



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
BAJA CALIFORNIA  
Escuela Superior de Ciencias Marinas

RESPUESTAS DINAMICAS A EFECTOS  
METEOROLOGICOS EN LA ENSENADA  
DE LA PAZ, B. C. S.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**O C E A N O L O G O**

PRESENTA

ALBERTINA ZAMORANO OCHOA

**BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA**

ENSENADA, BAJA C.F.A. JUNIO 1985

## R E S U M E N

RESUMEN de la Tesis de Albertina Zamorano Ochoa, que presenta para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el título de Oceanólogo. Ensenada, Baja California, México. 19 de Junio de 1985

### RESPUESTAS DINAMICAS A EFECTOS METEOROLOGICOS EN LA ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S.

Con base a la información obtenida en tres períodos: noviembre de 1980, abril-mayo de 1981 y septiembre-octubre de 1982 en la Ensenada de La Paz, B.C.S., se analiza la importancia relativa de los factores meteorológicos (vientos, temperatura del aire y humedad relativa) en la dinámica de bajas frecuencias en el canal y en la parte interna de la laguna, utilizando el método de funciones ortogonales empíricas. En noviembre los modos meteorológicos resultaron ser el 4o. (10.00%), 5o. (7.30%). En abril-mayo el 4o. (9.00%) y el 5o. (8.00%). Finalmente en septiembre-octubre el 3o. (14.30%), 4o. (10.00%) y 5o. (6.10%). Esto se explica basicamente porque invierno y verano presentan condiciones extremas en el clima de la región. Y revela que los vientos denominados "Colas" (del Noroeste) tienen más influencia en la dinámica de la Laguna, que los "Coromueles" (del Sur) que se presentan de marzo a agosto.

RESPUESTAS DINAMICAS A EFECTOS  
METEOROLOGICOS EN LA ENSENADA  
DE LA PAZ, B.C.S.



T E S I S  
QUE PRESENTA :  
ALBERTINA ZAMORANO OCHOA

APROBADA POR :

PRESIDENTE DEL JURADO  
M.C. JOSE GOMEZ VALDES

SINODAL PROPIETARIO  
M.C. ADOLFO GONZALEZ CALVILLO

SINODAL PROPIETARIO  
OC. RENE DE LA PAZ VELA

C. Nava B.

SINODAL SUPLENTE  
M.C. CUAUHEMOC NAVA BUTTON

SINODAL SUPLENTE  
M.C. LUIS FOK PUN

## DEDICATORIA

CON INMENSO AMOR:

A MIS PADRES. Efraín Santiago Zamorano Carrisosa y Santos Ochoa de Zamorano porque han luchado por mi superación guiándome para encontrar el camino de mi formación y porque han sabido ante todo ser mis mejores amigos.

A MIS HERMANOS. Sandra Luz, María Luisa, César Humberto y Santiago porque al igual que mis padres siempre me han dado lo mejor de ellos, su cariño y su amistad.

A La memoria de mi Mamá Nina. Juanita Carrisosa de Zamorano Q.E.P.D. , por ser la madre de quien me ha dado tanto.

A Adolfo González Calvillo, porque en él siempre encontré las palabras necesarias que me ayudaron a seguir adelante, por su apoyo, amistad y compañerismo.

A Clementina Zepeda, Alejandro, Alonso, Alberto, Gustavo y Bertha Alicia Arellano Zepeda, por su cariño y amistad tan apreciable.

CON VERDADERO CARIÑO:

A mis amigos: René De la Paz Vela, Miguel Angel Tenorio, Eugenio Gómez Reyes, Roberto Calderón Campos, Myrna Chon Quijada, María Elena Muñoz, Catalina López, Ruth Rosas Gómez, Juracy Soares, Heriberto Márquez, Luis Mendoza, Rafael Blanco, David Covarrubias, Juan Luis Meza López, por su apoyo honesto e incondicional.

A María Teresa Muñoz, quien me brindó su amistad y cariño.

A todos ustedes a quienes Dios me dió la dicha de conocerlos, dedico mi primer triunfo.

Sinceramente

Betina

## AGRADECIMIENTOS

Al DR. Saúl Alvarez Borrego y a la sección de Lagunas Costeras y Mares Adyacentes, del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), a las personas del área de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), por haber aportado información para la realización de éste trabajo.

Agradezco al M. en C. José Gómez Valdés por su apoyo, amistad y dirección de ésta tesis.

Al Oceanólogo René De La Paz Vela quiero agradecerle su co-dirección y apoyo decidido para sacar adelante este trabajo, sus positivas y valiosas críticas al mismo.

Mi agradecimiento al M. en C. Adolfo González Calvillo por su labor entusiasta sobre la revisión y presentación de éste escrito, por su colaboración en el ordenamiento de programas computacionales y por su fuerte crítica con la cual me fué posible mejorar éste trabajo.

Al M. en C. Luis Fok Pun por haberme proporcionado material con el cual me fué posible entender el método de funciones ortogonales empíricas, por la revisión del escrito y sus valiosas sugerencias.

Al M. en C. Cuauhtémoc Nava Button agradezco su confianza y compañerismo por haberme brindado un listado del programa de funciones ortogonales empíricas y por sus sugerencias sobre la revisión en la redacción y contenido de ésta tesis.

Hago extensivo mi agradecimiento al M. en C. René Pinet Plascencia por su apoyo y consejo en el contexto global de éste trabajo.

Agradezco también al M. en C. Hugo Peña Pereyra por sus sugerencias y positivas críticas al presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS (Cont.)

Al M. en C. Homero Cabrera Muro, al M. en C. Salvador Farreras Sáenz, al M. en C. Felipe Plaza y al Oceanólogo Eduardo Morales Guerrero por su apoyo y compañerismo durante mi estancia en la sección de Lagunas Costeras.

A mis maestros de primaria Gral. Abelardo L. Rodríguez (Bacabampo Sonora), porque fueron los que me iniciaron en el camino de las letras y el saber, porque sin sus enseñanzas no hubiese podido lograr lo que ahora soy.

A mis maestros de la Escuela Superior de Ciencias Marinas (UABC) y del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), a quienes respeto y admiro por su intensa labor en la formación de mejores profesionistas.

Al Ing. Salvador Castañeda Avila y al personal del Centro de Cálculo de CICESE.

Al Gobierno del Estado de Sonora.

A La Universidad de Sonora.

A todos mis amigos.

Muchas gracias

# C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1
I.1 Antecedentes	2
I.2 Objetivos	4
II. MATERIALES Y METODOS	5
II.1 Descripción del área de estudio	5
II.2 Materiales	8
II.3 Análisis de los datos	8
II.3.1 Registros de mareas	15
II.3.2 Registros de corrientes	16
II.3.3 Registros meteorológicos	18
II.3.4 Temperatura del agua	19
II.3.5 Estadísticas básicas	19
II.3.6 Análisis por Funciones Ortogonales Empíricas	20
III. RESULTADOS	24
III.1 Variabilidad de las series en el tiempo	24
III.1.1 Marea no astronómica	24
III.1.2 Corriente no astronómica	28
III.1.3 Variables meteorológicas y temperatura del agua	28
III.2 Resultados del análisis FOE	31
III.2.1 PRIMER PERIODO: noviembre de 1980	31
a) Matriz de correlación	31
b) Contribución modal	34

III.2.2	SEGUNDO PERIODO: abril-mayo de 1981	36
	a) Matriz de correlaci6n	36
	b) Contribuci6n modal	39
III.2.3	TERCER PERIODO: septiembre-octubre de 1982	39
	a) Matriz de correlaci6n	39
	b) Contribuci6n modal	42
IV.	DISCUSION	45
V .	CONCLUSIONES	52
VI.	LITERATURA CITADA	54
VII.	APENDICE A	56
VIII.	APENDICE B	62

## LISTA DE SIMBOLOS

$t$	Tiempo.
$X_t$	Serie en el tiempo.
$U$	Componente Este-Oeste del vector de velocidad horizontal.
$V$	Componente Norte-Sur del vector de velocidad horizontal.
$W$	Vector de velocidad horizontal.
$\theta_{Trig}$	Orientación trigonométrica.
$\theta_{Geog}$	Orientación geográfica.
$r$	Serie en el tiempo de la rapidez del vector de velocidad horizontal.
$\tau_x$	Esfuerzo del viento en dirección Este-Oeste.
$\tau_y$	Esfuerzo del viento en dirección Norte-Sur.
$\rho_a$	Densidad del aire (tomada como $0.00122 \text{ gcm}^{-3}$ ).
$U_{10}$	Componente Este-Oeste de la velocidad del viento a una altura de 10m.
$V_{10}$	Componente Norte-Sur de la velocidad del viento a una altura de 10m.
$[W_{10}]$	Rapidez del viento a 10m de altura.
$C_D$	Coefficiente de arrastre referido a un nivel de 10m (dado por un valor de 0.0013).
$V[i, j]$	Representación matricial.
$C[k, j]$	Matriz de coeficientes de correlación.
$V(k, j)$	Campo de una variable aleatoria real evaluada en el tiempo.
$E[i, n]$	Matriz de coeficientes de expansión modal.

LISTA DE SIMBOLOS (Cont.)

$\delta_{nm}$	Delta de Kronecker.
$\lambda_n$	Autovalores de la matriz de correlación.
$\theta_n$	Autovectores de la matriz de correlación.
$\lambda_n / \sum_{i=1}^n \lambda_n$	Variancia total.
ASu	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en la superficie en la estación A.
ASv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en la superficie en la estación A.
Cu	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en la estación C.
Cv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en la estación C.
Eu	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en la estación E.
Ev	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en la estación E.
Gu	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en la estación G.
Gv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en la estación G.
A1Su	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en la superficie en la estación A1.
A1Sv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en la superficie en la estación A1.
A1Fu	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en el fondo en la estación A1.
A1Fv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en el fondo en la estación A1.
A2Su	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en la superficie en la estación A2.

LISTA DE SIMBOLOS (Cont.)

A2Sv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en la superficie en la estación A2.
A2Fu	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en el fondo en la estación A2.
A2Fv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en el fondo en la estación A2.
D1u	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en la estación D1.
D1v	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en la estación D1.
BSu	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en la superficie en la estación B.
BSv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en la superficie en la estación B.
BFu	Componente Este-Oeste de la velocidad del agua en el fondo en la estación B.
BFv	Componente Norte-Sur de la velocidad del agua en el fondo en la estación B.

## LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
I Parámetros medidos, instrumentos, especificaciones, periodos y estaciones: noviembre de 1980.	9
II Parámetros medidos, instrumentos, especificaciones, periodos y estaciones: abril-mayo de 1981.	10
III Parámetros medidos, instrumentos, especificaciones, periodos y estaciones: septiembre-octubre de 1982.	11
IV Estadísticas básicas de las variables analizadas en la Ensenada de La Paz, Sept.-Oct. de 1982.	27
V Matriz de Correlación: Primer periodo	32
VI Autovectores obtenidos de la matriz de correlación y porcentaje de la variancia total aportada por cada modo, noviembre de 1980	35
VII Matriz de Correlación: Segundo periodo	37
VIII Autovectores obtenidos de la matriz de correlación y porcentaje de la variancia total aportada por cada modo, abril-mayo de 1981	40
IX Matriz de Correlación: Tercer periodo	41
X Autovectores obtenidos de la matriz de correlación y porcentaje de la variancia total aportada por cada modo, septiembre-octubre de 1982	43

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Localización y batimetría de la Ensenada de la Paz, Baja California Sur.	6
2	Localización de estaciones e instrumentación: noviembre de 1980.	12
3	Localización de estaciones e instrumentación: abril-mayo de 1981.	13
4	Localización: de estaciones e instrumentación: septiembre-octubre de 1982.	14
5	Series en el tiempo de marea no astronómica y pendiente de nivel del mar: Sept-Oct. 1982	25
6	Series en el tiempo de las componentes U,V de la velocidad del agua en las estaciones BS y BF.	29
7	Series en el tiempo de las variables meteorológicas y temperatura del agua: Sept-Oct. de 1982.	30

RESPUESTAS DINAMICAS A EFECTOS METEOROLOGICOS

EN LA ENSENADA DE LA PAZ, B. C. S.

I. INTRODUCCION:

El movimiento de las partículas en los cuerpos de agua casi cerrados es el resultado de procesos físicos tales como mareas, calentamiento solar y esfuerzo del viento. Estos procesos actúan como agentes perturbativos. La atracción gravitatoria y la rotación de la tierra tienden a establecer condiciones de equilibrio. Los agentes disipativos actuantes en las lagunas costeras son principalmente los esfuerzos friccionales internos y la fricción en el fondo y en las paredes de la cuenca.

Con tales bases se puede inferir que el movimiento de las aguas en las lagunas costeras es un fenómeno complejo, esencialmente no lineal y dependiente del tiempo. Por otro lado, son ecosistemas que contienen un alto potencial biótico el cual puede ser evaluado y administrado racionalmente para el consumo de la especie humana. Asimismo, se les puede dar una multiplicidad de usos: recreacional, maricultivos, obras portuarias, sitios de descarga, etc. Entre los estudios físicos principales con los cuales se pueden establecer políticas de desarrollo óptimo de las lagunas costeras destacan: estudios de

circulación y mareas, investigaciones sobre mezcla y dispersión, y análisis de la respuesta hidrodinámica a cambios morfológicos. En este trabajo se hace uso del método de funciones ortogonales empíricas para presentar el grado de variabilidad e importancia relativa de los procesos actuantes en tres períodos de mediciones oceanográficas en la Ensenada de La Paz (EDLP), B.C.S, con atención al forzamiento meteorológico.

### I.1 Antecedentes

Existe, desde hace algunos años, un creciente interés en el estudio hidrobiológico en la Ensenada de La Paz, B.C.S. con el fin de determinar las localidades óptimas para el desarrollo de la acuicultura así como determinar los mejores sitios para las descargas de agua de desecho industrial y doméstico y evaluar las alteraciones en la circulación debidas a obras civiles.

El conocer las características básicas de la hidrodinámica presente en la laguna es conveniente para la planeación de cualquier actividad en la costa, desde la construcción de una estructura de protección hasta el diseño de medidas para la conservación del medio.

Las propiedades físicas y su variabilidad en la región

son estudiadas mediante la realización de campañas de medición y el desarrollo de modelos teóricos. Hasta hoy día, con ésta información se han realizado estudios concernientes a Mareas y Corrientes en la EDLP aplicando un modelo numérico unidimensional (Morales-Guerrero, 1982), un modelo hidrodinámico numérico (Jiménez-Illescas, 1983), estudios de balances de calor y salinidad y circulación termohalina (González-Calvillo, 1983), para reproducir los flujos de intercambio en el interior de la Ensenada y entre la Ensenada y la bahía y un análisis estadístico de la corriente de marea y la influencia del viento en la EDLP (Sandoval-Mayorquín, 1983), lo cual nos muestra que en canal principal la corriente es afectada por la marea semidiurna y efectos topográficos locales y un patrón de circulación el cual se atribuye a la topografía del sistema. En particular, Sandoval-Mayorquín (1983) sugiere como método alternativo para analizar las relaciones entre los vientos, nivel del mar y corrientes las funciones ortogonales empíricas, debido a que los vientos presentan una componente diurna significativa y los análisis tradicionales pueden sobre estimar la correlación entre esas series.

Por otro lado, el método de funciones ortogonales empíricas (FOE) se ha utilizado con éxito en varios estudios tanto meteorológicos como oceanográficos. Principalmente en aquellos estudios encaminados a la detección del grado de

variabilidad estadística de los parámetros involucrados con respecto a procesos actuantes. Existen varios trabajos que muestran las bases matemáticas que se requieren y diversas aplicaciones en oceanografía (Elliot, 1976, 1978 ; Wang y Walsh, 1976).

## I.2 Objetivos

Con base al análisis por funciones ortogonales empíricas de series de tiempo observadas en la Ensenada de La Paz, B.C.S. en éste trabajo se pretende:

1. Determinar el orden de magnitud de los factores meteorológicos termodinámicos y dinámicos en la dinámica de bajas frecuencias en condiciones de invierno, primavera y verano.
2. Describir el grado de variabilidad estacional de las series en el tiempo.

## II. MATERIALES Y METODOS

### II.1 Descripción del Area de Estudio

La Ensenada de la Paz se localiza en la Península de Baja California al Sureste de Bahía de la Paz, entre los paralelos  $24^{\circ}06'$  y  $24^{\circ}10'$  de latitud Norte y los meridianos  $110^{\circ}19'$  y  $110^{\circ}25'$  de longitud Oeste (Figura 1). Se conecta con la Bahía de la Paz a través de dos canales bien definidos de aproximadamente 4 Km de longitud, 1.2 Km de anchura promedio y una profundidad máxima de 10 m en relación al nivel medio del mar (N.M.M.). En su parte Norte está separada de la Bahía por una barra arenosa denominada "El Mogote". Tiene una superficie aproximadamente de  $45 \text{ Km}^2$  (N.M.M.), en cuya región central y Noroccidental se presentan profundidades máximas de 6 m (N.M.M.).

Se encuentra en una franja latitudinal en la cual el máximo de radiación efectiva se presenta a fines de verano y el mínimo a principios de invierno. En ésta zona el exceso de evaporación sobre precipitación es mínimo al término del verano y el máximo ocurre en primavera (Roden, 1959). El clima es semidesértico, seco y caluroso, con una temperatura media anual de  $24.5^{\circ}\text{C}$ . El régimen de lluvia es

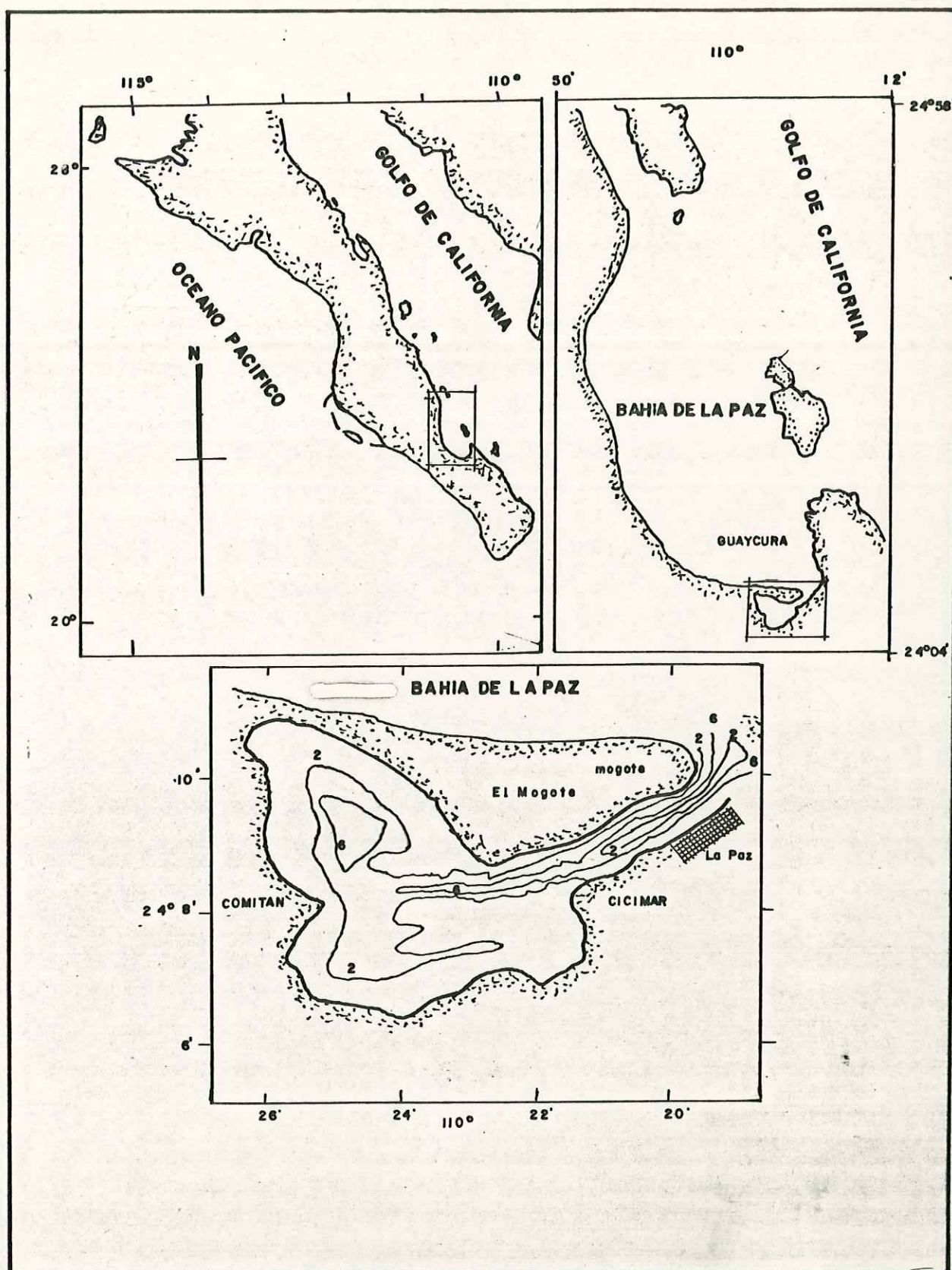


Figura 1. Localización y batimetría de la Ensenada de la Paz, Baja California Sur.

en verano siendo Septiembre, en promedio, el mes más lluvioso, con una precipitación media de 200 mm. Los vientos dominantes durante marzo-agosto son del Sur denominados "Coromueles" y de octubre a febrero del Noroeste denominados "Colas". En la Ensenada no se presentan aportes considerables de agua dulce. Las lluvias temporales y parte del drenaje de la ciudad que descargan en ella, aportan un volumen de agua mucho menor que el prisma de marea (Morales-Guerrero, 1982).

Durante noviembre la salinidad y densidad promedio de la laguna ( $35.53 \times 10^{-3}$ ,  $23.94 \text{ grcm}^{-3}$ ) son mayores que los de la bahía ( $34.67 \times 10^{-3}$ ,  $22.96 \text{ grcm}^{-3}$ ), presentandose un comportamiento opuesto en temperatura promedio del agua siendo menor en el interior ( $24.3^{\circ}\text{C}$ ) que en el exterior de la laguna ( $25.5^{\circ}\text{C}$ ), mientras que para abril-mayo la temperatura promedio de la laguna ( $23.5^{\circ}\text{C}$ ) es mayor que la de la bahía ( $22.9^{\circ}\text{C}$ ), al igual que para noviembre la salinidad y densidad promedio de la laguna son mayores que las de la bahía (González-Calvillo, 1983).

## II.2 Materiales

En las tablas I, II, y III se especifican los instrumentos utilizados y los períodos de medición. En las figuras 2, 3 y 4 se muestran las distribuciones de estaciones e instrumentos durante noviembre de 1980, abril y mayo de 1981 y septiembre y octubre de 1982.

Dadas las características del trabajo a desarrollar el procesamiento y análisis de los datos se efectuó con ayuda de la computadora PRIME 750 del Centro de Cálculo del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

## II.3 Análisis de los Datos

En ésta sección se describen las herramientas matemáticas que se emplearon en el análisis de las observaciones obtenidas. Se seleccionaron 8 variables para el análisis: velocidad del agua, nivel del mar, pendiente del nivel del mar, esfuerzo del viento, temperatura del

TABLA I

Parámetros medidos, Instrumentos, Especificaciones, Períodos y Estaciones, que se usaron en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Noviembre de 1980.

NOVIEMBRE					ESTACION
DIAS					
1	7	14	21	28	
MAREA VERTICAL					
Mareógrafos					
Kahlsico 311WA840 .....					Guaycura
Precisión + 1.0 cm					
Kahlsico 310WA440 .....					Comitán
Precisión + 1.0 cm					
Bristol LG3X628 .....					Cicimar
Precisión + 2.5 cm					
CORRIENTES					
Correntímetros					
Endeco 174 .....					A y C
Rango 0-221.7 cm/seg					
Intervalo 2 minutos					
Resol. en Vel. 0.89 cm/seg					
Exactitud 3%					
Resolución en Dirección 1.4°					
Exactitud + 7.2°					
Endeco 105 .....					E y G
Rango 0-180 cm/seg					
Intervalo 30 minutos					
Resolución en Velocidad 2.6 cm/seg					
Exactitud 3%					
Resolución en Dirección + 1°					
Exactitud + 2°					
VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO					
Anemómetro					
Kahlsico 02AM300.....					Cicimar
Registro Continuo					
TEMP. Y HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE					
Higrotermógrafo					
Kahlsico 21AM140.....					Cicimar
Registro Continuo					
TEMPERATURA DEL AGUA					
Termógrafo RYAN .....					Boca
J-90 # 61433					
Rango 0-35 °C					
Intervalo 3 minutos					
Registro Continuo					

TABLA II

Parámetros medidos, Instrumentos, Especificaciones, Períodos y Estaciones, que se usaron en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Abril-Mayo de 1981.

ABRIL-MAYO					ESTACION
DIAS					
9	15	21	1	8	
MAREA VERTICAL					
Mareógrafos					
Kahlsico 311WA840 .....					Guaycura
Precisión + 1.0 cm					
Kahlsico 310WA440 .....					Comitán
Precisión + 1.0 cm					
Bristol LG3X628 .....					Cicimar
Precisión + 2.5 cm					
CORRIENTES					
Correntímetros					
Endeco 174 .....					A1F y A2F
Rango 0-221.7 cm/seg					
Intervalo 2 minutos					
Resol. en Vel. 0.89 cm/seg					
Exactitud 3%					
Resolución en Dirección 1.4°					
Exactitud + 7.2°					
Endeco 105 .....					A1S, A2S y D1
Rango 0-180 cm/seg					
Intervalo 30 minutos					
Resolución en Vel. 2.6 cm/seg					
Exactitud 3%					
Resolución en Dirección + 1°					
Exactitud + 2°					
VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO					
Anemómetro					
Kahlsico 02AM300 .....					Cicimar
Registro Continuo					
TEMP. Y HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE					
Higrotermógrafo					
Kahlsico 21AM140 .....					Cicimar
Registro Continuo					
Weather Measurements H311					
TEMPERATURA DEL AGUA					
Termógrafo RYAN.....					Cabeza
J-90 # 61786					
Rango 0-35 °C					
Intervalo 3 minutos					
Registro Continuo					

TABLA III

Parámetros medidos, Instrumentos, Especificaciones, Períodos y Estaciones, que se usaron en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Septiembre-Octubre de 1982.

SEPTIEMBRE-OCTUBRE					ESTACION
DIAS					
27	6	15	24	30	
MAREA VERTICAL					
Mareógrafos					
Kahlsico 311WA440 .....					Mogote
Precisión + 1.0 cm					
Kahlsico 310WA440 .....					Zacatecas
Precisión + 1.0 cm					
CORRIENTES					
Correntímetros					
Endeco 105 .....					BS y BF
Rango 0-180 cm/seg					
Intervalo 30 minutos					
Resolución en Vel. 2.6 cm/seg					
Exactitud 3%					
Resolución en Dirección $\pm 1^\circ$					
Exactitud $\pm 2^\circ$					
VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO					
Anemómetro					
Kahlsico 02AM300 .....					Cicimar
Registro Continuo					
TEMP. Y HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE					
Higrotermógrafo					
Kahlsico 21AM140.....					Cicimar
Registro Continuo					
TEMPERATURA DEL AGUA					
Termógrafo RYAN .....					Cicimar
J-90 # 61786					
J-90 # 61433					
Rango 0-35 °C					
Presición 0.5 °C					
Intervalo 3 minutos					
Registro Continuo					

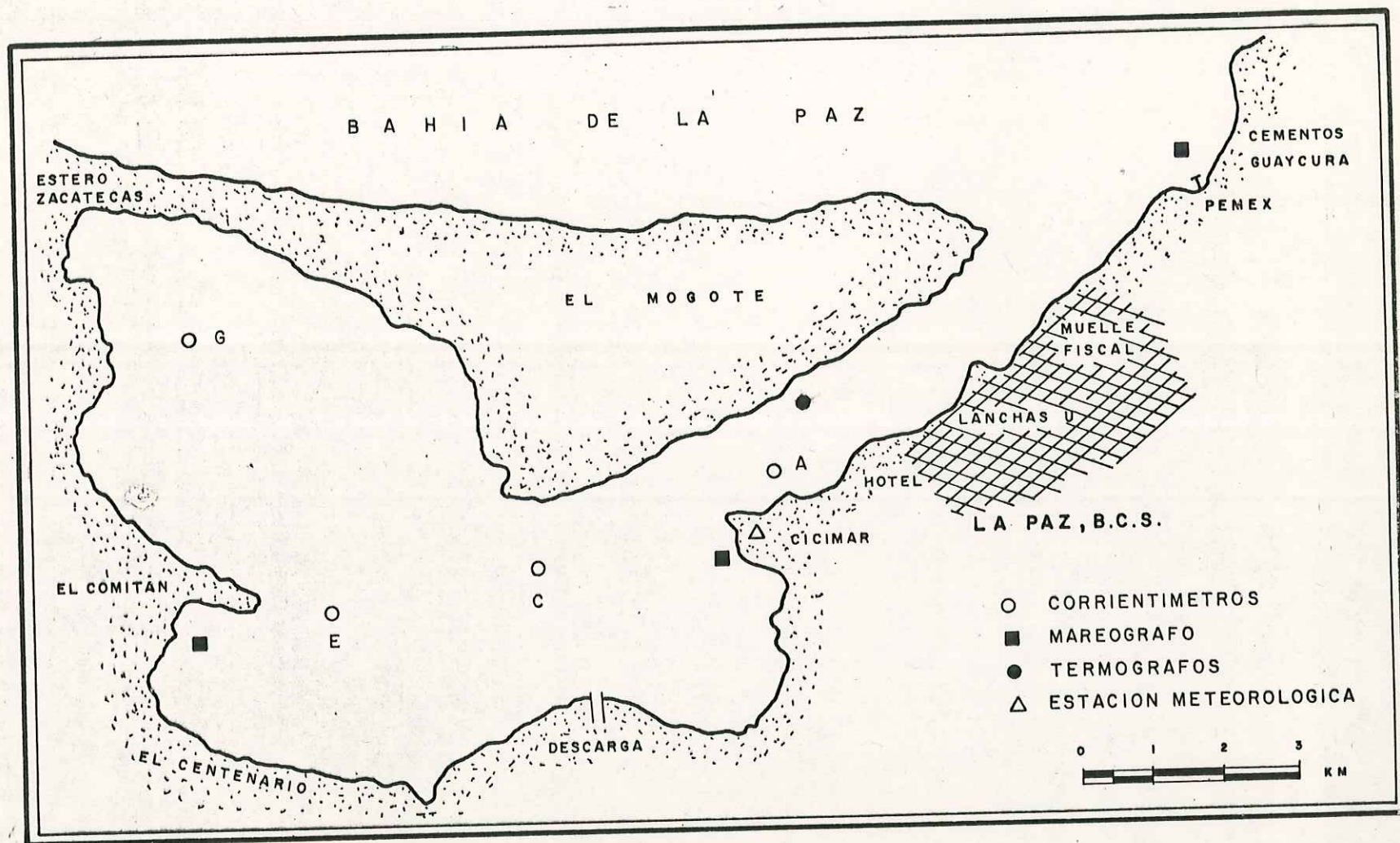


Figura 2. Localización de estaciones e instrumentación en la Ensenada de la Paz B.C.S. Noviembre de 1980

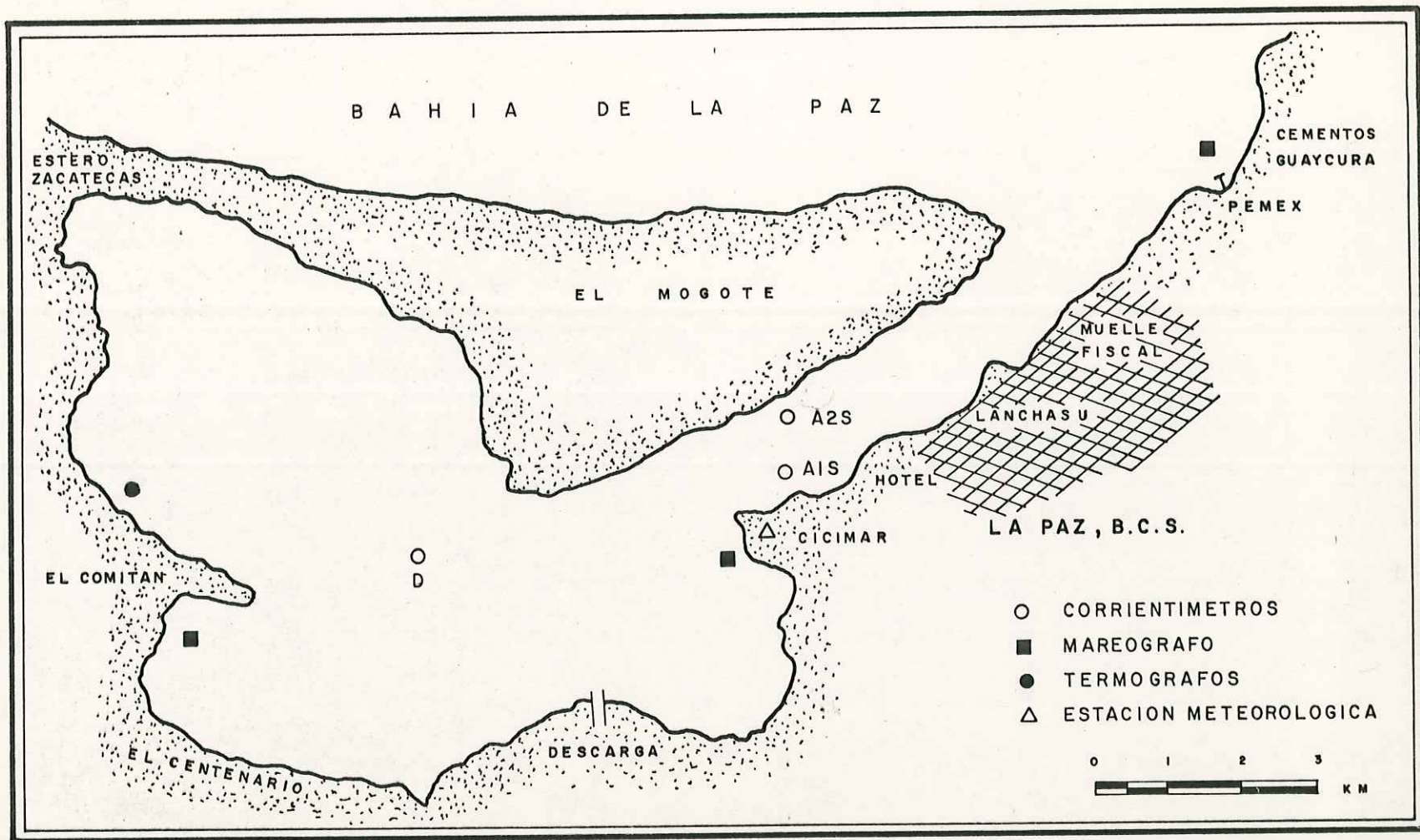


Figura 3. Localización de estaciones e instrumentación en la Ensenada de la Paz, B.C.S. Abril-Mayo de 1981

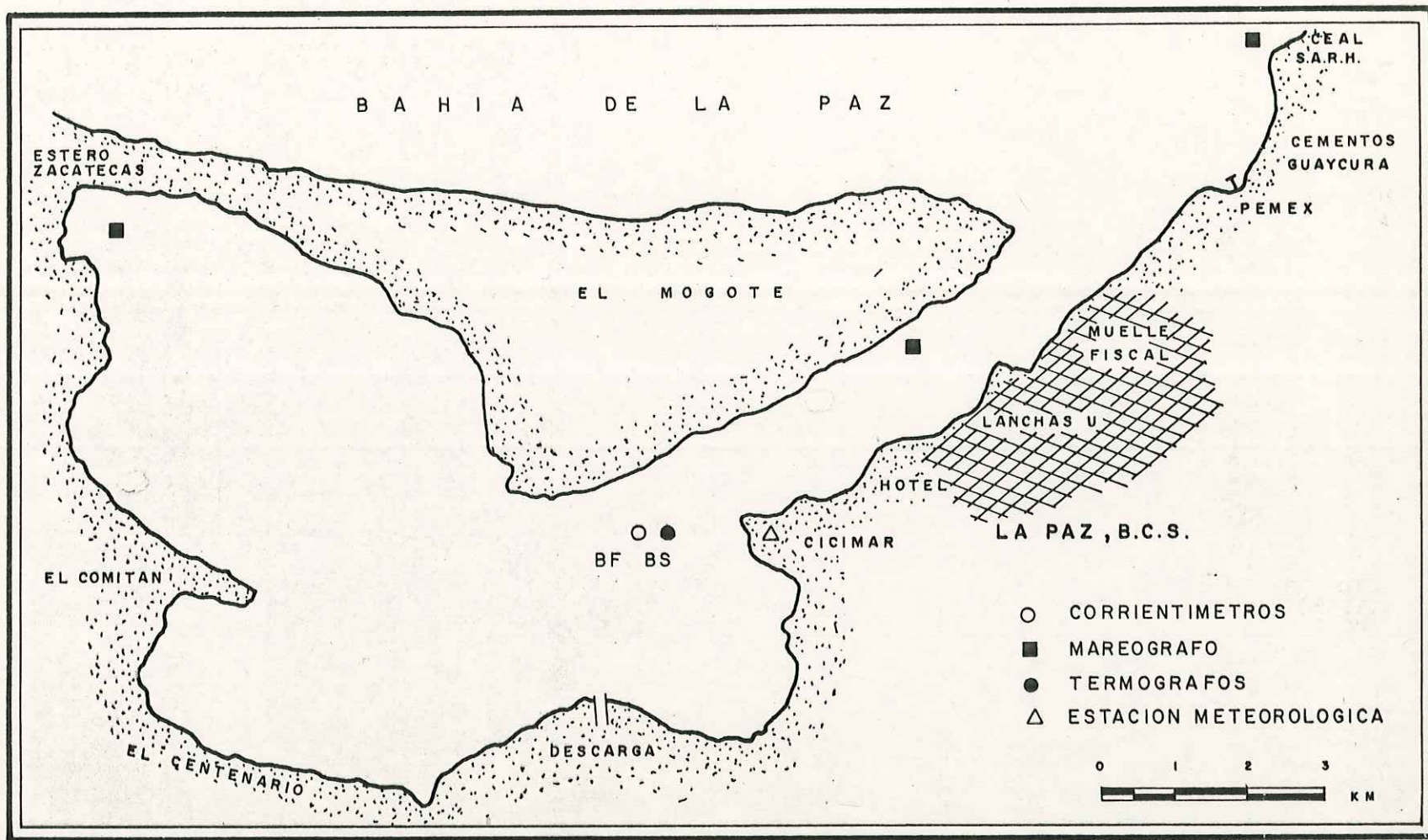


Figura 4. Localización de estaciones e instrumentación en la Ensenada de la Paz, B.C.S Sept-Oct. de 1982

aire, temperatura del agua y humedad relativa, con el fin de interpretar la estructura interna de su matriz de correlación.

Se tomaron datos horarios simultáneos de cada una de las series para los tres períodos. Debido a la falta de simultaneidad de algunas series fué necesario cortar los registros originales, por lo cual se analizaron 500 hrs para el primer y segundo períodos y 434 hrs para el tercero. El primer período se tomó del 5 al 26 de noviembre de 1980, el segundo del 11 de abril al 3 de Mayo de 1981 y el tercero del 3 al 22 de octubre de 1982, iniciando cada registro a la 1.00 hrs A.M.

### II.3.1 Registros de Mareas

Para separar las contribuciones ajenas a los períodos largos de la fuerza de mareas a las series de datos horarios se les aplicó el filtro de Doodson y Warburg (1941) de 39 horas. Es decir, fluctuaciones mayores o iguales a 24 horas se quitaron de los registros.

Para noviembre de 1980 y abril-mayo de 1981 se

analizaron series de marea obtenidas en las estaciones Guaycura, Cicimar y Comitán, mientras que para septiembre-octubre de 1982 se analizaron registros obtenidos en las estaciones "El Mogote" y Zacatecas. Estas series se compararon con las series de predicción de mareas en el muelle fiscal de La Paz, a la cual en los tres períodos nos referiremos como "La Paz".

Se calculó la diferencia de nivel del mar para las series no astronómicas obtenidas en Guaycura-Comitán (primer y segundo períodos) El Mogote- Zacatecas (tercer período) entre la distancia de separación de dichas estaciones. Las series así encontradas se denominan Pendiente de Nivel del Mar (P.N.M.).

### II.3.2 Registros de Corrientes

Los datos de velocidad y dirección de corrientes se obtuvieron cada 30 minutos por lo cual se tomaron solo datos horarios. Como la corriente de marea es un vector horizontal puede representarse en sus componentes Este-Oeste y Norte-Sur. Los ángulos trigonométricos se encuentran con la expresión (una vez corregida la

declinación magnética)

$$\theta_{\text{Trig}} = - \theta_{\text{Geo}} + \pi/2$$

La declinación magnética para el área de estudio fue de  $10.35^\circ$  en 1980,  $10.32^\circ$  para 1981 y  $10.25^\circ$  para 1982. Después de ésta transformación inicial, se encontraron:

$$U = r \text{ Cos}(\theta_{\text{Trig}})$$

$$V = r \text{ Sen}(\theta_{\text{Trig}})$$

donde:

$$W(t) = (U(t), V(t))$$

Enseguida se eliminaron fluctuaciones de período corto por medio de un filtro pasabajo, de las mismas especificaciones de la sección anterior.

Las corrientes en la EDLP se deben principalmente a las fuerzas productoras de marea (Sandoval-Mayorquín, 1983), mientras que la parte residual de la corriente se debe al resto de efectos externos.

### II.3.3 Registros meteorológicos

Para estimar el esfuerzo del viento sobre la superficie de la laguna en cada uno de los períodos de medición se usó la expresión (Nelson, 1977).

$$(\tau_x, \tau_y) = \rho_a C_D ([W_{10}] U_{10}, [W_{10}] V_{10})$$

Se analizaron series de temperatura del aire y humedad relativa las cuales fueron tomadas cada tres horas por lo que fué necesario efectuar una interpolación lineal para obtener datos horarios.

#### II.3.4 Temperatura del Agua

Se obtuvieron registros de temperatura del agua en tres estaciones hidrográficas una situada en la región cercana a la boca (Nov. 1980) otra cercana a la cabeza (Abril-Mayo, 1981) y una tercera ubicada en la región cercana a Cicimar (Oct. 1982). Al igual que en las series anteriores se tomaron datos horarios a los cuales posteriormente se les aplicó el filtro pasabajo ya descrito. En éste trabajo se presentan las fluctuaciones alrededor del promedio de las contribuciones de bajas frecuencias de la temperatura del agua.

#### II.3.5 Estadísticas básicas

Se calcularon las estadísticas básicas de cada una de las series para los tres períodos, promedio, desviación máxima, desviación mínima (las cuales se obtuvieron tomando el valor máximo y mínimo menos el promedio) y desviación típica o estándar.

### II.3.6 Análisis por Funciones Ortogonales Empíricas

Las funciones ortogonales empíricas se usan para resolver el problema de autovalores de un conjunto de series de datos, considerando unicamente el sentido estadístico de los procesos involucrados. Existen varios trabajos que muestran las bases matemáticas que se requieren y diversas aplicaciones en oceanografía (Wang y Walsh, 1976; Elliot, 1978, entre otros ). Aquí se presenta el razonamiento seguido por Kundu et. al, (1975):

Si se tiene un grupo de N series de tiempo cada una de M puntos puede hacerse una representación matricial de la forma:

$$V = [ V_{ij} ]$$

donde se tiene el i-ésimo punto de la j-ésima serie en el

tiempo.

La matriz de los coeficientes de correlación correspondiente toma la forma

$$C(k, j) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (V(i, k) V(i, j))$$

La cual debe ser real y simétrica. De ahí se puede encontrar un conjunto de nuevos ejes ortogonales  $\phi_n(k)$ , definidos por:

$$\sum_{k=1}^N C(k, j) \phi_n(k) = \lambda_n \phi_n(j) \quad , \quad n = 1, \dots, N$$

donde  $\lambda_n$  son los autovalores de la matriz de correlación y los  $\phi_n(j)$  los autovectores.

En ese sistema de ejes se pueden definir nuevas variables

$$E(i, n) = \sum_{k=1}^N (V(i, k) \phi_n(k))$$

tal que se obtiene una matriz diagonal, es decir:

$$\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M E(i, n) E(i, m) = \lambda_n \delta_{nm}$$

cuyos elementos en la diagonal principal son las raíces características y son iguales a las variancias.

de ahí se sigue que:

$$\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M E^2(i, n) = \lambda_n$$

es decir los autovalores representan a los coeficientes cuadráticos, esto es, a la energía promedio en los varios modos.

La suma de los autovalores representan a la energía total

$$\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \sum_{n=1}^N E^2(i, n) = \sum_{n=1}^N \lambda_n$$

Del problema de autovalores se conoce que cuando una matriz real y simétrica se diagonaliza alguno de los términos de la diagonal se encuentra maximizado y otro minimizado. Si los autovalores se arreglan en orden decreciente  $\lambda_1 > \lambda_2 \dots > \lambda_N$ , entonces los autovectores asociados a ellos, serán

las proyecciones extremas, i.e.  $\theta_1$  será la "mejor dirección" y  $\theta_N$  la "peor".

Los datos originales fueron normalizados sustrayendo a cada una de las observaciones originales su media dividida entre su desviación estándar. A partir de lo anterior, se obtuvieron tres matrices de correlación, una para cada período, posteriormente se obtuvieron los autovalores los cuales forman parte de una matriz diagonal y real cuyos elementos son las variancias que explican cada uno de los modos. A partir de éstos autovalores las series originales se presentan en combinaciones lineales denominadas modos o autovectores, los cuales pueden ser relacionados con procesos físicos.

### III. RESULTADOS

Se analizaron series simultáneas para noviembre de 1980, abril-Mayo de 1981 y septiembre-octubre de 1982. En los apéndices A y B se presentan las Figuras y Tablas de estadísticas básicas correspondientes al primer y segundo períodos.

Con la información obtenida del análisis de las series en el tiempo así como de su variabilidad, en éste capítulo se da una síntesis de los resultados observados durante el tercer período (octubre, 1982). Se seleccionó éste período para la explicación de la variabilidad de los parámetros físicos actuantes en la Ensenada de La Paz, B.C.S.

#### III.1 Variabilidad de las Series en el Tiempo

##### III.1.1 Marea no astronómica

La influencia de los factores no astronómicos se notan en las figuras 5, A1 y B1. La serie La Paz, que contiene únicamente armónicos de baja frecuencia debidos a la fuerza de marea, puede usarse de referencia para observar las

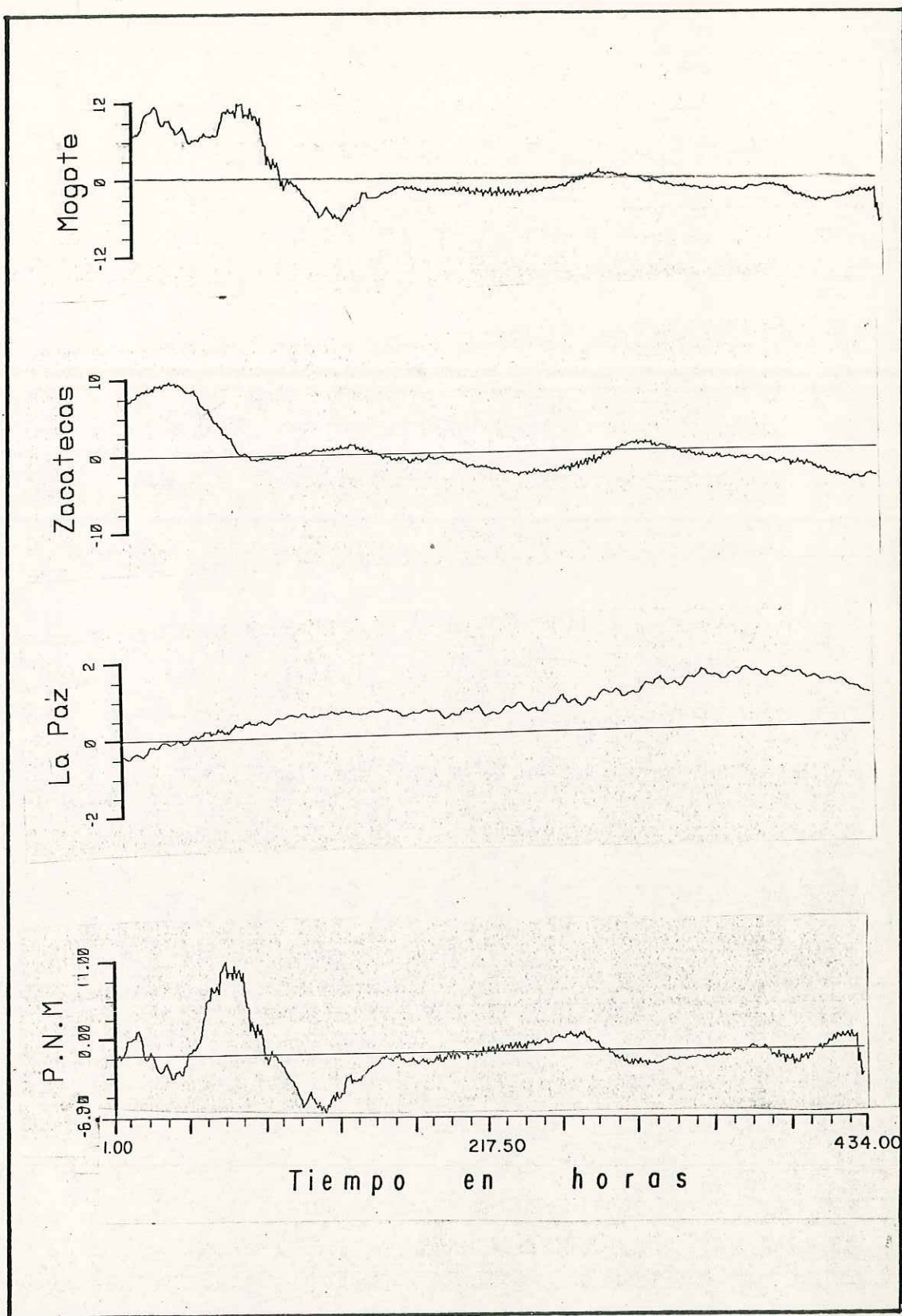


Figura 5. Series en el tiempo de alturas de marea no-astronómica (cms.) y Pendiente del Nivel del Mar ( $\times 10^{-6}$ ). Sept-Octubre de 1982

perturbaciones en las series de mareas filtradas ocasionadas por los factores meteorológicos. La serie P.N.M. refleja las diferencias presentes entre la respuesta interna de la laguna, representada por el registro Zacatecas y la respuesta de la bahía representada por el registro Mogote en el tercer período, mientras que en el primer y segundo períodos las respuestas internas son representadas por los registros de Cicimar y Comitán, las externas por Guaycura.

Las tablas de estadísticas básicas muestran que en otoño (Tabla IV) la variancia en Mogote se presenta más alta que en Zacatecas. En cierto grado, el exceso de variancia en Mogote con respecto a La Paz,  $15.75 \text{ cm}^2$  se puede atribuir a la ocurrencia de eventos meteorológicos.

En primavera (Tabla B1, Apéndice B) la variancia y el tamaño de las desviaciones en Cicimar indican mal funcionamiento del instrumento.

TABLA IV

Estadísticas básicas de las variables analizadas en la Ensenada de la Paz, Baja-California Sur. Tercer periodo, (Septiembre-Octubre de 1982).

$X_t$	Promedio	Desviación-Max.	Desviación-Min.	Desviación Típica	unidades
Hogote	0.03	12.00	- 7.20	4.00	cm
Zacatecas	0.20	10.00	- 4.30	3.30	cm
La Paz	0.73	0.84	- 1.20	0.50	cm
BSu	- 0.20	8.10	-10.00	4.10	cm/seg
BFu	- 0.01	7.00	- 9.00	3.30	cm/seg
BSu	0.02	3.30	- 2.00	1.00	cm/seg
BFv	- 0.12	4.00	-11.00	3.00	cm/seg
$T_x$	0.03	0.34	- 0.52	0.11	dinas/cm <sup>2</sup>
$T_y$	0.05	0.70	- 0.40	0.21	dinas/cm <sup>2</sup>
T° agua	0.34	0.53	- 0.64	0.30	°C
T° aire	25.00	10.00	- 8.00	4.30	°C
Hum. Rel	61.00	20.00	-44.00	14.00	%

### III.1.2 Corriente no astronómica

En la figura 6 se presentan las series de corrientes filtradas. En las primeras horas de los registros se muestran los efectos de un evento, posiblemente una onda de tempestad generada por el ciclón " Paul " que días antes se presentó en la región de estudio. Las amplitudes de las fluctuaciones de U en todos los registros se presentan más altos, por lo que se puede decir que los registros presentan eventos preferencialmente Este-Oeste (véase también Fig. A2, Apéndice A). Para primavera (Figs. B2 y B3, Apéndice B) se puede notar que las estaciones del canal (A1 y A2) presentan flujos opuestos tanto las de superficie como las situadas cerca del fondo.

A partir de las estadísticas de la velocidad del agua se observa que las variancias más altas (del orden de  $16 \text{ cm}^2/\text{seg}^2$ ) se presentan en la superficie (Tablas IV y A1).

### III.1.3 Variabes Meteorológicos y Temperatura del Agua

Las amplitudes de las fluctuaciones de  $\tau_y$  se presentan más altas que  $\tau_x$  (Figura 7), también la variancia de  $\tau_y$  (Tabla IV). En la serie  $\tau_y$  se presenta una periodicidad

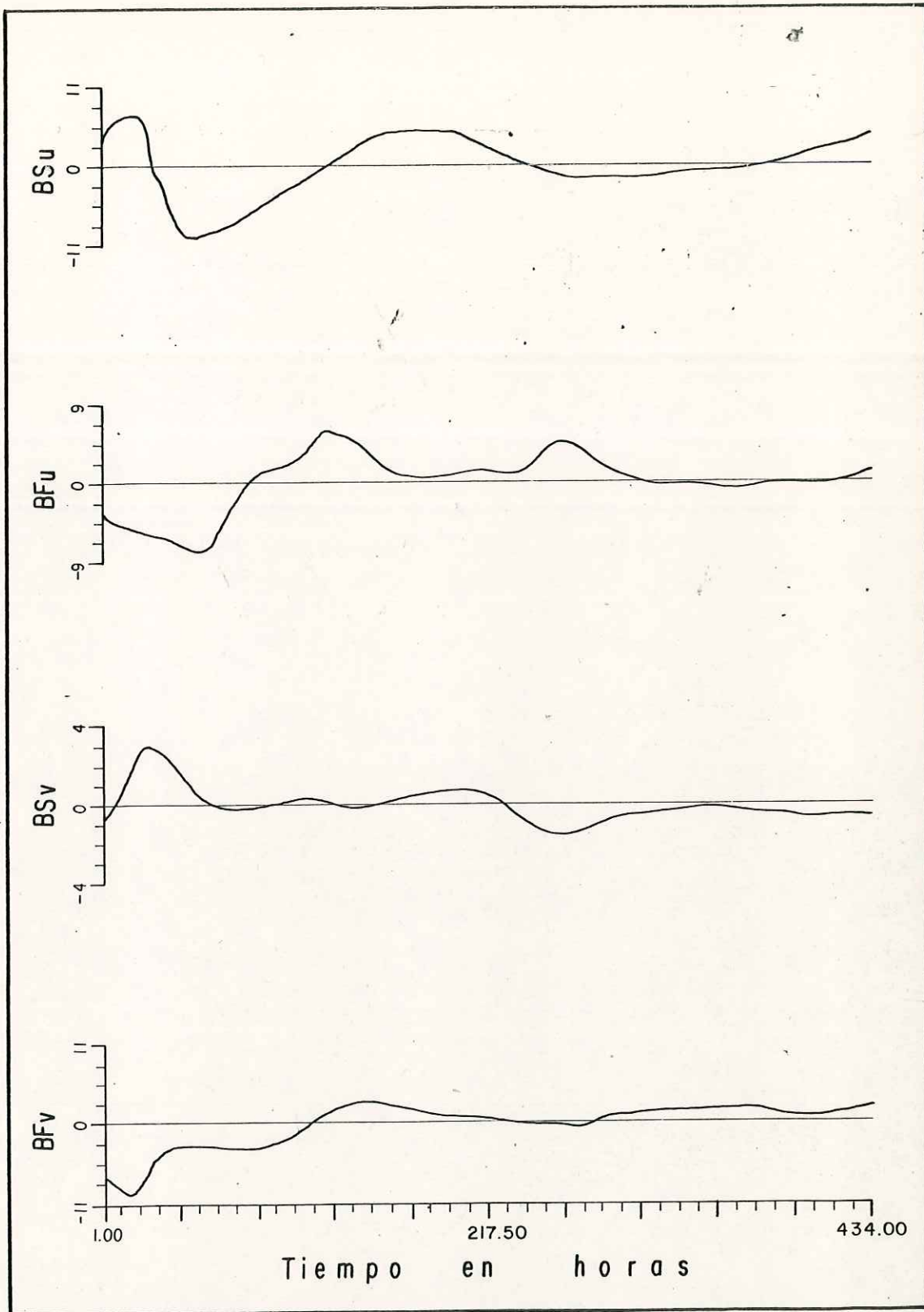


Figura 6. Series en el tiempo de las componentes u, v de la Corriente no-astronómica (cm/seg), en las estaciones BS y BF. Septiembre-Octubre de 1982.

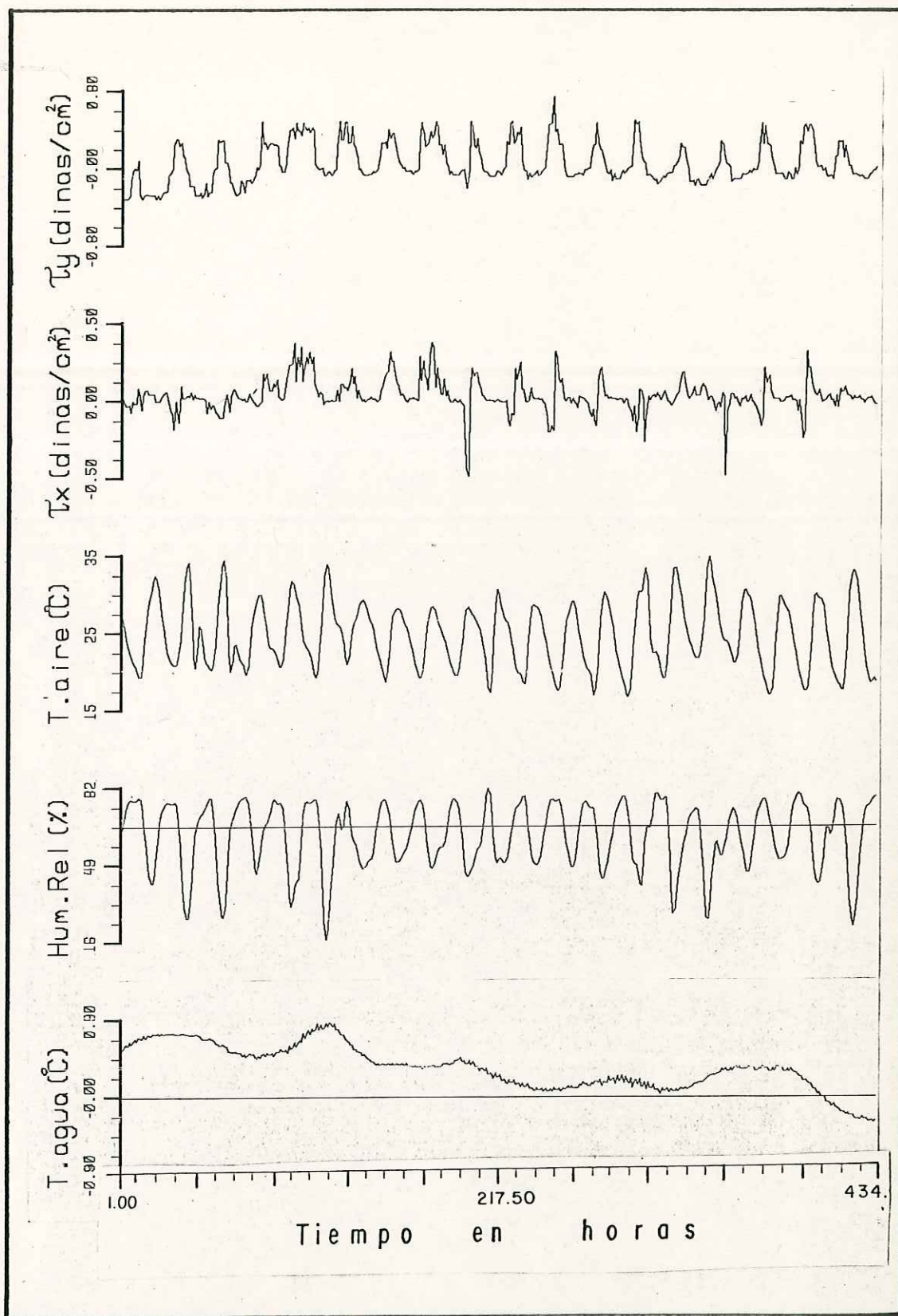


Figura 7. Series en el tiempo de las variables meteorológicas y temperatura del agua. Septiembre-October de 1982.

diurna no así en  $\tau_x$ . En ésta última serie se presentan dos eventos hacia el Oeste con baja persistencia. Las series temperatura del aire y humedad relativa muestran periodicidad semidiurna con aparente correlación negativa. Las series filtradas de temperatura del agua, muestran que después del ciclón se presentaron aguas cálidas. Se puede notar en las tablas de estadísticas que la variancia de la serie de humedad relativa es más alta que el promedio, esto se atribuye a que el higrómetro no trabajó bien en parte del período de mediciones.

### III.2 Resultados del Análisis FOE

#### III.2.1 PRIMER PERIODO: Noviembre de 1980

##### a) Matriz de Correlación

La serie de mareas en Guaycura (Tabla V) presenta correlaciones significantes con la velocidad del agua en la estación situada en el canal cerca de la boca de la laguna (ASu y ASv) y una correlación negativa significante con temperatura del agua. Por ejemplo la correlación entre Guaycura y ASv (-0.7) se debe a una variación en el nivel del mar: cuando éste presenta valores arriba del cero la velocidad del agua en ASv es hacia el Sur, para valores

TABLA V

MATRIZ DE CORRELACION: Ensenada de la Paz, Noviembre de 1980

	Guaycura	Cicimar	Comitán	La Paz	P.N.M.	ASu	ASv	Cu	Cv	Eu	Ev	Gu	Gv	$\tau_x$	$\tau_y$	T° agua	T° aire	Hum, Rel
Guaycura	1.00																	
Cicimar	0.20	1.00																
Comitán	0.30	-0.02	1.00															
La Paz	0.40	0.60	-0.60	1.00														
P.N.M.	0.70	0.20	-0.50	0.80	1.00													
ASu	0.50	-0.30	0.70	-0.32	-0.01	1.00												
ASv	-0.70	-0.03	-0.20	-0.31	-0.50	-0.55	1.00											
Cu	0.08	0.40	-0.06	0.20	0.11	-0.30	-0.07	1.00										
Cv	-0.05	0.34	-0.02	0.30	-0.03	-0.07	0.00	0.30	1.00									
Eu	0.35	-0.43	-0.31	-0.23	0.08	0.52	-0.20	-0.09	-0.30	1.00								
Ev	0.12	-0.09	-0.22	0.14	0.30	-0.20	0.21	-0.01	-0.20	0.40	1.00							
Gu	0.30	-0.50	-0.33	-0.31	-0.01	0.70	-0.30	-0.30	-0.30	0.91	0.20	1.00						
Gv	-0.14	-0.12	-0.40	0.15	0.20	-0.50	0.30	0.06	-0.20	0.20	0.54	0.09	1.00					
$\tau_x$	0.20	0.08	-0.30	0.32	0.40	-0.20	-0.20	0.04	-0.20	-0.81	0.12	-0.12	0.07	1.00				
$\tau_y$	0.25	0.13	-0.14	0.30	0.33	-0.04	-0.20	0.03	-0.13	-0.50	0.05	-0.10	-0.02	0.40	1.00			
T° agua	-0.50	0.04	0.10	-0.30	-0.51	-0.12	0.23	0.07	0.30	-0.62	-0.50	-0.51	-0.32	-0.11	-0.13	1.00		
T° aire	-0.30	-0.04	0.22	-0.42	-0.44	-0.04	0.34	0.06	-0.20	0.40	0.03	-0.01	0.01	0.04	0.30	0.30	1.00	
Hum. Rel	-0.01	0.40	-0.22	0.40	0.20	-0.20	0.12	0.20	0.14	-0.80	0.10	-0.10	0.10	0.20	-0.31	-0.11	-0.40	1.00

bajo el cero la velocidad del agua fluye hacia el Norte.

La serie de Cicimar, que es la estación situada en la parte media de la laguna, presenta correlaciones significantes con la velocidad del agua en las estaciones de la parte interna de la laguna Cu, Eu, Gu y con la serie La Paz.

La serie de Comitán presenta una correlación alta y positiva con ASu, por lo que podemos decir que al aumentar el nivel del mar en Comitán la velocidad del agua en dicha estación es alta.

Analizando la correlación existente entre las estaciones de velocidad del agua encontramos que la estación ASu presenta una correlación alta positiva con Eu y Gu presentando, estas últimas, un coeficiente de correlación alto.

$\tau_x$  en éste período presenta una correlación alta negativa con la velocidad del agua en Eu. Lo cual significa que esfuerzos del viento hacia el Oeste se encuentran asociados a velocidades hacia el Este. Dichos resultados indican que el viento se presenta como un mecanismo de forzamiento indirecto.

Para temperatura del agua se encontró una correlación significativa negativa con el nivel del mar de la estación Guaycura y con las velocidades del agua en Eu, Ev y Gu.

b) Contribución Modal de cada uno de los Parámetros

La salida de un análisis FOE se presenta en la tabla VI. Los resultados pueden interpretarse de la siguiente manera: en el primer modo se presenta el 22.00 % de la variancia total. Las fluctuaciones más altas se presentan en promedio en Comitán, La Paz, ASu, Eu y Gu, y en Guaycura, Ev y  $\tau_y$  las más bajas. Se puede entonces pensar que en éste modo domina la advección por marea de baja frecuencia. Este tipo de razonamiento condujo a la interpretación de los resultados que se presentan en los análisis FOE.

El primer modo corresponde a la advección por mareas internas debidas a las componentes de bajas frecuencias (Tabla VI). Notese que la componente U se presenta en éste modo. También se puede apreciar que Guaycura se manifiesta en el segundo y tercer modos, indicando que probablemente los efectos propios de la Laguna se encuentran en el primer modo.

TABLA VI

Autovectores obtenidos de la Matriz de Correlación y Porcentaje de la varianza total contribuida por cada modo. (Noviembre de 1980)

	1er. modo $\phi_1(x_n)$	2o. modo $\phi_2(x_n)$	3er. modo $\phi_3(x_n)$	4o. modo $\phi_4(x_n)$	5o. modo $\phi_5(x_n)$	6o. modo $\phi_6(x_n)$
$\lambda_n / \Sigma \lambda_n$	22.00%	21.20%	15.00%	10.00%	7.30%	5.22%
Guaycura	3.00	63.44	17.00	1.00	3.21	0.00
Cicimar	40.00	0.62	16.12	0.34	21.34	2.31
Comitán	50.00	3.41	19.04	0.12	14.00	2.30
La Paz	50.00	40.00	3.00	0.10	0.20	1.01
P.N.M.	14.00	80.00	0.20	1.10	1.40	1.41
ASu	62.31	5.40	21.40	0.21	0.01	1.00
ASv	5.00	40.00	34.00	1.50	4.00	1.00
Cu	14.30	0.00	1.40	0.64	50.00	0.30
Cv	11.00	2.50	18.20	12.00	4.07	17.14
Eu	52.00	22.00	9.33	2.30	6.00	0.00
Ev	0.04	15.41	44.00	0.40	7.00	0.07
Gu	64.02	15.00	4.00	3.14	0.12	0.00
Gv	4.00	4.00	60.00	0.80	1.31	3.40
$r_x$	9.06	13.10	1.00	20.13	2.00	31.00
$r_y$	2.00	8.10	0.24	64.00	2.00	1.30
T°agua	4.00	60.00	11.33	2.00	2.00	0.14
T°aire	4.01	20.00	5.00	35.00	20.00	0.80
Hum. Rel	16.00	3.24	0.00	37.00	0.34	32.00

El segundo modo corresponde a la pendiente del nivel del mar y a  $\tau_x$ . Este modo se puede asociar a la respuesta de la laguna a lo que ocurre en la bahía, siendo notorio que la componente V en la boca (ASv) y en la estación E (Ev) muestra un porcentaje alto en éste modo. La contribución de temperatura del agua también responde en gran medida a éste modo.

El tercer modo el cual se puede asociar a factores no meteorológicos e.g. topografía.

El Cuarto modo preferentemente se le puede denominar modo meteorológico, en el cual la energía presente es dada por el esfuerzo del viento.

### III.2.2 SEGUNDO PERIODO: Abril-Mayo de 1981

#### a) Matriz de Correlación

Para éste período se presenta una alta (-0.8) correlación entre Guaycura y temperatura del agua (Tabla VII) lo cual nos muestra que al aumentar el nivel del mar la temperatura del agua de la laguna disminuye debido a que entra agua más fría.

La correlación entre Cicimar y velocidad del agua en

TABLA VII

MATRIZ DE CORRELACION: Ensenada de la Paz, Abril-Mayo de 1981

	Guaycura	Cicimar	Comitán	La Paz	P.N.H.	A1Su	A1Fu	A1Sv	A1Fv	A2Su	A2Fu	A2Sv	A2Fv	D1u	D1v	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	T°agua	T°aire	Hum.Rel
Guaycura	1.00																			
Cicimar	0.60	1.00																		
Comitán	0.60	0.80	1.00																	
La Paz	0.80	0.20	0.30	1.00																
P.N.H.	0.80	0.07	- 0.03	0.74	1.00															
A1Su	0.30	0.60	0.40	0.07	0.09	1.00														
A1Fu	- 0.06	- 0.20	- 0.21	0.14	0.09	0.04	1.00													
A1Sv	- 0.20	- 0.23	- 0.14	- 0.20	- 0.14	0.14	- 0.20	1.00												
A1Fv	- 0.30	0.20	0.02	- 0.60	- 0.34	- 0.08	- 0.01	- 0.20	1.00											
A2Su	- 0.40	- 0.50	- 0.30	- 0.30	- 0.30	- 0.80	- 0.20	0.08	0.21	1.00										
A2Fu	- 0.02	- 0.09	0.20	- 0.34	- 0.20	- 0.43	- 0.21	- 0.04	0.33	0.53	1.00									
A2Sv	0.32	0.63	0.30	0.05	0.20	0.82	- 0.11	0.03	0.00	- 0.80	- 0.42	1.00								
A2Fv	0.04	- 0.60	- 0.22	0.30	0.21	- 0.60	0.03	0.01	- 0.40	0.50	0.30	- 0.72	1.00							
D1u	- 0.04	- 0.11	0.08	- 0.22	- 0.11	- 0.40	- 0.10	0.01	0.30	0.50	0.60	- 0.40	0.30	1.00						
D1v	0.30	0.23	- 0.07	0.40	0.40	0.70	0.30	- 0.05	- 0.31	- 0.72	- 0.80	0.61	- 0.40	- 0.71	1.00					
T <sub>x</sub>	0.06	0.07	0.13	0.21	- 0.02	- 0.05	0.02	0.02	- 0.05	0.42	- 0.12	- 0.09	0.02	- 0.02	0.00	1.00				
T <sub>y</sub>	0.05	0.06	0.20	0.20	- 0.08	- 0.08	- 0.01	0.14	- 0.08	0.11	- 0.40	- 0.20	0.09	- 0.05	- 0.05	0.50	1.00			
T°agua	- 0.80	- 0.33	- 0.32	- 0.95	- 0.72	- 0.32	- 0.15	0.20	0.52	0.51	0.50	- 0.30	- 0.06	0.32	- 0.60	- 0.20	- 0.12	1.00		
T°aire	0.30	- 0.02	- 0.02	0.40	0.40	0.00	0.11	- 0.01	- 0.20	- 0.80	- 0.12	0.02	0.11	0.05	0.11	- 0.00	0.05	- 0.40	1.00	
Hum. Rel	- 0.14	- 0.20	- 0.07	- 0.12	- 0.12	- 0.10	- 0.08	0.05	- 0.10	0.81	0.10	- 0.12	0.15	0.02	- 0.10	- 0.02	- 0.03	0.15	- 0.85	1.00

A1Su y A2Sv es alta y positiva siendo negativa con A2Su y A2Fv, por lo que podemos decir que la velocidad del agua en éstas estaciones presenta una buena correlación con el nivel del mar en Cicimar. La velocidad del agua se incrementa cuando baja o sube el nivel del mar en la zona cercana a Cicimar.

Acercas de la velocidad del agua se nota que cuando la velocidad en A1Su es positiva en A2Su es negativa. Por lo que podemos decir que las estaciones A1 y A2 presentan un comportamiento opuesto (González-Calvillo, 1983).

Se presenta una correlación de 0.42 entre esfuerzo del viento en  $x$  ( $\tau_x$ ) y A2Su presentandose una correlación negativa de (-0.40) entre  $\tau_y$  y A2Fu. Se puede apreciar que en éste período se presentó correlación negativa entre temperatura del agua y nivel del mar. También se se presentó correlación significativa entre temperatura del agua y la velocidad del agua en A1Fv, A2Su y A2Fu, indicando que posiblemente por el canal pegado al mogote entren las aguas de la bahía que ocasionan la variabilidad en la temperatura del agua de la laguna.

b) Contribución Modal de cada uno de los Parámetros

El primer modo o modo advectivo interno se presenta preferentemente en el modo uno (Tabla VIII).

En el segundo modo, Guaycura se manifiesta al igual que temperatura del agua y del aire, mostrando la respuesta de la laguna a efectos externos provenientes de la bahía.

Para el tercer modo podemos observar una variancia total asociada a factores no meteorológicos, mientras que el cuarto modo al cual denominamos modo meteorológico es gobernado por la temperatura del aire y humedad relativa.

El quinto modo es explicado por el esfuerzo del viento en  $x$  ( $\tau_x$ ) y en  $y$  ( $\tau_y$ ), humedad relativa y temperatura del aire.

III.2.3 TERCER PERIODO: Septiembre-Octubre de 1982

a) Matriz de Correlación

En la tabla IX se presentan los coeficientes de la matriz de correlación correspondiente a éste período.

TABLA VIII

Autovectores obtenidos de la Matriz de Correlación y Porcentaje de la varianza total contribuida por cada modo. (Abril-Mayo de 1981)

	1er. modo $\theta_1(x_n)$	2o. modo $\theta_2(x_n)$	3er. modo $\theta_3(x_n)$	4o. modo $\theta_4(x_n)$	5o. modo $\theta_5(x_n)$	6o. modo $\theta_6(x_n)$
$\lambda_n/\Sigma\lambda_n$	30.00%	20.00%	13.00%	9.00%	8.00%	7.00%
Guaycura	50.00	20.00	25.00	0.22	5.00	0.30
Cicimar	40.00	16.04	40.40	0.30	0.20	0.90
Comitán	14.24	1.50	62.00	5.34	0.60	0.00
La Paz	42.30	50.00	0.51	2.00	0.10	0.30
P.N.M.	32.00	35.00	0.20	1.20	11.00	0.41
A1Su	52.50	30.00	0.00	0.02	0.01	3.00
A1Fu	1.40	2.00	14.00	4.03	0.11	40.00
A1Sv	2.00	0.90	5.06	3.00	9.00	60.00
A1Fv	13.10	25.00	12.00	9.00	0.14	13.50
A2Su	68.00	10.00	2.00	0.00	1.00	0.02
A2Fu	40.00	0.90	34.40	0.33	4.50	0.63
A2Sv	53.00	31.00	0.30	0.60	0.51	3.00
A2Fv	15.00	61.00	0.70	2.08	2.20	0.63
D1u	28.24	3.00	26.20	3.00	1.03	0.54
D1v	64.50	2.10	24.00	0.00	0.01	1.00
$\tau_x$	0.52	3.00	1.12	17.14	38.00	7.00
$\tau_y$	0.03	4.00	2.34	16.23	50.00	0.50
T°agua	70.00	25.00	0.30	1.23	0.20	0.40
T°aire	9.00	22.00	0.34	50.00	13.00	3.00
Hum. Rel	6.00	2.00	2.01	63.00	22.00	1.00

TABLA IX

MATRIZ DE CORRELACION: Ensenada de la Paz, Septiembre-Octubre de 1982

	Mogote	Zacatecas	La Paz	P.N.M.	BSu	BFu	BSv	BFv	$\bar{r}_x$	$\bar{r}_y$	T°agua	T°aire	Hum. Rel	
Mogote	1.00													
Zacatecas	0.74	1.00												
La Paz	- 0.70	- 0.71	1.00											
P.N.M.	0.70	- 0.01	- 0.20	1.00										
BSu	- 0.31	- 0.06	0.00	- 0.40	1.00									
BFu	- 0.80	- 0.61	0.40	- 0.50	0.25	1.00								
BSv	0.40	0.64	- 0.54	- 0.20	0.15	- 0.50	1.00							
BFv	- 0.80	- 0.80	0.80	- 0.31	0.15	0.60	- 0.40	1.00						
$\bar{r}_x$	- 0.20	- 0.05	- 0.03	- 0.20	0.02	0.20	0.03	0.03	1.00					
$\bar{r}_y$	- 0.40	- 0.30	0.13	- 0.22	- 0.02	0.34	- 0.12	0.24	0.32	1.00				
T°agua	0.50	0.71	- 0.64	- 0.12	- 0.24	- 0.30	0.60	- 0.55	0.12	- 0.23	1.00			
T°aire	0.01	0.10	- 0.02	0.10	- 0.05	- 0.04	0.10	- 0.04	- 0.01	- 0.13	0.12	1.00		
Hum. Rel	0.06	0.01	- 0.05	0.08	0.04	0.00	- 0.06	- 0.07	0.01	0.40	- 0.02	- 0.90	1.00	

Notese que Mogote y Zacatecas responden similarmente presentando alta correlación negativa con la velocidad del agua en BFu y BFv. El coeficiente de correlación entre el nivel del mar y temperatura del agua es alto siendo mayor el observado con Zacatecas. Con respecto a velocidad del agua se presenta una correlación negativa entre BFu y BSV cuando en BFu la velocidad es baja en BSV es alta y cuando en BSV es alta en BFv es baja. Se presenta un coeficiente de correlación de  $-0.40$  entre esfuerzos del viento ( $\tau_y$ ) y Mogote. Las estaciones de velocidad del agua BSu, BFu y BFv presentan coeficiente de correlación negativos con la temperatura del agua.

b) Contribución modal de cada uno de los Parámetros

En este período (Tabla X), la energía presente en el primer modo también se puede atribuir a las mismas causas que en los primeros modos de los períodos anteriores.

Para el segundo modo la mayor contribución de la energía es dada por la pendiente del nivel del mar entre Mogote y Zacatecas, en el cual se puede manifestar una respuesta de la laguna a efectos provenientes de la bahía.

En el tercer modo se presentan contribuciones dadas

TABLA X

Autovectores obtenidos de la Matriz de Correlación y Porcentaje de la varianza total contribuida por cada modo. (Septiembre-Octubre de 1982)

	1er. modo $\beta_1(x_n)$	2o. modo $\beta_2(x_n)$	3er. modo $\beta_3(x_n)$	4o. modo $\beta_4(x_n)$	5o. modo $\beta_5(x_n)$	6o. modo $\beta_6(x_n)$
$\lambda_n / \sum \lambda_n$	40.00%	16.00%	14.30%	10.00%	6.10%	5.01%
Mogote	83.00	9.33	2.03	0.44	1.42	0.03
Zacatecas	79.00	5.32	2.40	1.10	0.90	0.00
La Paz	65.34	2.00	5.50	0.13	3.00	13.34
P.N.M.	13.11	50.20	15.00	5.00	8.00	0.04
BSu	5.11	10.00	10.00	44.30	24.30	0.71
BFu	60.00	6.00	5.00	0.40	0.21	20.00
BSv	40.00	20.00	6.00	5.00	0.70	15.00
BFv	75.00	0.20	0.50	0.40	2.31	7.12
$\tau_x$	1.10	9.10	12.41	31.41	27.24	8.00
$\tau_y$	13.00	4.00	13.00	33.30	0.03	0.60
T°agua	48.41	16.00	7.00	6.00	10.30	0.50
T°aire	0.84	40.00	53.10	0.52	0.70	0.40
Hum. Rel	0.01	37.00	56.00	1.01	0.82	0.09

por la temperatura del aire, humedad relativa y esfuerzos del viento, de lo cual podemos decir que la energía presente en este tercer modo es explicada por los efectos meteorológicos. Otro aspecto sobresaliente de éste período con respecto a los demás es el hecho que la contribución de temperatura del aire y humedad relativa es más alta en los primeros modos que en los casos anteriores.

El cuarto modo es gobernado por los esfuerzos del viento el cual aporta la mayor energía presente en este modo.

#### IV. DISCUSION

Con base a la información obtenida de las series de corrientes de bajas frecuencias, el patrón de circulación en noviembre de 1980 se presenta del siguiente modo (Fig. A2, Apéndice A):

La componente U durante los primeros 6 días (del 5 al 11 de noviembre) fluye hacia el Este. En seguida cambia de dirección por cuatro días, para volver a fluir hacia el Este el resto del registro.

La componente V (Fig. A3, Apéndice A) presenta un comportamiento irregular. En la boca parece mostrar un período quincenal. En la parte interna de la Laguna la mayor parte de los puntos de la figura se presentan en el sector negativo (hacia el Sur).

La gráfica de la temperatura del agua correspondiente (Fig. A4, Apéndice A) muestra ocurrencia de temperaturas mínimas los primeros días del registro, máximos a la mitad del mismo y mínimos el resto. La amplitud de la serie es del orden de  $0.6^{\circ}\text{C}$ . Indicando que las fluctuaciones de la

temperatura en la boca se deben basicamente a la marea.

En el segundo período (abril-mayo de 1981) los primeros tres días la componente U fluye hacia el Este (hacia afuera de la laguna) en la estación A2 pegado al Mogote, mientras que la corriente fluye hacia el Oeste (hacia adentro) en la estación A1. Posteriormente el sentido de flujo en la superficie se invierte por 11 días (14 al 24 de abril) en los dos canales de la boca siendo hacia el Oeste en A2 y hacia el Este en A1 para volver a fluir hacia el Oeste en A1 y hacia el Este en A2 del 24 al 28 de abril e invirtiendose otra vez los primeros días de mayo. Para las mismas estaciones pero cerca del fondo la corriente de bajas frecuencias sigue un comportamiento muy similar al (Figura B2, Apéndice B).

En la parte interna de la Laguna la dirección de la corriente presenta una mayor variabilidad, a la vez que la amplitud de las fluctuaciones de velocidad son menores que las del canal.

En la boca la componente V de bajas frecuencias (Fig. B3, Apéndice B) presenta comportamientos opuestos en las estaciones situadas en el canal. En A1 el sentido del flujo no sigue una dirección preferencial, mientras que en A2 predomina el flujo hacia el Sur.

En la parte media de la Laguna los primeros días del registro la corriente de bajas frecuencias fluye hacia el Sur (del 11 al 12 de abril) luego cambia de dirección del 13 al 21 de abril, en seguida fluye hacia el Sur por 8 días, para volver a cambiar de dirección los primeros días de mayo.

En éste período la amplitud de temperatura es más alta ( $1^{\circ}\text{C}$ ) que para el primer período (Fig. B4, Apéndice B) debido a que en noviembre se obtuvieron registros de temperatura en la boca de la Laguna mientras que en abril-mayo en la región cercana a la cabeza de la misma. Esto indica que la parte somera juega un papel importante en la variabilidad de temperatura del agua en éste período.

Para octubre de 1982 (Fig. 6) se encontró que en la boca de la Laguna los primeros días la componente U fluye al Este cambiando de dirección del 5 al 10 de octubre para volver a fluir hacia el Este el resto del registro, se puede apreciar el flujo preferencial hacia afuera de la Laguna excepto los primeros 4 días se presenta un flujo hacia adentro de la Laguna en la estación cercana al fondo.

Para éste período en la boca de la Laguna la componente V de bajas frecuencias, presenta una dirección de flujo hacia el Norte en la superficie a excepción de la

corriente de bajas frecuencias cerca del fondo que fluye hacia el Sur los primeros 4 días del registro.

La gráfica de temperatura del agua (Fig. 7) muestra la amplitud de temperatura ( $0.8^{\circ}\text{C}$ ) obtenida en la parte interna de la Laguna (cercana a Cicimar) presentando temperaturas arriba del cero durante todo el registro, excepto los últimos días en los cuales se presentan temperaturas bajo el cero. Esto sugiere que se presentan aguas de la parte somera del extremo Oeste y de la parte Norte-Sur concurriendo hacia el canal

La presentación de los patrones de circulación y comportamiento de la temperatura del agua durante los tres períodos de estudio, muestra claramente que no todo se puede explicar con base en los períodos de la marea mayores que un día lunar tropical, sino que en la dinámica y respuesta de la Laguna, a frecuencias bajas, actúan otros factores. Precisamente, el uso de las funciones ortogonales empíricas en éste trabajo, así lo revela.

Considerando la velocidad de bajas frecuencias y la temperatura del agua para los tres períodos como campos de respuesta se plantea que los agentes causales son principalmente la marea de bajas frecuencias, efectos ocasionados por la batimetría, las componentes de la marea

que no fueron totalmente filtradas y los efectos meteorológicos.

En noviembre el patrón de circulación resultante y el comportamiento de la temperatura del agua se explican por el primer (22.00%) y cuarto modo (10.00%). Como se había mencionado el primer modo representa la marea de bajas frecuencias y es de esperar, dadas las características morfológicas de la Laguna, que la componente U fluctúa a la par con los períodos grandes, en este caso predomina el período semimensual. Algo similar sucede con la temperatura del agua. En la parte interna de la Laguna, por otro lado, la respuesta de la componente V indica una relación más estrecha con el esfuerzo del viento en la dirección correspondiente.

La circulación de bajas frecuencias y la distribución de temperatura del agua observadas en abril-mayo presentan un patrón el cual es explicado por el primer (30.00%), cuarto (9.00%) y quinto modo (8.00%), ese primer modo revela la influencia de la marea de bajas frecuencias lo cual explica el comportamiento de la componente U en el canal de la Laguna. El comportamiento de la componente V en el canal (pegado al Mogote) y en la parte media indican una influencia de los efectos meteorológicos dinámicos, por otra parte el comportamiento de la temperatura del agua y

la baja amplitud de la velocidad en la parte interna indican que en éste período predominan los efectos meteorológicos termodinámicos.

Para Octubre las respuestas hidrodinámicas de la Laguna son explicadas por el primer (40.00%) y tercer modo (14.30%). Al igual que los períodos anteriores la dinámica de bajas frecuencias es influenciada por la marea quincenal, es en éste período cuando se presenta una mayor respuesta a los procesos advectivos (en la boca), mientras que en la parte interna el comportamiento del patrón de circulación es explicado por la influencia de los efectos meteorológicos termodinámicos.

Con respecto a la significancia de los factores meteorológicos en cada uno de los tres períodos se obtuvo lo siguiente:

En noviembre los modos meteorológicos resultan ser el cuarto (10.00%), el quinto (7.30%) y el sexto (5.20%). En abril-mayo el cuarto (9.00%) y el quinto (8.00%). Finalmente en septiembre-octubre el 3o. (14.30%), cuarto (10.00%) y quinto (6.10%). Esto se explica basicamente porque invierno y verano son condiciones extremas en el clima de la región. Y revela que los vientos denominados "Colas" (del Noroeste) tienen más influencia en

la dinámica de la Laguna que los "Coromueles" (del Sur). También que las variables termodinámicas del aire influyen más cuando el verano está establecido. Cotejando estas conclusiones con los trabajos de Sandoval-Mayorquín (1982) y González-Calvillo (1983) se encuentra que las hipótesis referentes al significado físico de cada uno de los modos se sostiene.

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

## V. CONCLUSIONES

El presente trabajo representa un análisis de series de tiempo de la Ensenada de La Paz, B.C.S. , por medio de funciones ortogonales empíricas asociadas a procesos físicos que intervienen y explican la dinámica presente.

Los resultados de FOE manifiestan una importancia de las mareas de período largo que entran por el canal sobre la temperatura del agua y la dinámica de bajas frecuencias para los tres períodos.

El patrón de circulación en el canal de la Laguna presenta amplitudes altas y una dirección preferencial hacia afuera de la laguna lo cual se explica por la marea semimensual y su interacción con el canal, mientras que en la parte interna la dinámica de bajas frecuencias presentan un comportamiento irregular y una amplitud baja indicando la presencia de efectos meteorológicos dinámicos.

La secuencia de la explicación en base a los modos

presentados debe considerarse como una contribución importante en el procesado y análisis de series de tiempo con el objetivo de identificar los procesos que intervienen en la hidrodinámica de la EDLP y determinar el orden de magnitud de los factores meteorológicos los cuales muestran una variación con las estaciones del año.

La magnitud de las interacciones de esos factores y la dinámica de bajas frecuencias es de importancia considerable, en cualquiera de los tres períodos. Mediante los resultados de las contribuciones modales y analizando la circulación observada para los mismos períodos se hace patente la certeza de la influencia de los factores meteorológicos en la dinámica de bajas frecuencias cuando se presentan condiciones de invierno asociados al esfuerzo del viento en  $y$  ( $\tau_y$ ), mientras que en condiciones de primavera y verano predominan los factores termodinámicos. En primavera se observó una mayor variancia en las variables meteorológicas.

## VI. LITERATURA CITADA

- Doodson, A. T. y H. D. Warburg, 1941. Admiralty Manual of Tides. Her Majesty's Stationery Office, London. 270 pp.
- Elliot, A.J. 1976. A study of the effect of meteorological forcing on the circulation in the Potomac estuary. Chesapeake Bay Institute, The Johns Hopkins University, Special Report No.56, Ref. 76-9, 32pp.
- Elliot, A.J., 1978. Observation of the meteorologically induced circulation in The Potomac Estuary. Estuarine and Coastal Marine Science 6: 285-299.
- González-Calvillo, Adolfo, 1983. Balances de Calor y Sal y Circulación Termohalina en la Ensenada de la Paz. Baja California Sur. Tesis de Maestría Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada Baja California, México 107 pp.
- Jiménez-Illescas, Angel R., 1983. Aplicación de un Modelo Hidrodinámico Numérico en la Ensenada de La Paz Baja California Sur. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada Baja California México. 110 pp.

- Kundu, P.K., J.S. Allen y R.L. Smith, 1975. Modal descomposition of the velocity field near The Oregon Coast. J.Phys. Oceanogr. 5: 683-703
- Morales-Guerrero, E., 1982. Mareas y Corrientes en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Tesis Profesional Escuela Superior de Ciencias Marinas. Universidad Aut6noma de Baja California. Ensenada Baja California, M6xico. 114 pp.
- Nelson, S. C., 1977. Wind stress and wind stress curl over the California current. NOAA. Technical Report. NMFSSSRF-714, 88 pp.
- Roden, A.I., 1959. On The heat and salt balance of The California Current region, J. Mar. Res. 18(1): 36-61
- Sandoval-Mayorquin, F. Javier, 1983. An6lisis Estadístico de la Corriente de Marea y la Influencia del viento sobre la Ensenada de La Paz, B.C.S. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas Universidad Aut6noma de Baja California Ensenada Baja California, M6xico. 118 pp.
- Wang, D.P. y J. J. Walsh, 1976. Objective analysis of upwelling ecosystem off Baja California. Journal of Marine Research. Vol. 34:43-60.

## APENDICE A

En ésta sección se presentan las Figuras de series de tiempo de marea no astronómica, corriente no astronómica, temperatura del agua, temperatura del aire, esfuerzos en  $x$  ( $\tau_x$ ) y en  $y$  ( $\tau_y$ ) debido al viento y humedad relativa, que fueron utilizados en el estudio de la Ensenada de La Paz, Baja California Sur. En éstas figuras se presentan las características típicas o comportamiento de las series con respecto al tiempo, para el primer período correspondiente a : Noviembre de 1980.

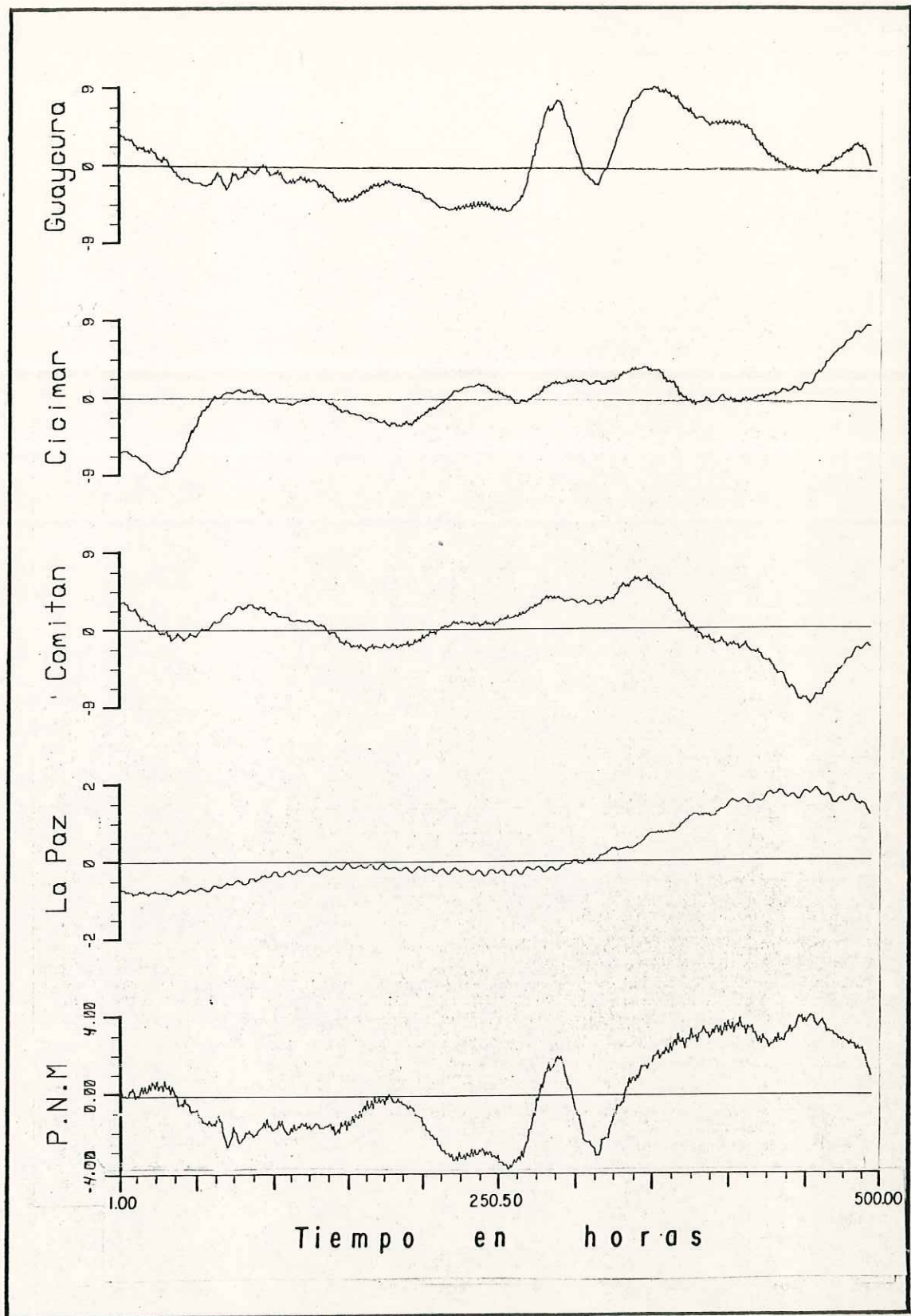


Figura A1 Series en el tiempo de alturas de marea no-astronómica (cms) y Pendiente del Nivel del Mar ( $\times 10^{-6}$ ). Noviembre de 1980

TABLA AI

Estadísticas básicas de las variables analizadas en la Ensenada de la Paz,  
Baja California Sur. Primer período. (Noviembre de 1980)

$X_t$	Promedio	Desviación-Max.	Desviación-Min.	Desviación Típica	unidades
Guaycura	0.20	9.00	- 6.00	4.00	cm
Cicimar	- 0.23	8.30	- 9.00	3.10	cm
Comitán	0.07	6.00	- 9.00	3.10	cm
La Paz	0.23	2.00	- 1.10	0.83	cm
ASu	0.30	6.00	-10.00	4.00	cm/seg
ASv	- 0.01	3.00	- 3.00	1.20	cm/seg
Cu	- 0.13	5.10	- 4.20	2.00	cm/seg
Cv	- 0.04	3.00	- 2.00	1.00	cm/seg
Eu	0.05	1.40	- 2.30	1.00	cm/seg
Ev	- 0.01	0.70	- 0.64	0.23	cm/seg
Gu	0.05	1.30	- 2.00	0.81	cm/seg
Gv	- 0.01	0.90	- 0.61	0.30	cm/seg
$\bar{X}$	0.02	0.40	- 0.72	0.14	dinas/cm <sup>2</sup>
$\bar{Y}$	0.13	1.00	- 0.62	0.30	dinas/cm <sup>2</sup>
T°agua	- 0.19	0.30	- 0.10	0.10	°C
T°aire	24.00	7.20	- 9.30	4.00	°C
Hum. Rel	75.00	18.00	-31.00	10.00	%

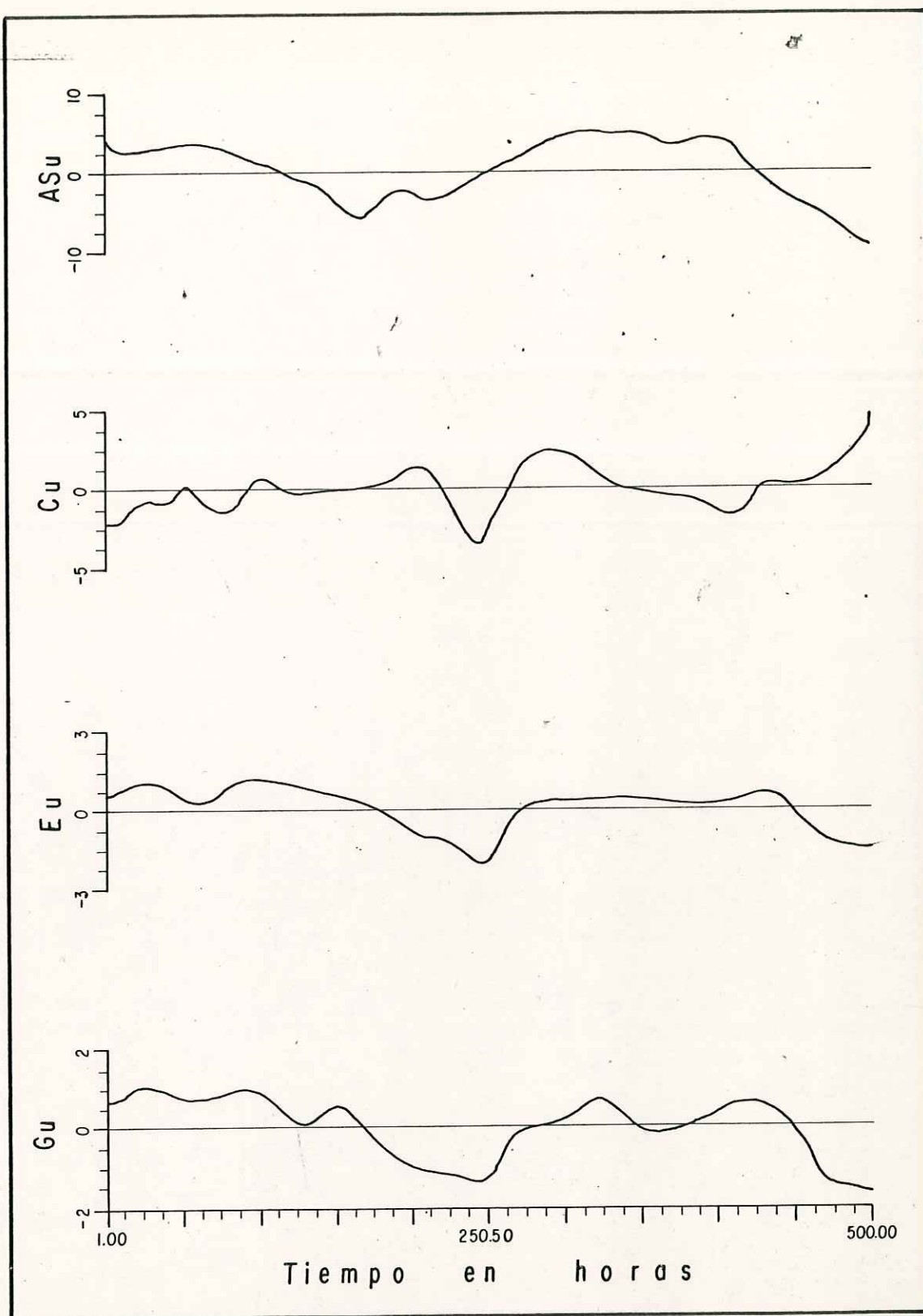


Figura A2 Series en el tiempo de la componente u de la Corriente no-astronómica (cm/seg), en las estaciones AS, C, E y G. Noviembre de 1980.

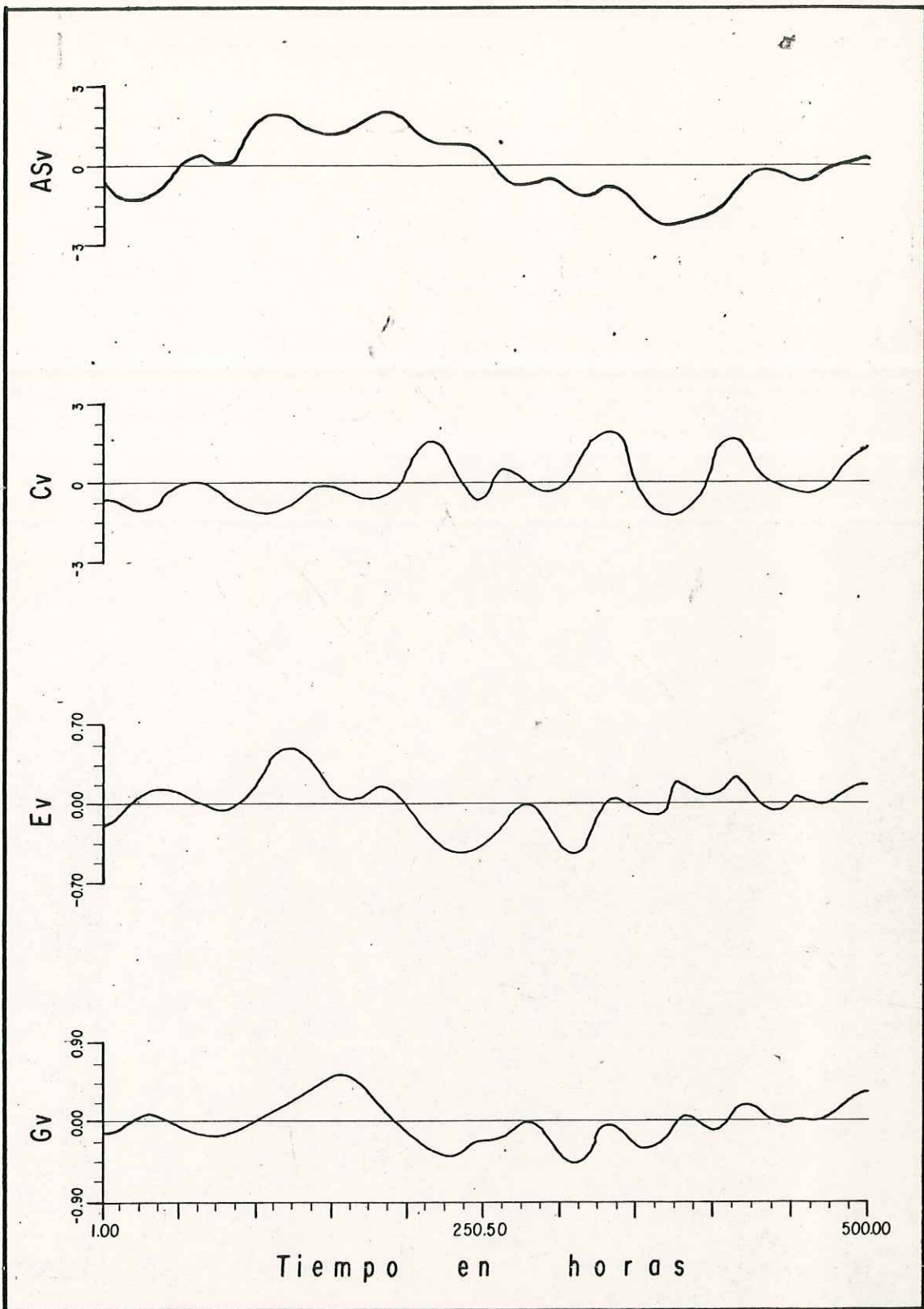


Figura A3 Series en el tiempo de la componente v de la Corriente no-astronómica (cm/seg), en las estaciones AS, C, E y G. Noviembre de 1980.

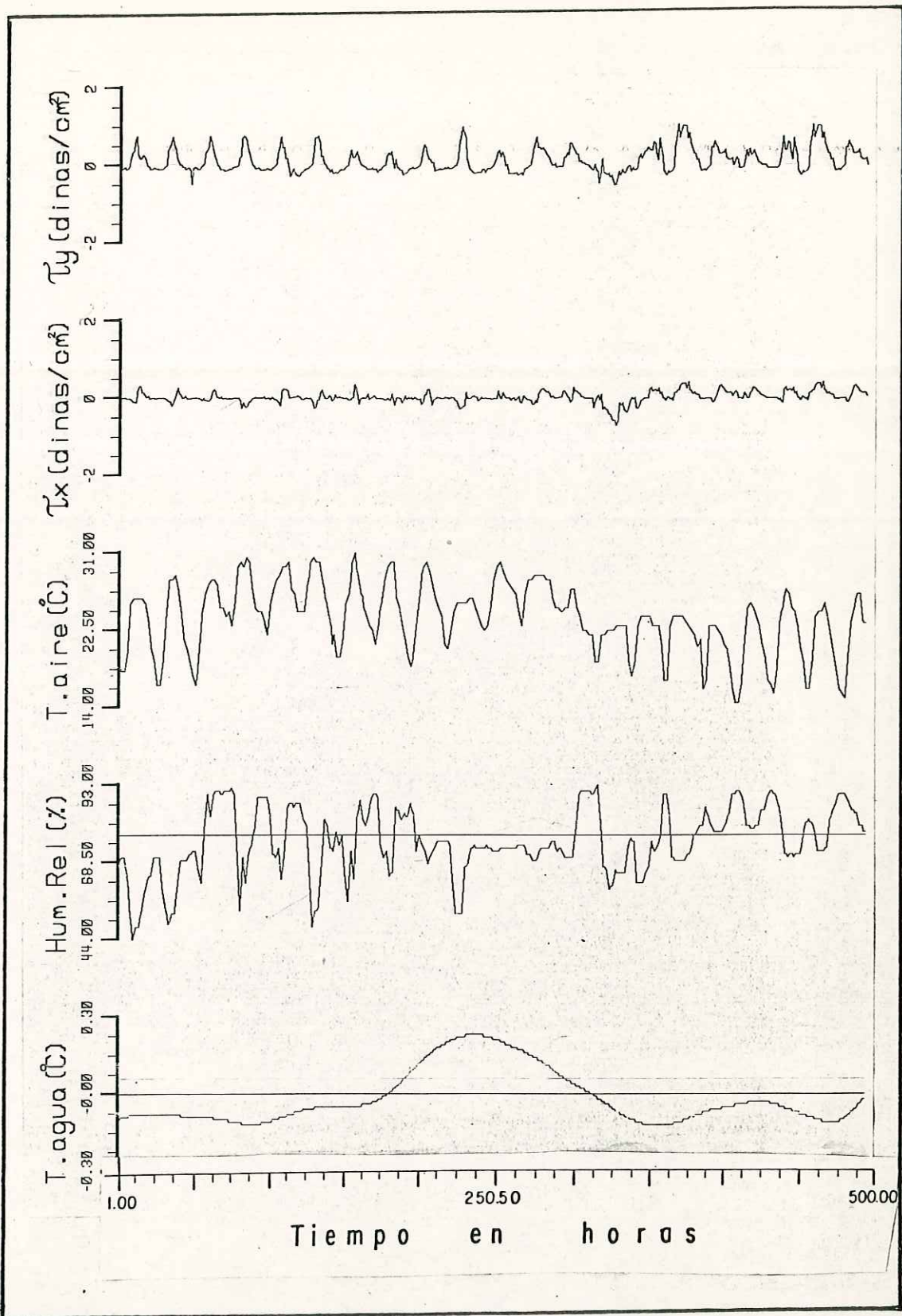


Figura A4 Series en el tiempo de las variables meteorológicas y temperatura del agua. Noviembre de 1980.

## APENDICE B

En ésta sección se presentan las Figuras de series de tiempo de marea no astronómica, corriente no astronómica, temperatura del agua, temperatura del aire, esfuerzos en  $x$  ( $\tau_x$ ) y en  $y$  ( $\tau_y$ ) debido al viento y humedad relativa, que fueron utilizados en el estudio de la Ensenada de La Paz, Baja California Sur. En éstas figuras se presentan las características típicas o comportamiento de las series con respecto al tiempo, para el segundo período correspondiente a : Abril-Mayo de 1981.

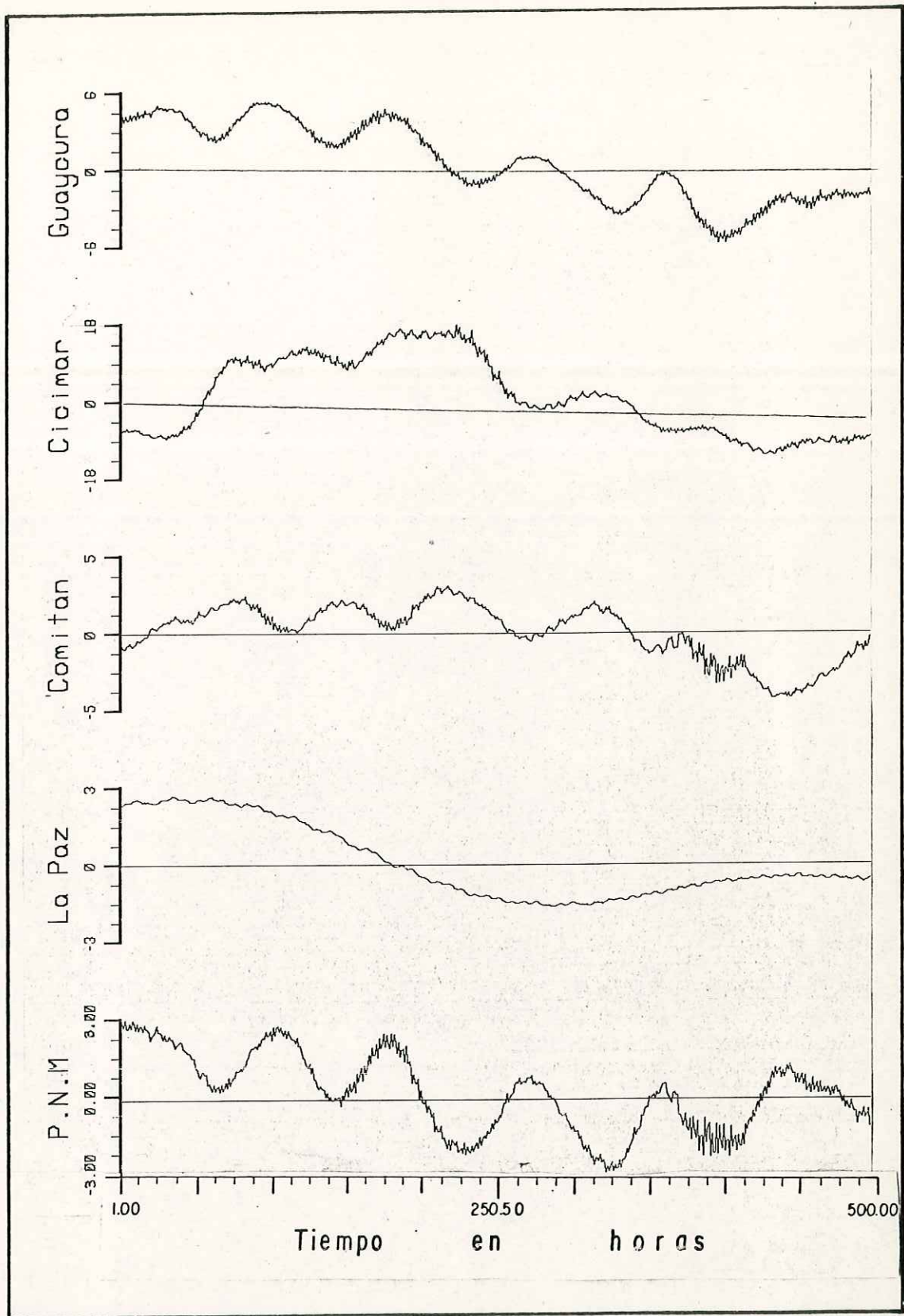


Figura B1 Series en el tiempo de alturas de marea no-astronómica (cms.) y Pendiente del Nivel del Mar ( $\times 10^{-6}$ ). Abril-Mayo de 1981

TABLA BI

Estadísticas básicas de las variables analizadas en la Ensenada de la Paz, Baja California Sur. Segundo período, (Abril-Mayo de 1981).

$X_t$	Promedio	Desviación-Max.	Desviación-Min.	Desviación Típica	unidades
Guaycura	0.50	5.00	- 7.00	3.30	cm
Cicimar	1.10	15.00	-13.00	5.30	cm
Comitán	0.06	3.10	- 4.50	4.00	cm
La Paz	0.09	3.00	- 2.00	4.00	cm
A1Su	- 0.07	4.00	- 4.00	2.00	cm/seg
A1Fu	0.01	3.40	- 3.30	1.10	cm/seg
A1Sv	- 0.03	3.00	- 2.10	0.90	cm/seg
A1Fv	0.01	2.00	- 2.00	1.10	cm/seg
A2Su	0.12	4.10	- 3.00	3.00	cm/seg
A2Fu	0.01	5.20	- 3.20	2.00	cm/seg
A2Sv	- 0.20	5.00	- 4.10	2.00	cm/seg
A2Fv	0.07	3.00	- 2.00	1.00	cm/seg
D1u	0.07	3.00	- 3.00	1.00	cm/seg
D1v	- 0.20	3.00	- 2.00	1.10	cm/seg
$T_x$	- 0.05	0.50	- 1.00	0.20	dinas/cm <sup>2</sup>
$T_y$	- 0.03	0.80	- 1.10	0.30	dinas/cm <sup>2</sup>
T°agua	0.01	0.90	- 1.10	0.70	°C
T°aire	22.00	11.00	-13.00	5.00	°C
Hum. Rel	60.00	30.00	-36.00	16.00	%

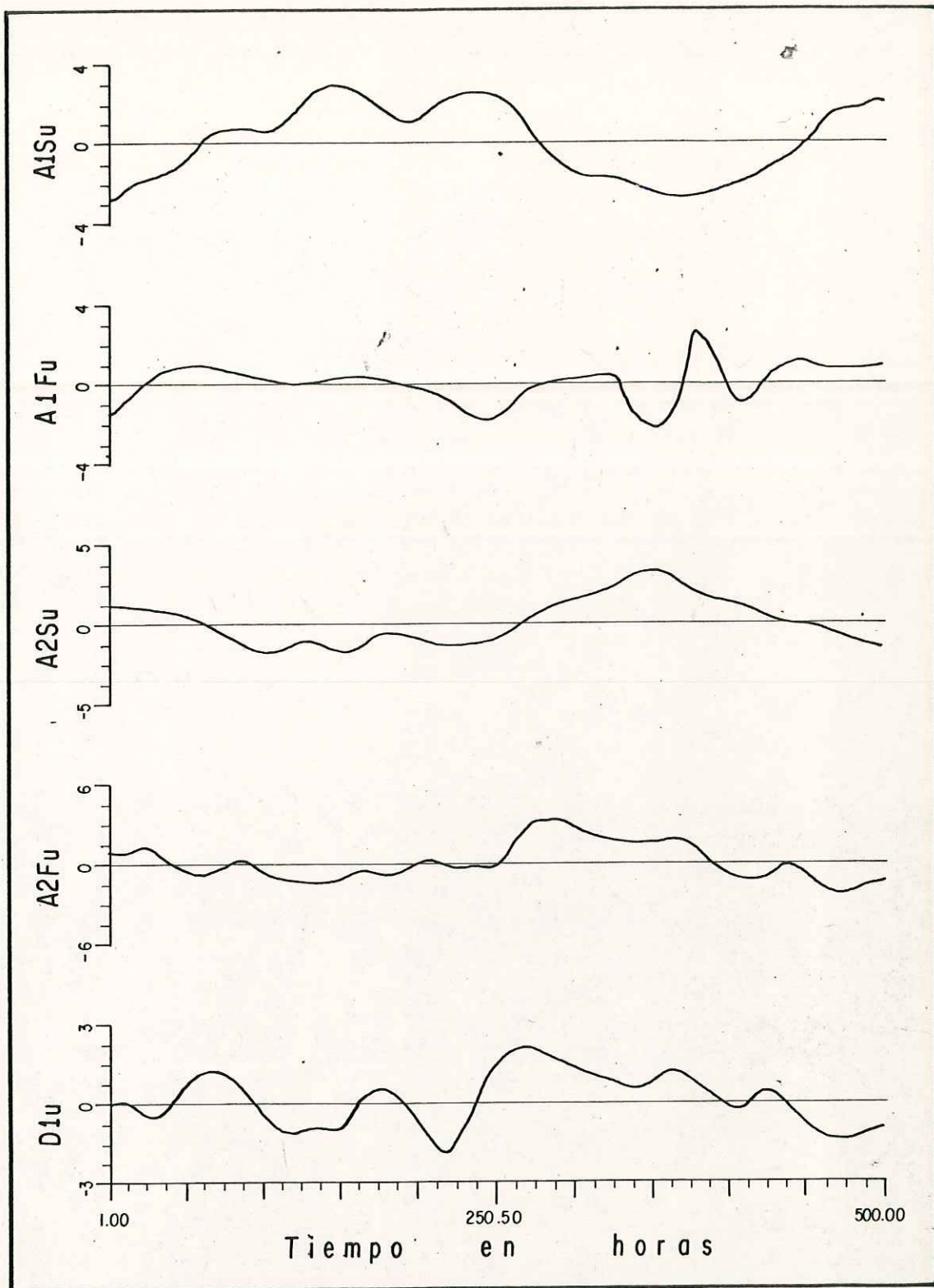


Figura B2 Series en el tiempo de la componente u de la Corriente no-astronómica (cm/seg), en las estaciones A1S, A1F, A2S, A2F y D1. Abril-Mayo de 1981.

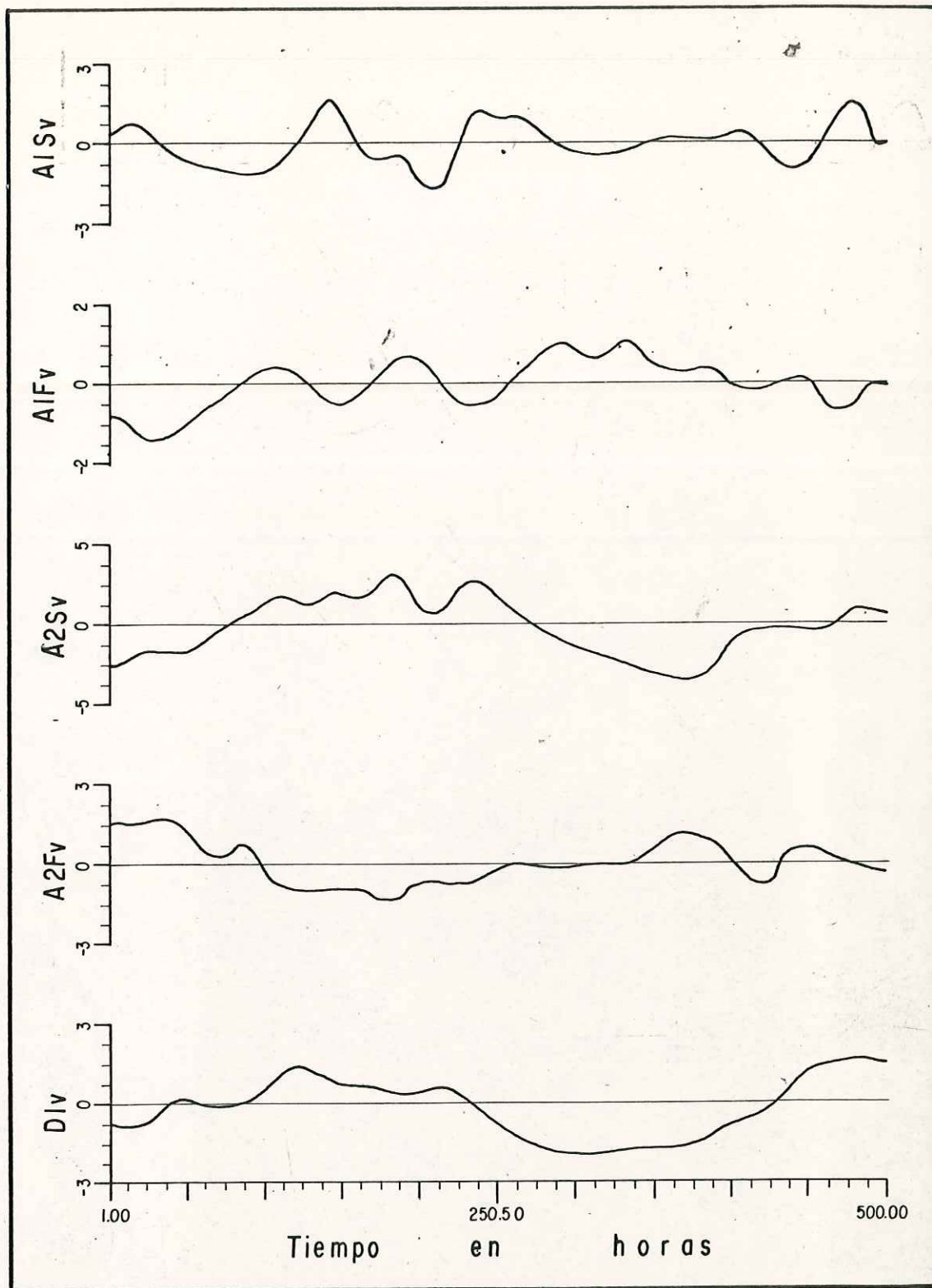


Figura B3 Series en el tiempo de la componente v de la Corriente no-astronómica (cm/seg), en las estaciones A1S, A1F, A2S, A2F y D1. Abril-Mayo de 1981.

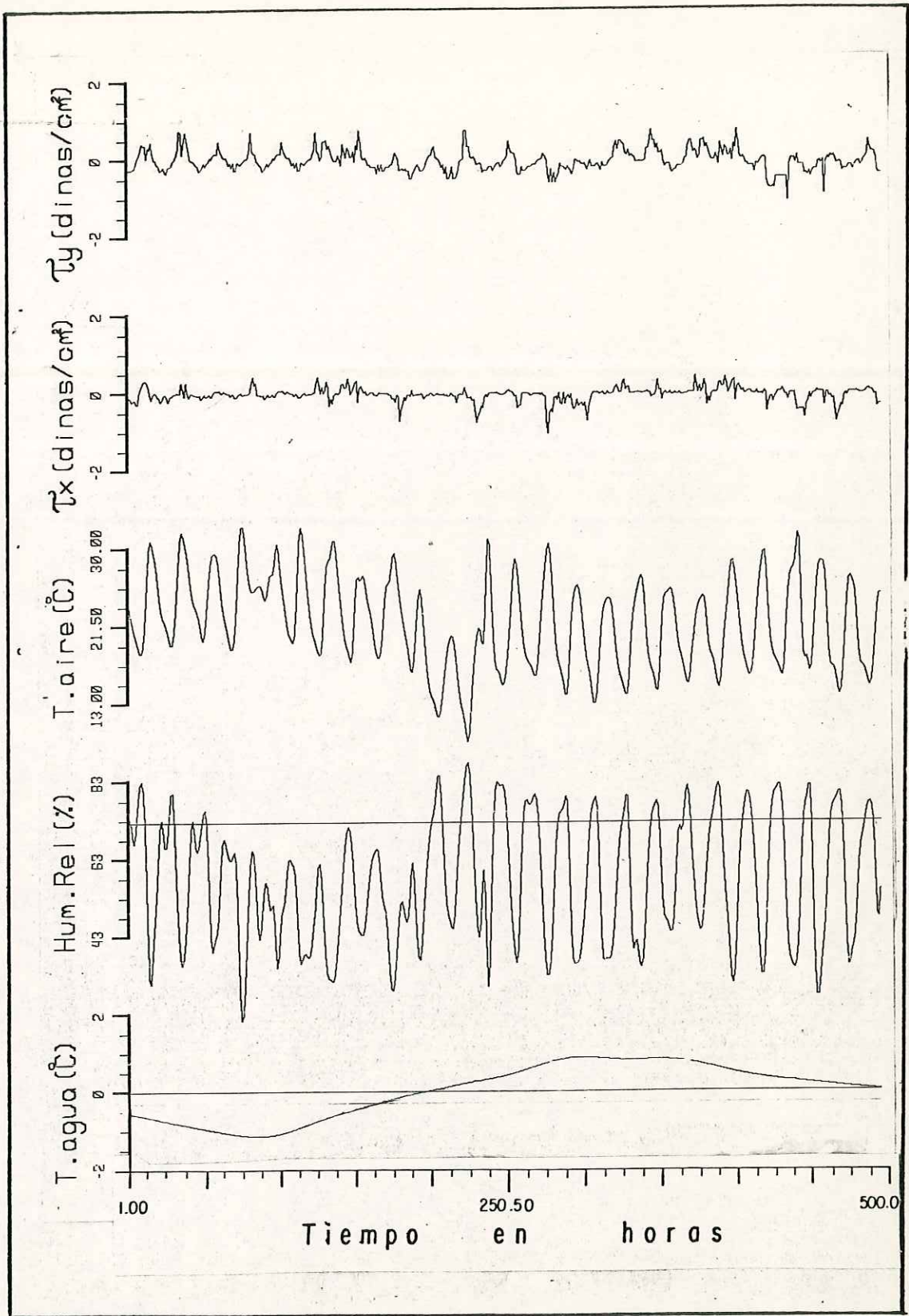


Figura B4 Series en el tiempo de las variables meteorológicas y temperatura del agua. Abril-Mayo de 1981.