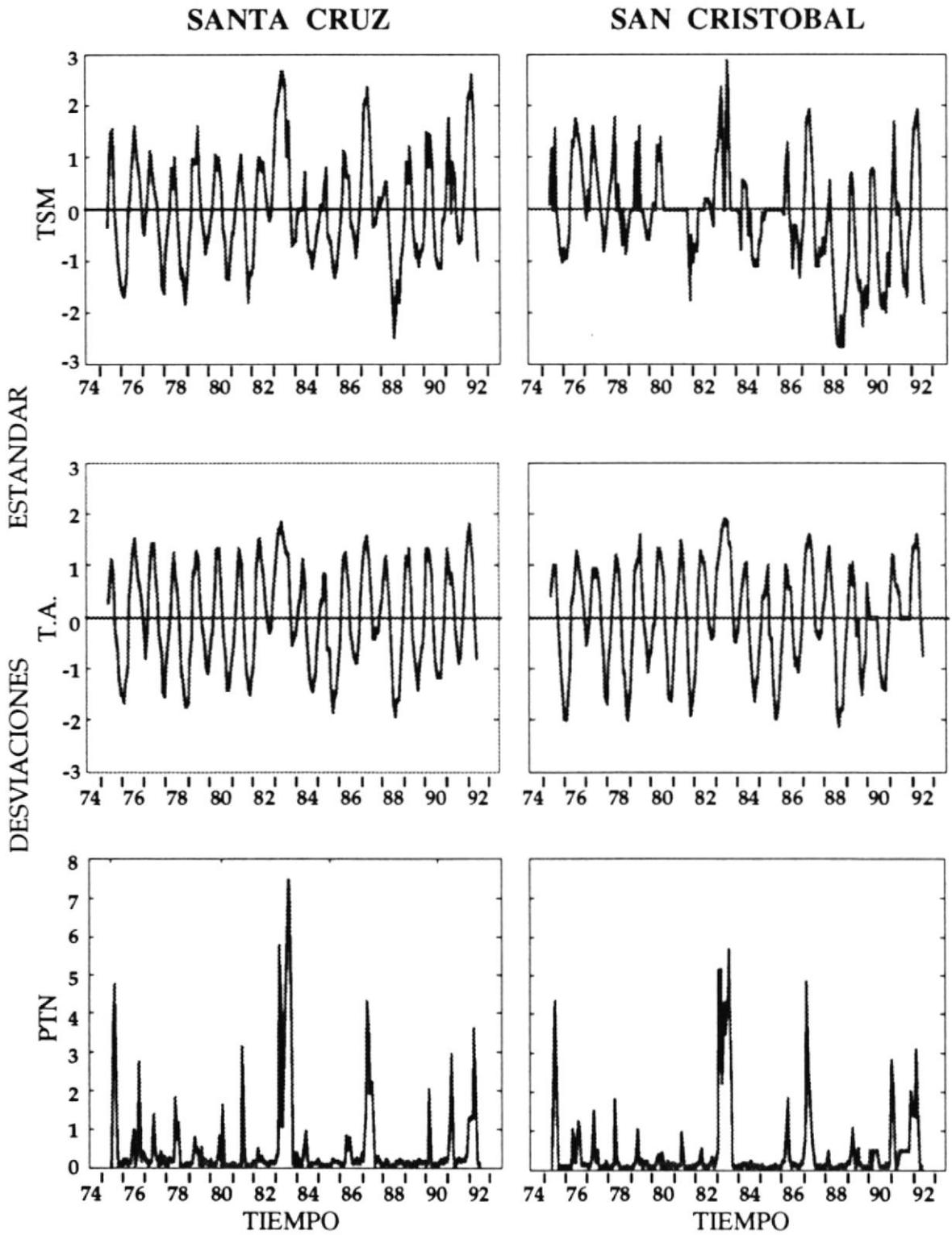


FIGURA 11.- ANOMALIAS DE PARAMETROS
OCEANO-ATMOSFERICOS

**PROMEDIOS MENSUALES
1965 - 1992
SANTA CRUZ**

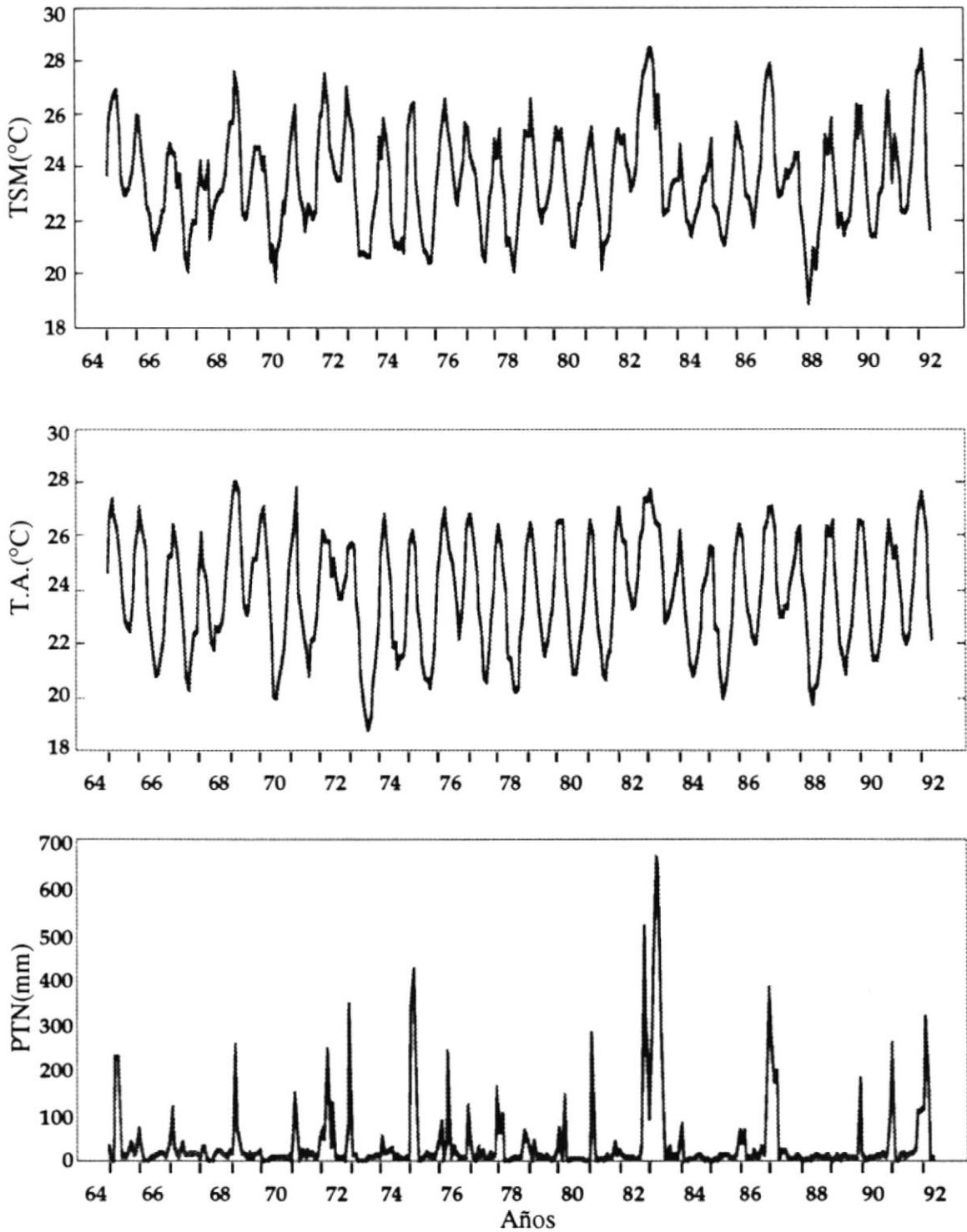


FIGURA 12.- PARAMETROS OCEANO-ATMOSFERICOS

PROMEDIOS MENSUALES
1965 - 1992
SANTA CRUZ

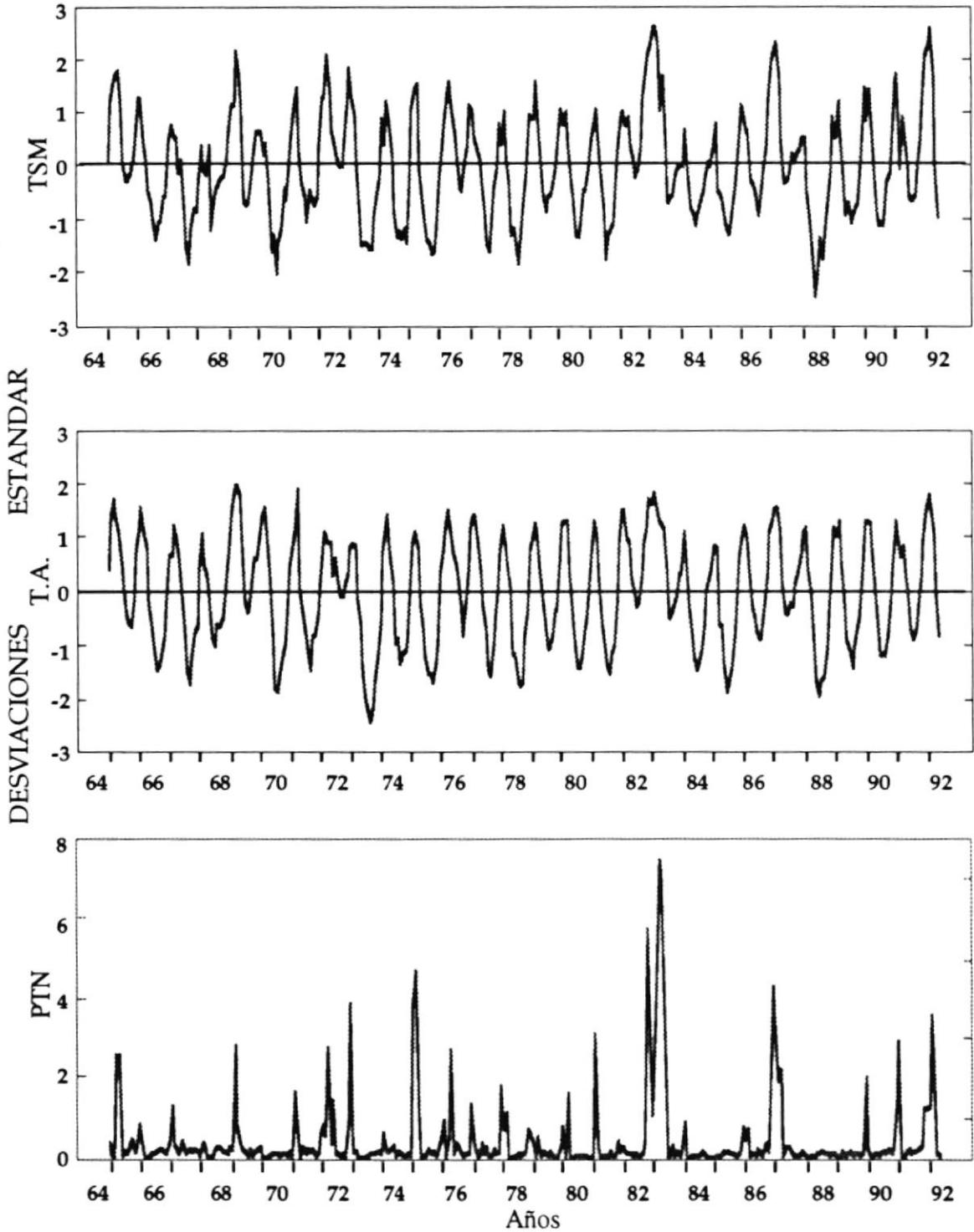


FIGURA 13.- ANOMALIAS DE PARAMETROS
OCEANO-ATMOSFERICOS

anteriormente, estas son significativas estadísticamente, (1975 se considera en Oceanografía como El Niño Abortado)

- El Niño 1976 - 1977 es más notorio en información de San Cristóbal
- Se tienen anomalías considerables en 1990 y 1991 situación que es destacable, puesto que después de El Niño 82 - 83 y 87 la preocupación acerca de este evento en el archipiélago ha ido en aumento.
- El Niño 1992 es más importante en Sta. Cruz con una anomalía similar a 1983 pero de menor duración.
- El Anti-El Niño 1988 sobresale por tener los menores valores del período de estudio en ambas estaciones. En Sta. Cruz destaca también la anomalía negativa de 1970.
- La media de TSM (1975 - 1992) es mayor en Sta. Cruz aunque la diferencia no es considerable (0.4°C)
- En el período 1989 - 1992 se tienen valores mucho menores en San Cristóbal. Incrementándose la diferencia de medias a 1.6°C
- Máximos y mínimos del período 1975 - 1992 ocurren en los mismos años (1983 y 1988 respectivamente), pero en distintos meses y con magnitud diferente [Tabla 2], siendo tanto mayor el valor máximo (29.6°C) como el mínimo encontrados en San Cristóbal (17.7°C). En cuanto a máximos y mínimos del período 1989 - 1992 el mayor valor máximo está en Sta. Cruz

(28.4°C) y el mínimo en San Cristóbal (18.6°C)

Analizando los valores promedio multianuales del período (1975 - 1992) [Figura 14] se observan tendencias similares en ambos sitios: Valores mayores a principios de año (meses calientes Febrero, Marzo, Abril), empieza a disminuir en Mayo, alcanzando valores menores en Agosto - Septiembre para comenzar a aumentar nuevamente en Noviembre. Se encuentra una TSM mayor en Sta. Cruz especialmente en la estación cálida, la diferencia disminuye en la estación fría.

Si bien existen diferencias especialmente a nivel de comportamiento ante ciertas anomalías y en períodos cortos como 1989 - 1992; en un período mayor (1975 - 1992) estas diferencias no son considerables.

III.2.2 TEMPERATURA DEL AIRE (T.A.)

Cuando se analiza ambos sitios en el período común (1975 - 1992) se encuentran mayores anomalías positivas y valores menores a 21°C más frecuentemente en Sta. Cruz; posiblemente por la mayor influencia de los vientos alisios del Sur-Este en Bahía Academia que está directamente expuesta a la acción de estos vientos cuya presencia es

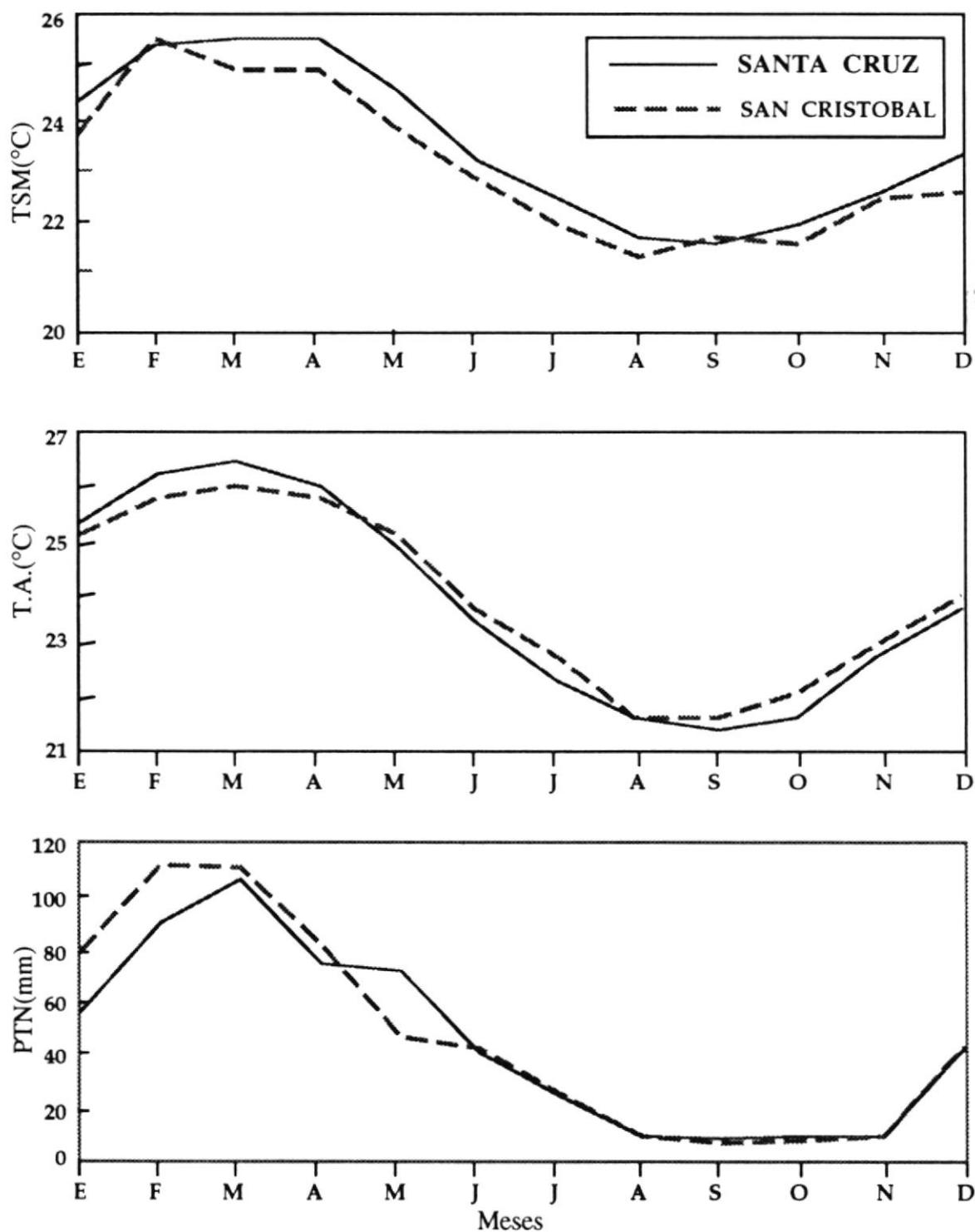


FIGURA 14.- PROMEDIOS MULTIANUALES DE PARAMETROS OCEANO-ATMOSFERICOS (PERIODO 1975 - 1992)

evidente en la estación fría. El rango anual es mayor en Sta. Cruz, lo que se distingue mucho mejor en la figura 14 de promedios multianuales el período (1975 - 1992) del que también se observa el ciclo anual con un máximo en Marzo y un mínimo en Septiembre tanto en Sta. Cruz como en San Cristóbal.

En cuanto a máximos y mínimos del período total (1975 - 1992) se los encuentra en similar magnitud y ocurrencia en este lapso (tabla 2). Aunque algo interesante destaca en la serie de Sta. Cruz (1965 - 1992), en TSM máximos y mínimos no cambian al considerar un período más corto (1975 - 1992); sin embargo en TA la situación es diferente, encontrándose estos valores en diferentes años y magnitud [Tabla 2].

En general se observa bastante similitud entre las anomalías de TA y TSM [Tabla 3], circunstancia que ha llevado a considerar que cuando aguas frías bañan las islas (mayor parte del año), la diferencia diaria entre temperaturas del mar y del aire es bastante débil (Houvenaghel, 1974).

Las diferencias entre ambos sitios en este parámetro son aún menores que en TSM, tanto al considerar el período 1975 - 1992 como en 1989 - 1992.

III.2.3 PRECIPITACION (PTN)

La extraordinaria variación de año a año en precipitación está considerada como lo más sorprendente del clima de GPS.

Esta variación es una característica común de regiones áridas, siendo errática en ocurrencia y cantidad, así como mayor en la estación húmeda que en la estación seca.

En las partes altas de las islas la PTN está más distribuida durante el año, los promedios mensuales varían menos y son más predecibles que en las partes bajas.

Se asocia una mayor PTN con El Niño (Grant, 1986); la más alta cantidad de PTN se la encuentra en El Niño 82 - 83 considerado el más fuerte del siglo. Sobresale también el año 1975 (llamado El Niño Abortado, ya mencionado en TSM), así como la relativa poca influencia de El Niño 1976 - 1977 en este parámetro.

En magnitud tenemos mayores anomalías en Sta. Cruz (Tabla 3) aunque al observar la figura 14 los promedios multianuales (1975 - 1992) son mayores en

San Cristóbal durante la estación cálida. Se tiene también un ciclo anual con valores máximos en Febrero y Marzo, y valores mínimos en Agosto, Septiembre y Octubre, en ambos lugares.

III.2.4 RESULTADOS VALORES DIARIOS

(Enero 1991 - Mayo 1992)

Aunque en el período 1975 - 1992 las diferencias entre Sta. Cruz y San Cristóbal no fueron importantes, se decidió indagar un poco más, esta vez a nivel de datos diarios en un período más corto, teniéndose un período común entre Enero 1991 a Mayo 1992, lapso que comprende interesantes variaciones en Abril y Mayo de 1991, así como la estación cálida de 1992, considerada como anómala. Esta indagación posterior para encontrar diferencias está alentada por:

- Observaciones efectuadas semanalmente en el programa de monitoreo en que se observan condiciones diferentes.
- Glynn y Wellington (1983), mencionan el hecho de que Bahía Naufragio puede ser en momentos anormalmente fría y sujeta a rápidos cambios de temperatura, sugiriendo la posibilidad de un afloramiento, aunque sus mediciones son de períodos muy cortos.
- Harris (1969) basado en sus observaciones y en las

de Abbott (1966) indica que las TSM en Bahía Naufragio son más bajas que la media general del archipiélago: 5°C durante la estación fría, 1.5°C durante la estación cálida.

Al revisar los figuras 15 y 16 y la tabla 2 se observa:

- La media general de TSM es mayor en Sta. Cruz (1.1°C)
- La medias de TSA y PTN son similares.

En máximos y mínimos se observa en TSM un mayor rango en San Cristóbal (13°C) lo que parece confirmar la observación de mayores valores en la estación cálida y menores en la estación fría en San Cristóbal, posiblemente por la presencia de la corriente ecuatorial del Sur y afloramientos en la estación fría y su significativa menor influencia en la estación cálida.

Cuando se comparan tiempos de ocurrencia de los máximos en TSM se las encuentra en la última semana de abril 1992, considerado el pico máximo del evento de 1992.

En cuanto a máximos y mínimos en TA, se tiene un mayor rango en Sta. Cruz (ya mencionado con promedios mensuales), encontrándose un mayor valor

VALORES DIARIOS
Enero 1991 - Mayo 1992

SANTA CRUZ

SAN CRISTOBAL

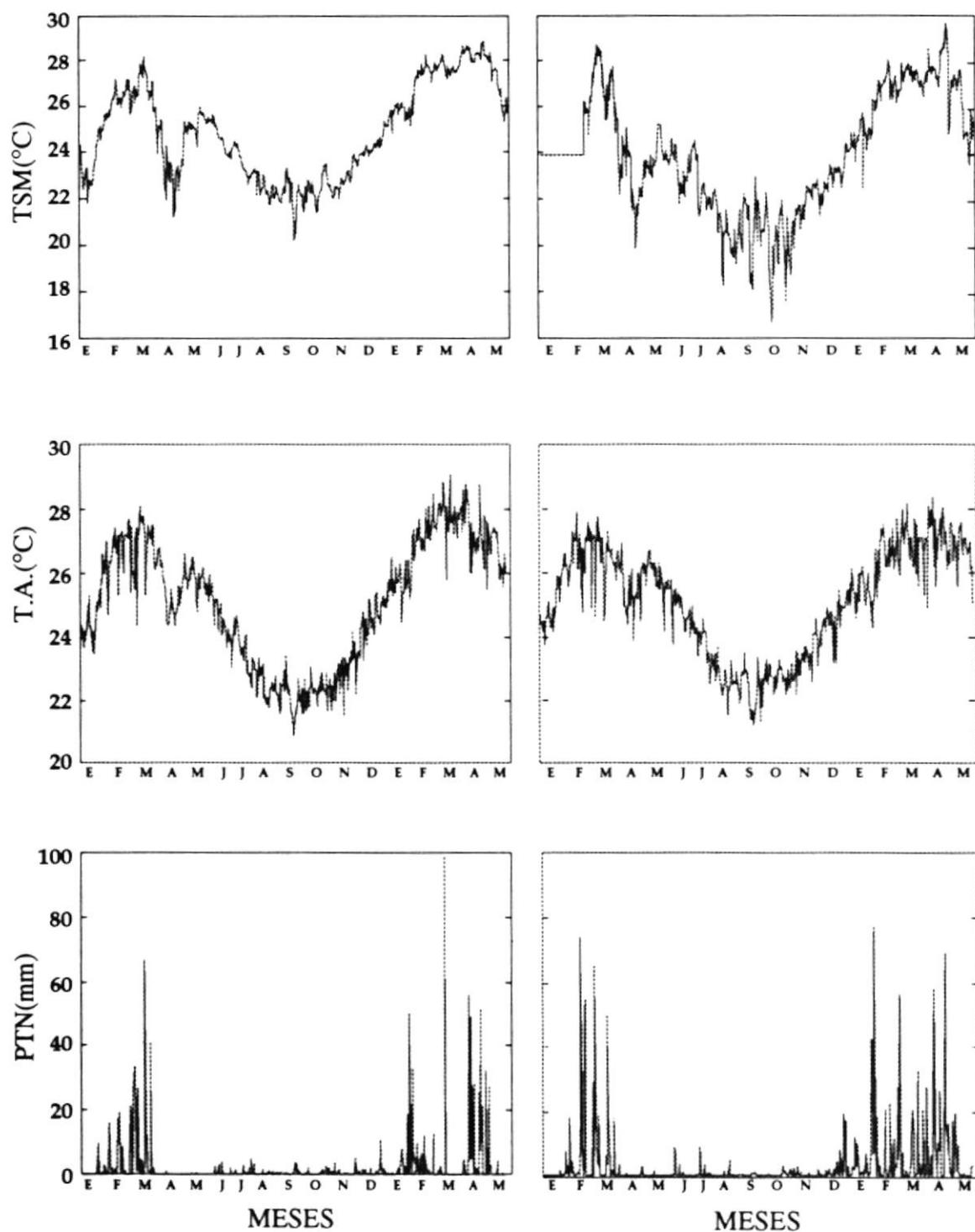


FIGURA 15.- PARAMETROS OCEANO-ATMOSFERICOS

VALORES DIARIOS
Enero 1991 - Mayo 1992
SANTA CRUZ SAN CRISTOBAL

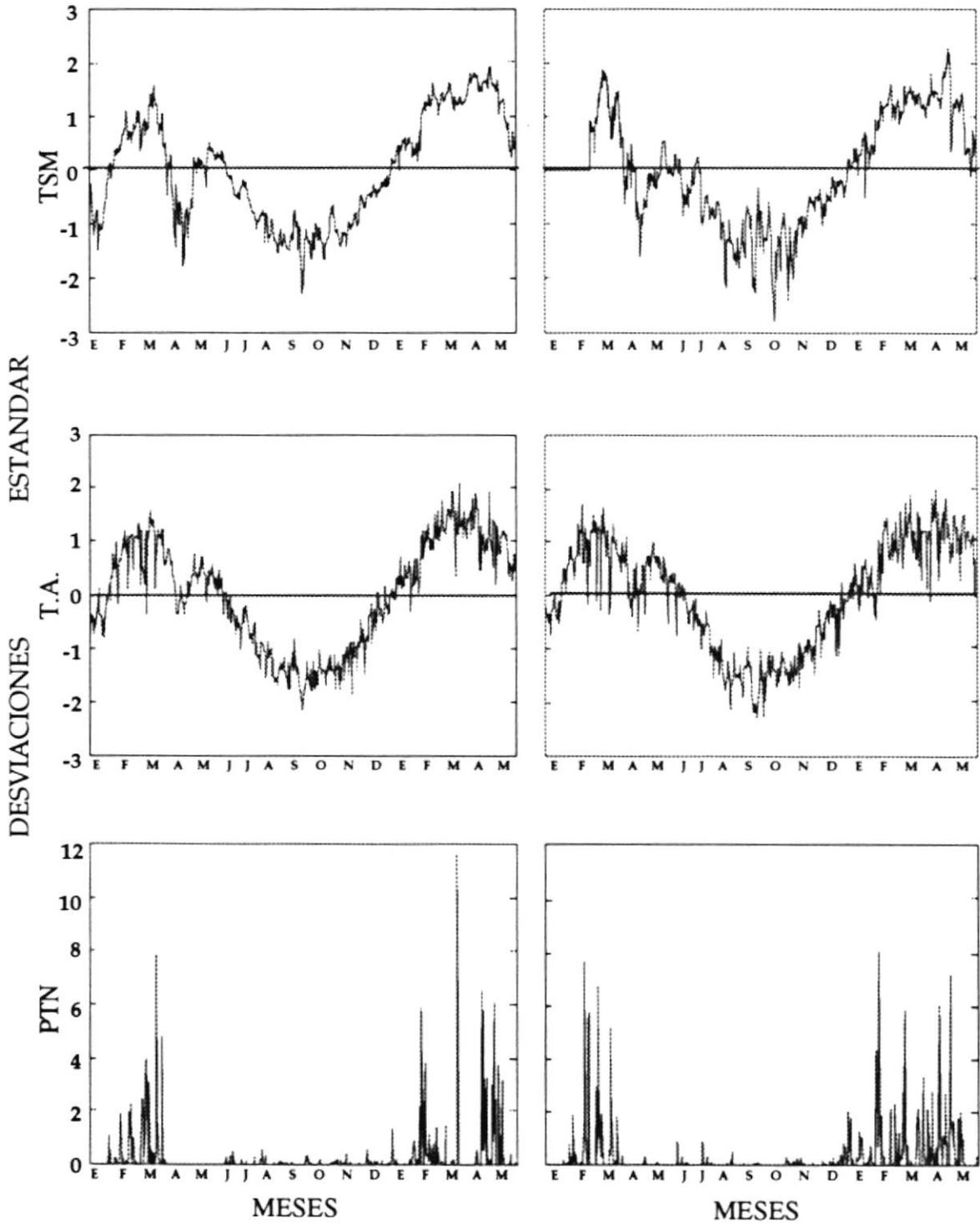


FIGURA 16.- ANOMALIAS DE PARAMETROS OCEANO-ATMOSFERICOS

máximo de PTN también en este sitio.

Al analizar datos diarios se encuentran diferencias considerables en TSM entre Sta. Cruz y San Cristóbal observándose además que las variaciones de TSM en Sta. Cruz son menos radicales que en San Cristóbal.

Esto es confirmado por testimonios como Glynn y Wellington (1983) que consideran el ciclo anual de Bahía Academia (Sta. Cruz) muy consistente, señalando a la vez que en sitios cercanos a Bahía Naufragio (San Cristóbal), como Pta. Pitt (parte este de la misma isla) se encuentran condiciones más cálidas.

III.3 ANALISIS DE RESULTADOS DE FUNCIONES EMPÍRICAS ORTOGONALES

Se procedió al uso de una técnica más sofisticada de análisis como la de Funciones Empíricas Ortogonales (EOF) para comparar la información que se puede obtener de los registros de TSM, TA y PTN de Sta. Cruz y San Cristóbal y poder tener una perspectiva más amplia de la utilización de estos sitios en un estudio de nivel oceánico, buscando similitudes o diferencias que permitan utilizar ambos lugares indistintamente o que especifiquen el uso particular

de uno de ellos.

Se aplicó la técnica tanto a promedios mensuales (1975-1992) de los que buscamos mayor información al cubrir un período de tiempo considerable, así como también a los valores diarios (Enero 1991- Mayo 1992) para apreciar algún cambio, si es lo que hubiere, de los resultados obtenidos previamente. Además por medio de las ponderancias se podrán observar las relaciones entre los parámetros de estudio, lo que es también considerado uno de los objetivos de este trabajo.

III.3.1 PROMEDIOS MENSUALES (1975 - 1992)

a) SANTA CRUZ

Antes de proceder al análisis de los resultados obtenidos conviene definir el criterio a utilizar para la consideración de un modo o función como significativo, para lo cual se analizó diferentes estudios en que se utiliza esta técnica y se decidió considerar como modos principales aquel o aquellos cuyo porcentaje de varianza o la suma acumulativa del mismo sea 85% o más, una vez obtenido este porcentaje de varianza los demás modos no serán considerados importantes.

En Sta. Cruz, se observa en la Tabla 4 que los dos primeros modos son significativos, explicando el Modo 1 un mayor porcentaje de varianza (78.4%), mientras el Modo 2 explica el 19.8%.

Se ha manifestado que cada modo puede tener una interpretación física por lo que revisando su serie de tiempo y su periodicidad [Figuras 17 y 19] se encuentran gran similitud entre el Modo 1 y la variación estacional o ciclo anual (ciclo anual de GPS, sección 2.3).

En el caso del Modo 2 [Figuras 18 y 20] se encuentra evidencia tanto de eventos El Niño como de la variación estacional.

Si se comparan las series de tiempo del modo 1 y del modo 2 [Figuras 17 y 18] podemos observar que estos se comportan de manera opuesta y solo en el caso de eventos tipo El Niño coinciden, esto nos lleva a pensar en conceptos como el emitido por Kogelschatz et. al (1985) que expresan que El Niño es una intensificación del ciclo anual normal de temperatura.

La misma periodicidad de estos modos (aproximadamente 12 meses) nos hace ver como están

altamente relacionados. En cuanto a periodicidad se puede observar en las figuras 19 y 20, que se insinúa cierta actividad de menor frecuencia, la que no se distingue claramente quizás por la longitud del registro (17 años), lo que nos permitiría solamente apreciar periodicidades de hasta 1.7 años, ya que se necesitan por lo menos diez realizaciones de cualquier evento para que pueda ser detectado y considerado válido a un nivel estadístico.

Sin embargo al considerar la serie mayor duración (27 años), en Sta. Cruz (1965-1992), se puede observar que aunque este pico no está bien definido [Figura 21] su periodicidad sería de casi cuatro años lo cual es una evidencia importante de eventos El Niño, así como de la calidad de esta serie aunque sea resultado de un registro local.

En cuanto a relaciones entre los parámetros de estudio, al considerar las ponderancias (varianza de cada parámetro explicada por cada modo) podemos apreciar la buena relación entre TSM y T.A., en ambos el modo 1 es el más importante, no así en PTN en que tanto el modo 1 como el modo 2 tienen igual importancia, pudiendo decir que esto representa el efecto de El Niño en PTN.

TABLA IV							
RESULTADOS FUNCIONES EMPÍRICAS ORTOGONALES							
PROMEDIOS MENSUALES 1975-1992							
	MODO	VALORES	%VARIANZA	SUMA	PONDERANCIAS		
		CARACTERÍSTICOS	EXPLICADO	ACUMULATIVA	TSM	TA	PTN
STA. CRUZ	1	2.35	78.39	78.39	93.53	85.93	55.73
	2	0.59	19.76	98.15	3.46	11.64	44.17
	3	0.06	1.85	100	3.01	2.43	0.1
SAN CRISTOBAL							
	1	2.12	70.74	70.74	77.06	75.34	59.82
	2	0.56	18.68	89.42	6.28	9.66	40.1
	3	0.32	10.58	100	16.65	15	0.08
VALORES DIARIOS ENERO 1991-MAYO1992							
STA. CRUZ	1	2.01	67.1	67.1	93.34	89.28	18.77
	2	0.9	30.03	97.13	2.36	6.55	81.18
	3	0.09	2.87	100	4.39	4.16	0.05
SAN CRISTOBAL							
	1	1.93	64.4	64.4	90.77	85.33	17.11
	2	0.92	30.65	95.05	1.62	7.62	82.72
	3	0.15	4.95	100	7.6	7.05	0.18

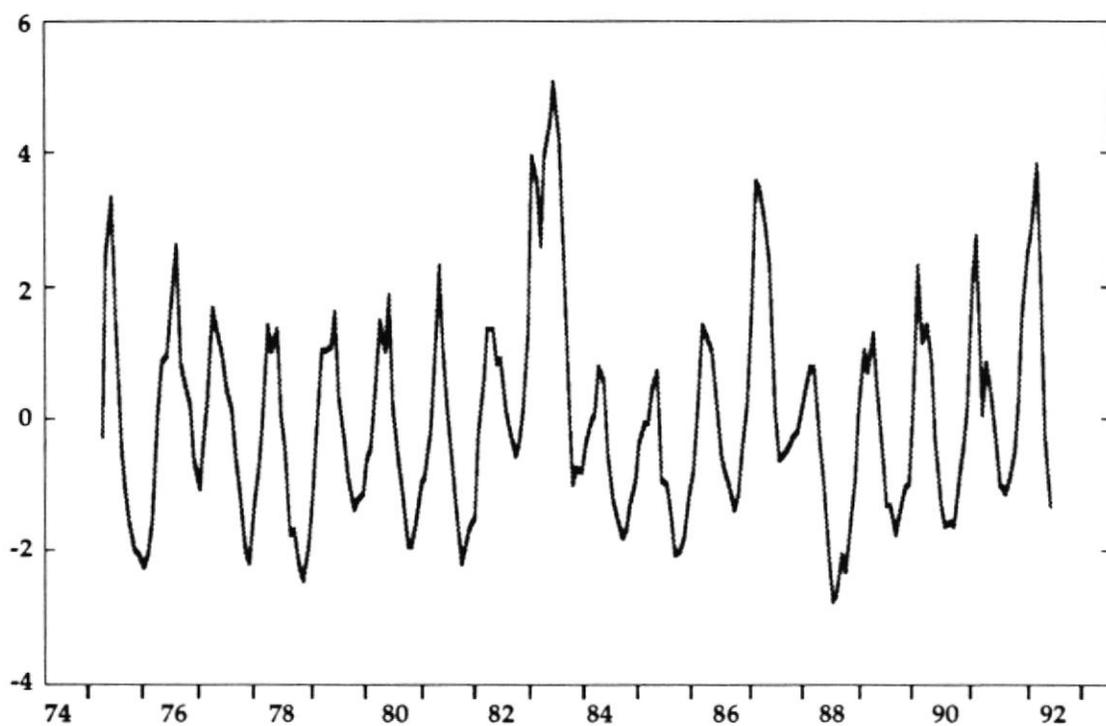
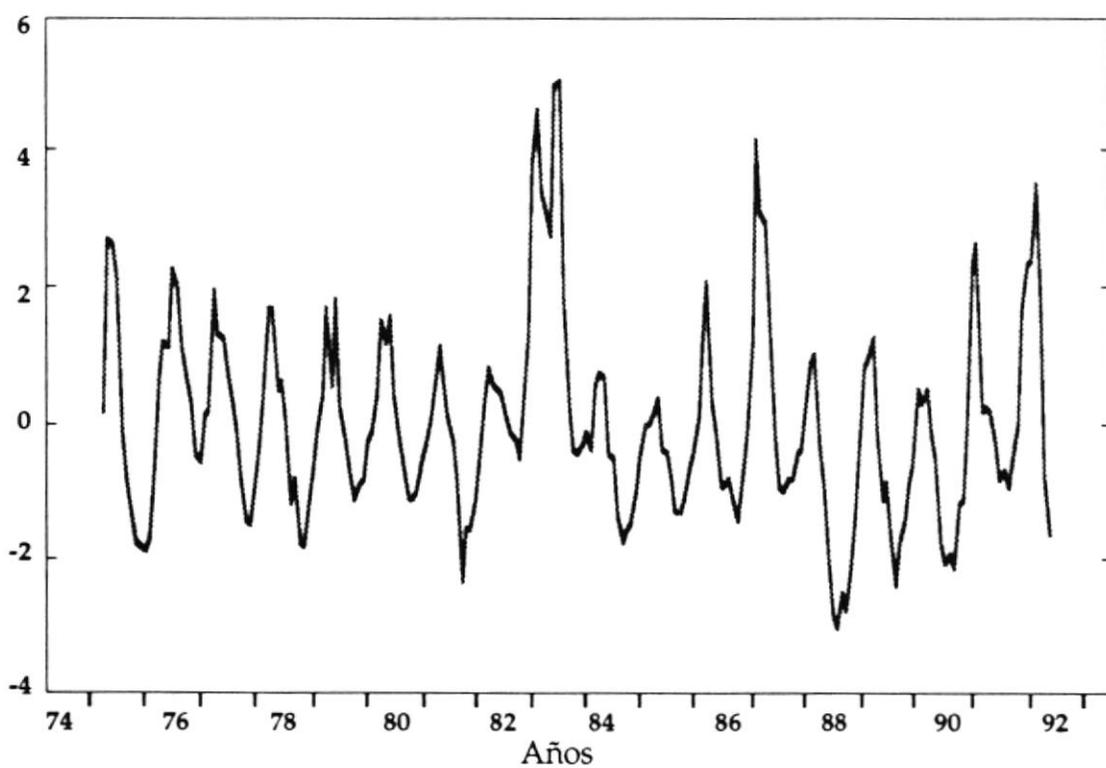
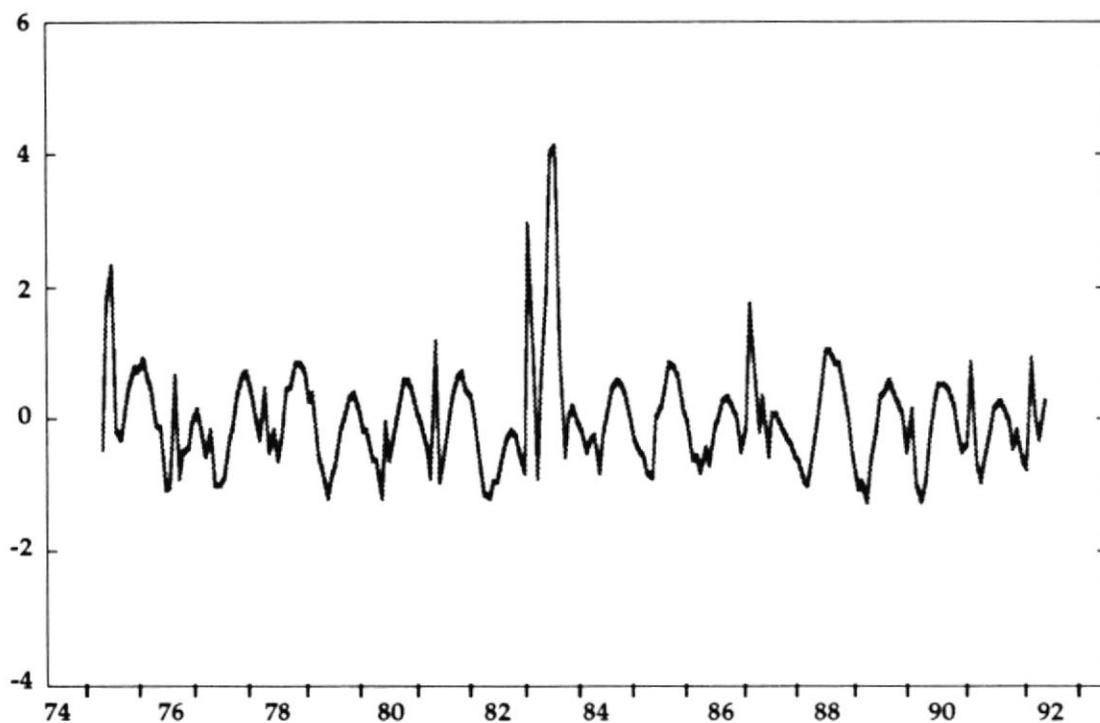
1975 - 1992**SANTA CRUZ****SAN CRISTOBAL**

FIGURA 17.- SERIE DE TIEMPO DEL MODO 1

1975 - 1992
SANTA CRUZ



SAN CRISTOBAL

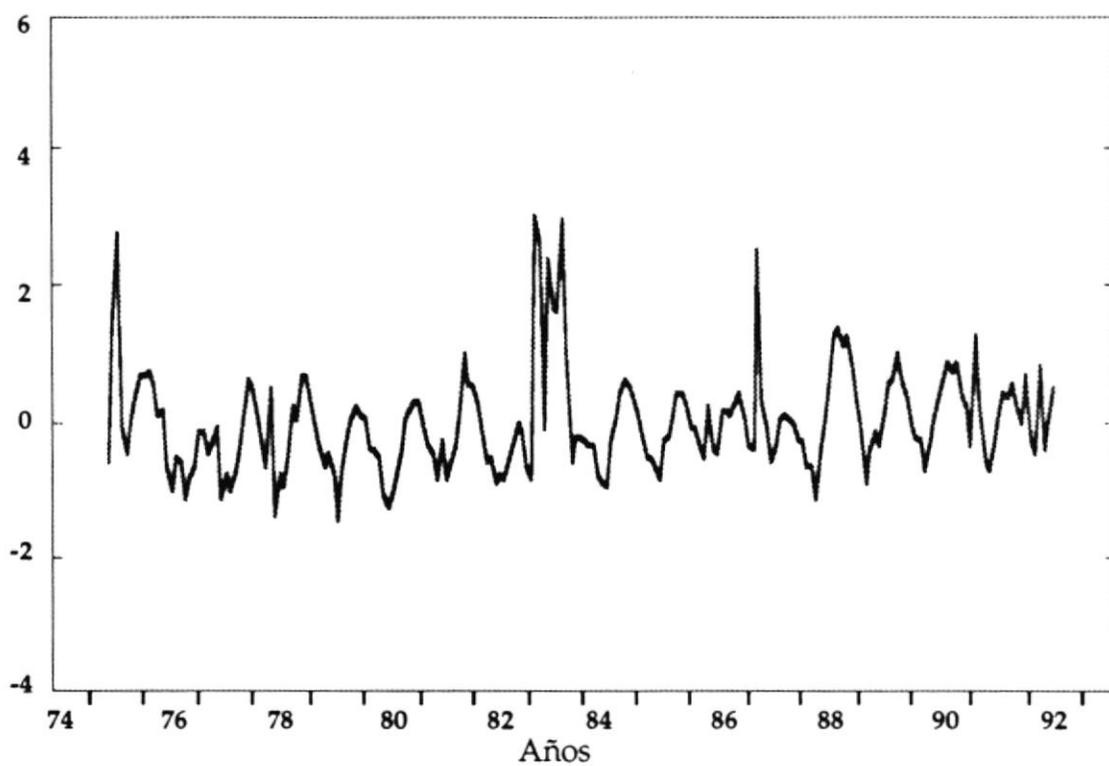
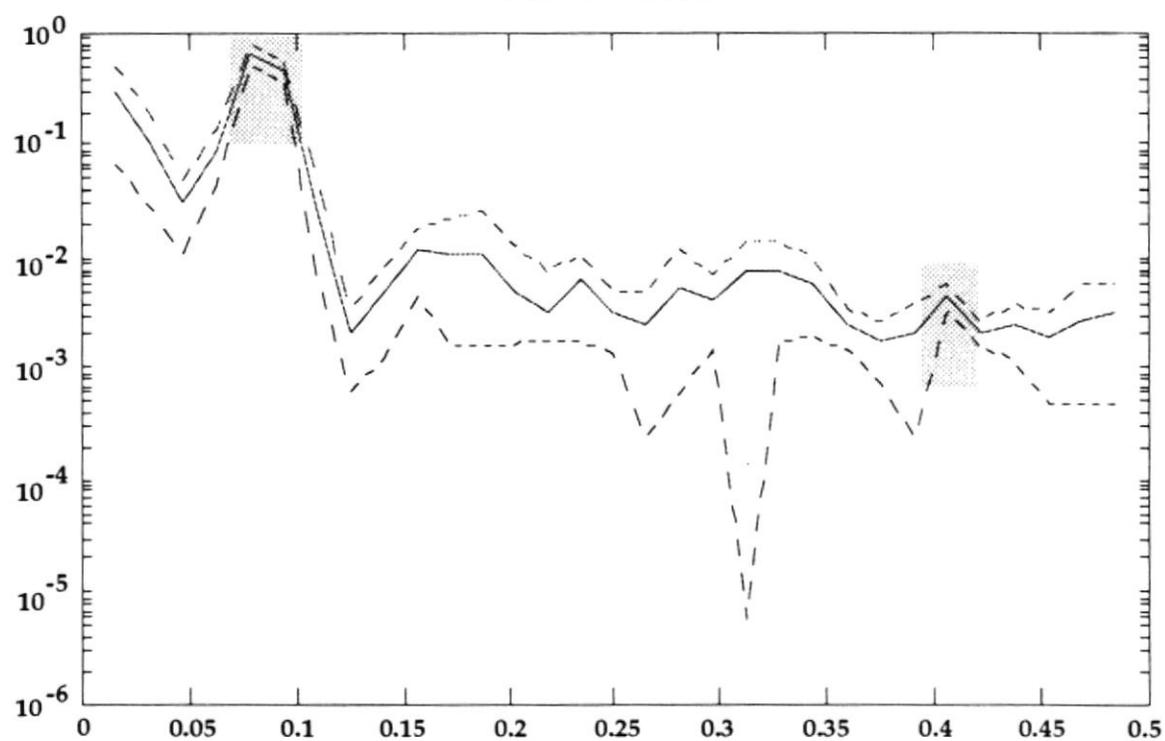


FIGURA 18.- SERIE DE TIEMPO DEL MODO 2

1975 - 1992

SANTA CRUZ



SAN CRISTOBAL

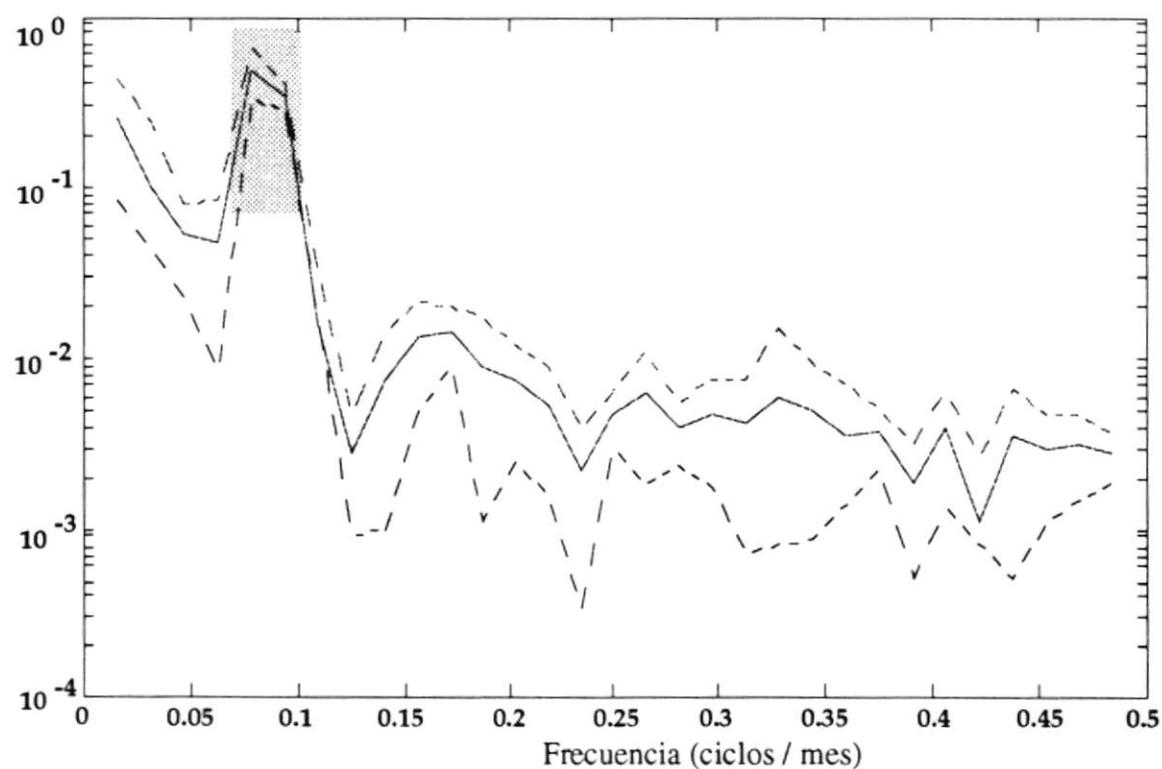
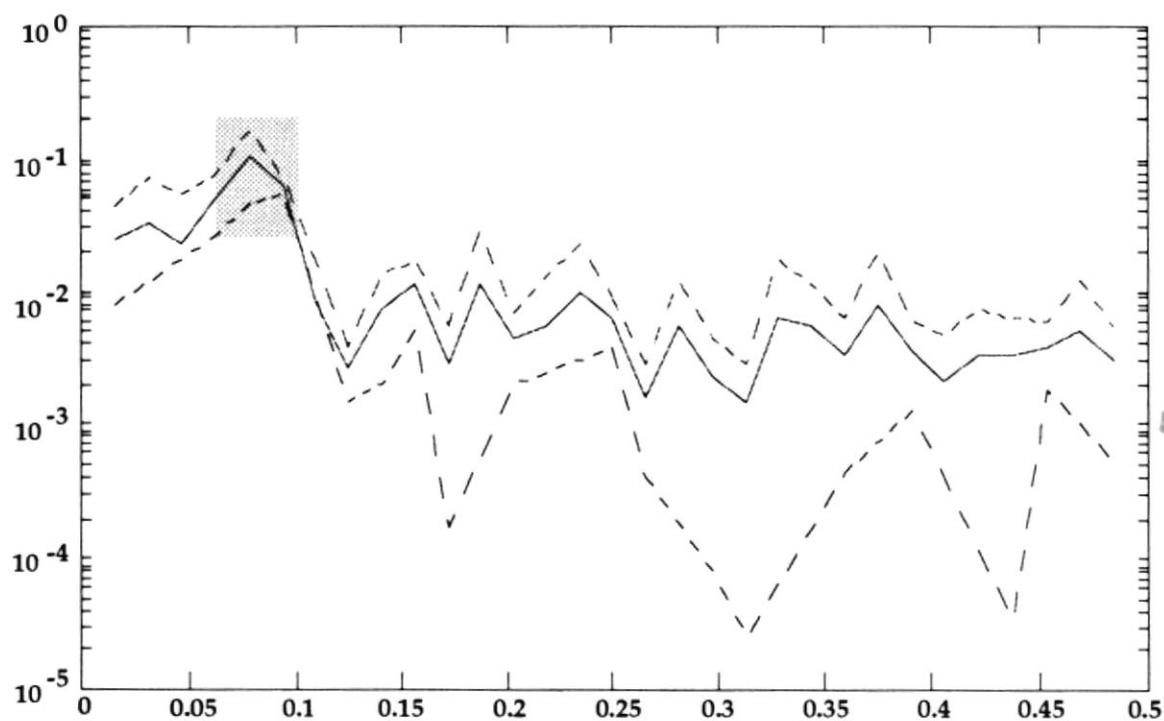


FIGURA 19.- DENSIDAD ESPECTRAL DEL MODO 1

1975 - 1992

SANTA CRUZ



SAN CRISTOBAL

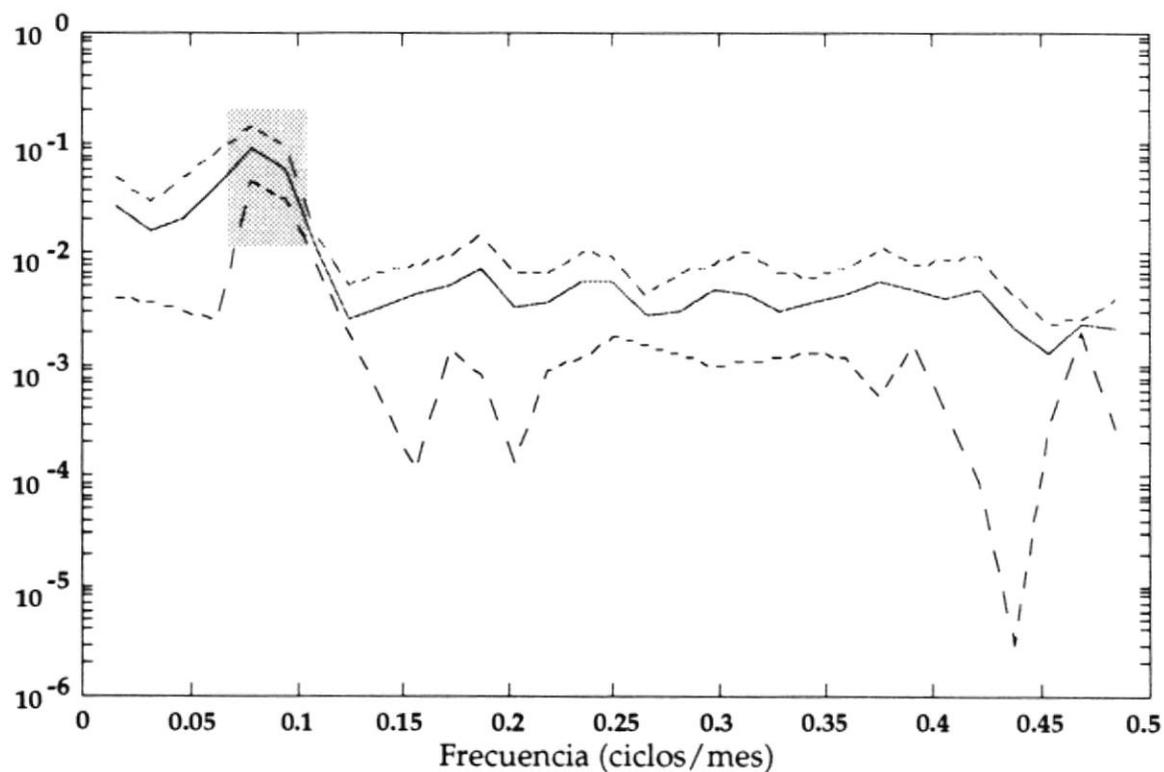


FIGURA 20.- DENSIDAD ESPECTRAL DEL MODO 2

1965 - 1992
SANTA CRUZ

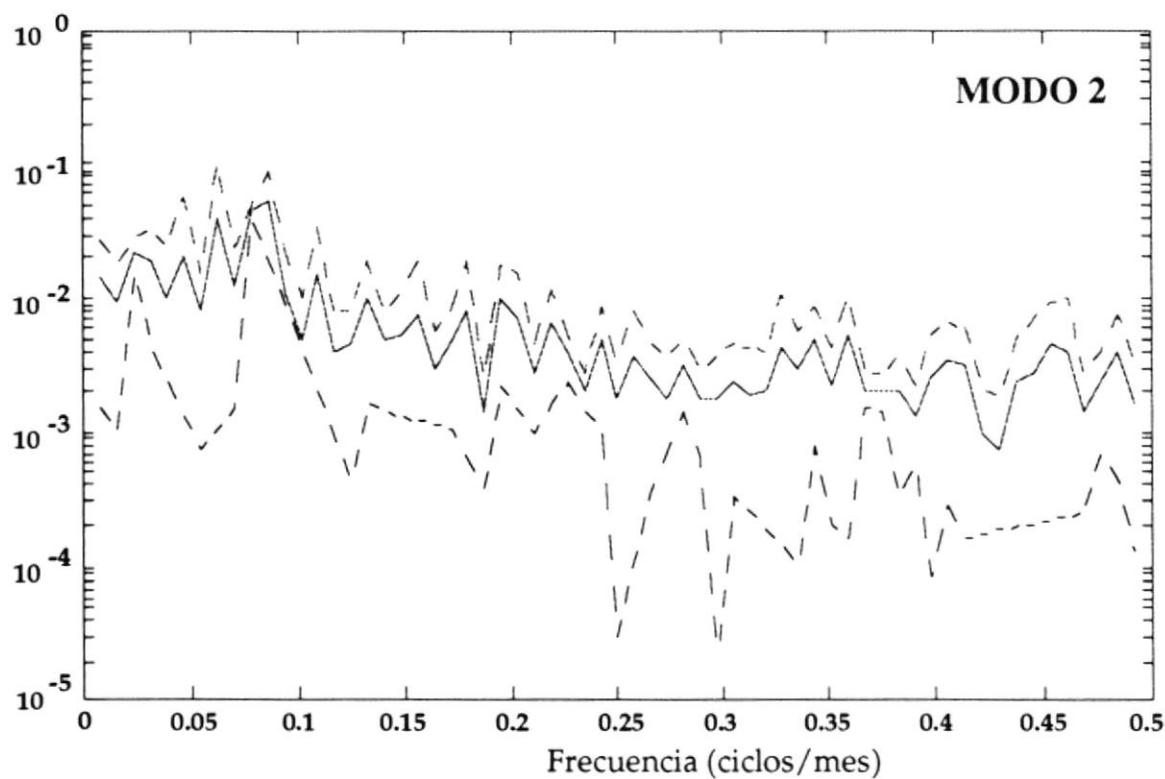
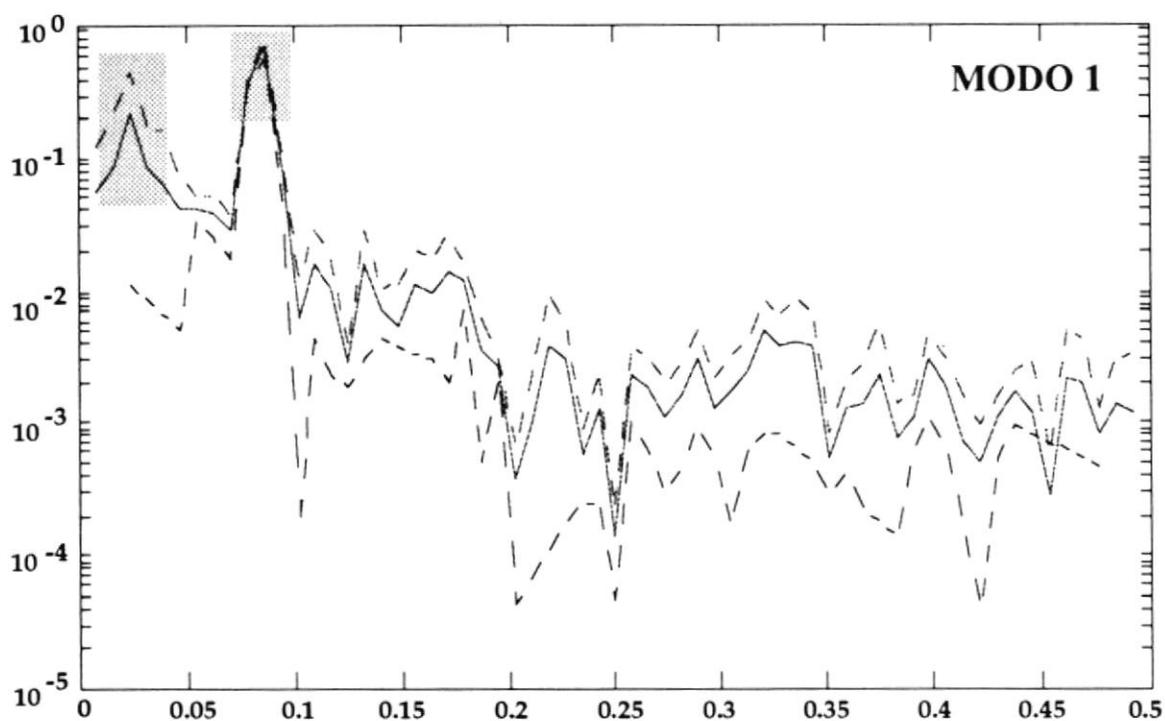


FIGURA 21.- DENSIDAD ESPECTRAL DEL MODO 1 Y MODO 2

b) SAN CRISTOBAL

Los resultados obtenidos son similares [Figuras 17, 18, 19 y 20] ya que nuevamente el modo 1 y el modo 2 son significativos, sin embargo los porcentajes de varianza son diferentes 70.74% y 18.68% para el modo 1 y el modo 2 respectivamente [Tabla 4].

La mayor diferencia la encontramos en las ponderancias de TSM y T.A., ambos parámetros continúan bien relacionados, pero ahora el modo 3 explica un mayor porcentaje de varianza que el modo 2, para ambos parámetros. Buscando una interpretación física, al menos a través de una asociación cualitativa, se podría sugerir que el modo 3 representa afloramiento local.

En PTN no se encuentran diferencias en las ponderancias con respecto a Santa Cruz.

Los resultados en ambos lugares están en concordancia con los obtenidos anteriormente por:

- Weare et. al (1976) que utilizó solo TSM a nivel del Océano pacífico hasta los 20°S en el período 1949-1973.

- y por Silva (1992) quien efectuó el análisis en San Cristóbal en el período 1975-1989, usando también presión atmosférica.

III.3.2 VALORES DIARIOS (Enero 1991 - Mayo 1992)

Si bien esta serie cubre un período de tiempo menor su longitud es mayor (510 datos) lo cual influyó para proceder a la aplicación de EOF a este registro ya que nos interesó observar una posible diferencia de resultados al variar la longitud de la serie y el período de estudio.

Sin embargo, al comparar estos resultados con los del período 1975-1992, se observa nuevamente que los dos primeros modos continúan siendo principales aunque en el período 1991-1992 el modo 2 explique un mayor porcentaje de varianza (30%) en ambos sitios [Tabla 4].

Las diferencias de ponderancia que se observaban entre Sta. Cruz y San Cristóbal se minimizan. Tanto en TSM como en T.A. el modo 1 es considerado el único principal, ambos parámetros mantienen su relación. El mayor cambio lo tenemos en PTN donde el porcentaje de varianza explicado por el modo 1 se reduce considerablemente (18%), mientras que el

porcentaje del modo 2 aumenta hasta ser considerado el más importante (82%) pudiendo ser esto representativo de la anómala estación cálida registrada en 1992.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se propone una zonificación como parámetro principal dentro del Archipiélago de Colón [Figura 7], utilizando Temperatura Superficial del Mar, que puede ser expresada con cinco zonas básicas que se definen como:

	Rango de TSM
Zona Norte: Isla Genovesa	23.9-27.4°C
Zona Oeste: Islas Isabela y Fernandina	20.7-24.5°C
Zona Centro 1: Islas Sta. Cruz, Baltra y Floreana	22.2-26.5°C
Zona Centro 2: Islas Santiago y Bartolomé	22-27.3°C
Zona Sur-Este: Islas San Cristóbal y Española	20.6-25.7°C

Siendo la Zona Norte el punto donde se encuentran los más altos valores de TSM en GPS durante todo el año, como resultado de una clara influencia de aguas del Flujo de Panamá, mientras que los menores valores de TSM se encuentran principalmente en la Zona Oeste y luego en la Zona Sur-Este, que se encuentran bajo la acción directa de aguas de la Subcorriente Ecuatorial y de la Corriente Ecuatorial del Sur respectivamente; condiciones promedio generales del archipiélago se encuentran en la Zona

Centro 1 que se puede agrupar como una sola Zona con la Zona Centro 2 durante la estación fría, mientras que durante la estación cálida las diferencias entre estas dos zonas se intensifican, encontrándose mayores valores de TSM en la Zona Centro 2, que recibe la influencia de agua cálida de la corriente de El Niño. Debido a la poca densidad de estaciones disponibles en GPS esta delimitación debe considerarse como una propuesta del autor que debe ser confirmada con un muestreo sistemático en puntos representativos del Archipiélago. Aparte de los datos de TSM, para la zonificación propuesta se han tomado en cuenta los regímenes de corrientes, batimetría de la zona e investigaciones previas.

2. Se deja establecida la validez de la información obtenida por medio de barcos de ecoturismo en las Islas Galápagos, la cual es importante para visualizar las variaciones de la influencia de las diferentes corrientes marinas en los distintos puntos de GPS, así como para conocer procesos locales que afectan éstas áreas y nos ayuden a entender un poco más del porque de las diferencias entre las distintas especies de plantas y animales encontradas en ellos.

Todo lo expresado en esta conclusión necesita de trabajo cuantitativo para su confirmación por lo que se podría recomendar ciertos factores a tomar en cuenta para

garantizar la calidad de la información a obtenerse, podemos mencionar por ejemplo:

- Toma diaria de datos: Esto sería posible revisando los itinerarios de cada embarcación aprobados por el Parque Nacional Galápagos, determinando los días de visita en determinados lugares.
- Considerar la variación diurna, que por estudios realizados durante la estación fría sería de 2°C con un máximo a las 14H00. De acuerdo a la Teoría de Wegemann (1920) esta variación debería ser de solo 0.3-0.4°C.
- Entrega de termómetros de balde a personal calificado: Se cuenta con 280 Guías Naturalistas activos que junto a oficiales y tripulación de las aproximadamente 80 embarcaciones en el Parque Nacional Galápagos pueden ser capacitados para la toma de datos, cuidado de los termómetros y entrega de la información obtenida.
- Instituciones participantes del Programa de Monitoreo: Como se había mencionado anteriormente este Programa se interrumpió en el pasado por diferentes motivos entre los que se contaban la rotura de termómetros de balde y pérdida de

información. Para el reemplazo de los termómetros de balde se puede contar con el apoyo de instituciones como ESPOL, INOCAR, INAMHI, INP; que se verían beneficiadas con el intercambio de información, se especifica intercambio ya que la información obtenida podría confirmarse o ampliarse con datos de cruceros de estas instituciones que incluyan el área de las Islas Galápagos.

En cuanto a la información recogida esta deberá ser publicada periódicamente. Al inicio del programa se presentó una cartelera, en el Centro Van Straelen de la Estación Darwin, con los datos recogidos que fue de mucho interés tanto para los participantes del programa de monitoreo como para el público en general.

La distribución y disponibilidad de información es necesaria por cuanto muchos estudios en el área de GPS requieren información previa de condiciones básicas, que ayuda a la correlación de diferentes factores, llevándonos a una mejor comprensión de la situación general del archipiélago.

Se podría incluir también la toma de muestras para análisis de parámetros como Salinidad o nutrientes, lo que sería la base para un estudio más específico de afloramientos locales en el archipiélago. Los parámetros

oceanográficos mencionados previamente deberían ser correlacionados con parámetros metereológicos de estaciones fijas (especialmente TA, PTN, Humedad del aire y nubosidad) y estos a la vez con observaciones biológicas (diversidad y densidad de Fauna y Flora) para poder realizar una clasificación bioclimática de GPS. Esta sería una información invaluable para ayudar en el manejo adecuado de los recursos naturales de la región.

3. Cuando se comparan los registros de Bahía Academia (Sta. Cruz) y Bahía Naufragio (San Cristóbal) utilizando promedios mensuales del período 1975-1992 no se encuentran diferencias significativas entre ambos lugares, ya que habría lo que podría llamarse compensación entre valores altos y bajos (se tiene un mayor rango en San Cristóbal, encontrándose también mayores valores máximos y mínimos), sin embargo al efectuar esta comparación en un período más corto utilizando tanto promedios mensuales (período 1989-1992) como datos diarios (Enero 1991- Mayo 1992), se puede apreciar que estas diferencias se magnifican especialmente a nivel de Temperatura Superficial del Mar donde se encuentran diferencias considerables, en cuanto a los otros parámetros considerados (TA y PTN) no se aprecia mayor diferencia.

En el análisis de Funciones Empíricas Ortogonales se

observa que en ambos lugares el comportamiento de los parámetros considerados es semejante ya que tanto el Modo 1 y el Modo 2 son considerados significativos.

Por lo antes expuesto se puede expresar que ambos sitios pueden ser utilizados indistintamente para representar las Islas Galápagos en estudios que se efectúen a nivel oceánico en un período de tiempo considerable.

Pero en el caso de que se deseen conocer características oceanográficas actuales del archipiélago se preferiría utilizar Bahía Academia ya que las variaciones de TSM son menos dramáticas en este punto y analizando la información obtenida en estos últimos años se puede observar que representa mejor las condiciones promedio de GPS en un momento particular.

4. En el Análisis de Funciones Empíricas Ortogonales se encontraron ciertas particularidades como:

Se puede asociar el Modo 1 directamente con el ciclo anual y en el Modo 2 se encuentra evidencia tanto del ciclo anual como de eventos ENOS. Ambos modos son significativos en este estudio tanto a nivel de promedios mensuales como de valores diarios en TSM y TA, mientras que en PTN se observa la mayor importancia del Modo 2 especialmente al considerar valores diarios, lo que puede

manifestarse como la influencia directa de ENOS en este parámetro, el período en el que se tienen estos valores diarios incluye la estación cálida de 1992 considerada como un evento El Niño.

En San Cristóbal tiene una importancia significativa el Modo 3, pudiendo relacionárselo con afloramientos locales, posibilidad que tendría que ser estudiada de una manera más particular en toda la zona de Bahía Naufragio.

En cuanto a relaciones entre parámetros, vista a través de las ponderancias, se puede apreciar que existe una muy buena relación entre TSM y TA, que no se encuentra tan bien definida con la PTN.

En el cálculo de la densidad espectral de Sta. Cruz, período 1965-1992, se encuentra evidencia significativa de actividad en una menor frecuencia, teniéndose un período de aproximadamente cuatro años el que podría estar asociado con la ocurrencia de ENOS.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ▶ ABBOTT, D. Factores que inciden en las afinidades zoogeográficas de la fauna marina costera de Galápagos. Compendio de Ciencia en Galápagos, Publicación de la Estación Científica Charles Darwin, 1982, pp. 57-77.
- 2 ▶ ARCOS, F. Y BONILLA, M. Variación Temporal del Zooplancton de una Estación Fija en Bahía Academia (Galápagos) período 1986-1988, su relación con la temperatura superficial, Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 5, #1, 1989, pp. 14-23.
- 3 ▶ BONILLA, D. El Zooplancton de las Islas Galápagos, Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 2, #1, 1983.
- 4 ▶ BROADUS, J.M. Y GAINES, A.G. Coastal and Marine Area Management in the Galapagos Islands. Coastal Management, Volume 15, 1987, pp. 75-88.
- 5 ▶ CEDENO, A. Atlas de Viento, Deriva y Temperatura Superficial del Mar en la ruta Guayaquil - Galápagos (1979-1987), Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 5, #2, 1989.
- 6 ▶ CEDENO, A. Oceanografía Física y Meteorología de las Islas Galápagos (Manuscrito sin publicar), INOCAR, 1991.
- 7 ▶ CHAVARRIA, J. Breve Descripción Oceanográfica de las Islas Galápagos (Manuscrito sin publicar).

INP, 1989.

- 8 ▶ CUCALON, E. Oceanographic Variability off Ecuador associated with El Niño Event in 1982-83, Journal of Geophysical Research, Vol. 92 #C13, 1987, pp. 14309-14322.
- 9 ▶ CUCALON, E. Variabilidad frente a la Costa del Ecuador durante el período 1981-86. Boletín ERFEN #19.
- 10 ▶ DAVIS, R. E. Predictability of Sea Surface Temperature and Sea Level Pressure Anomalies over the North Pacific Ocean, Journal of Physical Oceanography, Vol. 6, #3, 1976, pp. 249-266
- 11 ▶ DILLON, W.R. Y GOLDSTEIN, M. Multivariate Analysis Methods and its Applications, John Wiley & Sons, 1984, 587 p.
- 12 ▶ ENFIELD, D. Oceanografía de la Región Norte del Frente Ecuatorial: Aspectos Físicos, Tópico #9, Taller del Fenómeno del Niño (IOC), Guayaquil - Ecuador, Dic. 9-12, 1974.
- 13 ▶ ESPIN, S. Y NATH, J. Características del régimen de olas en San Cristóbal, Islas Galápagos, Acta Oceanográfica del Pacífico, vol. 7, #1, 1992.
- 14 ▶ EQUATORIAL PACIFIC OCEAN CLIMATE STUDIES (EPOCS), An EPOCS Study of the Pacific North Equatorial Countercurrent and the Intertropical Convergence Zone, 1987.
- 15 ▶ EPOCS, Progress Update: 1985-1988, 1989.

- 16 ▶ GLYNN, P. and WELLINGTON, G. Corals and Coral reefs of the Galapagos Islands. University of California Press, 1983.
- 17 ▶ GRANT, R.P. Ecology and Evolution of Darwin's Finches, Princenton University Press, 1986, pp. 21-27.
- 18 ▶ HARRIS, M. P. Breeding Seasons of Sea-Birds in the Galapagos Islands, J. Zool. Lond. 159, 1969, pp. 145-165.
- 19 ▶ HOUVENAGHEL, G.T. Oceanografic Conditions in the Galapagos Archipelago and its Relationship with life on the Islands, Upwelling Ecosystems, 1978, pp. 181-189.
- 20 ▶ HOUVENAGHEL, G.T y HOUVENAGHEL, N. Aspectos ecológicos de la zonificación de entremarea en las costas rocosas de las Islas Galápagos, Compendio de Ciencia en Galápagos, Publicación de la Estación Científica Charles Darwin, 1982, pp. 79-100.
- 21 ▶ HOUVENAGHEL, G.T. Oceanografic Setting of the Galapagos Islands. Key Enviroment Series: Galapagos Islands, 1984, pp. 43-54.
- 22 ▶ JACKSON, M.H. Galapagos Natural History. University of Calgary Press, 1993.
- 23 ▶ KOGELSCHATZ, J., SOLORZANO, L., BARBER, R. Y MENDOZA, P. Oceanographic Conditions in the Galapagos Islands during 1982-83 El Niño. El Niño en las Islas Galápagos, Fundación Charles Darwin

para las Islas Galápagos, 1985.

- 24 ▶ LUCERO, M. Y CORNEJO-RODRIGUEZ, M. Evidencia de la Corriente de Cromwell entre 92°O y 84°O observada en períodos normales y durante el Niño 82-83, Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 6, #1, 1990.
- 25 ▶ NEWELL, R. Climate and the Ocean, American Scientist, Vol # 67, 1979.
- 26 ▶ OKUDA, T. Variación estacional de la posición del frente ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas. Acta Oceanográfica del Pacífico, Volumen 2, #1, 1983.
- 27 ▶ PHILANDER, G. El Niño and La Niña, American Scientist, Volume 77, 1989, pp. 451-459.
- 28 ▶ RASMUSSON, E.M. Y WALLACE, J.M. (1983) Meteorological Aspects of the El Niño/Southern Oscillation, Science, Vol. 222, 1983, pp. 1195-1202.
- 29 ▶ RODEN, G. I. On Sea level, Temperature and Salinity Variations in the Central Tropical Pacific Ocean Islands. Journal of Geophysical Research, Vol. 68, #2, 1963, pp. 455-471.
- 30 ▶ SIBERT, J. Some Oceanographic Observations in the Galapagos Islands. Am. Zoologist 11, 1971, pp. 485-488.
- 31 ▶ SILVA, G. Análisis de Variabilidad climática de la zona costera ecuatoriana utilizando componentes principales. Tesis de grado ESPOL, 1992.
- 32 ▶ TSUCHIYA, M. Upper waters of the Intertropical

Pacific Ocean, John Hopkins Oceanographic Studies #4, 1968.

33 ▶ WEARE B.C. et.al. Empirical Orthogonal Analysis of Pacific Sea Surface Temperature. Journal of Physical Oceanography, Vol. 6, 1976, pp. 671-678.

24 ▶ WYRTKI, K. The annual and Semi-Annual variation of sea Surface Temperature in the North Pacific Ocean, Limnology and Oceanography, Vol. 10, 1965, pp. 307-313.

35 ▶ WYRTKI, K. Corrientes superficiales del océano Pacífico Oriental Tropical, Comisión Interamericana del atún tropical, Boletín IX, #5, 1965.

36 ▶ WYRTKI, K. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean, Oceanography and Marine Biology: an annual review, Vol. 4, 1966, pp. 33-68.

37 ▶ ZAMBRANO, E. El Fenómeno de "El Niño" y la Oscilación del Sur (ENSO), Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol 3, #1, 1986.

ANEXO

DATOS DE TSM (°C) PARA GRAFICOS DE
ISOTERMAS

ANEXO					
DATOS DE TSM (° C) PARA GRAFICOS DE ISOTERMAS					
FIGURAS 8 Y 9					
DICIEMBRE 1989					
	HORA	TSM		HORA	TSM
PTA. SUAREZ			GENOVESA		
16/12/89	11H00	19	23/12	14H20	24.1
20/12	14H30	20.8	27/12	15H30	23.9
31/12	14H45	22.7	TAGUS		
PTA. CORMORAN			24/12	10H30	16.4
16/12	14H50	22.3	24/12	12H00	16
PLAZAS			PTA. ESPINOZA		
29/12	10H00	22.8	14/12	15H00	21.2
BARTOLOME			24/12	14H30	18.5
25/12	15H50	19.5	PTO. AYORA		
28/12	13H00	22.5	15/12		22.7
PTO. EGAS			22/12		22.1
15/12	15H25	22.1	29/12		21.6
25/12	11H10	21	PTO. BAQUERIZO		
RABIDA			15/12		16.2
15/12	15H50	22.1	22/12		20
			29/12		19.6
FEBRERO 1990					
PTA. SUAREZ			GENOVESA		
3/2/90	10H45	25.2	6/2	17H45	27.2
16/2	10H45	25.9	20/2	15H20	27.1
23/2	11H00	26.5	27/2	16H00	28.2
PTA. CORMORAN			TAGUS		
3/2/90	15H30	24.7	7/2	11H45	23.6
16/2	18H20	27	28/2	9H45	24.5
23/2	18H20	27.1	PTA. ESPINOZA		
PLAZAS			7/2	17H35	24.1
2/2	10H30	24.7	28/2	14H50	24
17/2	17H45	27.3	PTO. AYORA		
24/2	14H50	28	1/2		25.5
BARTOLOME			15/2		26.8
6/2	11H00	26	22/2		26.5
20/2	10H45	26.8	PTO. BAQUERIZO		
27/2	11H25	27.6	1/2		22.8
PTO. EGAS			15/2		25.1
4/2	15H00	24.4	22/2		25.7
18/2	15H25	28.6	BALTRA		
25/2	14H10	27.4	1/2		20.5
RABIDA			15/2		26.7
4/2	11H05	25.3	22/2		25.6
25/2	11H30	27.2			

AGOSTO 1990					
	HORA	TSM		HORA	TSM
PTA.SUAREZ			GENOVESA		
3/8	11H10	20.5	18/8	14H30	22.9
10/8	10H30	20.1	25/8	16H30	22.6
15/8	14H15	19.6	TAGUS		
PTA.CORMORAN			1/8	14H40	18.9
3/8	17H45	23	26/8	12H00	23.8
16/8	11H15	20.4	PTA.ESPINOZA		
23/8	11H30	20.1	1/8	14H40	18.7
PLAZAS			8/8	14H25	21.6
4/8	14H50	24.1	26/8	17H35	22.1
BARTOLOME			PTO.AYORA		
7/8	11H05	21.9	1/8		22
PTO.EGAS			8/8		22.6
5/8	14H45	20.7	15/8		21.1
RABIDA			BALTRA		
5/8	11H30	23	1/8		22.3
			8/8		21.6
			15/8		21.2
DICIEMBRE 1991					
PTA.SUAREZ			GENOVESA		
7/12/91	11H05	24.1	14/12	11H30	26.1
11/12	P.M.	24.5	31/12	17H50	27.4
21/12	11H05	24.5	TAGUS		
PTA.CORMORAN			4/12	11H50	25
7/12	18H00	23.8	15/12	11H55	25.2
13/12	11H30	25.1	PTA.ESPINOZA		
21/12	18H15	24.9	15/12	18H15	24.7
PLAZAS			PTO.AYORA		
19/12	18H00	25.3	8/12		24.2
BARTOLOME			15/12		24.3
16/12	17H15	25.2	22/12		24.7
31/12	11H20	26.1	PTO.BAQUERIZO		
PTO.EGAS			8/12		23
8/12	14H10	23.8	15/12		23.3
16/12	11H10	24.7	22/12		22.5
22/12	14H20	25.1			
RABIDA					
8/12	14H10	23.8			
22/12	11H30	25.2			

JUNIO 1992					
	HORA	TSM		HORA	TSM
PTA.SUAREZ			GENOVESA		
3/6/92	18H00	23.5	6/6/92	12H30	26.6
10/6	18H00	21.8	16/6/92	17H50	24.5
19/6	11H15	20.3	23/6	15H40	24.7
26/6	10H50	22.9	30/6	15H50	24.1
PTA.CORMORAN			TAGUS		
4/6	7H15	25.5	7/6	12H10	25
11/6	12H00	24.7	14/6	11H00	19.5
19/6	18H00	22.7	17/6	12H10	19.5
26/6	14H45	22.6	24/6	9H45	21.2
PLAZAS			PTA.ESPINOZA		
2/6	18H00	26.6	7/6	18H00	23.8
9/6	18H00	26.1	14/6	18H00	20.5
20/6	8H10	23.5	17/6	18H15	21.5
25/6	15H10	24.4	24/6	14H40	21
BARTOLOME			PTO.AYORA		
1/6	17H00	27.1	1/6		26.1
8/6	16H00	25.5	8/6		25.3
16/6	11H00	24	15/6		22.6
23/6	10H45	23.2	22/6		22.1
30/6	11H00	23.5	RABIDA		
PTO.EGAS			21/6	11H35	23.2
8/6	11H30	25.5	28/6	11H30	23.7
15/6	11H30	24			
21/6	15H20	23.5			
28/6	15H30	22.8			
SEPTIEMBRE 1992					
PTA.SUAREZ			GENOVESA		
2/9/92	18H00	22	5/9	11H30	24.3
9/9	17H45	20.9	12/9	17H15	23.8
16/9	17H45	20.6	26/9	17H30	23.5
30/9	18H00	20.3	TAGUS		
PTA.CORMORAN			6/9	12H00	20.3
3/9	8H00	23.5	20/9	12H00	19.5
10/9	8H15	20.4	PTA.ESPINOZA		
17/9	11H00	21.3	6/9	18H00	21.3
24/9	12H00	21.4	27/9	18H00	20.3
PLAZAS			PTO.EGAS		
8/9	17H45	21	7/9	11H15	21.5
22/9	18H00	22.8	21/9	11H30	21
29/9	18H00	20.8	28/9	11H20	20.3
BARTOLOME					
7/9	15H45	21.7			
14/9	17H30	20.6			
21/9	17H30	22			