

Universidad Autónoma de Baja California
Unidad de Ciencias Marinas

Variabilidad espacial y temporal de temperatura
en dos Lagunas Costeras

TESIS

que para obtener el título de

OCEANÓLOGO

presenta:

JOSUE ALVAREZ BORREGO

Ensenada, Baja California, 1981.

Dedicado a mis padres

PEDRO ALVAREZ ORTEGA
DOLORES BORREGO DE ALVAREZ

y mis hermanos

ELEAZAR, SAUL, JOEL Y HERMINIA.

Con verdadero respeto al Profr. Humberto Gamboa
Montoya, mi maestro de Matemáticas durante cinco años.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fué realizado en la Sección de Ecología de Lagunas Costeras y Mares Adyacentes, Departamento de Oceanografía, del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (C. I. C. E. S. E.), durante Mayo 15 de 1979 a Diciembre 15 de 1980, gracias a una beca-tésis otorgada por ésta institución al autor.

Quiero hacer patente mi agradecimiento al oceanólogo Adolfo Granados Guzmán por su incalculable ayuda en el campo para la instalación y revisión de termógrafos.

Al oceanólogo Gilberto Gaxiola Castro por sus sugerencias y discusiones que formábamos respecto a los temas tratados en este trabajo.

A las pasantes de Oceanólogo Lourdes Brambila y Astrid Montiel por su valiosa ayuda en la lectura de los termogramas.

CONTENIDO
Variabilidad espacial y temporal de temperatura
en dos lagunas costeras

	página.
1.0 Introducción	1
1.1 Area de Estudio	6
2.0 Objetivos.	10
3.0 Materiales y Métodos	12
4.0 Resultados.	14
4.1 Temperatura en la Boca de San Quintín (Punto A).	14
4.2 Temperatura en Bahía Falsa (Punto B).	18
4.3 Temperatura en bahía de San Quintín (Punto C).	21
4.4 Temperatura en Bahía Falsa (Punto D).	23
4.5 Temperatura en Molino Viejo (Punto E).	25
4.6 Resultados sobre las comparaciones de los diferentes puntos en formas de diagramas de Tukey.	29
4.7 Correlaciones cruzadas de las series de Bahía San Quintín.	34
4.8 Resultados sobre las Coherencias.	36
4.9 Comparaciones de temperatura de la Boca de Bahía San Quintín con temperaturas de aguas oceánicas tomadas en Punta Camalú y Punta Consuelo.	44

	página.
4.10 Temperatura en el Estero de Punta Banda (Punto A).	51
4.11 Temperatura en la Mitad del Estero de Punta Banda (Punto B).	53
4.12 Temperatura en la Cabeza' del Estero de Punta Banda (punto C).	57
4.13 Resultados sobre las comparaciones de un punto con otro en forma de diagramas de Tukey.	59
4.14 Resultados de las Coherencias.	63
5.0 Discusiones.	66
6.0 Conclusiones	78
7.0 Bibliografía.	80

LISTA DE FIGURAS

	página
1. Plano de localización de los termógrafos en Bahía San Quintín ..	8
2. Plano de localización de los termógrafos en Estero de Punta Banda .	9
3. Serie de Temperatura del Punto A (Boca de San Quintín)	15
4. Espectro de Variancia de la serie del Punto A y Punto B ...	17
5. Serie de Temperatura del Punto B (entrada a Bahía Falsa) ..	20
6. Series de Temperatura en el Punto C (entrada a bahía San Quintín) ..	22
7. Serie de Temperatura en el Punto D (Bahía Falsa) ...	24
8. Espectros de Variancia de la serie del Punto D y Punto E ...	26
9. Serie de Temperatura del Punto E (Molino Viejo)	28
10. Mediana y dispersión de Temperatura en Bahía San Quintín (mayo, junio, julio, agosto) ...	30
11. Mediana y dispersión de temperatura en Bahía San Quintín (septiembre, octubre, noviembre, diciembre) ...	31
12. Mediana y dispersión de Temperatura en Bahía San Quintín (enero, febrero, marzo, abril) ...	32
13. Gráficas de Coherencia para Bahía San Quintín	38
14. Gráficas de Coherencia para Bahía San Quintín	39
15. Gráficas de Coherencia para Bahía San Quintín	42
16. Plano de localización de los termógrafos en Punta Consuelo y Punta Camalú.	45
17. Series de Temperatura en Punta Consuelo y Punta Camalú ...	46
18. Espectros de Variancia y Coherencia de la fig. 16 ...	47
19. Serie de Temperatura en el Punto A (Boca del Estero) ...	52
20. Espectros de Variancia para el Estero de punta Banda ...	54

	página.
21. Serie de temperatura en el Punto B (Mitad del Estero) ..	55
22. Serie de Temperatura en el Punto C (Cabeza del Estero)..	58
23. Mediana y dispersión de Temperatura en el Estero de Punta Banda ..	61
24. Gráficas de Coherencia para el Estero de Punta Banda	64
25, 26 y 27. Series cortas de Temperatura mostrando intercambios de agua ...	69,71 y 72.

LISTA DE TABLAS

	página.
I. Correlaciones de las series de Bahía San Quintín en Temperatura ..	35
II. Gradientes horizontales de temperatura en Bahía San Quintín	43
III. Correlación en temperatura de la Boca de Bahía San Quintín con las series de temperatura en Punta Consuelo y Punta Camalú	50
IV. Correlaciones de las series del Estero de Punta Banda en temperatura ..	62
V. Gradientes horizontales de temperatura en el Estero de Punta Banda	65

Variabilidad espacial y temporal de temperatura en dos Lagunas Costeras

INTRODUCCION

Probablemente no existe otro factor del medio ambiente tan importante universalmente como la temperatura (Odum, 1971). Ya que la densidad del agua de mar depende grandemente de la temperatura, ésta es indicadora muy a menudo de fenómenos físicos de advección y difusión en el océano, tales como surgencias, procesos de mezcla, etc. Su acción es determinante sobre la distribución espacial, el metabolismo y los ciclos reproductivos de los organismos vegetales y animales que habitan el medio marino (Moore, 1966).

Durante los últimos cinco años ha existido un gran interés en desarrollar la maricultura en las lagunas costeras de la Península de Baja California. El principal interés ha estado concentrado en cultivo de ostión. Experimentos satisfactorios con Crassostrea gigas, el ostión Japonés, y Ostrea edulis, el ostión Europeo, han sido llevados a cabo en varias lagunas costeras de la costa del Pacífico de la Península. En

Baja California varias de las lagunas costeras se conservan en su estado natural , mientras que algunas de ellas han sido alteradas por las actividades del hombre en el sur de California, U.S.A.

Como el desarrollo urbano e industrial se localiza en los dos extremos de la Península de Baja California, las actividades humanas han impactado en la ecología de las lagunas. Estudios ecológicos básicos pueden dar el antecedente contra el cual las situaciones del futuro deben ser comparadas. También, los estudios pueden ser diseñados para ganar información provechosa que debe ser aplicada al hacer decisiones racionales para que el desarrollo de la maricultura sea óptima. Por ejemplo, es importante conocer los rangos espaciales y temporales de variables tan importantes como temperatura y salinidad, el alimento disponible en las diferentes lagunas, los mecanismos que son responsables de la mayor o menor fertilidad de algunas lagunas respecto a otras y con respecto al océano abierto, y la razón de intercambio de agua entre las lagunas y el océano adyacente (Lara Lara, Alvarez Borrego y Small, 1980).

Los océanos abiertos son menos productivos por unidad de área que las aguas oceánicas costeras, y

éstas menos que las bahías y lagunas costeras, ya que los sedimentos, los nutrientes disueltos en ellas, la materia orgánica, y las bacterias que ellos contienen, son fácilmente recirculados por las mareas y/o el viento, resultando un aumento de la productividad orgánica (Vannucci, 1969). En comparación con el mar, con el que están comunicadas, las lagunas litorales son ecosistemas menos organizados, que periódicamente ofrecen gran cantidad de alimento que no puede ser consumido directamente en la propia laguna (Margalef, 1969). Por esto constituyen áreas donde se pueden aplicar técnicas de acuicultura de organismos potencialmente útiles con los cuales el ecosistema puede ser puesto a su nivel más alto de producción.

La hidrología de Bahía San Quintín y del Estero de Punta Banda ha sido intensamente estudiada por su cercanía a Ensenada y por ofrecer condiciones ecológicas diferentes uno con respecto al otro, con el objetivo primordial de proporcionar una infraestructura científica para el desarrollo de maricultivos (Acosta Ruiz y Alvarez Borrego, 1975; Chávez de Nishikawa y Alvarez Borrego, 1977; Lara Lara y Alvarez Borrego, 1975; Alvarez Borrego, Ballesteros Grijalva y Chee Barragán, 1975; Alvarez Borrego y Chee Barragán, 1976; Alvarez Borrego, Acosta Ruiz y Lara

Lara, 1977; Alvarez Borrego y Lara Lara, 1977; Millán Nuñez y Alvarez Borrego, 1978; Zertuche González y Alvarez Borrego, 1978. y Pritchard, De la Paz Vela, Cabrera Muro, Farreras Sans y Morales , 1978)

Hasta 1976 los estudios realizados habían descrito la distribución de propiedades del agua sólo en forma espacial, pero a partir de 1977 se empezaron a generar series de tiempo cortas (de 26 hrs.) de diferentes variables para tratar de ver el cambio de una con respecto a la otra (Alvarez Borrego y Lara Lara, 1977). Más adelante se vió la necesidad de generar series de tiempo más largas para entender mejor la variación de las propiedades con respecto al tiempo y la dinámica de las dos lagunas costeras (Lara Lara, Álvarez Borrego y Small, 1980; Zertuche González y Alvarez Borrego, 1978). Se conoce, por ejemplo, que en bahía San Quintín, en la boca y en verano, a temperaturas bajas generalmente corresponden con salinidades altas, oxígeno disuelto bajo, alta concentración de nutrientes, baja concentración de clorofila y baja productividad primaria (Lara Lara, Alvarez Borrego y Small, 1980). Las series de tiempo analizadas por estos autores fueron de 17 días. Idealmente, las series de tiempo deben extenderse por períodos de por lo menos un año

para describir cambios estacionales. Esto generalmente no es posible ya que implica una enorme cantidad de muestras que deben ser colectadas y analizadas manualmente. Al contar con termógrafos relativamente baratos y confiables para la generación automatizada de series de tiempo continuas y hasta de tres meses, ha sido posible que a partir del 16 de Mayo de 1979 se empezaran a generar, en cinco puntos diferentes de la Bahía de San Quintín y del 29 de Mayo de 1979 en tres puntos diferentes en el Estero de Punta Banda, series continuas de temperatura in situ (Figs. 1 y 2).

Esta información permitirá analizar todos los fenómenos naturales que se reflejan en la temperatura y que ocurren en estas dos lagunas en un año completo.

1.1 Area de Estudio

El Estero de Punta Banda, es una laguna costera localizada a lo largo de la orilla sureste de la Bahía de Todos Santos (O'Brien y Zeevart, 1969). La Bahía de Todos Santos se localiza entre $31^{\circ} 40' N$ y $31^{\circ} 56' N$ y entre $116^{\circ} 36' W$ y $116^{\circ} 50' W$. Es una bahía grande y abierta con un área aproximada de 230.4 kilómetros cuadradas (Walton, 1955). El Estero está separado de la Bahía por una barra arenosa que se extiende de Punta Banda hacia el Noroeste, con un poco más de siete kilómetros de longitud. El estero se caracteriza por un canal en forma de 'L', con una profundidad máxima que no excede seis metros. Al Este del canal se extiende una marisma poco desarrollada cortada por canales sinuosos (Walton, 1955). No existe un aporte continuo de agua dulce al estero, pero durante los períodos de lluvia el aporte es considerable a través de los arroyos que se encuentran cerca de la boca del estero y a lo largo de la base de Punta Banda (Walton, 1955).

La Bahía de San Quintín está localizada en la

costa noroccidental de Baja California entre los $30^{\circ} 24'$ N y $30^{\circ} 30'$ N y $115^{\circ} 57'$ W y $116^{\circ} 01'$ W. Tiene un área de 29.95 kilómetros cuadradas y se comunica con el mar por un canal estrecho. Está dividido en dos brazos, oeste y este (Banard, 1964). Al brazo oeste se le llama bahía Falsa, y al brazo este se le denomina propiamente bahía San Quintín. Tampoco existe un aporte continuo de agua dulce a Bahía San Quintín, con excepción de las épocas de lluvia. Ambas lagunas costeras son básicamente cuencas de evaporación, donde la salinidad aumenta de las bocas a los extremos internos (Chavez de Nishikawa y Alvarez Borrego, 1977; Acosta Ruiz y Alvarez Borrego, 1974).

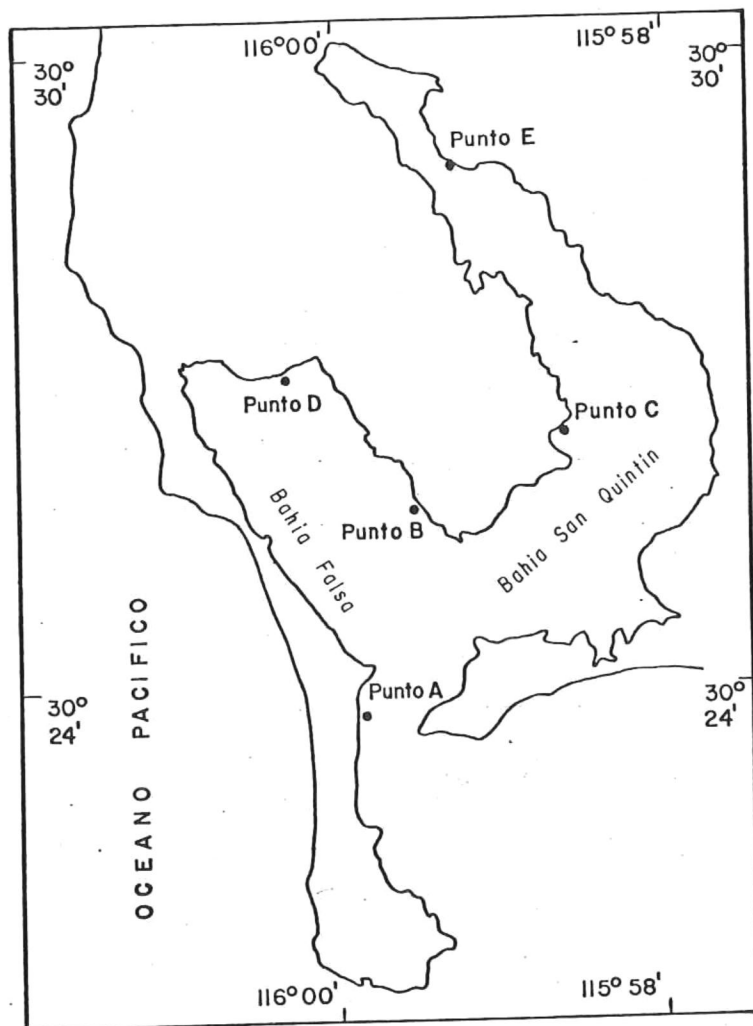


Fig 1: Plano de localización de los termógrafos en Bahía San Quintín.

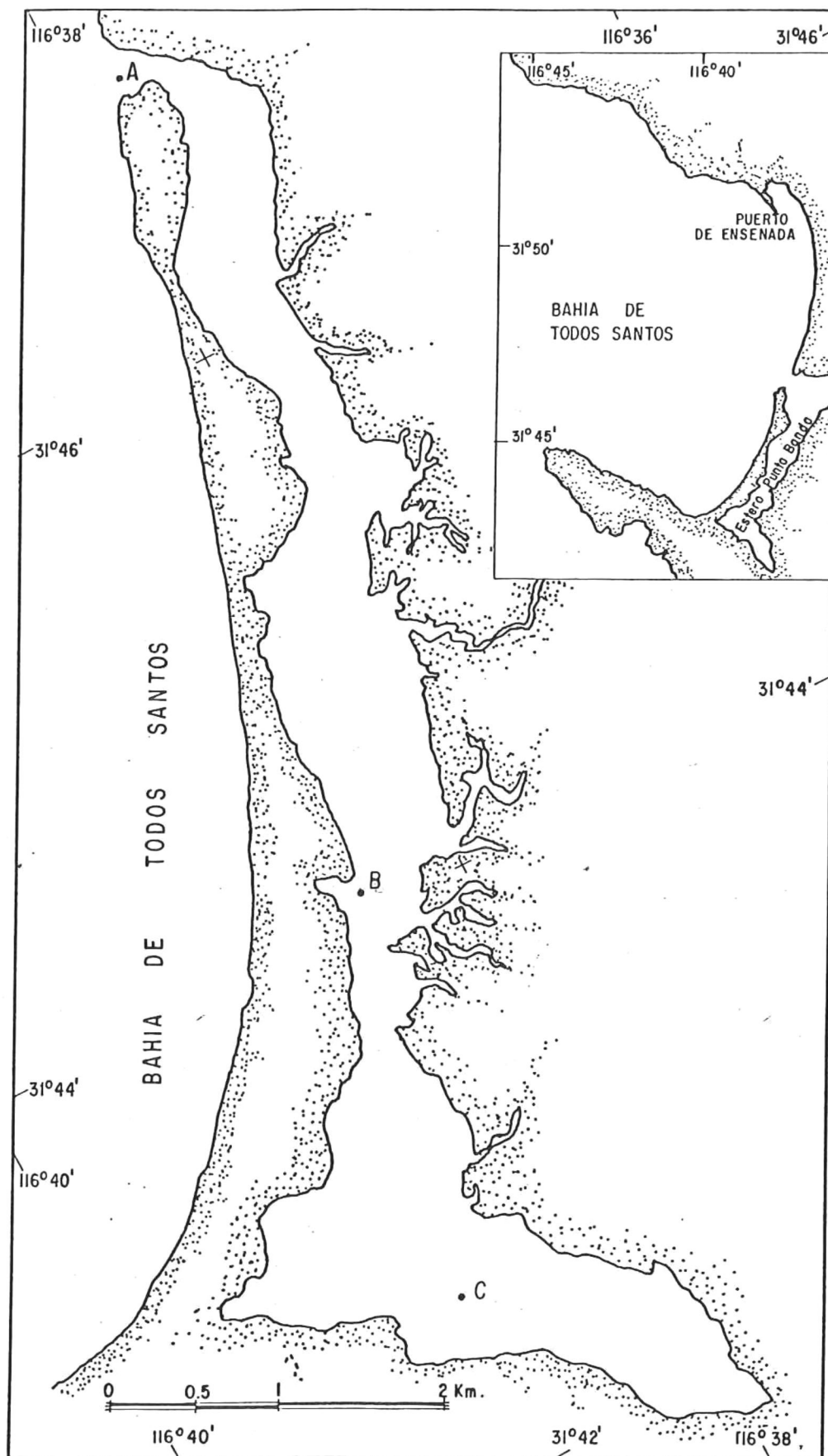


FIGURA.- I Plano de localización de los termografo en el Estero de Punta Banda.

OBJETIVOS

Inferir asociaciones entre los cambios de temperatura y la incidencia de fenómenos físicos oceánicos y atmosféricos en estas dos lagunas costeras. Esto se hará mediante el análisis del espectro de variancia de las series de tiempo.

Estimar la penetración de fenómenos físicos, tales como surgencias, del océano abierto hacia el interior de las lagunas, mediante la correlación cruzada de las series de las bocas y los interiores. Esto nos dará una idea del tiempo de residencia del agua en el interior de las lagunas.

Utilizando la oportunidad de que el grupo de estudio de surgencias del Cicese tiene instalados termógrafos en océano abierto al norte y al sur de las bocas de estas dos lagunas costeras, se podrán comparar estas series con las de este trabajo para discriminar más apropiadamente los fenómenos oceánicos de los que se generan en los interiores de las lagunas.

Se estimarán los gradientes horizontales de temperaturas en diferentes tiempos de la serie, para analizar su variabilidad.

MATERIALES Y METODOS

Todos los materiales fueron provistos por el grupo de Ecología de Lagunas Costeras y Mares Adyacentes del CICESE.

Para medir la temperatura 'in situ' se usaron termógrafos que contienen un rollo donde se marca la temperatura analógicamente hasta por tres meses y es accionado por medio de una batería de 1.5 volts alcalina. Son de marca Peabody Ryan y tienen una precisión de hasta 2% en la temperatura y 0.2% en el tiempo de acuerdo con el manual de operación, sin embargo en tres meses se obtuvo una diferencia máxima en el tiempo de sólo media hora. Los datos fueron digitalizados haciendo las lecturas cada hora, luego fueron introducidos a una computadora Prime 400 propiedad del CICESE, para su análisis.

El método que se utilizó para analizar las series de tiempo fué el de Análisis Espectral. Se obtuvo la correlación (Bendat y Piersol 1971) entre ellas mismas y con series de tiempo de mareas (éstos últimos datos los proporcionó el grupo de Mareografía del CICESE). Se obtuvieron espectros de variancia y coherencia,

este análisis se hizo considerando períodos desde dos horas en el espectro de variancia y desde ocho horas en la coherencia a un año, para poder así tener los períodos de mareas semidiurna y período anual y estacional. Los espectros de variancia tienen 36 grados de libertad y nivel de confianza de 95% según una distribución Chi-cuadrada, donde los grados de libertad G.L., se calcularon según Jenkins y Watts(1968) y Otnes y Enochson(1972):

$$G.L. = 2\tilde{n}(2B_n)$$

Donde:

\tilde{n} (=) Número de frecuencias adyacentes tomadas para la estimación promediada del espectro = 3.

n (=) Número de datos.

B_n (=) Ancho de banda de las estimaciones del espectro = \tilde{n}/n

Las coherencias hechas con 4096 datos tienen 30 grados de libertad y las de 8192 datos tienen 60 grados de libertad.

Se hicieron diagramas de Tukey para obtener la dispersión con respecto a la mediana (Tukey 1977).

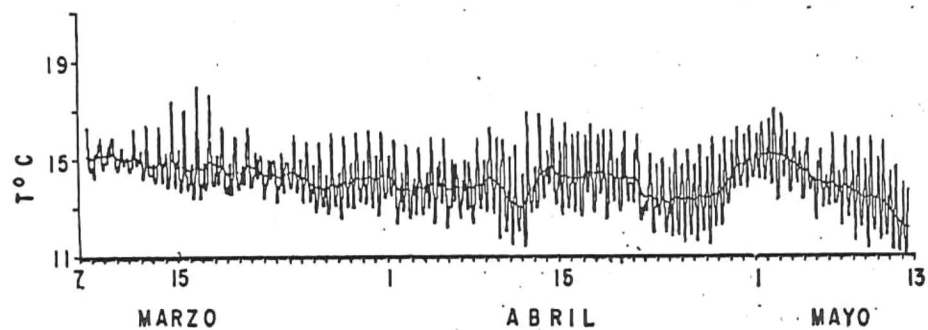
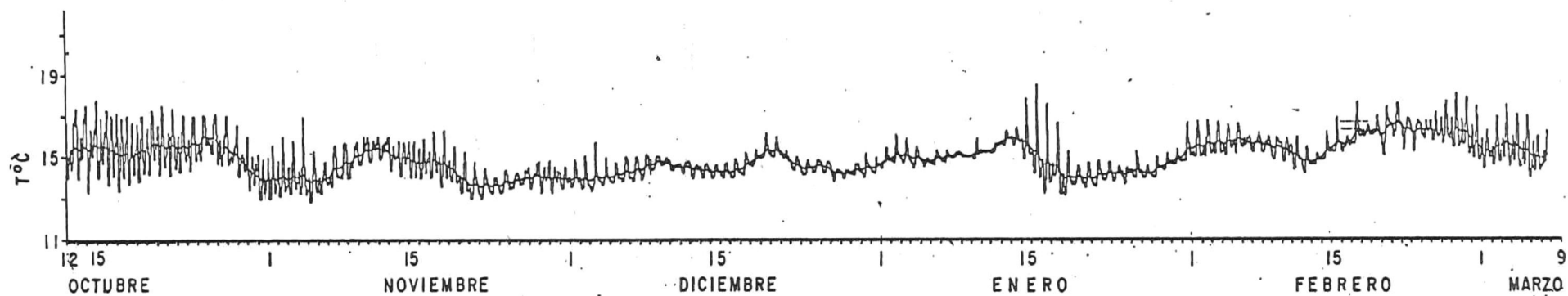
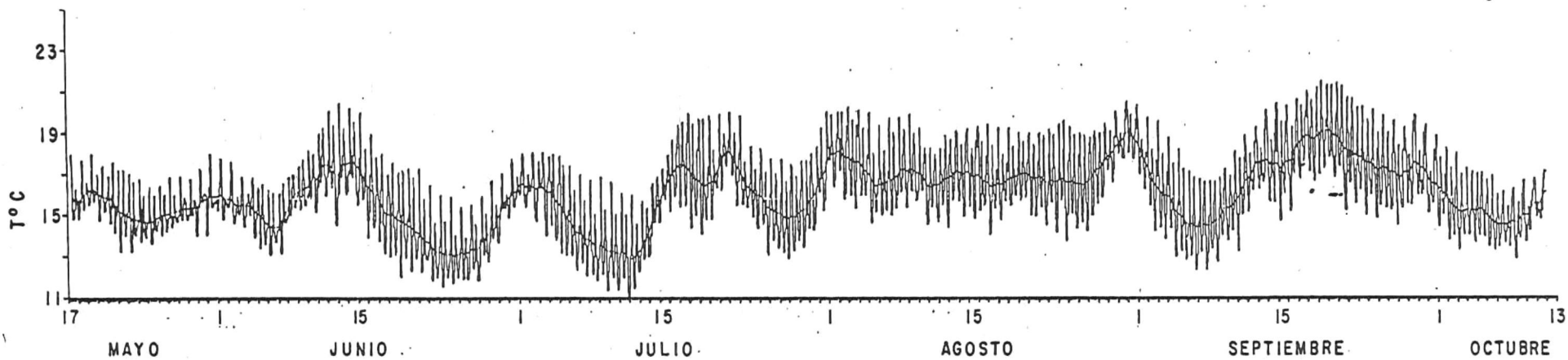
RESULTADOS

4.1 Temperatura en la Boca de San Quintín (Punto A)

La generación de la serie empezó a las 09:00 hrs. el 17 de Mayo de 1979 y terminó a las 14:00 hrs. el 13 de Mayo de 1980 (Fig. 3). Las temperaturas más bajas y las más altas se registraron en verano, la temperatura mínima fué 11.0 °C.

A finales de primavera, todo verano, principios de otoño de 1979 y a principios de primavera de 1980, se presentó una alta variabilidad en la temperatura observándose siete eventos de intensificación de surgencia muy marcados: 19-27 de Junio, 9-13 de Julio, 24-31 de Julio y 3-12 de Septiembre de 1979, 9-13 de Abril, 23-29 de Abril y 8-16 de Mayo de 1980, siendo los más intensos el segundo y último eventos. Los períodos de las ondas de los siete eventos de surgencias mencionados anteriormente fueron de 19, 16, 10, 13, 6, 7, ~15 días, y sus frecuencias fueron 2.2, 2.6, 4.1, 3.2, 6.9, 5.9 y 2.7 por 10^{-3} ciclos/hora. En todos los meses con alta variabilidad, las temperaturas mínimas de cada día indican la presencia continua del fenómeno de surgencia. El agua con bajas temperaturas,

Fig. 3 Serie de Temperatura del Punto "A"
(Boca de San Quintín)



que corresponden a mareas altas es agua del océano adyacente. Su temperatura es muy a menudo menor a 15 °C. Al empezar Noviembre hasta mediados de Marzo la variabilidad en la temperatura bajó. La máxima temperatura registrada fué 21.48 °C el 19 de Septiembre a las 16:00 hrs., la temperatura mínima fué 11.0 °C el 12 de Julio a las 00:00 hrs.. EL promedio de toda la serie fué 15.24 °C.

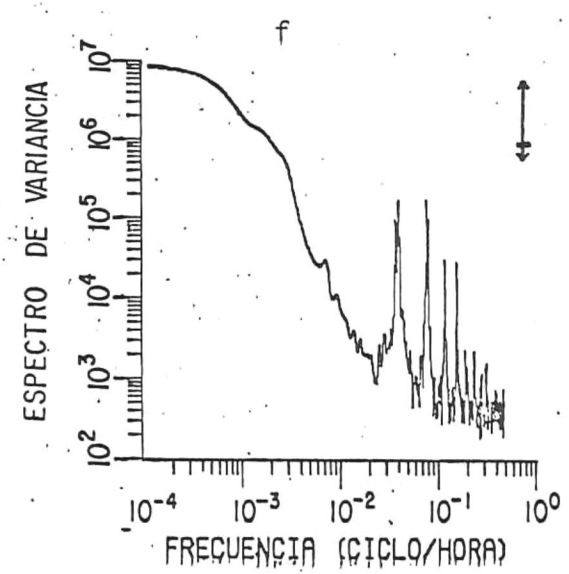
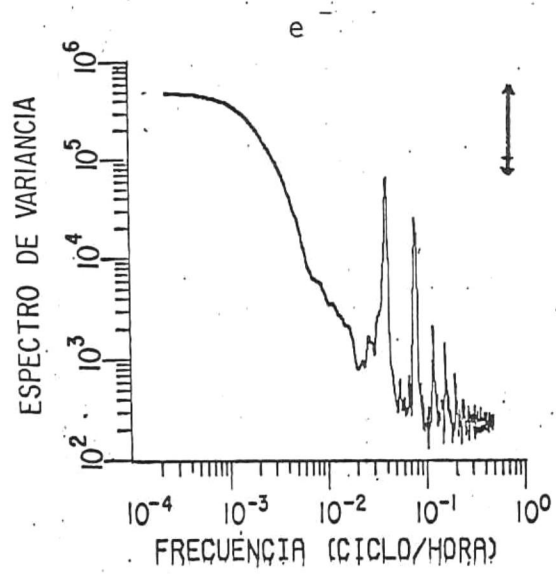
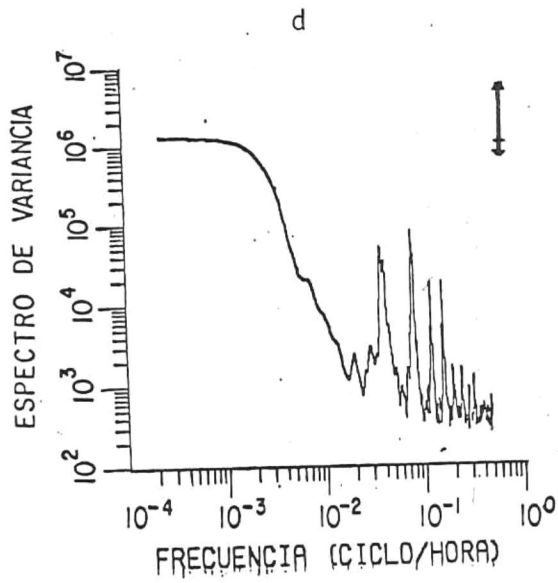
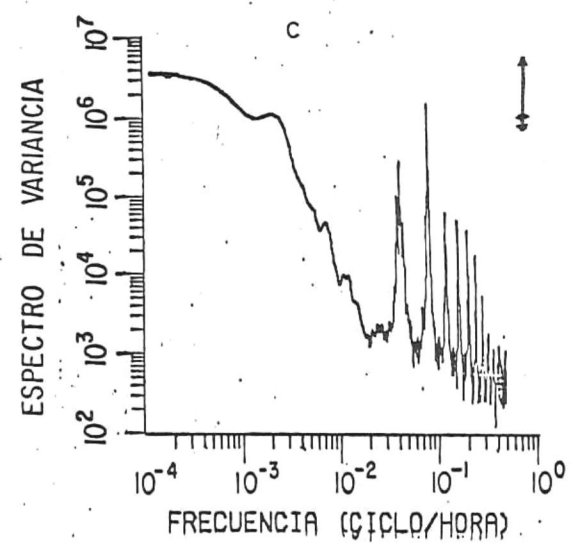
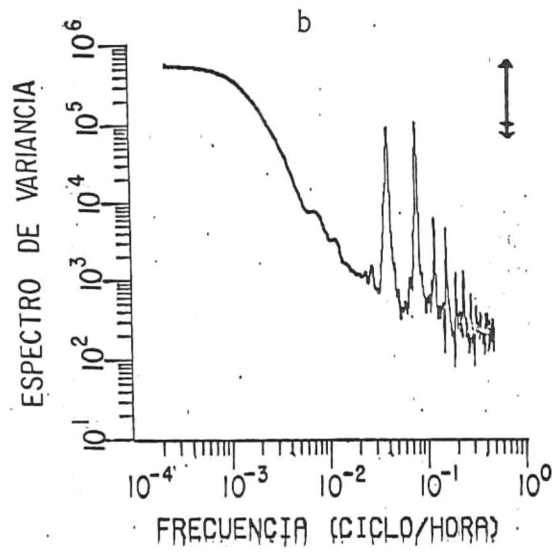
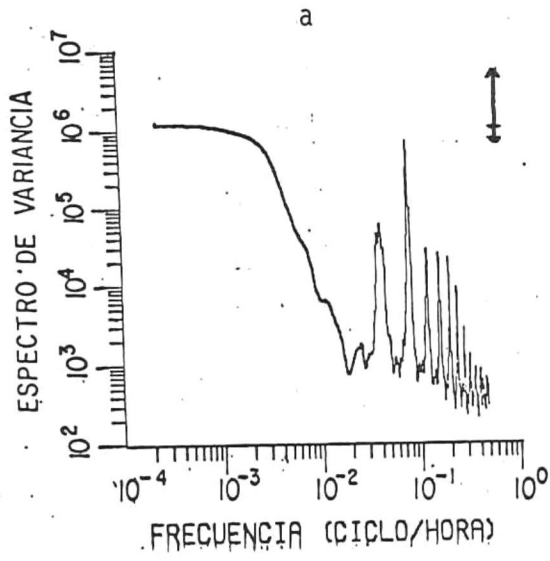
Para obtener los espectros de variancia, se dividió la serie en dos partes: una con alta variabilidad, del 17 de Mayo al 4 de Noviembre de 1979. y otra con baja variabilidad, del 4 de Noviembre de 1979 al 22 de Abril de 1980. Los espectros de variancia (Figs. 4a, 4b y 4c), de las dos partes y de la serie completa mostraron que cuando existen eventos de surgencias fuertes, la más alta variabilidad la manifiesta la componente semidiurna (0.08 ciclos/hora) seguida de la diurna (0.04 ciclos/hora), (Fig. 4a). Cuando el espectro de variancia se estima para la parte de la serie con baja variabilidad (Fig. 4b), la componente diurna tiene casi la misma amplitud que la semidiurna. Comparando ómbas componentes con las de la figura 4a, se observa que la componente semidiurna tuvo menor amplitud y la diurna tuvo mayor amplitud. En la segunda parte de la serie las componentes de período

Fig. 4. Espectros de variancia de la serie del punto A:

- a) 17 de Mayo al 4 de Noviembre de 1979.
- b) 4 de Noviembre de 1979 al 22 de Abril de 1980.
- c) Para la serie completa.

Y de la serie del punto B:

- d) 6 de Julio al 4 de Noviembre de 1979.
- e) 4 de Noviembre de 1979 al 23 de Abril de 1980.
- f) Para la serie completa.



más corto que el semidiurno mostraron menor amplitud que en la primera parte. En toda la serie estas componentes son más pequeñas en amplitud que las componentes diurna y semidiurna. Para la serie completa (Fig. 4c), la componente que tiene más variabilidad son las de baja frecuencia siguiendo la semidiurna y diurna.

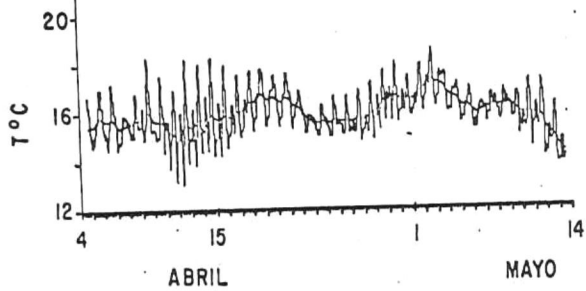
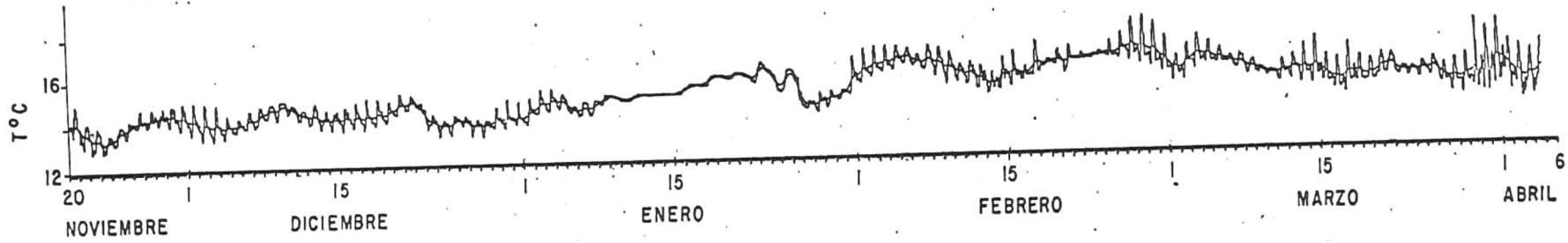
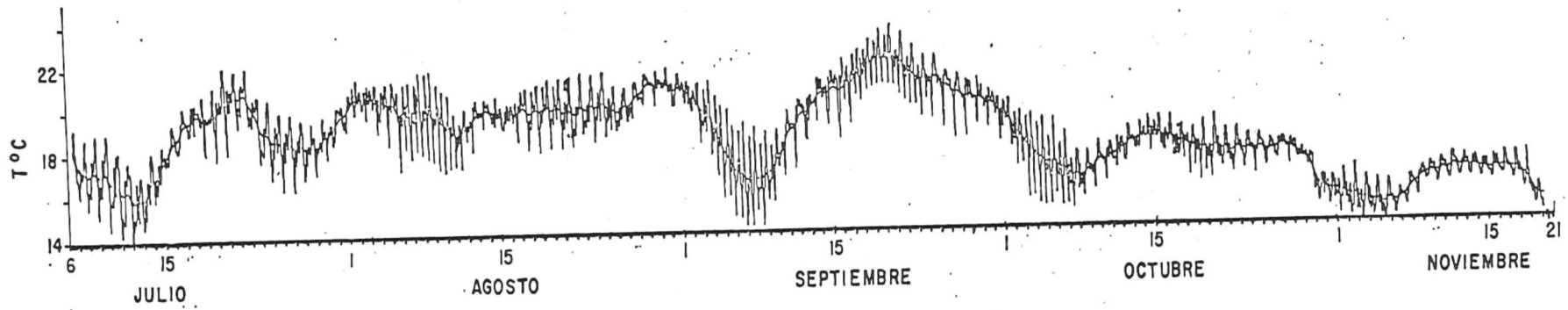
4.2 Temperatura en Bahía Falsa (Punto B)

El comienzo de la serie fué a las 12:00 hrs. del 6 de Julio de 1979 terminando a las 13:00 hrs. del 13 de Mayo de 1980. Hasta finales de Octubre de 1979 presenta alta variabilidad pero no tan grande como la de la boca. Desde Noviembre la serie presenta sus variabilidades mínimas, comenzando de nuevo con alta variabilidad al final de Marzo de 1980. Del 8 al 27 de Enero de 1980, el aparato se hundió en la arena debido a los sedimentos que fueron llevados a la Bahía por las fuertes lluvias existentes en ese tiempo, filtrándose así las variaciones de alta frecuencia, por lo que en la gráfica observamos una temperatura casi constante (Fig. 5). Los eventos de surgencia que se registraron en la serie de la boca, también fueron registrados en

el Punto B. Las temperaturas mínimas del punto B que corresponden a aguas de surgencia, y en general todas las temperaturas del punto B, son de 1 a 3 °C mayores que en el punto A. La temperatura máxima fue 23.46 °C registrada el 20 de Septiembre, la mínima fue 12.90 °C registrada el 22 de Noviembre, y el promedio de toda la serie fue 16.67 °C. Hay que notar en la serie de tiempo de temperatura (Fig. 5) la secuencia marcada de mareas vivas y muertas.

La serie del punto B se dividió igual que la del punto A. La primera parte comprendió del 6 de Julio al 4 de Noviembre de 1979 y la segunda parte del 4 de Noviembre de 1979 al 23 de Abril de 1980. Los espectros de variancia (Figs. 4d, 4e y 4f) de las dos partes y para la serie completa mostraron que cuando existen eventos de surgencia (primera parte de la serie) la componente semidiurna presenta mayor amplitud que la componente diurna, pero la diferencia de amplitudes no es tan grande como la diferencia que existe en el espectro de variancia para la boca de San Quintín (Fig. 4a). Para la segunda parte de la serie el espectro de variancia (Fig. 4e), muestra la componente diurna con mayor amplitud que la semidiurna

Fig. 5. Serie de Temperatura del Punto "B"
(entrada a Bahía Falsa).

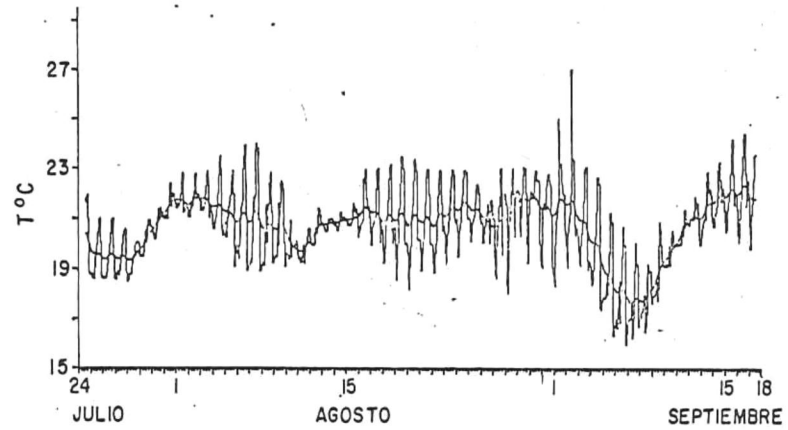
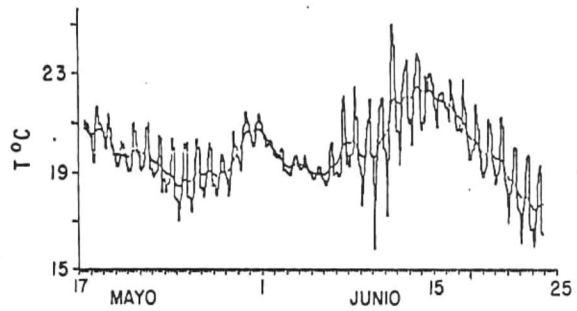


El espectro de variancia de la serie completa (Fig. 4f), muestra las componentes diurna y semidiurna con igual amplitud .

4.3 Temperatura en bahía San Quintín (Punto C)

La serie empezó a generarse el 16 de Mayo de 1979 y terminó el 23 de Junio de 1979 (Fig. 6), debido a que se acabó el papel donde se grababa la temperatura y no se reemplazó rápidamente por otro, además el termógrafo estaba movido de su lugar. Se empezó de nuevo el 24 de Julio y se cortó de nuevo el 16 de Septiembre de 1979, debido a que el termógrafo estaba de nuevo movido de su lugar. Después, se reinstaló y finalmente no fué encontrado, terminándose así el registro de datos para este punto. En las dos pequeñas series existe alta variabilidad, notándose también las ondas de baja frecuencia que se registraron en la boca. La temperatura máxima fué 27.0°C el 2 de Septiembre. Posiblemente este es un valor disparado debido a una falla en el instrumento. La temperatura mínima fué 16.0°C el 23 de Junio y el 6 de Septiembre de 1979. El promedio de toda la serie fué 20.73°C . No se estimaron espectros de variancia debido a lo corto de estas

Fig. 6. Series de Temperatura en el Punto "C",
(Entrada a bahía San Quintín).



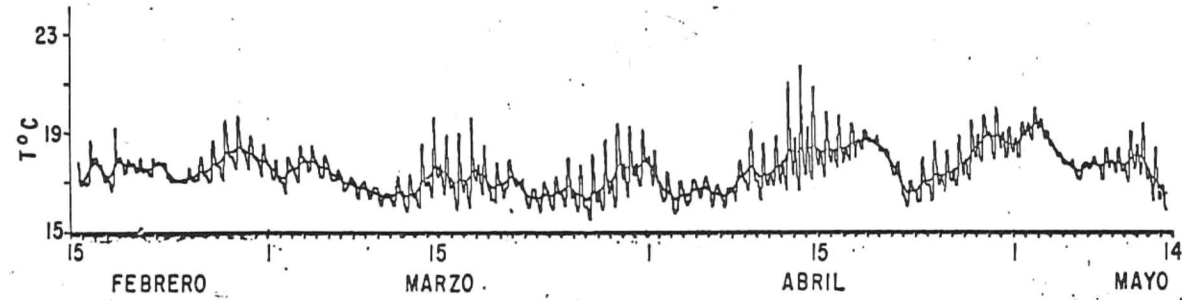
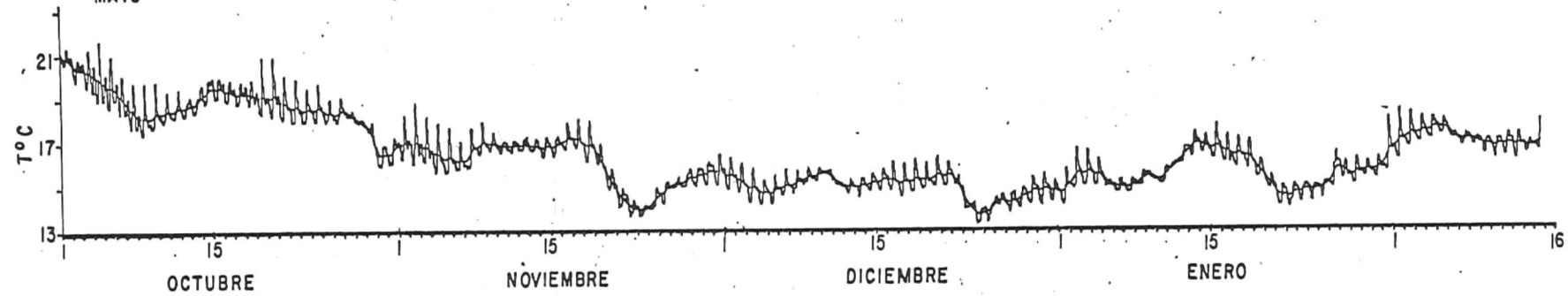
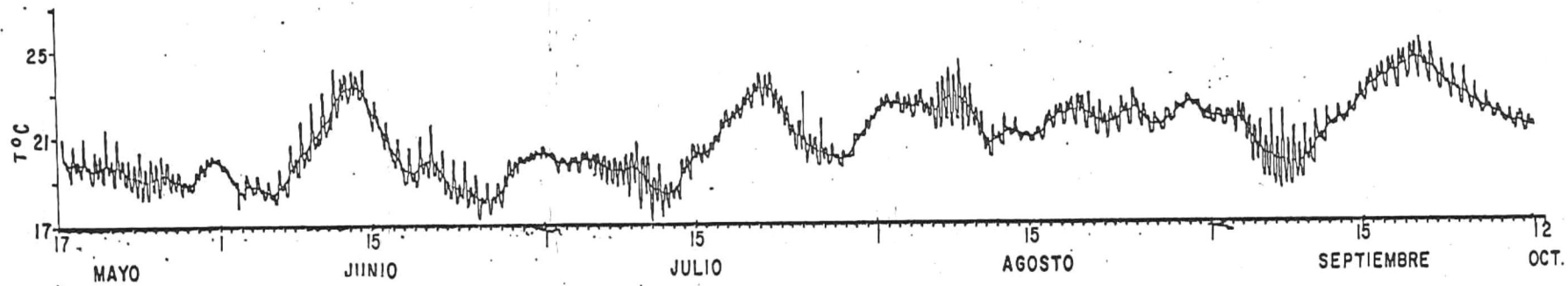
series. Nótese la secuencia de mareas vivas y muertas.

4.4 Temperatura en Bahía Falsa (Punto D)

El comienzo de la serie fué el 17 de Mayo de 1979 a las 12:00 hrs. y se terminó el 13 de Mayo de 1980 a las 12:00 hrs. (Fig. 7). Existe baja variabilidad en las frecuencias diurnas o mayores. Pero en las bajas frecuencias se aprecia una alta variabilidad en primavera, verano y otoño. Los eventos de surgencias registrados en la boca de San Quintín se registraron también en el Punto D. La temperatura máxima fué 25.30 °C el 20 de Septiembre, la mínima fué 13.30 °C el 24 de Diciembre. El promedio de toda la serie fué 18.36 °C. En general, los valores menores de temperatura se registraron hacia finales de otoño y principios de invierno y las mayores de finales de primavera a principios de otoño.

Al igual que en el punto A, se dividió la serie en dos partes: la primera del 17 de Mayo al 4 de Noviembre de 1979 y la segunda parte del 4 de Noviembre de 1979 al 22 de Abril de 1980. Los espectros de variancia (Figs. 8a, 8b y 8c) para las dos partes y

Fig. 7. Serie de Temperatura del Punto "D"
(Bahía Falsa).



para la serie completa, muestran que para las épocas de surgencias (primera parte de la serie) la componente semidiurna es un poco mayor en amplitud que la diurna. Sin embargo para la segunda parte de la serie el espectro de variancia (Fig. 8b) muestra una mayor amplitud para la componente diurna que la semidiurna .

Observando el espectro de variancia (Fig. 8c) para la serie completa, se observa que las componentes de baja frecuencia tienen mayor variancia siguiendo la semidiurna y diurna.

4.5 Temperatura en Molino Viejo (Punto E)

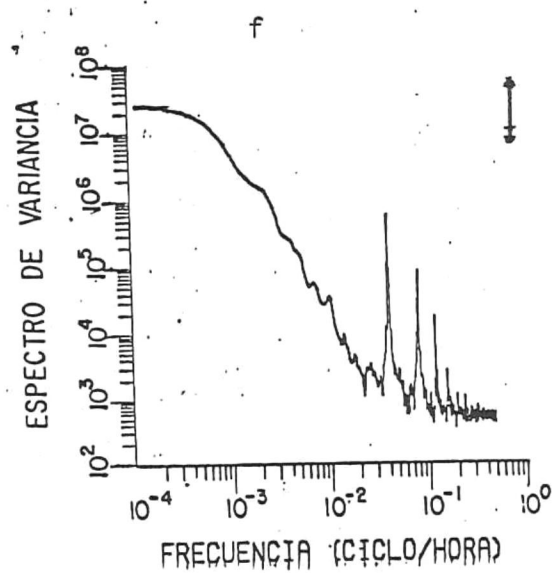
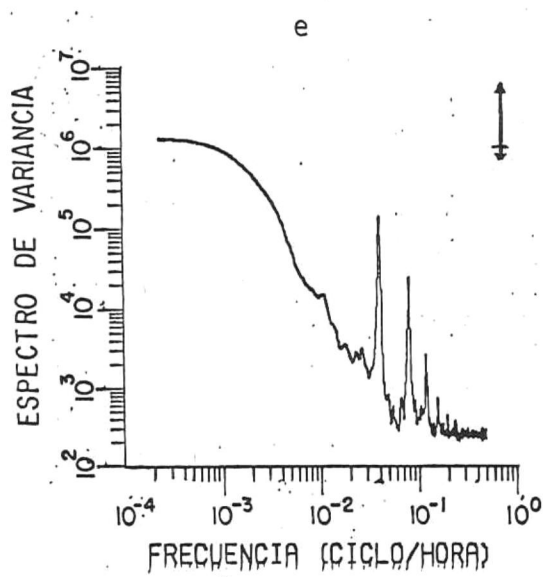
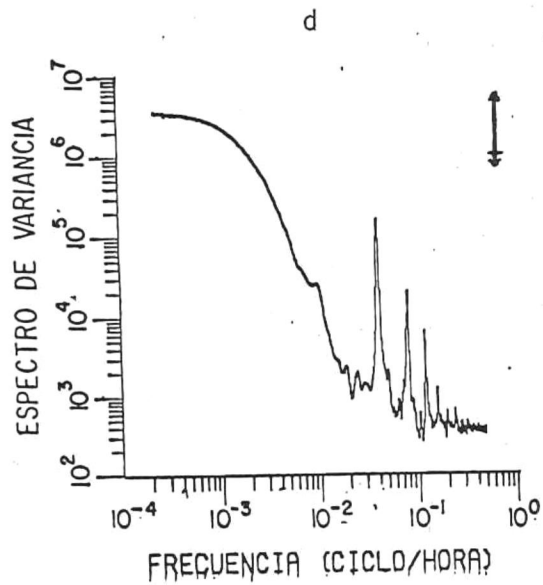
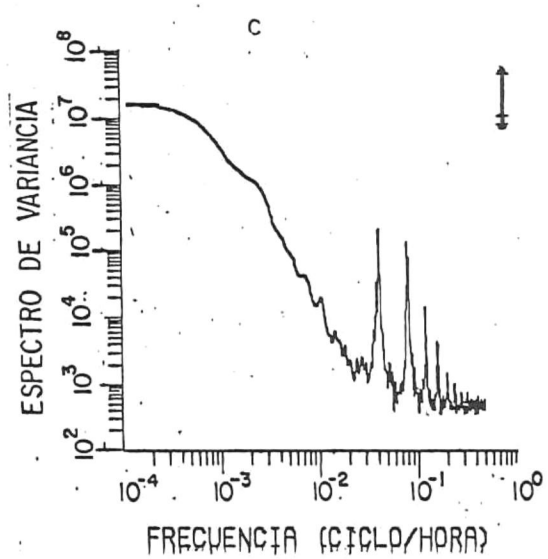
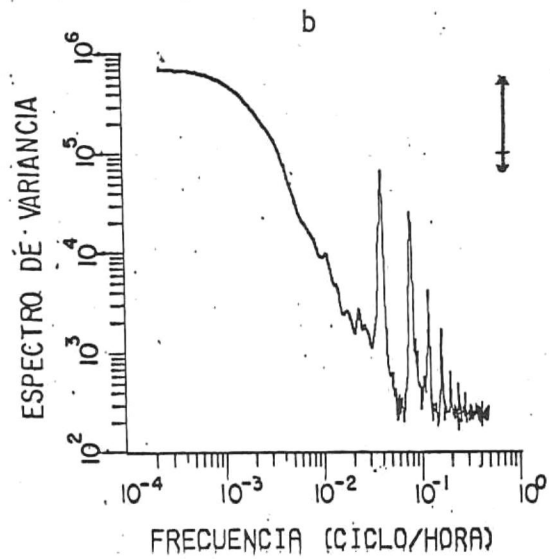
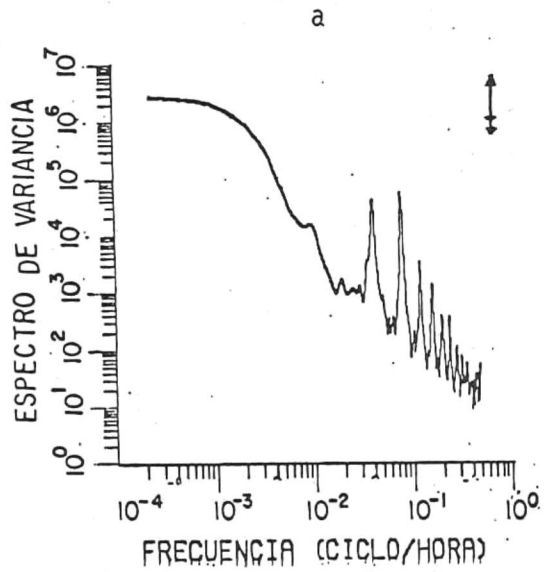
La serie empezó a generarse el 17 de Mayo de 1979 a las 08:00 am, y termina el 13 de Mayo de 1980 a las 17:00 hrs. (Fig. 9). En este punto fué donde más claramente se presentó una variación estacional, con temperatura mayores de finales de primavera a finales de verano, y menores de finales de otoño a principios de invierno. Esto se nota a simple vista y además en que la componente de más baja frecuencia en el espectro para la serie completa es de mayor amplitud que para los otros puntos (Fig. 8f). El comportamiento de la

Fig. 8 Espectros de variancia de la serie del Punto D:

- a) 17 de Mayo al 4 de Noviembre de 1979.
- b) 4 de Noviembre de 1979 al 22 de Abril de 1980.
- c) Para la serie completa.

Y de la serie del punto E:

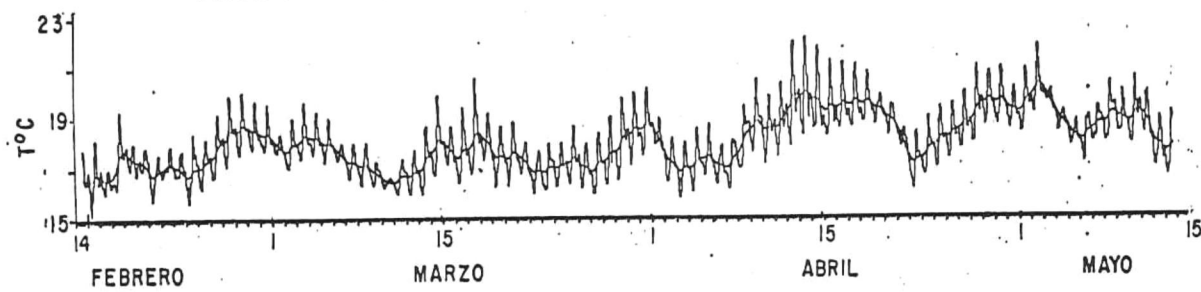
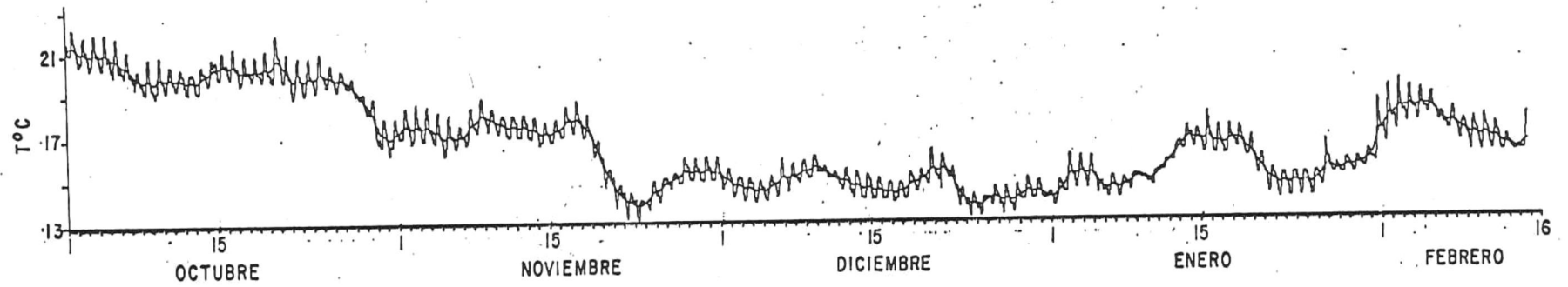
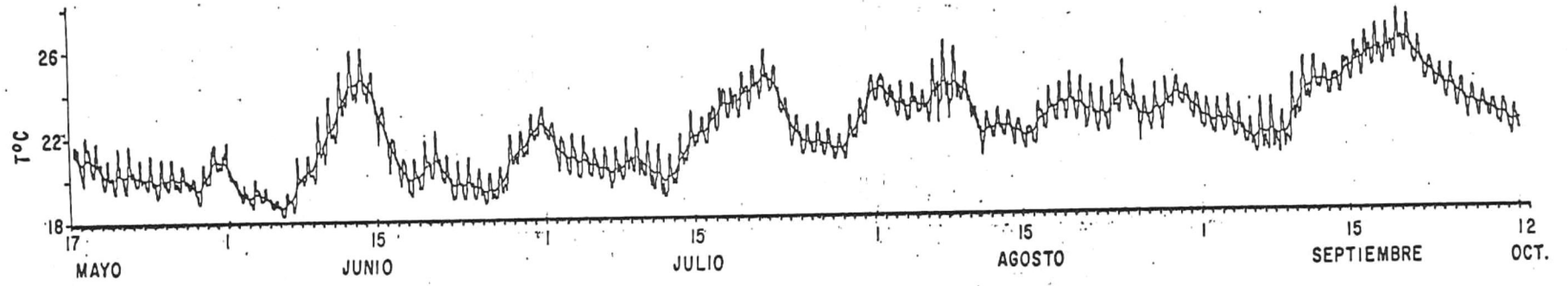
- d) 17 de Mayo al 3 de Noviembre de 1979.
- e) 3 de Noviembre de 1979 al 22 de Abril de 1980.
- f) Para la serie completa.



temperatura tiene una conducta similar al que existe en Bahía Falsa (en lo que respecta a las bajas frecuencias y con respecto a la variabilidad de la temperatura en verano e invierno), con la diferencia de que en Molino Viejo las temperaturas en promedio son siempre más altas en primavera, verano y otoño que en Bahía Falsa y más frías en promedio también en invierno (Figs. 10a, 10b, 10c, 10d, 11a y 11b). Los eventos de intensificación de surgencia llegan a manifestarse en Molino Viejo, bajando la temperatura en aproximadamente 6°C en algunos casos.

La temperatura máxima fue 27.26°C el 19 de Septiembre, la temperatura mínima fue 13.03°C el 23 de Noviembre, la temperatura promedio fue 19.02°C . Se dividió la serie en dos partes: la primera del 17 de Mayo al 3 de Noviembre de 1979 y la segunda del 3 de Noviembre de 1979 al 22 de Abril de 1980. Los espectros de variancia (Figs. 8d, 8e y 8f) para las dos partes y la serie completa, mostraron que para épocas de surgencias (primera parte de la serie) la componente diurna tuvo mayor amplitud que la semidiurna y para la segunda parte de la serie se presenta el mismo comportamiento. Observando el espectro de variancia para la serie completa (Fig. 8f), la de mayor amplitud es la estacional siguiendo la diurna y

Fig. 9. Serie de Temperatura del Punto "E"
(Molino Viejo)



semidiurna.

4.6 Resultados sobre las comparaciones de los diferentes puntos en formas de diagramas de Tukey.

Para cada mes se hicieron diagramas de dispersión de los datos de temperatura, en forma de diagramas de Tukey. Para Mayo (Fig. 10a) se observa que las temperaturas del punto C, D y E son más altas que las del punto A y además entre ellas más o menos se mantienen constantes, aunque Molino Viejo (punto E), tiene un porcentaje mayor en temperaturas altas que los otros dos puntos (C y D). Estos datos no son completos del mes, sino que son a partir del 17 al 31 de Mayo. El punto C que se encuentra (Fig. 1) entrando a la bahía de San Quintín tiene una proporción mayor en temperaturas altas que las del punto D (Bahía Falsa). Para Junio (Fig. 10b), las comparaciones se mantienen igual que el mes anterior, salvo que en todos los puntos ha habido un aumento en la temperatura. Para Julio y Agosto (Fig. 10c y 10d) se observa en general un gradiente monotonico con los valores de temperatura aumentando de la boca hacia los interiores de la Bahía. Para Septiembre (Fig. 11a) los diagramas presentan la

Fig. 10. Mediana y dispersión de temperatura en Bahía San Quintín:

- a) Mayo
- b) Junio
- c) Julio
- d) Agosto

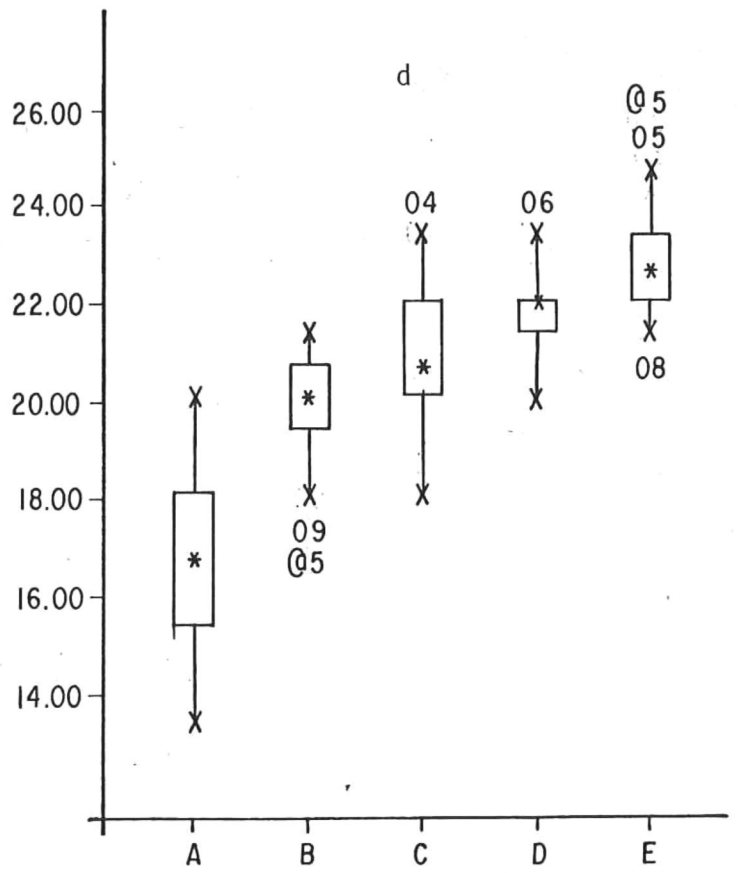
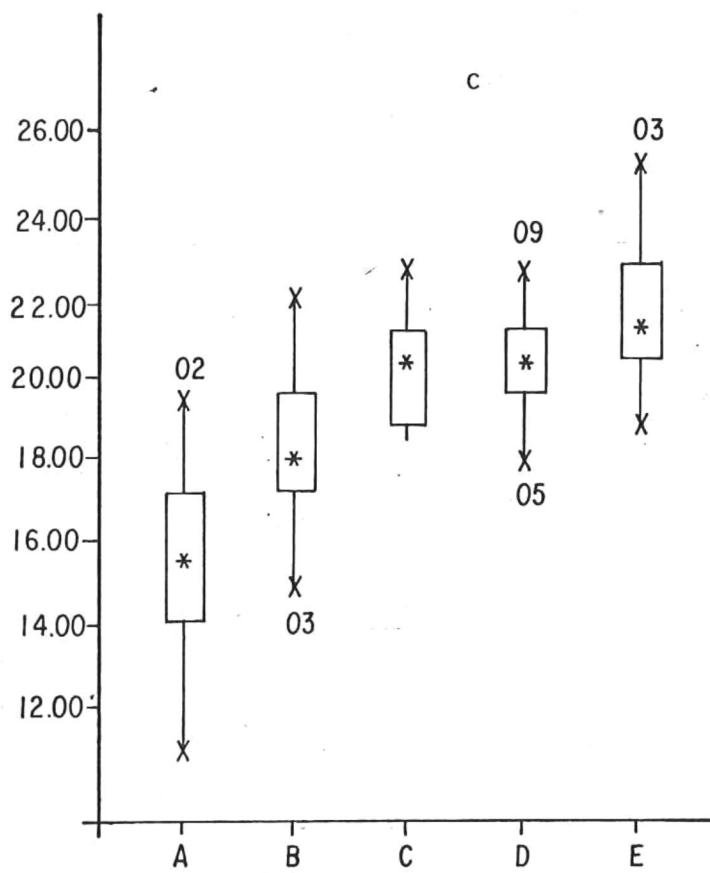
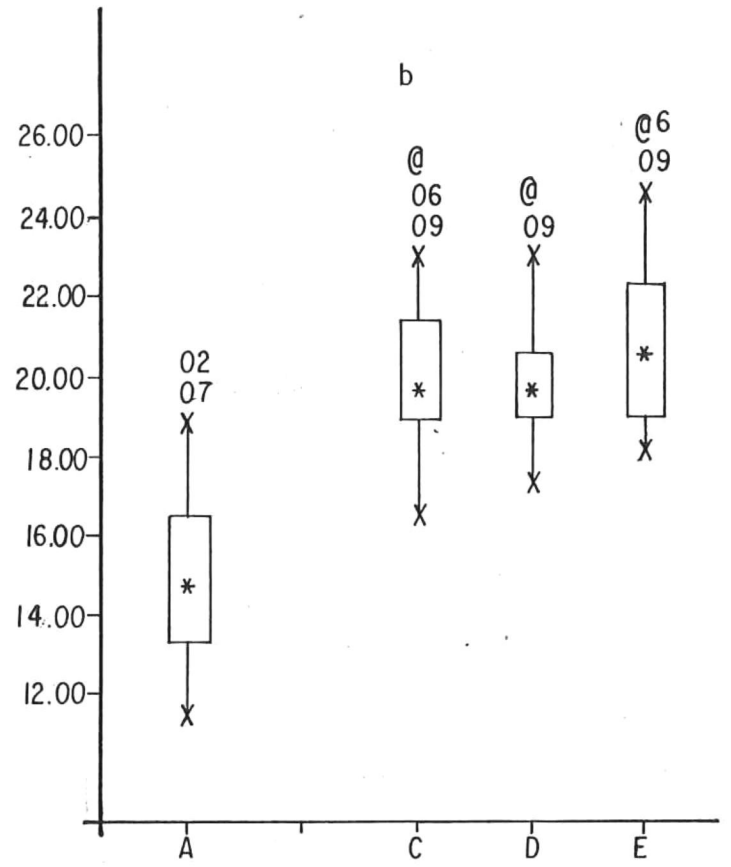
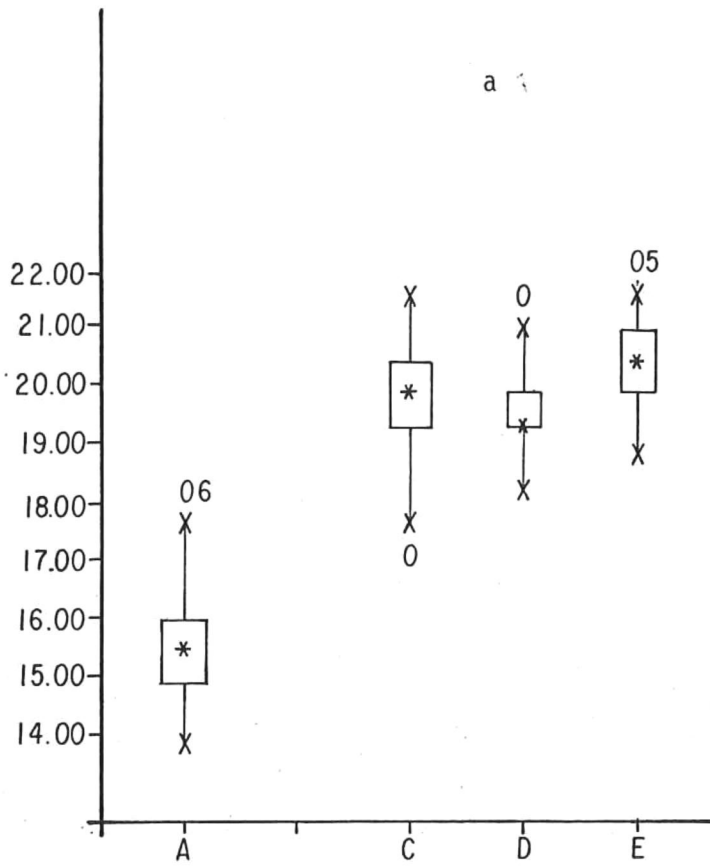


Fig. 11. Mediana y dispersión de temperatura en Bahía San Quintín:

- a) Septiembre
- b) Octubre
- c) Noviembre
- d) Diciembre

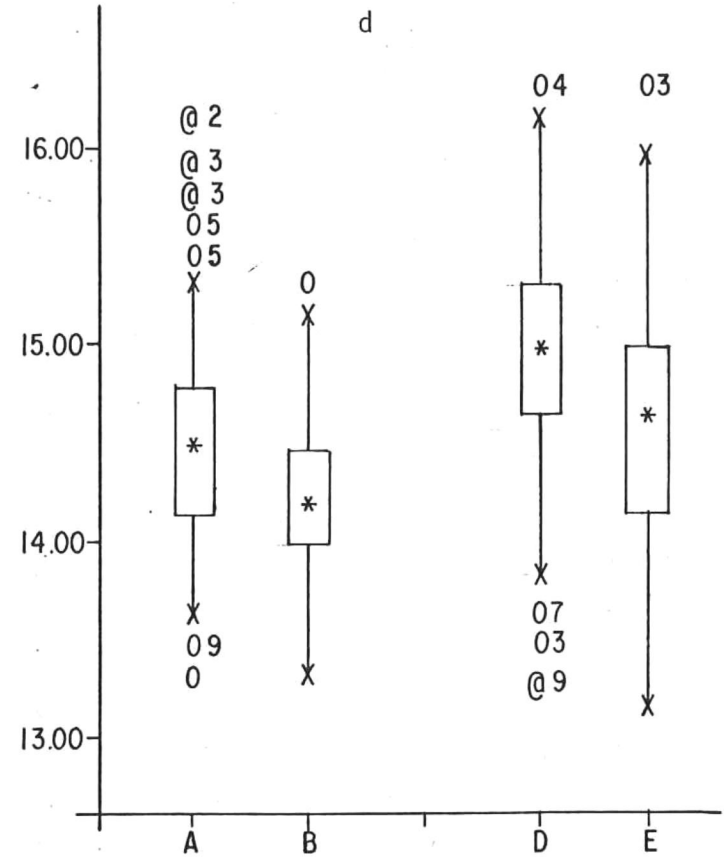
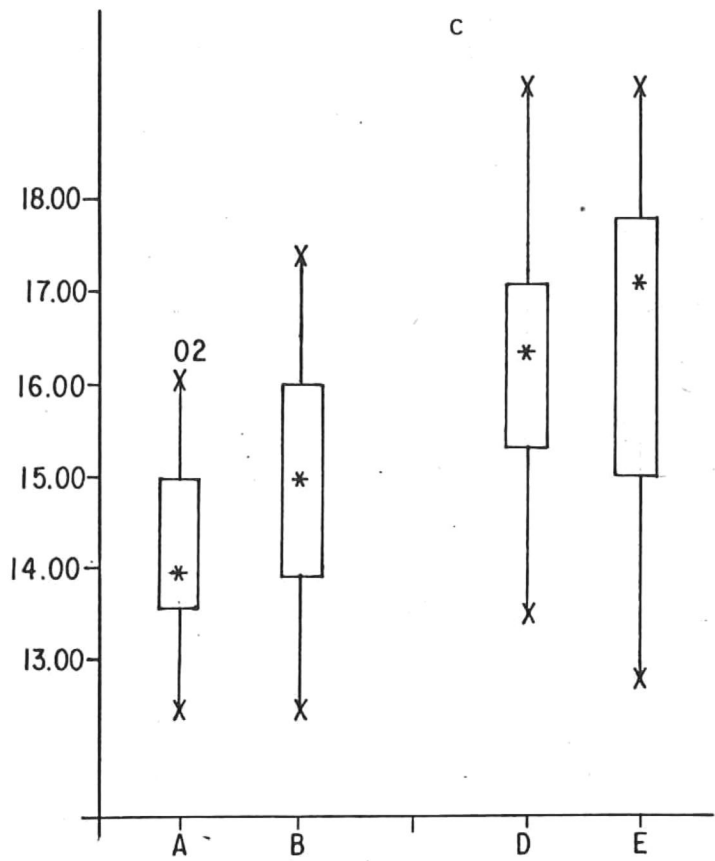
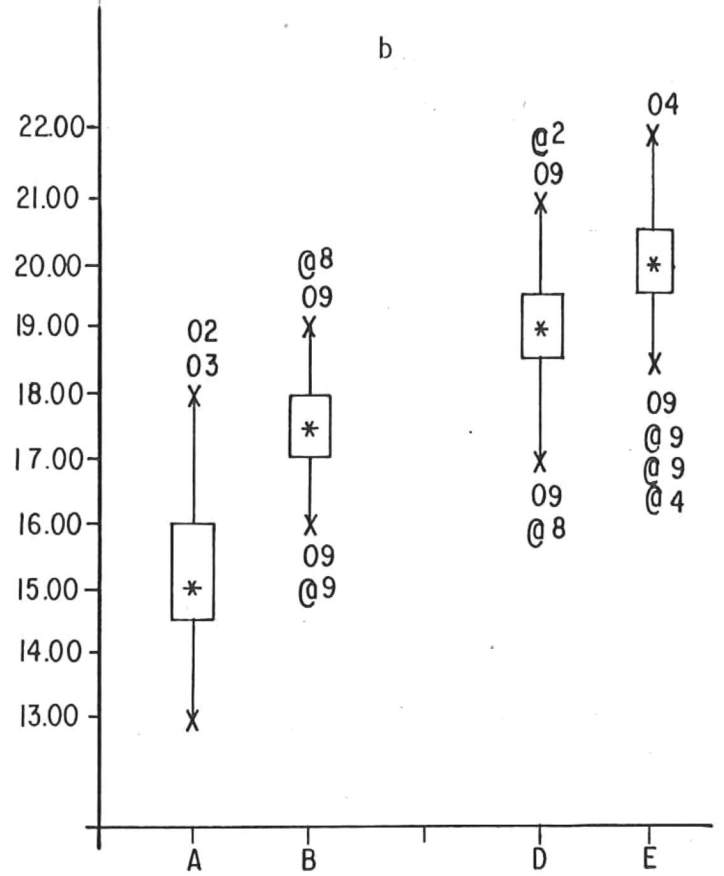
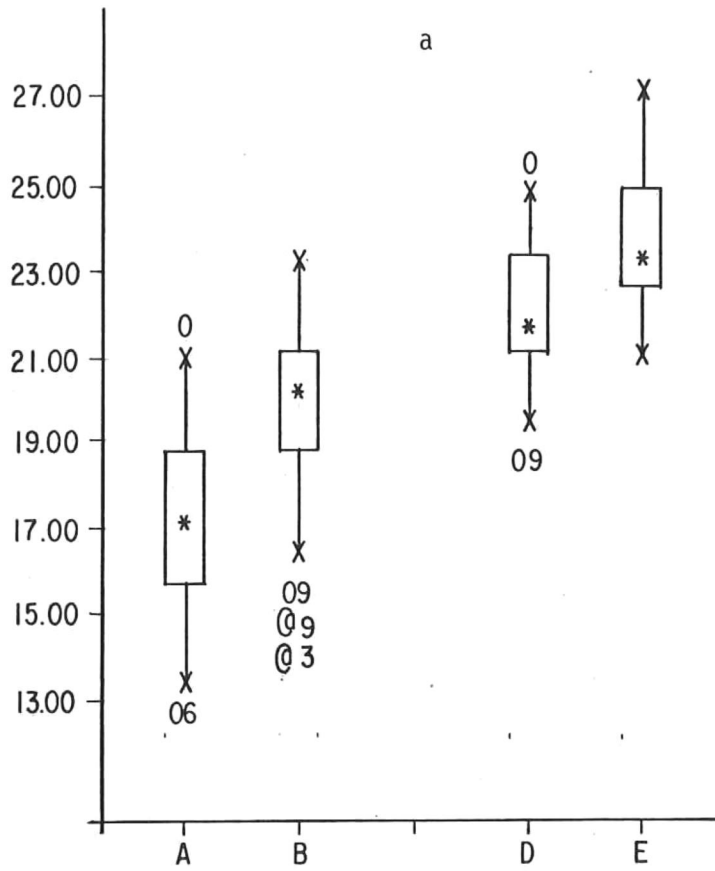
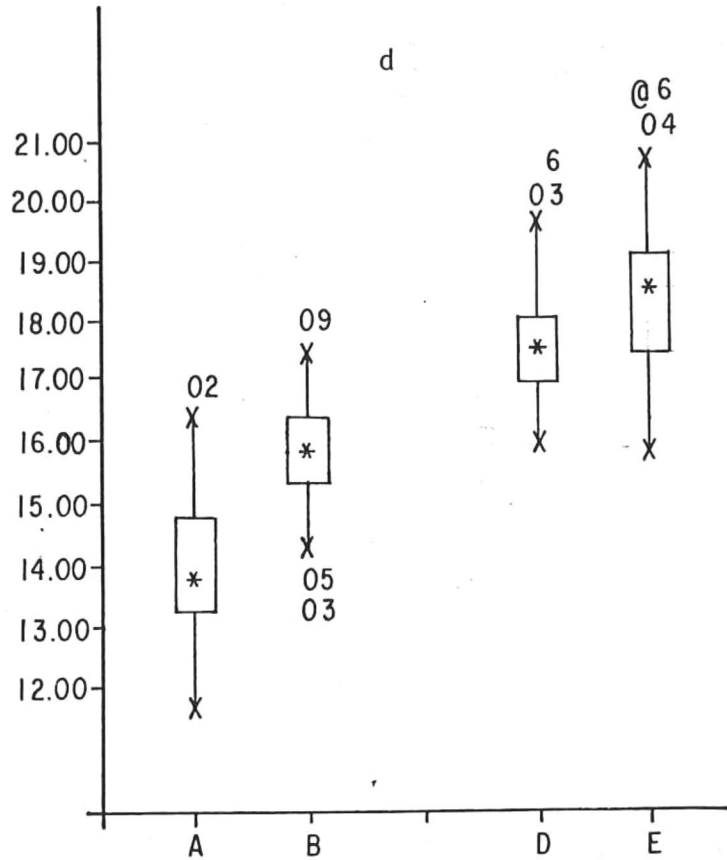
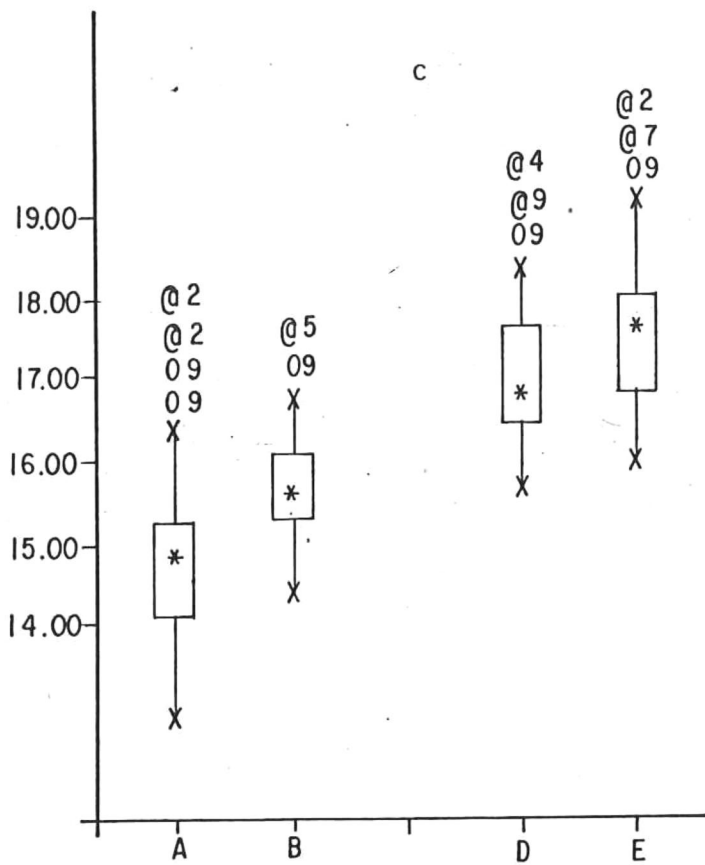
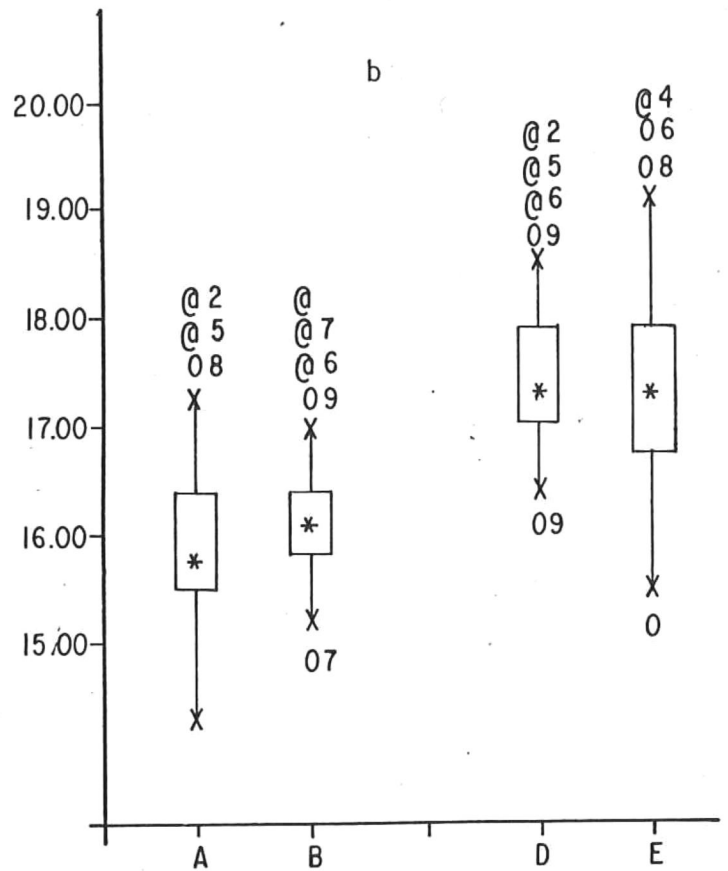
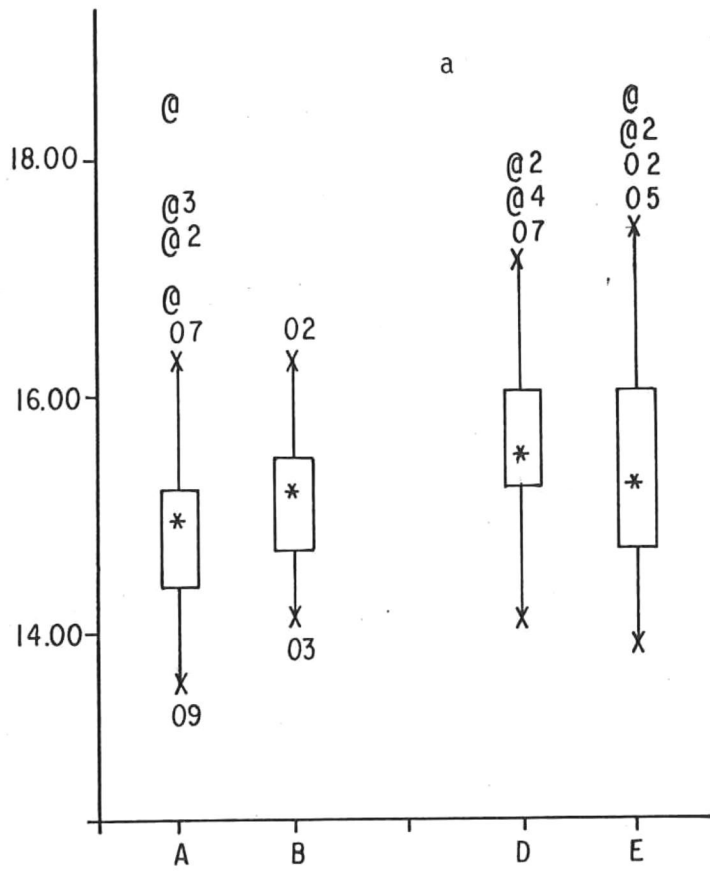


Fig. 12. Mediana y dispersión de temperatura en Bahía San Quintín.

- a) Enero
- b) Febrero
- c) Marzo
- d) Abril



misma tendencia pero con temperaturas aun más altas. En éste mes se registraron las temperaturas más altas de todo el año. Para Octubre (Fig. 11b) existe la misma tendencia pero con temperaturas más bajas. Para Noviembre (Fig. 11c) se observa una diferencia muy marcada respecto a los diagramas anteriores, se nota una gran dispersión en los datos y al menos en el punto E tenemos temperaturas tan altas y tan bajas como las de la boca (punto A). En Diciembre (Fig. 11d) no se presentó un gradiente claro, aunque existen en los interiores de la Bahía una mayor proporción de datos con temperaturas más altas. En Enero (Fig. 12a) se observa algo similar a lo del mes anterior pero con temperaturas un poco más altas. En Febrero (Fig. 12b) los diagramas tienden a estar como en los meses de verano. En Marzo y Abril (Figs. 12c y 12d) el gradiente horizontal se estableció claramente con temperaturas más bajas en la boca y más altas hacia los interiores de la Bahía.

4.7 Correlaciones cruzadas de las series de Bahía San Quintín.

Los coeficientes de correlación cruzada para las series de temperatura son más altas en invierno que en verano (Tabla I). Los coeficientes disminuyen con la distancia entre los puntos. Los coeficientes más altos se obtuvieron para la serie de los extremos internos de cada bahía (0.91 en verano y 0.95 en invierno). Los desfases para lograr el máximo coeficiente de correlación cruzada son de hasta 12 y 13 horas cuando se correlacionan la serie de la boca con la de los extremos internos.

Las correlaciones cruzadas entre las series de marea y las de temperatura tienen coeficientes relativamente bajos y negativos. Es decir, a temperaturas bajas en general correspondieron mareas altas. En la boca de la Bahía la marea explica hasta un 47% de la variancia de la temperatura en primavera-verano, y hasta un 32% en invierno, mediante una correlación lineal simple. Mientras que en el extremo interior oriente de la Bahía (Molino Viejo) la marea solo explica el 21% de la variación de la temperatura en primavera-verano, y el 18% en invierno (Tabla I).

TABLA ICORRELACIONES DE LAS SERIES DE BAHIA SAN QUINTIN EN TEMPERATURA

Para las fechas de: 12:00, 17 Mayo - 23:00 5 Agosto 1979.

Boca de San Quintín -- Bahía Falsa	+ 1 lags = 0.70
Boca de San Quintín -- Molino Viejo	-12 lags = 0.64
Bahía Falsa -- Molino Viejo	0 lags = 0.91

Para las fechas de: 12:00, 6 Julio - 23:00 5 Agosto 1979.

Boca de San Quintín -- Punto B	+ 1 lags = 0.77
Boca de San Quintín -- Bahía Falsa	+13 lags = 0.78
Boca de San Quintín -- Molino Viejo	+12 lags = 0.77
Punto B -- Bahía Falsa	+ 1 lags = 0.85
Punto B -- Molino Viejo	+ 1 lags = 0.86
Bahía Falsa -- Molino Viejo	- 2 lags = 0.91

INVIERNO

Para las fechas de: 00:00, 22 Dic. 1979 - 23:00 29 Feb. 1980.

Boca de San Quintín -- Punto B	+ 2 lags = 0.62
Boca de San Quintín -- Bahía Falsa	+ 2 lags = 0.80
Boca de San Quintín -- Molino Viejo	+ 2 lags = 0.76
Punto B -- Bahía Falsa	0 lags = 0.80
Punto B -- Molino Viejo	0 lags = 0.84
Bahía Falsa -- Molino Viejo	0 lags = 0.95

CORRELACIONES DE LAS SERIES DE TEMPERATURA CON LA MAREA

Para las mismas fechas de primavera-verano.

Boca de San Quintín -- Marea	- 2 lags = -0.47
Molino Viejo -- Marea	- 1 lags = -0.21

Para las mismas fechas de invierno.

Boca de San Quintín -- Marea	- 1 lags = -0.32
Molino Viejo -- Marea	- 1 lags = -0.18

4.8 Resultados sobre las coherencias.

Las gráficas de coherencia contienen los mismos intervalos de tiempo que se utilizaron para los espectros de variancia. Las figuras 13a, 13b y 13c muestran las coherencias encontradas en temperatura para la boca San Quintín y Molino Viejo, estando en el mismo orden que los espectros de variancia. La figura 13a presenta coherencias significativas a bajas frecuencias y para períodos de 48, 27, 12 y 9 hrs. La figura 13b presenta coherencias significativas a bajas frecuencias y en períodos de tres días, 1.5 días, 24, 19 y 12 hrs. La figura 13c presenta coherencias significativas en las bajas frecuencias y en períodos de 27 y 12 hrs.

Las figuras 13d, 13e y 13f muestran las coherencias presentadas en la boca de San Quintín con las variables temperatura y marea, en la figura 13d las coherencias significativas están en las componentes diurna y semidiurna, en la figura 13e existen coherencias significativas en las bajas frecuencias y en los períodos de 45, 24, 14, 12 y 9 hrs. y para la figura 13f existen tres picos bien claros, en las bajas

frecuencias y en los períodos de 24 y 12 hrs.

Las figuras 13g, 13h y 13i muestran las coherencias existentes en Molino Viejo con las variables temperatura y marea, en la figura 13g existe alta coherencia en períodos de dos días a un día y en la componente semidiurna y períodos de 10 y 9 hrs., en la figura 13h existen coherencias significativas en períodos de dos a un día, 15 y 12 hrs., en la figura 13i la coherencia más alta fué en la componente semidiurna y en los períodos de 15, 10 y 9 hrs.

Las figuras 14a, 14b y 14c muestran las coherencias para la variable temperatura en la boca de San Quintín y el Punto B (entrada a Bahía Falsa), la figura 14a muestra una alta correlación en las bajas frecuencias y en las componentes de período de 26 y 12 hrs. La figura 14b no muestra una alta coherencia en las bajas frecuencias, pero si en los períodos de 24, 15 y 12 hrs. y la figura 14c muestra una alta coherencia en las bajas frecuencias (0.85) y en las componentes diurna y semidiurna.

Las figuras 14d, 14e y 14f muestran las coherencias entre la Boca de San Quintín y Bahía Falsa en la variable temperatura y las fechas para el

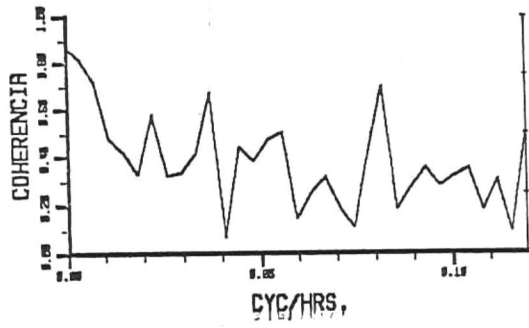
Fig. 13. Gráficas mostrando la coherencia para las mismas fechas y en el mismo orden que la especificada para los espectros de variancia.

a), b), y c) coherencia entre Boca de San Quintín y Molino Viejo.

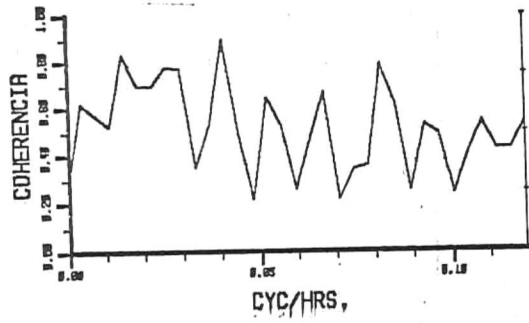
d), e) y f) coherencia entre Boca de San Quintín y Marea.

f), h) e i) coherencia entre Molino Viejo y Marea.

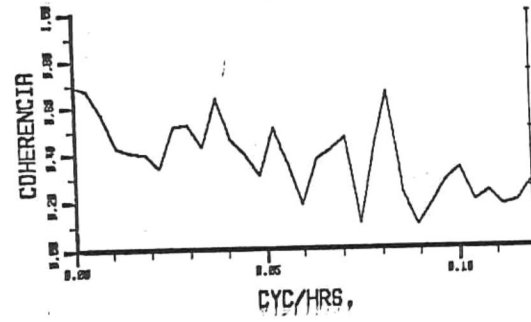
a



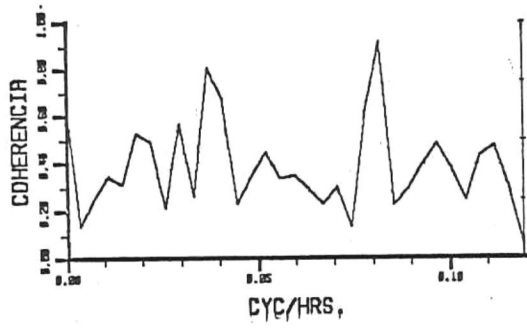
b



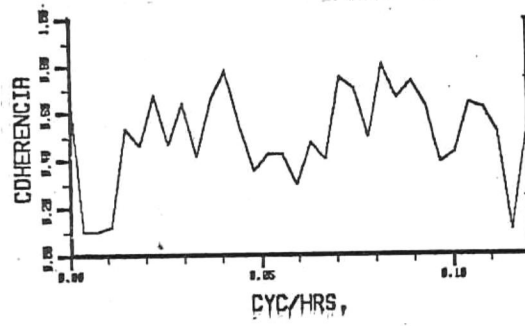
c



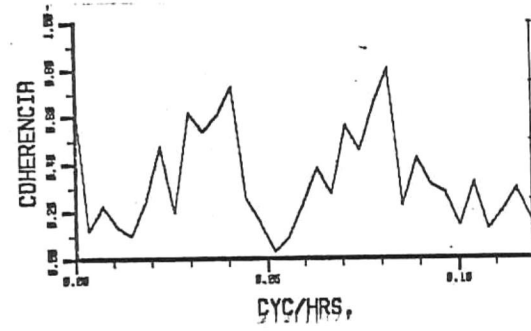
d



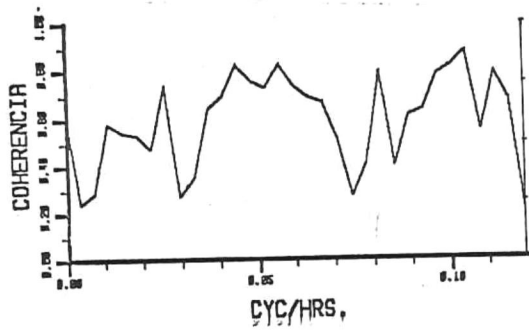
e



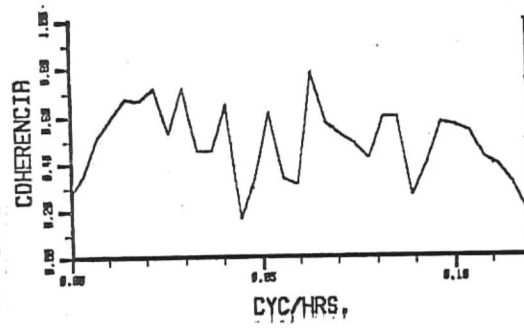
f



g



h



i

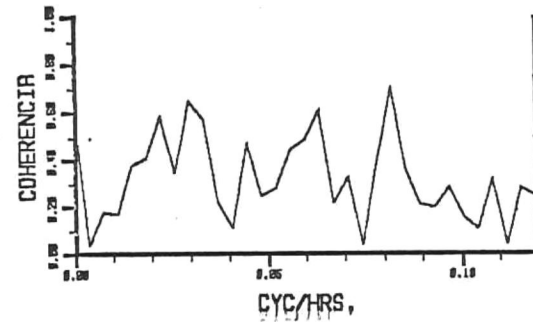
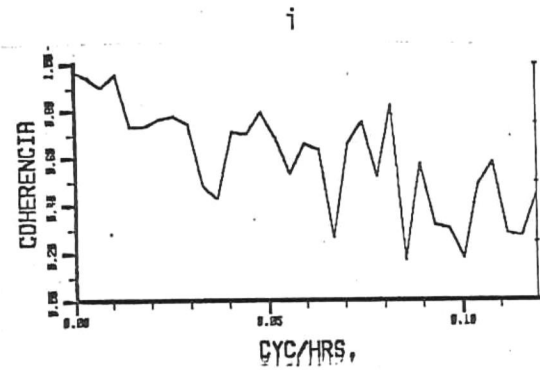
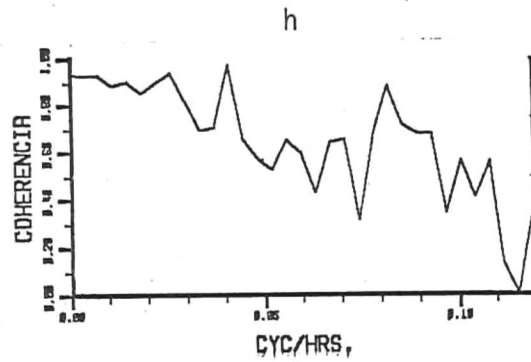
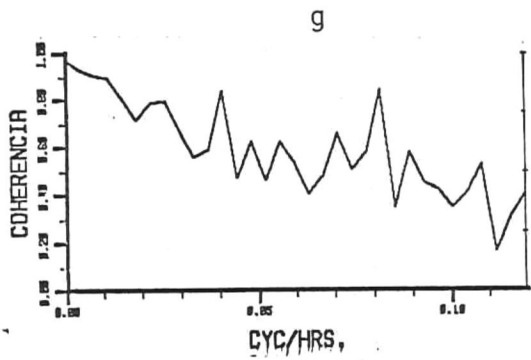
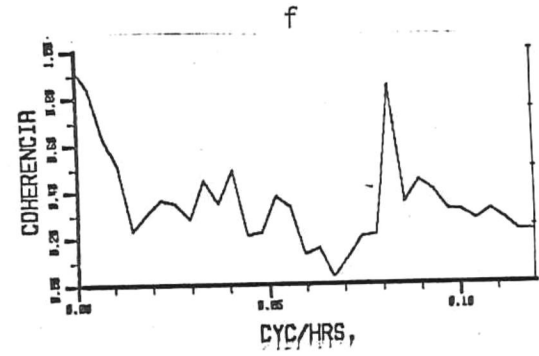
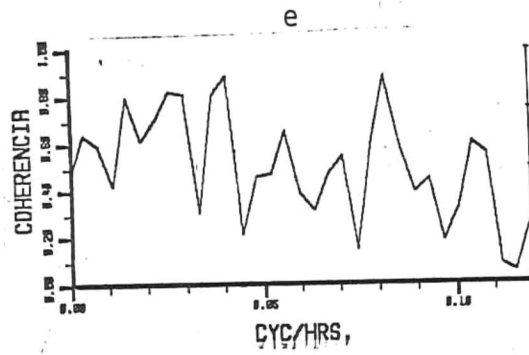
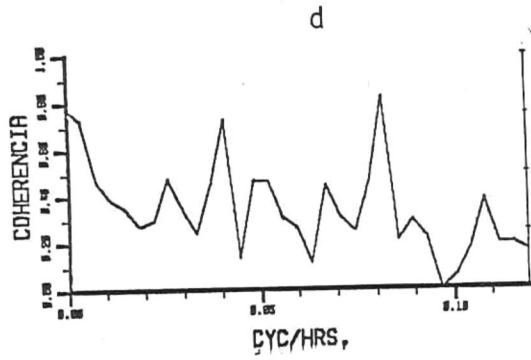
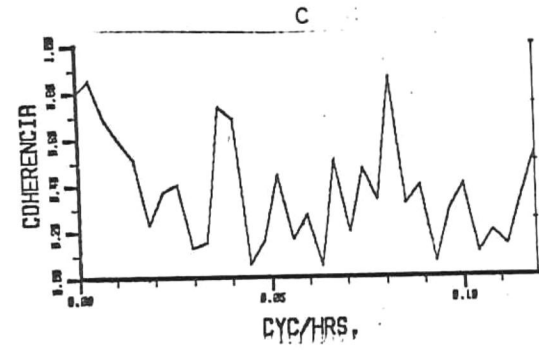
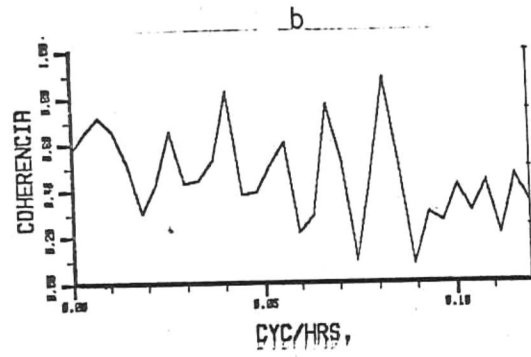
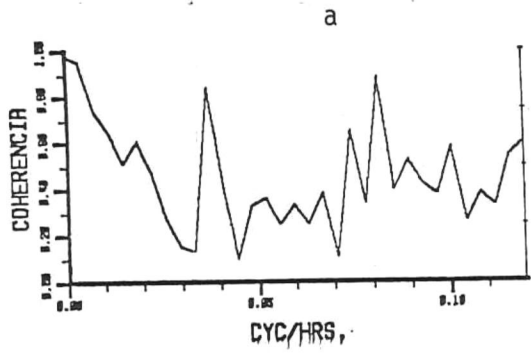


Fig. 14. Gráficas mostrando la coherencia para las mismas fechas y en el mismo orden que la especificada para los espectros de variancia.

a), b) y c) _ coherencia entre Boca de San Quintín y Punto "B" (entrada a Bahía Falsa).

d), e) y f) coherencia entre Boca de San Quintín y Bahía Falsa.

g), h) e i) coherencia entre Molino Viejo y Bahía Falsa.



análisis están en el mismo orden ya mencionado anteriormente. En la figura 14d, se notan tres picos significativos, a bajas frecuencias y las componentes diurna y semidiurna, además existe una alta coherencia en los períodos de tres días, 18 y 9 hrs. En la figura 14e se observa alta coherencia marcada en casi todos los períodos mencionados anteriormente. En la figura 14f se observa una alta coherencia en las bajas frecuencias y en la componente semidiurna.

Las figuras 14g, 14h y 14i muestran las coherencias existentes para Molino Viejo y Bahía Falsa con la variable temperatura, en los tres espectros se observa más o menos igual comportamiento, con alta coherencia en las bajas frecuencias y en las componentes ya mencionadas anteriormente.

Las figuras 15a, 15b y 15c muestran las coherencias entre Punto B (entrando a Bahía Falsa) y Bahía Falsa en la variable temperatura. La figura 15a muestra una alta correlación en las bajas frecuencias y para la componente semidiurna. Las figuras 15b y 15c muestran también una alta correlación en las bajas frecuencias y también para las componentes diurna y semidiurna siendo en la figura 15b más alta correlación en la componente diurna.

Las figuras 15d, 15e y 15f muestran la coherencia entre Punto B y Molino Viejo en la variable temperatura, en las tres figuras existe una alta correlación en las bajas frecuencias y en los períodos de 4 días, 24 y 12 hrs. Para el análisis de la serie completa tres son los picos significativos, bajas frecuencias y componentes diurna y semidiurna.

La Tabla II muestra los gradientes horizontales de temperatura para cada mes y diferentes lugares de la Bahía de San Quintín. Para las primeras partes de cada serie notamos siempre alta variabilidad, para este mismo período de tiempo tenemos valores altos en los gradientes.

Fig. 15. Gráficas mostrando la coherencia para las mismas fechas y en el mismo orden que el especificado para los espectros de variancia.

a), b) y c) coherencias entre Punto "B" (entrando a Bahía Falsa) y Bahía Falsa.

d), e) y f) coherencias entre punto "B" y Molino Viejo.

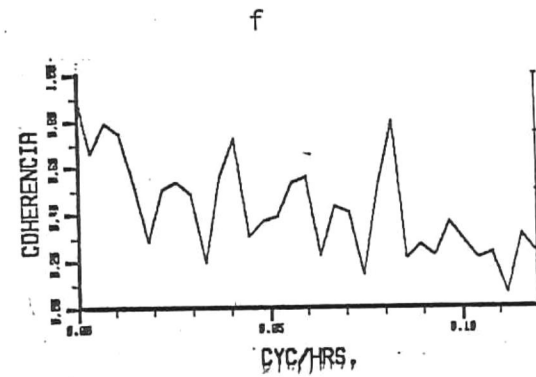
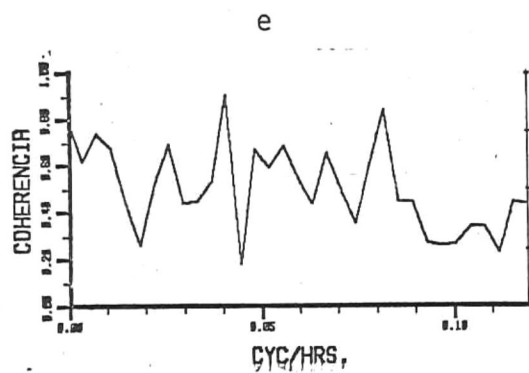
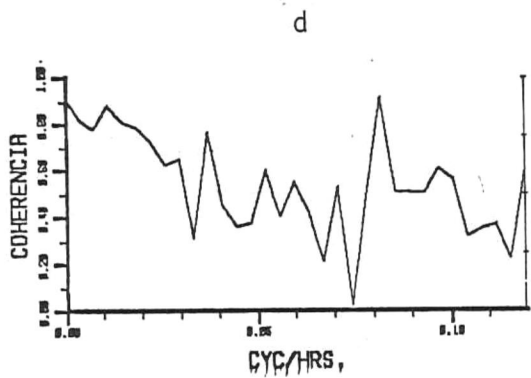
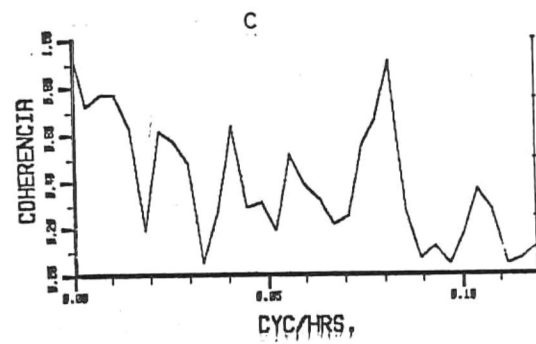
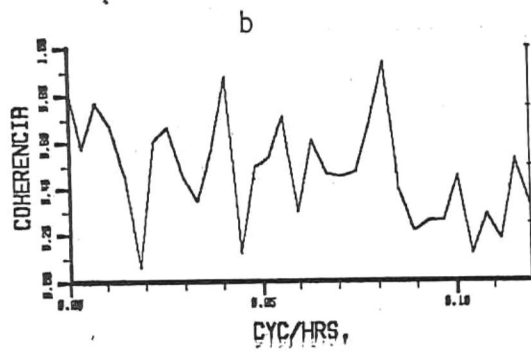
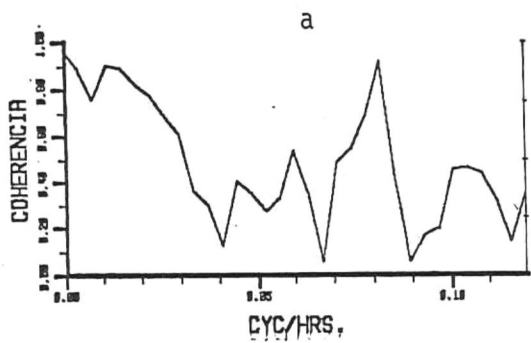


TABLA II

Month	Point Pair	MAXIMO	MEDIANA	PROMEDIO	MINIMO	Unit
MAYO	PUNTO A -- PUNTO C	1.16	0.72	0.71	0.15	C/KM.
	PUNTO A -- PUNTO D	0.75	0.51	0.51	0.25	C/KM.
	PUNTO C -- PUNTO E	0.48	0.18	0.11	-0.25	C/KM.
JUNIO	PUNTO A -- PUNTO C	1.46	0.78	0.76	-0.35	C/KM.
	PUNTO A -- PUNTO D	1.13	0.68	0.59	0.18	C/KM.
	PUNTO C -- PUNTO E	0.98	0.06	0.12	-0.58	C/KM.
JULIO	PUNTO A -- PUNTO B	1.41	0.78	0.74	-0.14	C/KM.
	PUNTO A -- PUNTO E	0.79	0.56	0.54	0.22	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO D	1.27	0.58	0.54	-0.03	C/KM.
AGOSTO	PUNTO A -- PUNTO B	1.58	0.69	0.78	0.003	C/KM.
	PUNTO A -- PUNTO C	1.45	0.69	0.67	-0.24	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO D	1.23	0.44	0.49	0.02	C/KM.
SEPTIEMBRE	PUNTO C -- PUNTO E	0.84	0.27	0.31	-0.15	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO C	2.59	0.64	0.62	-1.35	C/KM.
	PUNTO A -- PUNTO B	1.64	0.68	0.78	-0.02	C/KM.
SEPTIEMBRE	PUNTO B -- PUNTO D	1.22	0.58	0.56	0.13	C/KM.

Month	Point Pair	MAXIMO	MEDIANA	PROMEDIO	MINIMO	Unit
MAYO	PUNTO A -- PUNTO E	0.86	0.55	0.54	0.16	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO E	0.88	0.45	0.46	0.14	C/KM.
OCTUBRE	PUNTO A -- PUNTO B	1.29	0.58	0.52	-0.13	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO D	1.11	0.39	0.37	0.05	C/KM.
NOVIEMBRE	PUNTO A -- PUNTO E	0.67	0.38	0.39	0.08	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO E	0.73	0.31	0.32	0.07	C/KM.
DICIEMBRE	PUNTO A -- PUNTO B	0.65	0.19	0.28	-0.48	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO D	0.65	0.23	0.25	0.008	C/KM.
ENERO	PUNTO A -- PUNTO E	0.39	0.18	0.18	-0.02	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO E	0.48	0.15	0.17	0.003	C/KM.
ENERO	PUNTO A -- PUNTO B	0.15	-0.07	-0.07	-0.36	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO D	0.43	0.28	0.19	-0.14	C/KM.
ENERO	PUNTO A -- PUNTO E	0.12	0.01	0.01	-0.18	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO E	0.16	0.05	0.05	-0.09	C/KM.
ENERO	PUNTO A -- PUNTO B	0.66	-0.01	0.07	-0.78	C/KM.
	PUNTO B -- PUNTO D	0.68	0.17	0.12	-0.51	C/KM.
ENERO	PUNTO A -- PUNTO E	0.28	0.05	0.05	-0.13	C/KM.

PUNTO B -- PUNTO E
|
|
|
MAXIMO = 0.36 C/KM.
MEDIANA = 0.04 C/KM.
PROMEDIO = 0.04 C/KM.
MINIMO = -0.29 C/KM.

PUNTO A -- PUNTO B
|
|
|
MAXIMO = 0.50 C/KM.
MEDIANA = 0.00 C/KM.
PROMEDIO = 0.00 C/KM.
MINIMO = -0.41 C/KM.

FEBRERO

PUNTO B -- PUNTO D
|
|
|
MAXIMO = 0.61 C/KM.
MEDIANA = 0.29 C/KM.
PROMEDIO = 0.30 C/KM.
MINIMO = 0.00 C/KM.

PUNTO A -- PUNTO E
|
|
|
MAXIMO = 0.31 C/KM.
MEDIANA = 0.13 C/KM.
PROMEDIO = 0.13 C/KM.
MINIMO = -0.12 C/KM.

PUNTO B -- PUNTO E
|
|
|
MAXIMO = 0.32 C/KM.
MEDIANA = 0.14 C/KM.
PROMEDIO = 0.51 C/KM.
MINIMO = -0.09 C/KM.

PUNTO A -- PUNTO B
|
|
|
MAXIMO = 0.73 C/KM.
MEDIANA = 0.23 C/KM.
PROMEDIO = 0.22 C/KM.
MINIMO = -0.74 C/KM.

MARZO

PUNTO B -- PUNTO D
|
|
|
MAXIMO = 0.98 C/KM.
MEDIANA = 0.33 C/KM.
PROMEDIO = 0.36 C/KM.
MINIMO = 0.03 C/KM.

PUNTO A -- PUNTO E
|
|
|
MAXIMO = 0.49 C/KM.
MEDIANA = 0.23 C/KM.
PROMEDIO = 0.23 C/KM.
MINIMO = 0.04 C/KM.

PUNTO B -- PUNTO E
|
|
|
MAXIMO = 0.56 C/KM.
MEDIANA = 0.23 C/KM.
PROMEDIO = 0.24 C/KM.
MINIMO = 0.08 C/KM.

PUNTO A -- PUNTO B
|
|
|
MAXIMO = 1.13 C/KM.
MEDIANA = 0.45 C/KM.
PROMEDIO = 0.47 C/KM.
MINIMO = -0.14 C/KM.

ABRIL

PUNTO B -- PUNTO D
|
|
|
MAXIMO = 1.05 C/KM.
MEDIANA = 0.44 C/KM.
PROMEDIO = 0.45 C/KM.
MINIMO = -0.14 C/KM.

PUNTO A -- PUNTO E
|
|
|
MAXIMO = 0.66 C/KM.
MEDIANA = 0.39 C/KM.
PROMEDIO = 0.39 C/KM.
MINIMO = 0.10 C/KM.

PUNTO B -- PUNTO E
|
|
|
MAXIMO = 0.69 C/KM.
MEDIANA = 0.39 C/KM.
PROMEDIO = 0.34 C/KM.
MINIMO = 0.04 C/KM.

4.9 Comparaciones de temperatura de la Boca de Bahía de San Quintín con temperaturas de aguas oceánicas tomadas en Punta Camalú y Punta Consuelo

La figura 16 muestra la localización de Punta Camalú y Punta Consuelo.

La Tabla III muestra las correlaciones entre las series de temperatura de aguas oceánicas y la serie de temperatura de la boca de bahía de San Quintín.

La figura 17b muestra la serie de temperatura en Punta Camalú, se nota que del 15 al 17 de Junio la temperatura baja como 7 grados, esto es debido al fenómeno de surgencias, el 11 de Julio tenemos temperaturas bajas debidas también al fenómeno de surgencias, pero no son tan marcadas los períodos de baja frecuencia como en la boca de Bahía San Quintín, los períodos con valores de 11 días o 10 días. La

Fig. 16. Localización de los termógrafos
en Punta Camalú y Punta Consuelo.

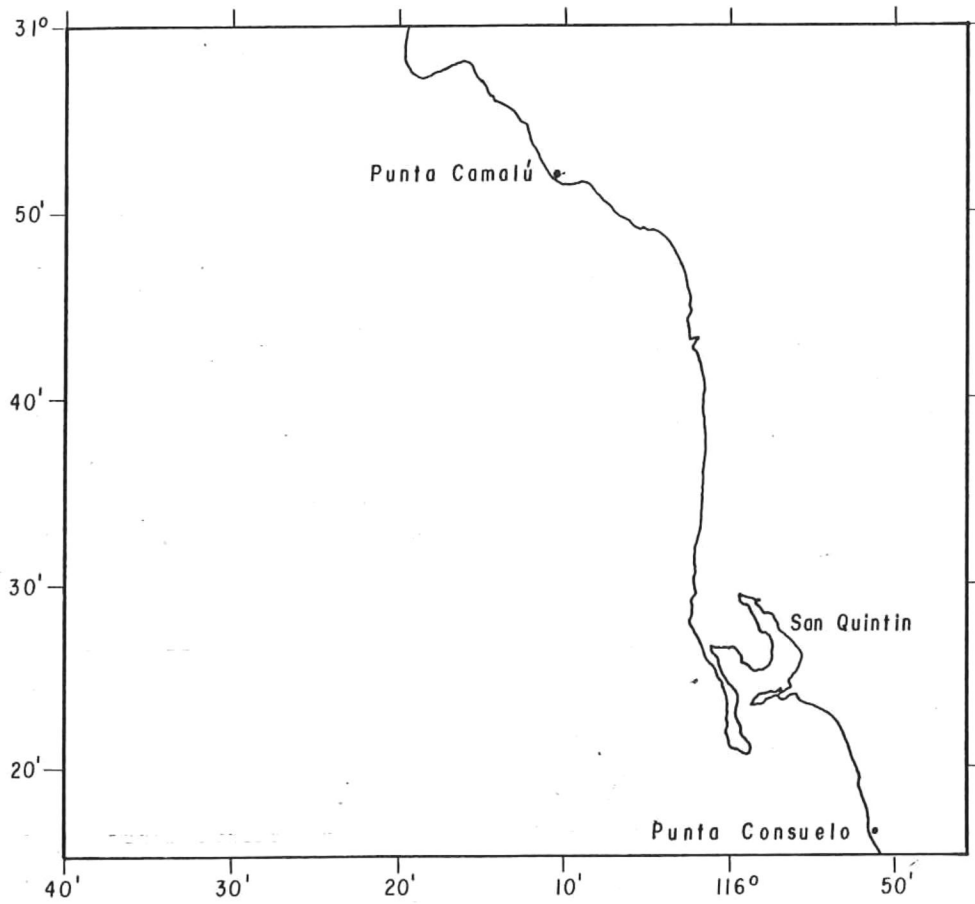


Fig. 17. Serie de Temperatura en:

a) Punta Consuelo

b) Punta Camalú

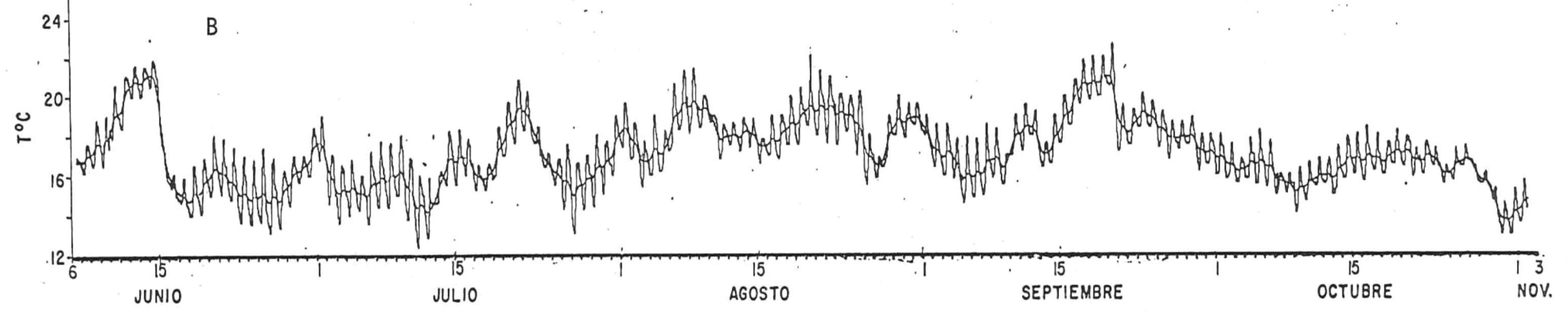
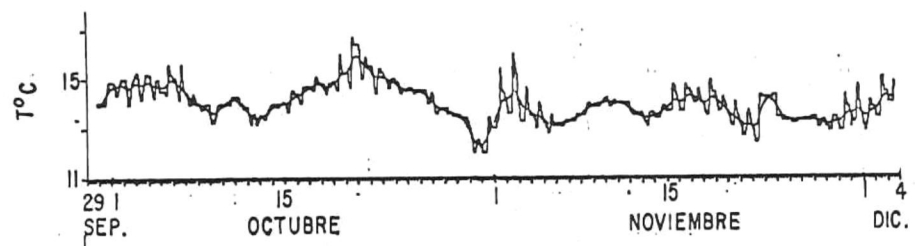
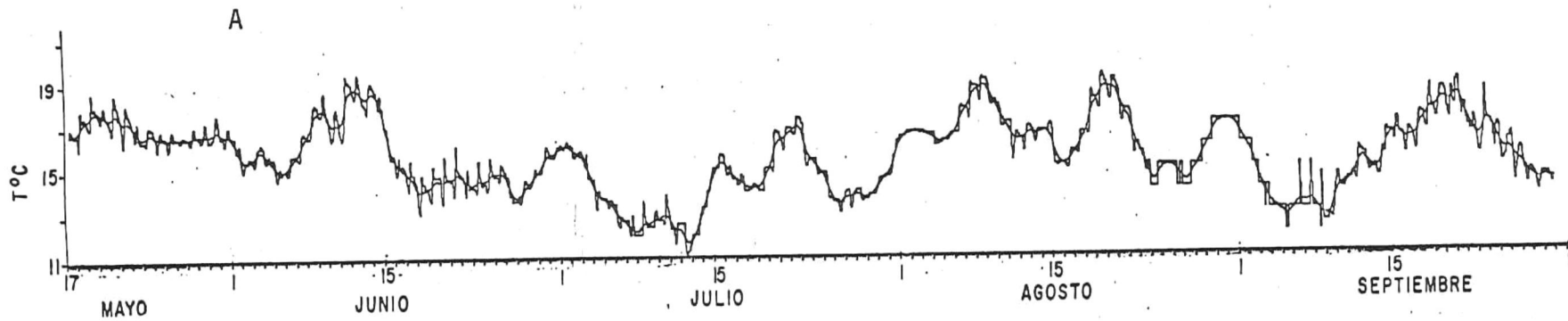
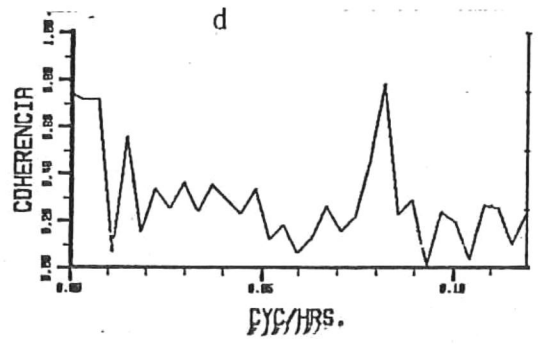
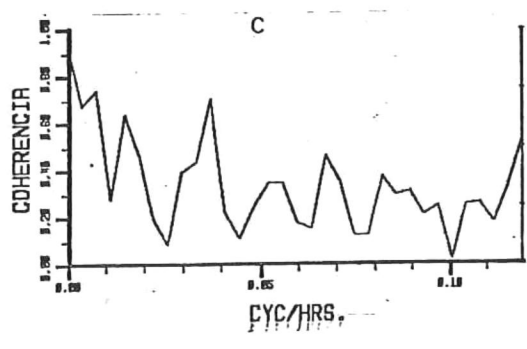
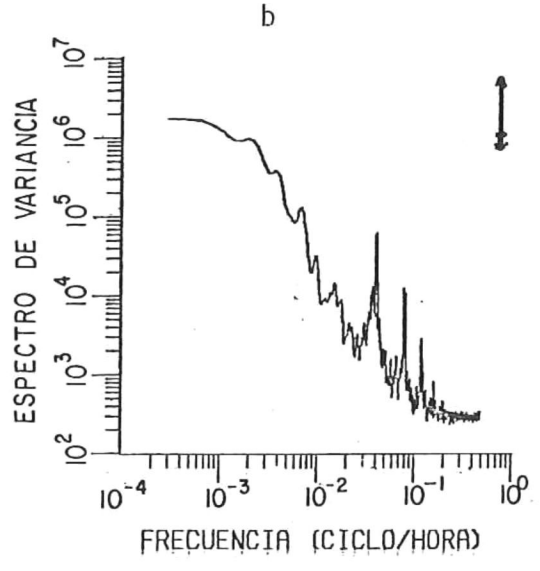
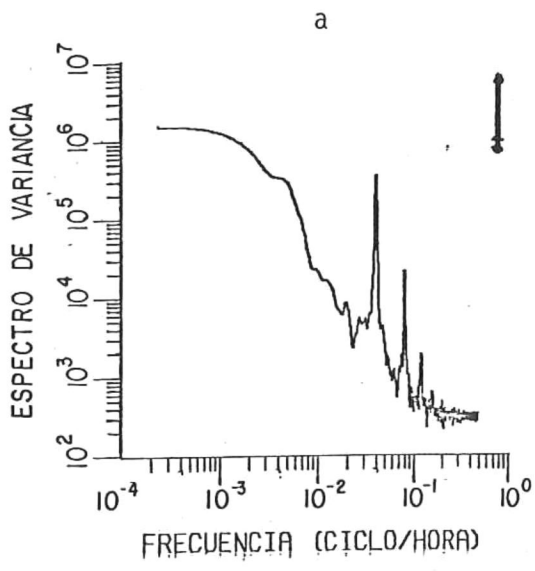


Fig.18. Espectros de variancia y coherencia.

- a) Espectro de variancia de Punta Camalú.
- b) Espectro de variancia de Punta Consuelo.
- c) Coherencia entre Punta Camalú y Boca de San Quintín.
- d) Coherencia entre Punta Consuelo y Boca de San Quintín.



temperatura máxima fué 22.60 °C el 20 de Septiembre de 1979, la temperatura mínima fué 12.40 °C el 11 de Julio de 1979 y la temperatura promedio fué 17.11 °C.

La figura 18a muestra el espectro de variancia para ésta serie, se observan tres componentes bien marcadas, bajas frecuencias, diurna y semidiurna, siendo de mayor amplitud la primera. La figura 18c muestra la coherencia de ésta serie con la serie de temperatura en Boca de San Quintín, siendo altamente coherentes en las bajas frecuencias y la diurna.

La figura 17a muestra la serie de temperaturas en Punta Consuelo, existe bastante variabilidad ocasionada por componentes de alto período, se nota claramente la surgencia que sucedió del 9 al 13 de Julio, mucho más que la que sucedió en Junio y se nota otra surgencia del 5 al 9 de Septiembre. La temperatura máxima fué 19.42 °C el 12 de Junio, la temperatura mínima fué 11.10 °C el 12 de Julio y la temperatura promedio fué 15.03 °C. La figura 18b muestra el espectro de variancia para ésta serie, se observan componentes significativas en las bajas frecuencias y en períodos de 6, 4 y 3 días (6.9×10^{-3} , 10^{-2} , 1.3×10^{-2} ciclos/hora) diurno, semidiurno y de 10 hrs., siendo mayor el diurno que el semidiurno. La figura 18d muestra la coherencia de esta serie con

la presentada en la Boca de San Quintín y son altamente coherentes en las bajas frecuencias y en la componente semidiurna.

TABLA III

Resultados con las correlaciones de la serie de temperatura en Boca de San Quintín y las series que están al océano abierto en Punta Camalú (Norte de San Quintín) y Punta Consuelo (Sur de San Quintín).

Boca de San Quintín - Punta Consuelo (17/V/79 - 3/XII/79) -10 horas=0.39

Boca de San Quintín - Punta Camalu (6/VI/79 - 2/XI/79) -13 horas=0.39

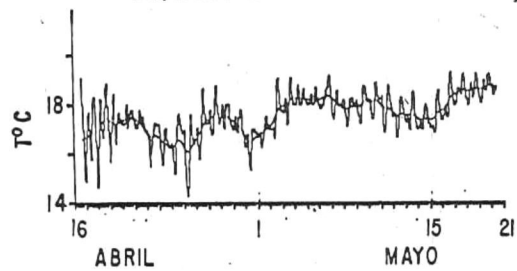
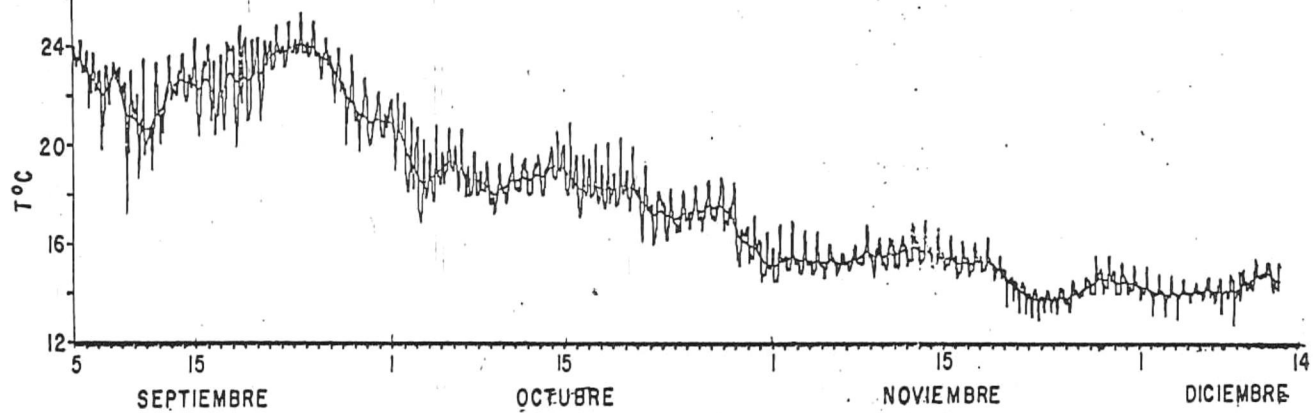
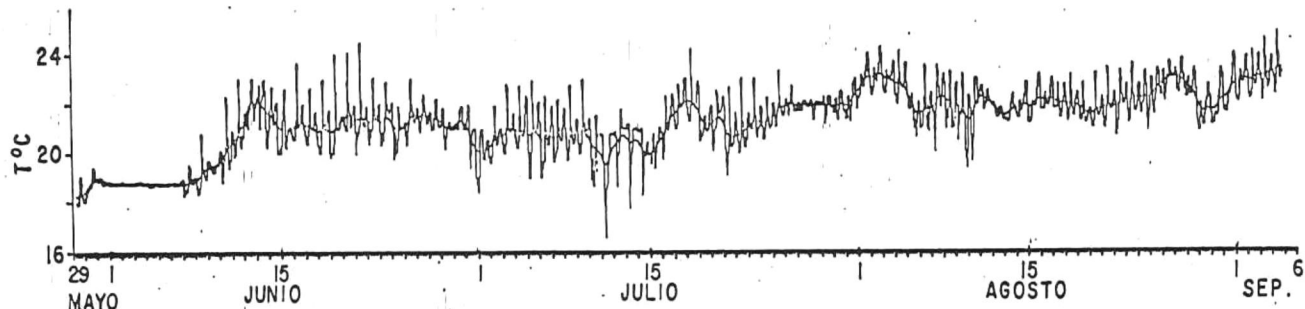
Punta Consuelo - Punta Camalu (6/VI/79 - 2/XI/79) - 3 horas=0.77

Resultados para el Estero de Punta Banda.

4.10 Temperatura en la Boca del Estero (Punto A)

La generación de la serie (Fig. 19), empezó a las 08:00 hrs. del 29 de Mayo de 1979 terminando el 12 de Diciembre de 1979, debido a que por las fuertes lluvias se perdió el aparato. De nuevo se obtuvo una serie de tiempo del 16 de Abril al 20 de Mayo de 1980 Al comenzar la serie, no presenta mucha variabilidad (nótese la secuencia de mareas vivas y muertas), la temperatura se mantiene casi constante durante siete días, en estas fechas tenemos mareas muertas, al comienzo de las mareas vivas la temperatura empezó a ser variable. Las temperaturas en la boca del Estero son grandes, empiezan a bajar a principios de Octubre y siguen bajando más aún cerca del invierno. La temperatura máxima fué 25.34°C el 23 de Septiembre, la temperatura mínima fué 12.75°C el 8 de Diciembre, el promedio fué 19.55°C . La temperatura de mediados de Abril a mediados de Mayo, presenta ondas de período muy corto como de seis días, la temperatura máxima fué 19.30°C el 16 de Mayo, la temperatura mínima fué 14.30°C el 25 de Abril y la temperatura promedio fué 17.56°C . Las figuras 20a y 20b muestran los espectros de

Fig. 19. Serie de Temperatura en el Punto "A"
(Boca del Estero)



variancia para las dos series ya descritas arriba, las componentes de mayor amplitud son las de bajas frecuencias, diurna y semidiurna. El segundo espectro (Fig. 20b), muestra también los mismos resultados que el espectro anterior, con la diferencia de que aquí las amplitudes son menores, esto se debe a que la serie es mucho más corta.

4.11 Temperatura en la Mitad del Estero (Punto B)

A través de todo el año, se tuvo mucho problema con el termógrafo en este punto, es por esa razón que se tienen tres series, la primera corresponde del 29 de Mayo al 1 de Octubre de 1979 (Fig. 21), y del 16 de Octubre al 28 de Octubre de 1979 y del 14 de Diciembre de 1979 al 6 de Marzo de 1980. En este orden se irán mencionando los resultados y los espectros de variancia.

La primera serie tiene un comportamiento similar que la de la boca del Estero en las bajas frecuencias, en las altas frecuencias (períodos diurno y semidiurno) presenta un poco más de variabilidad. La temperatura máxima fué 26.40 °C el 16 de Septiembre, la temperatura

Fig. 20. Espectros de Variancia para el Estero de Punta Banda.

a) y b) espectros de variancia para la -
serie de temperatura de la boca del Estero.

c) y d) espectros de variancia para la -
primera y tercera serie de temperatura de
la mitad del Estero.

e) y f) espectros de variancia para la -
cabeza del estero

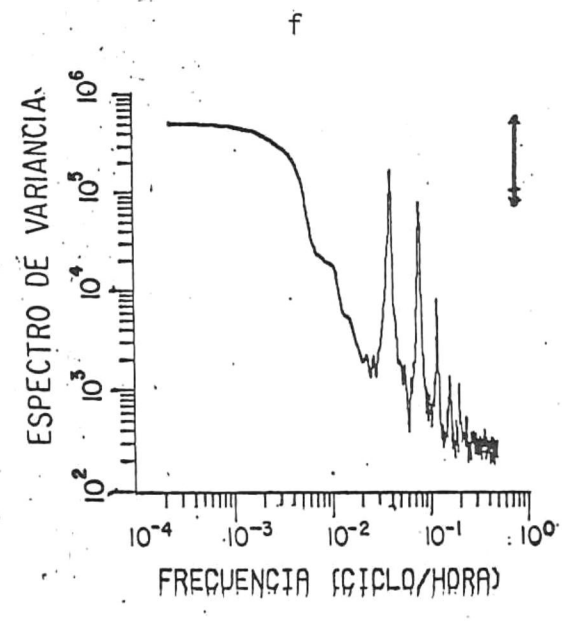
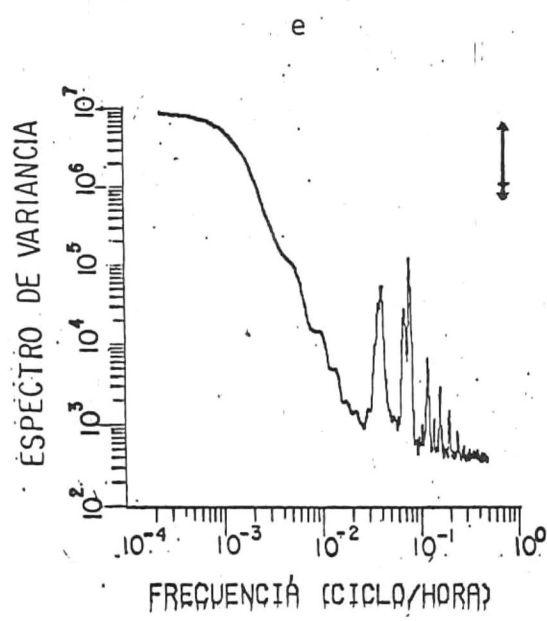
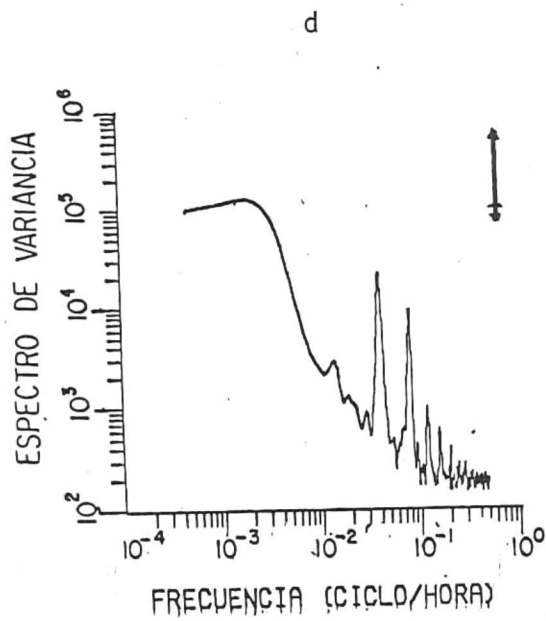
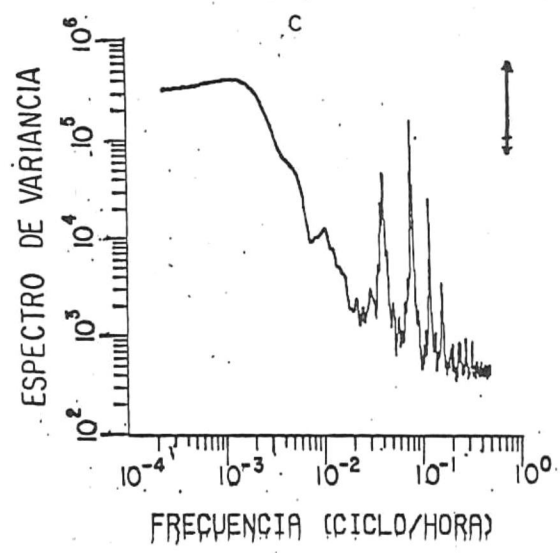
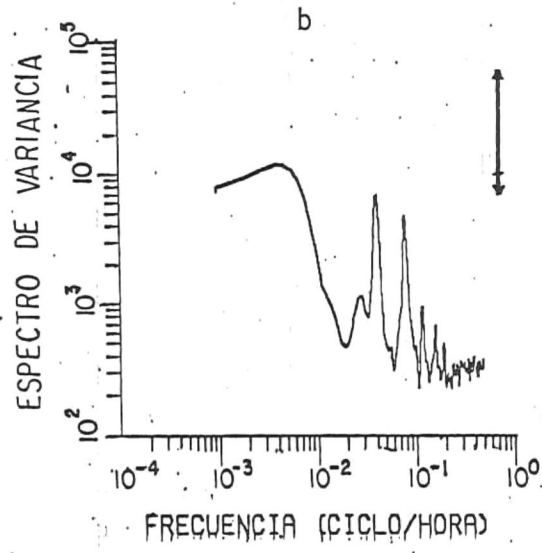
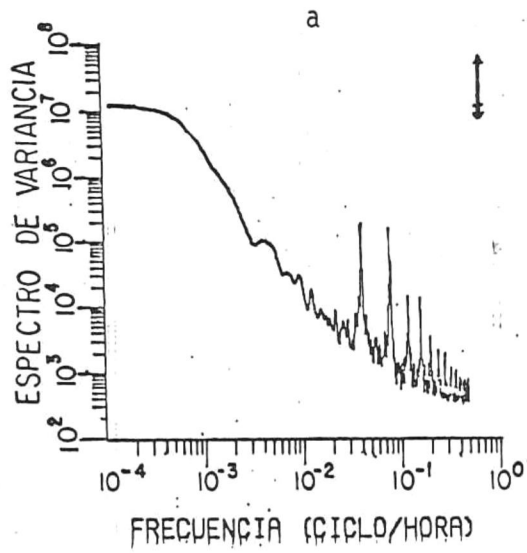


Fig. 20 g. Espectro de variancia para la serie completa.

9

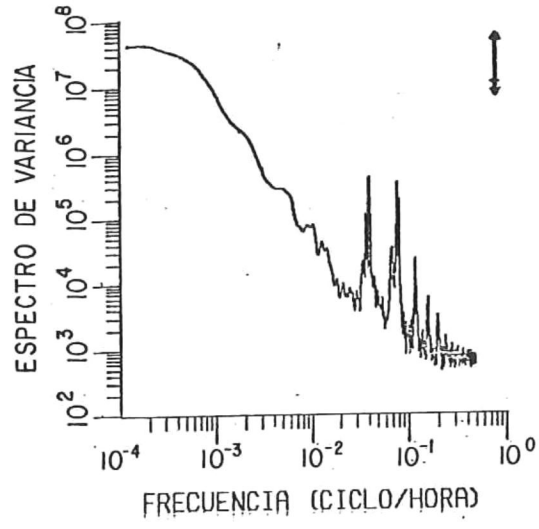
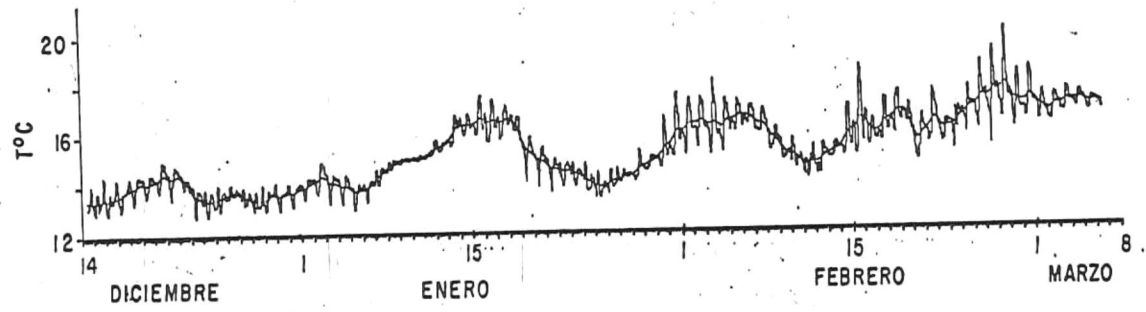
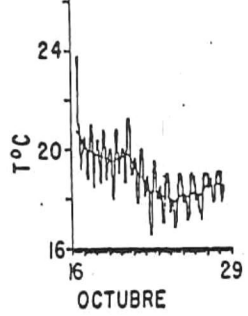
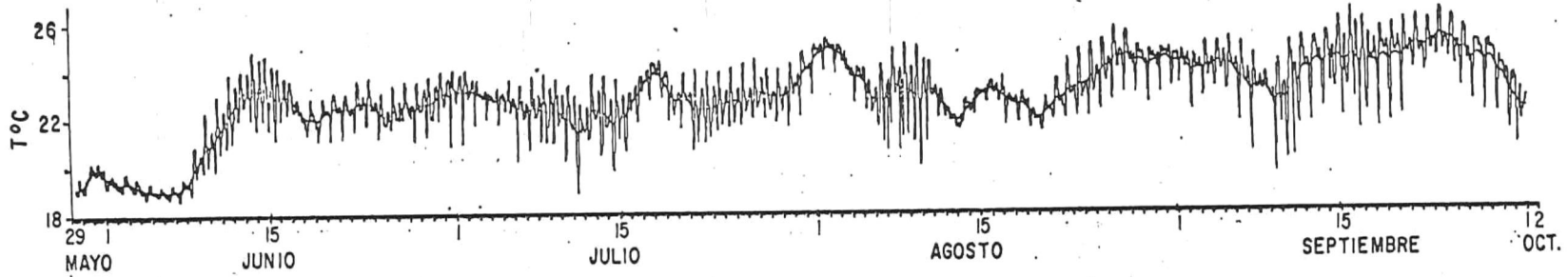


Fig. 21. Serie de Temperatura del Punto B
(Mitad del Estero).



mínima fué 18.70 °C el 7 de Junio y la temperatura promedio fué 22.85 °C. La segunda serie es demasiada corta, tan solo de 12 días. Su temperatura máxima fué 23.75 °C el 16 de Octubre, quizás éste valor fué algo disparado porque es demasiado alto con respecto a los demás, la temperatura mínima fué 16.55 °C el 22 de Octubre y el promedio fué 18.92 °C.

La tercera serie no presenta mucha variabilidad, presenta ondas muy marcadas con periodos de más de 15 días y de 10 días. La temperatura máxima fué 20.00 °C el 27 de Febrero de 1980, la temperatura mínima fué 14.10 °C el 11 de Febrero y la temperatura promedio fué 15.25 °C.

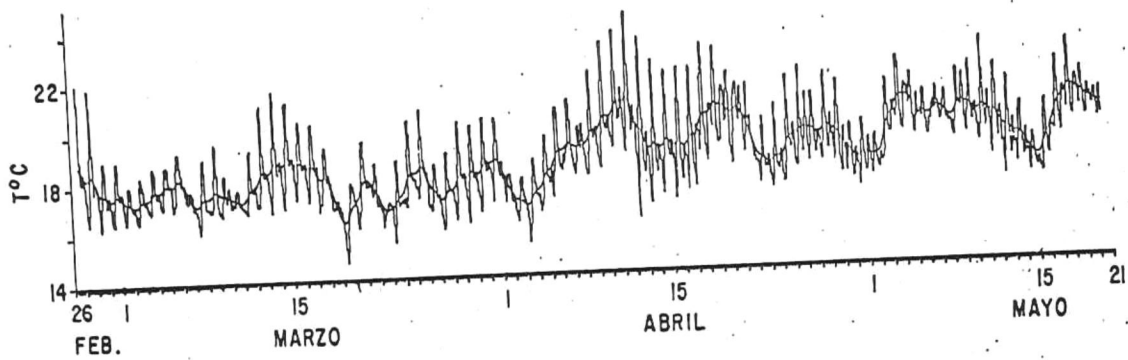
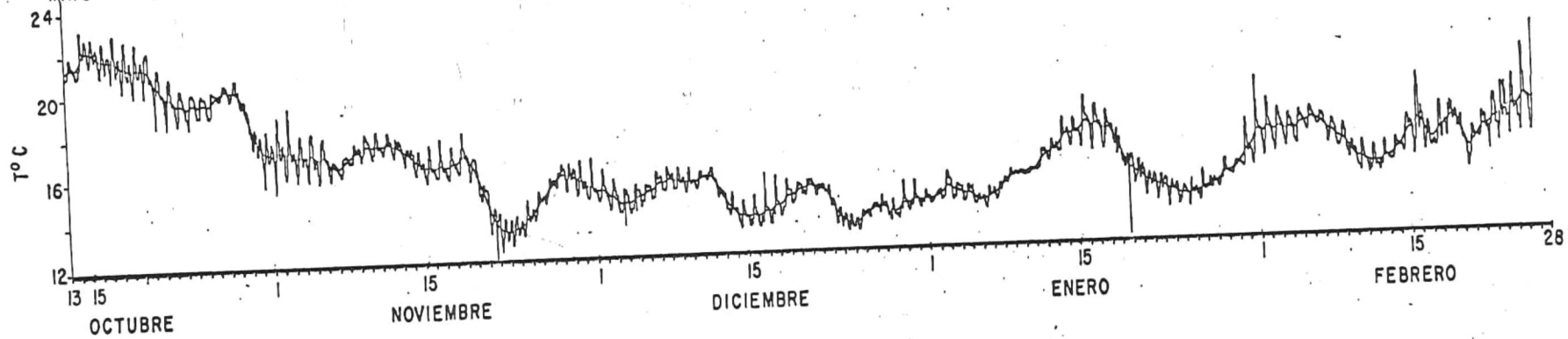
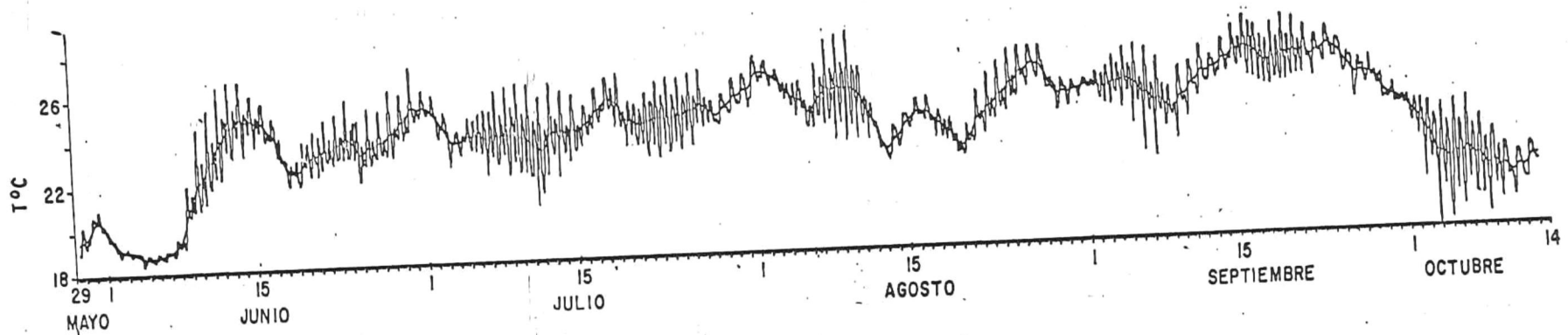
Las figuras 20c y 20d muestran los espectros de variancia para la primera y tercera serie del Punto B. El primer espectro presenta cinco componentes bien marcadas, la de mayor amplitud es la componente de bajas frecuencias seguida de la semidiurna, diurna y las de período de 10 y 9 hrs. El segundo espectro (Fig. 20d) la de mayor amplitud la presenta de nuevo las bajas frecuencias, siguiendo la diurna y semidiurna.

4.12 Temperatura en la Cabeza del Estero (Punto C)

El comienzo de la serie (Fig. 22), fué el 29 de Mayo de 1979 a las 10:00 hrs. y termina el 20 de Mayo de 1980 a las 10:00 hrs. En las bajas frecuencias tiene un comportamiento muy similar que las temperaturas de la boca del Estero. La menor variabilidad se presenta en los meses de invierno, la serie presenta una onda demasiado grande de período de más o menos seis meses. La temperatura máxima fué 28.00°C el 9 de Agosto, el 16 y 19 de Septiembre, la temperatura mínima fué 12.13°C el 21 de Noviembre y la temperatura promedio en toda la serie fué 19.73°C. Las figuras 20e, 20f y 20g muestran los espectros de variancia para este punto, del 29 de Mayo al 16 de Noviembre de 1979, del 16 de Noviembre al 4 de Mayo de 1980 y para la serie completa.

El espectro de variancia de la figura 20e muestra a las componentes de baja frecuencia, diurna y semidiurna como las más responsables en la variabilidad en la serie, siendo de mayor amplitud la primera. La figura 20f muestra que la componente diurna es la mayor responsable en la variabilidad de la temperatura, (después de las componentes de baja frecuencia)

Fig. 22. Serie de Temperatura del Punto C
(Cabeza del Estero).



siguiendo después la semidiurna.

La figura 20g muestra el espectro de variancia para la serie completa, la componente diurna es un poco mayor que la semidiurna y la componente con períodos de 10 hrs. es significativa.

4.13 Resultados sobre las comparaciones de un punto con otro en forma de diagramas de Tukey.

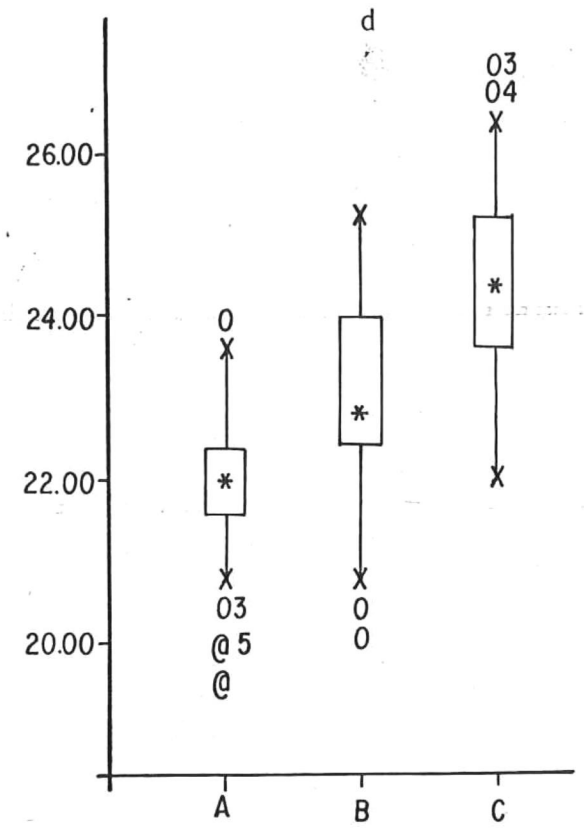
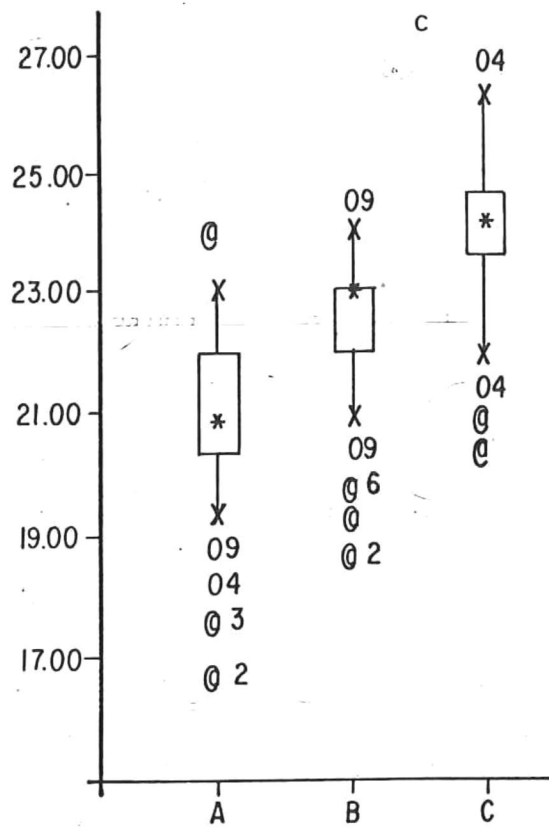
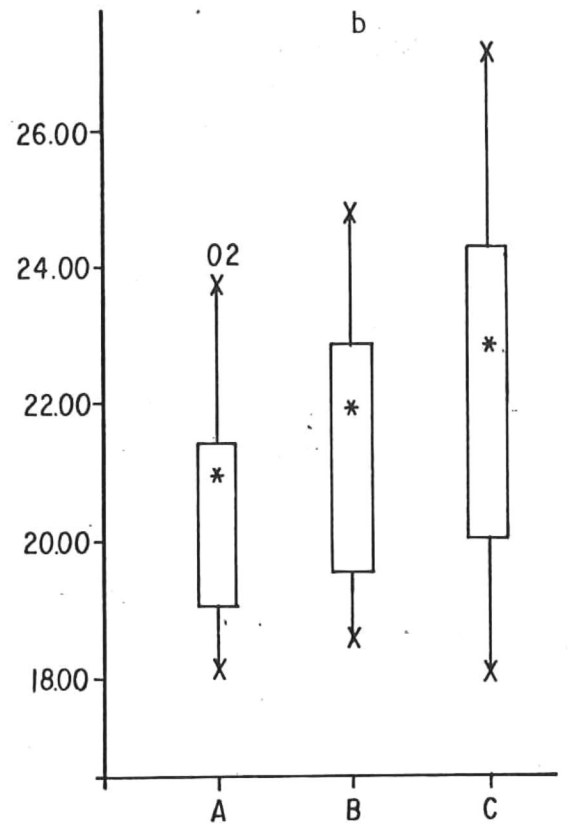
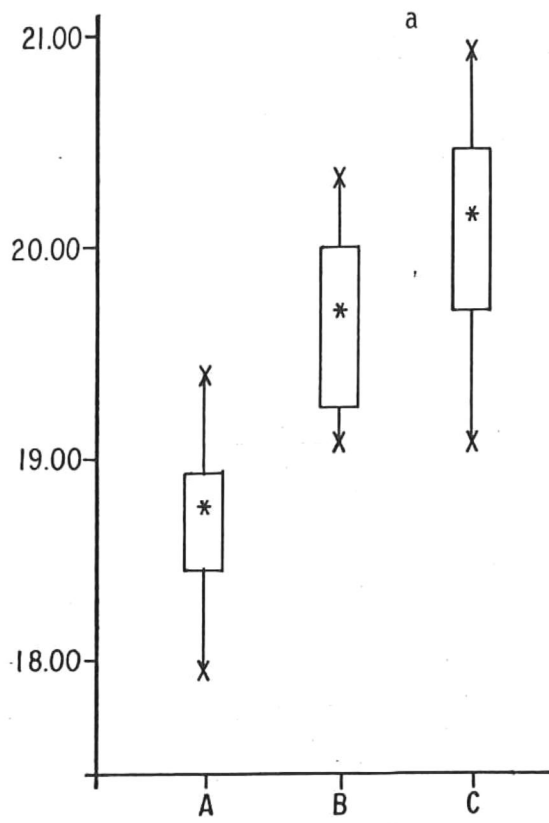
Las figuras 23a, 23b, 23c, 23d y 23e muestran las dispersiones de temperatura con respecto a la mediana, para los meses de Mayo a Septiembre de 1979. El comportamiento es similar para todos los meses, siendo más frías en la boca y más calientes hacia la cabeza del Estero. La dispersión más grande se encuentra en Junio y en los meses donde existen datos muy disparados es en Julio y en Septiembre.

La Tabla IV muestra las correlaciones entre las series de temperatura y marea, y las correlaciones de las series de temperatura de los diferentes puntos, para el Estero de Punta Banda. El valor más alto fué 0.93 entre mitad del estero y cabeza del estero a retraso cero. La marea es responsable en un 29% de la

variabilidad de la serie de temperatura para la boca
del estero.

Fig. 23. Mediana y dispersión de temperatura en el Estero de Punta Banda.

- a) Mayo
- b) Junio
- c) Julio
- d) Agosto
- e) Septiembre



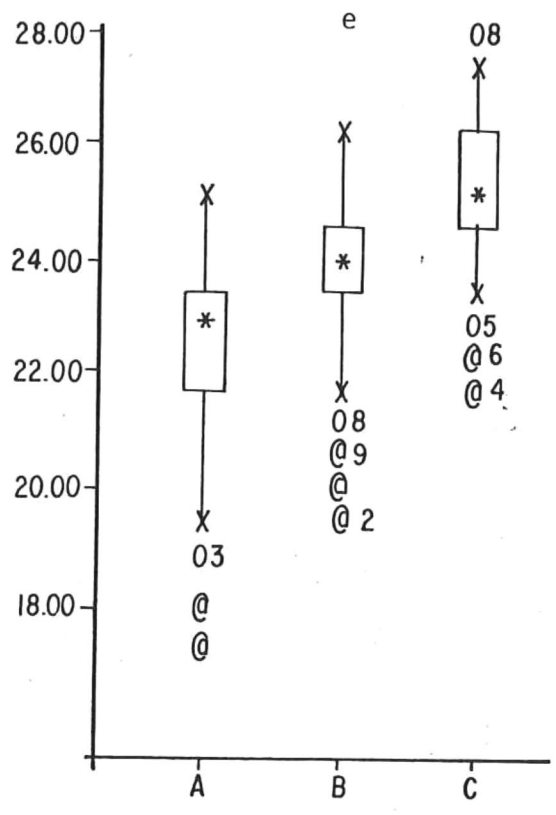


TABLA IVCORRELACIONES DE LAS SERIES DEL ESTERO DE PUNTA
BANDA EN TEMPERATURA

Boca del Estero -- Mitad del Estero (29/V/79/ -
5/VIII/79) + 2 horas=0.86

Boca del Estero -- Cabeza del Estero(29/V/79/ -
5/VIII/79) + 1 horas=0.80

Mitad del Estero--Cabeza del Estero (29/V/79/ -
5/VIII/79) 0 horas=0.93

Boca del Estero -- Marea (29/V/79/ -20/VIII/79) -
7 horas=0.29

4.14 Resultados de las Coherencias.

La figura 24a muestra la coherencia que se presentó en la temperatura de la boca del Estero con la marea, existen significativas: las bajas frecuencias, diurna y semidiurna, teniendo la temperatura mayor coherencia con ésta última, y presentando éstas dos series un gran desfase, ésta gráfica cubre los intervalos de las series del 29 de Mayo al 16 de Noviembre de 1979.

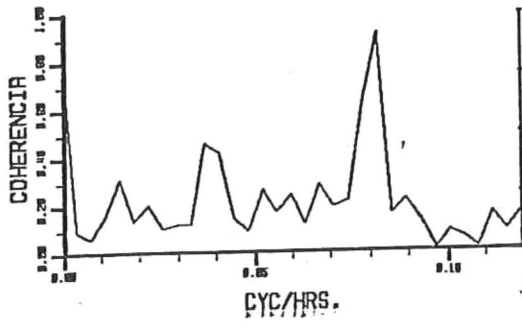
La figura 24b muestra la coherencia que se presentó en temperatura entre la boca del Estero y la cabeza del Estero, siendo muy coherentes ómbas series en las bajas frecuencias, diurna y semidiurna, siendo de mayor coherencia la primera y la última.

La Tabla V muestra los gradientes horizontales de temperatura para cada mes en el Estero de Punta Banda.

Fig. 24. Gráficas de coherencia para el Estero de Punta Banda.

- a) coherencia en la temperatura de la boca del estero con la marea.
- b) coherencia en temperatura entre la boca del estero y la cabeza del -- estero.

a



b

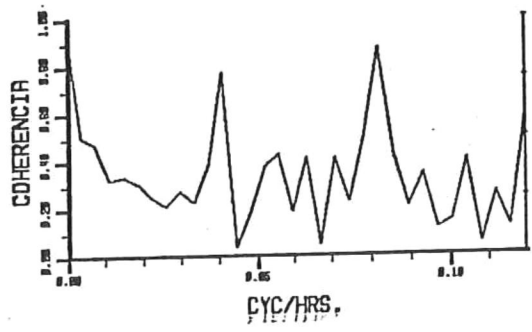


TABLA V

JUNIO	PUNTO A -- PUNTO B	MAXIMO = 0.93 C/KM. MEDIANA= 0.19 C/KM. PROMEDIO= 0.22 C/KM. MINIMO =-0.48 C/KM.	(solo 17 valores).
	PUNTO B -- PUNTO C	MAXIMO = 1.29 C/KM. MEDIANA= 0.29 C/KM. PROMEDIO= 0.38 C/KM. MINIMO =-0.22 C/KM.	(5 1/2 DIAS)
JULIO	PUNTO A -- PUNTO B	MAXIMO = 1.08 C/KM. MEDIANA= 0.32 C/KM. PROMEDIO= 0.33 C/KM. MINIMO =-0.09 C/KM.	(SOLO 7 VALORES)
	PUNTO B -- PUNTO C	MAXIMO = 1.29 C/KM. MEDIANA= 0.51 C/KM. PROMEDIO= 0.31 C/KM. MINIMO =-0.14 C/KM.	(SOLO 12 VALORES).
AGOSTO	PUNTO A -- PUNTO B	MAXIMO = 0.72 C/KM. MEDIANA= 0.21 C/KM. PROMEDIO= 0.23 C/KM. MINIMO =-0.48 C/KM.	(SOLO 26 VALORES).
	PUNTO B -- PUNTO C	MAXIMO = 1.66 C/KM. MEDIANA= 0.40 C/KM. PROMEDIO= 0.43 C/KM. MINIMO =-0.05 C/KM.	(SOLO 9 VALORES)
SEPTIEMBRE	PUNTO A -- PUNTO B	MAXIMO = 1.07 C/KM. MEDIANA= 0.25 C/KM. PROMEDIO= 0.29 C/KM. MINIMO =-0.27 C/KM.	(SOLO 31 VALORES)
	PUNTO B -- PUNTO C	MAXIMO = 1.55 C/KM. MEDIANA= 0.43 C/KM. PROMEDIO= 0.47 C/KM. MINIMO =-0.08 C/KM.	(SOLO 3 VALORES)
OCTUBRE	PUNTO A -- PUNTO C	MAXIMO = 0.72 C/KM. MEDIANA= 0.33 C/KM. PROMEDIO= 0.33 C/KM. MINIMO =-0.12 C/KM.	(SOLO 11 VALORES)
NOVIEMBRE	PUNTO A -- PUNTO C	MAXIMO = 0.36 C/KM. MEDIANA= 0.14 C/KM. PROMEDIO= 0.14 C/KM. MINIMO =-0.23 C/KM.	(3 1/2 DIAS)
DICIEMBRE	PUNTO A -- PUNTO C	MAXIMO = 0.35 C/KM. MEDIANA= 0.11 C/KM. PROMEDIO= 0.11 C/KM. MINIMO =-0.16 C/KM.	(SOLO 5 VALORES)

DISCUSIONES

Los fenómenos que pueden causar un cambio en la temperatura del agua de mar en una Laguna Costera son: variación estacional, incidencia de eventos de surgencia, cambios en el sistema de corrientes costeras en el océano adyacente, corrientes de mareas, turbulencia causada por la corriente de marea y la del viento, irradiación solar, batimetría irregular (que produce un calentamiento irregular) y temperatura del aire.

En los espectros de variancia no son notorios los eventos de surgencias, porque su componente está dentro de las curvas de las bajas frecuencias. Lara Lara, Alvarez Borrego y Small (1980) estimaron un espectro de variancia de temperatura para verano, en la boca de Bahía San Quintín y obtuvieron similar resultado que el presentado en este trabajo, donde la componente semidiurna es mayor en amplitud que la diurna, además, en este trabajo se estimó un espectro de variancia para invierno encontrando un resultado contrario, esto se da en todos los puntos menos en Molino Viejo, donde la componente diurna siempre es de mayor amplitud a través de todo el año. Además ellos indicaron que el agua con

temperatura de alrededor de 11 °C tiene un bajo porcentaje de oxígeno disuelto (~60%), con lo cual se demuestra que estas aguas en efecto son de origen subsuperficial y han aflorado a la superficie por la acción de la surgencia.

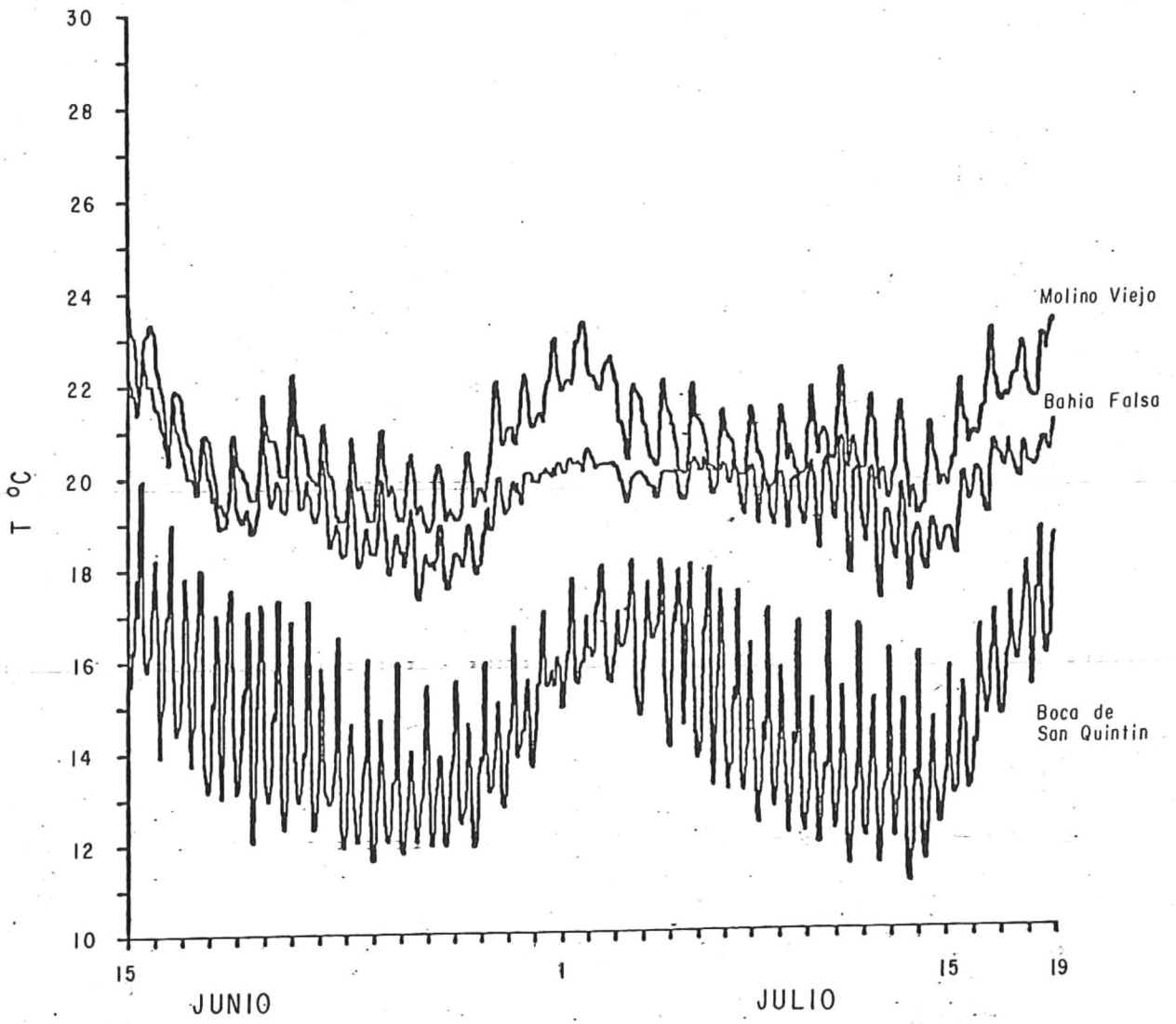
En verano, los gradientes de temperatura existentes entre la boca y los extremos internos son mucho más grandes que en invierno, (Tabla II), esto da lugar a que la componente semidiurna sea mayor en el espectro, debido a que cada doce horas, el aparato registra agua caliente que viene de los interiores de los brazos de la bahía, cuando baja la marea, y agua fría que viene fuera de la bahía cuando sube la marea, en invierno, la amplitud de la componente diurna fué mayor debido a que los gradientes son demasiados pequeños y lo que predomina realmente son los ciclos de radiación solar.

En Molino Viejo, la componente diurna siempre es mayor, debido a que cuando la marea va bajando, la temperatura registrada es del agua que viene de la cabeza que está más o menos a tres kilómetros de Molino Viejo. En Molino Viejo el transporte de agua debido a marea astronómica es bajo (Monreal Gómez, 1980), el agua no se desplaza tanto hacia afuera de la bahía, y

cuando la marea sube de nuevo el registro es de la misma agua con un poco de mezcla siendo casi igual en temperatura. Chávez de Nishikawa y Alvarez Borrego (1974) reportaron para la bahía de San Quintín temperaturas más bajas en las cabezas que en la boca para la época de invierno, en este trabajo se reportan los mismos resultados, pero no para todo el invierno sino solamente para algunos días debido al efecto de la temperatura atmosférica que es baja.

Las correlaciones entre las series fueron altas (Tabla I), la correlación que se hizo con las series de boca de San Quintín y Molino Viejo en temperatura de 17 de Mayo a 5 de Agosto dan la más alta correlación de 0.64 a -12 horas. Lo que sucede (analizando la figura 25, en la cual se dibujan las series de Boca de San Quintín, Molino Viejo y Bahía Falsa para las fechas de las dos surgencias más fuertes de 1979), es que cuando entra el agua fría por la boca, se manifiesta hasta Molino Viejo y Bahía Falsa, pero luego, existe un relajamiento de la surgencia, pero en ese relajamiento existen mareas vivas, entonces se observa que aún cuando la temperatura esté aumentando en la boca, en Molino Viejo está bajando grandemente, o sea, la onda de baja frecuencia baja primero en Molino Viejo, esto se debe a que en mareas vivas, la bahía de San Quintín

Fig. 25. Series cortas de temperatura.



casi se vacía, entonces, el agua caliente de las cabezas es mezclada con agua fría de la boca y existe también renovación de agua, entonces al subir la marea lleva agua fría y es por eso que la correlación máxima se presenta a -12 horas.

Podemos hablar de tiempo de residencia del agua solo en los puntos de muestreo, a mayor temperatura, mayor tiempo de residencia (ya que se implica un mayor tiempo de calentamiento, se asume que el efecto de la batimetría es similar), el tiempo de residencia aumenta hacia los interiores y cambia en función de la secuencia de mareas vivas y muertas.

Como se puede observar en la Tabla I, en invierno se observaron altas correlaciones a retrasos positivos.

Analizando un período más corto (Figs. 26 y 27) y correlacionándolas se obtuvieron valores bajos (no publicadas) a retrasos negativos, y se observa el mismo fenómeno de fuerte intercambio de agua en mareas vivas tanto para Bahía Falsa como para la zona de Molino Viejo en Bahía San Quintín.

Las correlaciones para marea, en otros trabajos como el de Zertuche González (1978), quien encuentra

Fig. 26. Series cortas de temperatura.

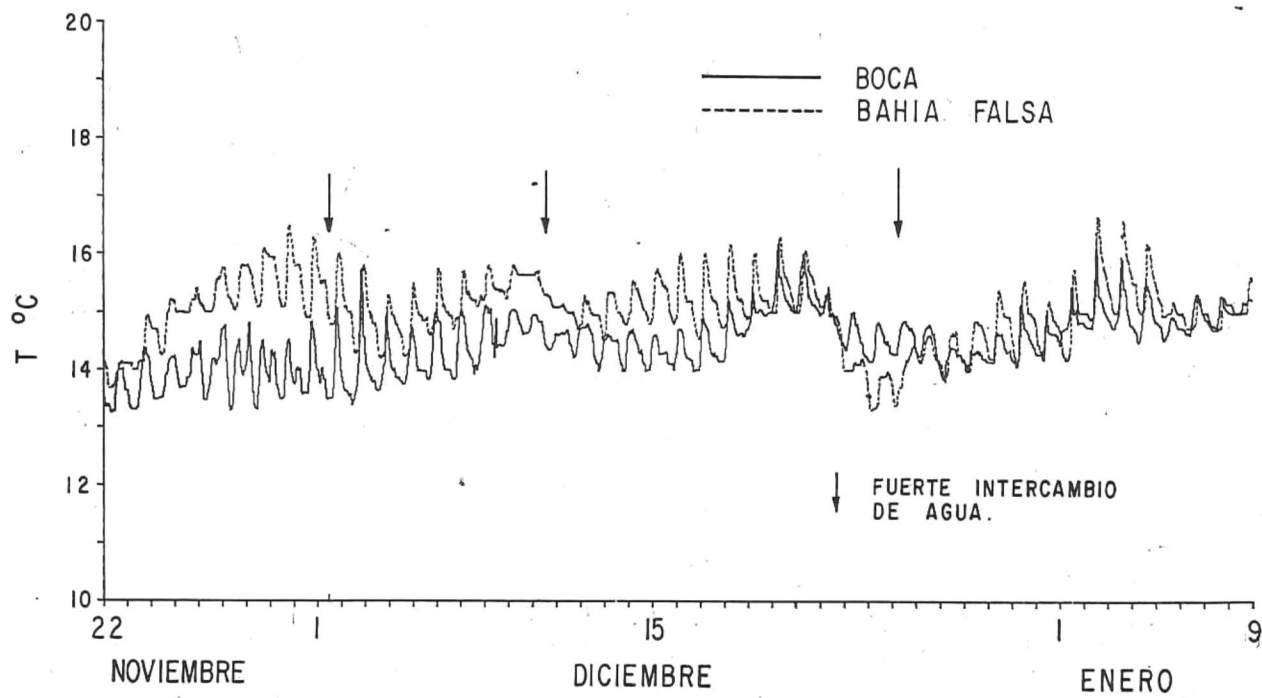
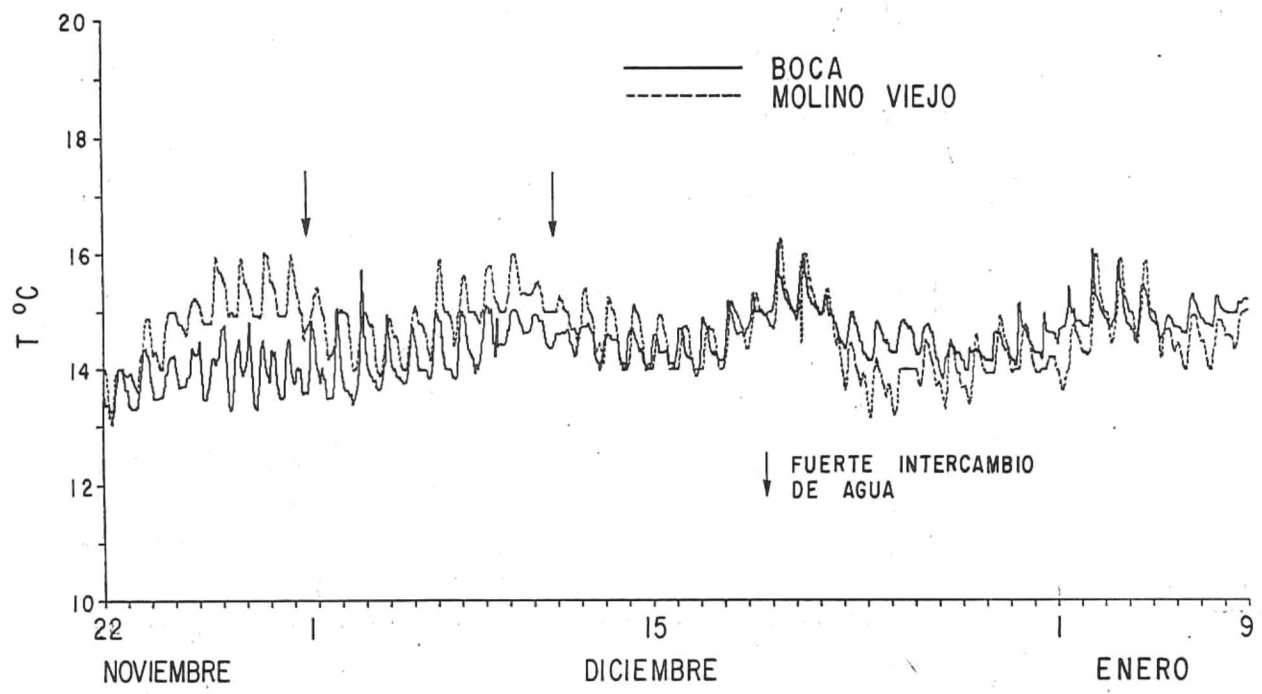


Fig. 27. Series cortas de temperatura.



altas correlaciones entre marea y temperatura, -0.76 , pero en períodos mucho muy cortos, en este trabajo el análisis se hizo para períodos largos.

Discutiendo ahora las gráficas de coherencia (Figs. 13a-15f), los períodos de 1.5 días, 27, 26, 24, 12 y 9 hrs., son producidos por la marea, los períodos grandes son debidos a procesos estacionales y también de marea (mensual, quincenal), los períodos de 3 y 4 días posiblemente se deben a cambios de temperatura atmosférica.

Para el Estero de Punta Banda, las componentes más significativas en el espectro de variancia para la boca fué la diurna. Esto se debe a que realmente como el estero está dentro de una bahía, cada vez que la marea sube (cada 12 hrs.), no se registran aguas tan frías, debido a que son aguas de la bahía y no del océano abierto, por eso predomina la componente diurna, además existen brisas marinas con períodos de más o menos 24 hrs. (Pavía Edgar, 1979) que también afecta la temperatura en la serie.

En verano y principios de otoño la componente semidiurna presenta mayor variabilidad debido a que cada 12 hrs. le llega agua caliente de la cabeza

cuando va bajando la marea y agua mezclada (agua caliente con agua fría de la boca) cuando va subiendo la marea, y esto provoca que exista una alta variabilidad en la temperatura en la componente semidiurna y es que en estos períodos los gradientes de temperatura son muy grandes (Tabla V). Para invierno, los gradientes son demasiados pequeños y predomina la componente diurna, además existen los vientos producidos por brisa marina.

Los gradientes presentados en la Tabla V muestran en los meses de Junio a Diciembre algunos gradientes negativos, lo que no son tan significativos debido a que son muy pocos en algunos casos. Esto quizás se deba a que estos gradientes se presentan en la noche, y como en la cabeza la cual es una zona demasiado somera, tenga temperaturas más frías que las de la boca.

Las correlaciones muestran que no existe una gran similitud entre las series de temperatura adyacentes al océano y las de la boca de Bahía San Quintín, solamente entre ellas (Punta Consuelo y Punta Camalú), esto se debe a que la serie de temperatura de la boca de San Quintín está influenciada por aguas interiores de la bahía, las que en primavera-verano son demasiado calientes y las series de temperatura de las otras dos

estaciones solo tienen influencia oceánica.

Los espectros muestran que estos tres puntos concuerdan en las componentes diurna y semidiurna, la única diferencia es que el espectro para la boca de San Quintín presenta componentes de períodos significativos más pequeños que la semidiurna y esto se debe a la influencia de las aguas del interior de la bahía.

Comparaciones del Comportamiento de la Temperatura entre Boca de San Quintín y Boca del Estero de Punta Banda.

En la boca del Estero, de Junio a Septiembre de 1979 la media se mantiene casi constante con algunas pequeñas variaciones que hacen bajar un poco la temperatura (~ 12 de Julio) debido probablemente a surgencias que existían en el océano adyacente a la Bahía de Todos Santos y que llegan atenuadas a este punto en el Estero, después, la temperatura sube un poco para el mes de Septiembre.

Para la boca de San Quintín, el comportamiento es diferente, desde principios del mes de Junio hasta principios del mes de Agosto de 1979, existen altas variaciones en la media con períodos de ~ 15 días

debidas al fenómeno de surgencias, para el mes de Agosto es constante y para Septiembre la variación de la media es de nuevo igual que el anteriormente mencionado.

Pueden notarse los comportamientos tan diferentes que existen en la media de la temperatura para estos dos lugares, ya que el primero está como a 14 km. del océano y en cambio el segundo está totalmente adyacente a él.

Para finales de Septiembre en adelante, la caída del valor de la media de temperatura es más notoria en la boca del Estero, debido a que el agua del Estero propiamente es agua de la Bahía de Todos Santos la cual está siendo mezclada con agua fría del océano, además que las condiciones climatológicas evitan que exista un calentamiento dentro del mismo Estero.

Comparaciones del Comportamiento de la Temperatura entre los extremos internos de San Quintín y Cabeza del Estero.

El comportamiento de la temperatura de los extremos internos de la Bahía de San Quintín es similar a la de la boca, pero con temperaturas más altas a

exepción de algunos dias en invierno, y para la cabeza del Estero el comportamiento es similar a la de la boca pero con la secuencia de mareas vivas y muertas más marcadas.

CONCLUSIONES

A través de todo el año, los factores que hacen variar la temperatura en las dos lagunas costeras, son en orden de importancia: las estaciones primavera-verano y otoño-invierno, fenómenos físicos como surgencias y componentes debidas a la marea (principalmente diurno y semidiurno), irradiación solar y en menor magnitud turbulencia causada por la corriente de marea y la del viento, batimetría irregular, temperatura del aire y brisa marina cada 24 hrs. en el Estero de Punta Banda.

Todo fenómeno físico que se manifiesta en la boca de San Quintín, se manifiesta también hacia el interior de las bahías con un retraso de pocas horas, si el fenómeno físico como la surgencia se manifiesta en marea viva, la penetración de las aguas frías ricas en nutrientes es más rápido, existiendo fuerte renovación de agua. Aunque en invierno no se presentan surgencias significativas, la renovación fuerte de agua se presenta en mareas vivas. Para el estero de Punta Banda es lo mismo.

De acuerdo al análisis espectral de las series oceánicas y de la serie de la boca de San Quintín se ve que todas las frecuencias bajas hasta un período mínimo de 12 hrs. y a veces de 10 hrs., se presentan en esos lugares (océano - bahía) y las frecuencias con períodos de menos de 12 horas ya son propias de la bahía.

La diferencia en el comportamiento de la temperatura de las dos bocas (Bahía de San Quintín y el Estero de Punta Banda), se debe principalmente a la distancia a la cual están alejadas del océano adyacente.

Las correlaciones en tiempo no proporcionan tanta información como la correlación en frecuencias.

BIBLIOGRAFIA

Acosta Ruiz, M. de J. y S. Alvarez Borrego. 1974. Distribucion Superficial de Algunos Parametros Hidrologicos Fisicos y Quimicos, en el Estero de Punta Banda, B.C. en Otono e Invierno. Ciencias Marinas, Vol. 1. No. 1: 16-45.

Alvarez Borrego S., G. Ballesteros Grijalva, y A. Chee Barragan. 1975. Hidrologia de la Bahia de San Quintin, Baja California en Verano, Otono e Invierno. Ciencias Marinas, Vol. 2, No. 2: 1-9.

Alvarez Borrego S. y A. Chee Barragan. 1976. Distribucion Superficial de Fosfatos y Silicatos en Bahia San Quintin, B.C. Ciencias Marinas, Vol. 3, No. 1: 51-61.

Alvarez Borrego S. , M. de J. Acosta Ruiz y J. R.

Lara Lara. 1977. Hidrologia Comparativa de las dos Bocas de los Antiestuarios de Baja California. *Ciencia Marinas*, Vol. 4, No. 1:1-11.

Alvarez Borrego S., J. R. Lara Lara y M. de J. Acosta Ruiz. 1977. Parametros Relacionados con la Productividad Organica Primaria en dos Antiestuarios de Baja California. *Ciencias Marinas*. Vol. 4, No. 1:12-22.

Alvarez Sanchez L. G. 1977. Vientos en la Bahia de Todos Santos, Baja California. 1977. *Ciencias Marinas*. Vol. 4, No. 1:81-89.

Barnard, J.L. 1962. Benthic marine exploration of Bahía de San Quintín, Baja California, 1960-1961, *Pac. Nat.*, 2(6):251-269

Bendat and Piersol. 1971. *Random Data. Analysis and Measurements Procedures.*
pp. : 136-153, 193-196, 214-254, 268-280, 314-336.

Cabrera Muro Homero Rafael. 1974. Distribucion de temperatura en la Bahia de Todos Santos (Junio-October 1971). Ciencias Marinas. Vol. 1, NO. 1: 65-77.

Cecena Celis R., S. Alvarez Borrego. 1975. Distribucion Superficial de Algunos Parametros Hidrologicos Fisicos y Quimicos en el Estero de Punta Banda, B.C. 1973. Ciencias Marinas. Vol. 2, No. 1: 98-105.

Chavez de Nishikawa A., S. Alvarez Borrego. 1974. Hidrologia de la Bahia de San Quintin, Baja California en Invierno y primavera. 1977. Ciencias Marinas. Vol. 1, No. 2: 31-62.

Chavez de Ochoa C. 1975. Algunas Condiciones de Surgencias durante la Primavera de 1974, para el area adyacente a Punta Banda B.C. Ciencias Marinas. Vol. 2, No. 2: 11-123.

Jenkins G. M. and D. G. Watts, 1968. Spectral Analysis

and its Applications. Holden-Day, 525 pags.

Lara Lara J. R., S. Alvarez Borrego. 1975. Ciclo anual de Clorofilas y Produccion Organica Primaria en Bahia San Quintin, B.C. 1973-1974. Ciencias Marinas. Vol. 2, No. 1: 77-97.

Lara Lara J. R. Variability and Tidal exchange of Ecological properties in a Coastal Lagoon. Thesis for the degree of Master of Science. November 21, 1978. Oregon State University.

Lara Lara J. R. y S. Alvarez Borrego y L. F. Small, 1980. Variability and Tidal Exchange of Ecological properties in a Coastal Lagoon-Estuarine and Coastal Marine Science (1980), II, 613-637.

Margalef Ramón. Ecología. Edición Omega, S.A. Barcelona, 1977.

Monreal Adela. Aplicaciones de un modelo de dispersión en Bahía San Quintín, Baja California, México. Tesis de Maestría Marzo de 1980. CICESE.

Morales Zuniga Carolina. 1977. Variaciones Estacionales de la Temperatura en la Bahía de Todos Santos, B.C. 1972-1973. Ciencias Marinas. Vol.4, No.1:23-33.

Odum, E.P. 1971. Fundamentals of ecology. 3rd. Ed. 1971.

Otnes R.K. and Loren Enochson, 1972. Digital time series analysis. John Wiley & Sons., 467 pags.

Pavía Edgar. Brisas en la Bahía de Todos Santos durante los meses de Marzo A agosto de 1979. Tesis de licenciatura. Unidad de Ciencias Marinas. Baja California.

Pritchard W. Donald, De la Paz Vela, Cabrera Muro,

Farreras Sans, y Morales E. 1978. Hidrografia Fisica del Estero de Punta Banda. Parte I: Analisis de Datos. Vol. 5, No. 2: 1-23

R. McNeil Donald. Interactive Data Analysis. A Practical Primer 1977.

Vanucci, M. 1969. Citado por Saul Alvarez Borrego en: Cicese, Discusiones Internas sobre las bases de Investigaci3n y Docencia del 17 al 20 de Febrero pp. 50-57.

Wastler T. A. Spectral Analysis. Applications in water pollution control. December 1969. CWT-3.

W. Tukey John. Exploratory Data Analysis. Princeton University and Bell Telephone Laboratories. Addison Wesley Publishing Company. 1977

Zertuche Gonzalez J. A. , S. Alvarez Borrego. 1978. Series de Tiempo de Variables Fisicoquimicas en las Bocas de dos Antiestuarios de Baja California. 1978. Ciencias Marinas. Vol. 5,