

20
22j

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



TESIS DONADA POR

D. G. B. - UNAM

IMPACTO EN LAS LAGUNAS COSTERAS CARMEN-
PAJONAL-MACHONA TABASCO, MEXICO, A PARTIR
DE LA ABERTURA DE UNA BOCA ARTIFICIAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

G E O G R A F O

P R E S E N T A:

PEDRO FRANCISCO RODRIGUEZ - ESPINOSA

1 9 8 2



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAG
AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	3
INTRODUCCION Y OBJETIVOS	5
ANTECEDENTES	11
AREA DE ESTUDIO	21
METODOLOGIA	27
RESULTADOS	42
DISCUSION DE RESULTADOS	81
EXPLICACION DE LAS GRAFICAS TRIDIMENSIONALES	87
DISCUSION DE LAS GRAFICAS DE IMPACTO AMBIENTAL	88
CONCLUSIONES GENERALES	99
RECOMENDACIONES	104
BIBLIOGRAFIA	105

L A M I N A S

- I.- Foto 1. Muestra las condiciones en que se encontraba la Barra del Alacrán antes de diciembre de 1975.
- Foto 2. Muestra la Boca de Panteones en la Laguna La Machona que actualmente tiene una distancia de 800 a 900 m.
- II.- Foto 1. Botella muestreadora tipo Van Dorn, UNAM.
- Foto 2. Salinómetro de inducción in situ.

T A B L A S

- Tabla 1.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Panteones primavera.
- Tabla 2.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Panteones verano.
- Tabla 3.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea en la Boca de Panteones otoño (nov.).
- Tabla 4.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Panteones otoño (dic.).
- Tabla 5.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Panteones invierno.

Tabla 6.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Santa Ana primavera.

Tabla 7.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Santa Ana verano.

Tabla 8.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Santa Ana invierno.

Tabla 9.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río Santa Ana primavera.

Tabla 10.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río Santa Ana verano.

Tabla 11.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río Santa Ana otoño (dic.).

Tabla 12.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río Santa Ana otoño (nov.).

Tabla 13.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río San Felipe primavera.

Tabla 14.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río San Felipe verano.

Tabla 15.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río San Felipe invierno.

- Tabla 16.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en Punta Shishal verano.
- Tabla 17.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en Punta Caballito verano.
- Tabla 18.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en Punta Shishal otoño (dic.).
- Tabla 19.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en Punta Caballito otoño (dic.).
- Tabla 20. Comparación de resultados con otros sistemas lagunares y ríos.

F I G U R A S

- Figura 1.- Mapa de localización de las lagunas Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México.
- Figura 2.- Mapa toponímico de las lagunas costeras Carmen-Pajonal-Machona.
- Figura 3.- Mapa que muestra la Zona del Antiguo Delta del Río Mezcalapa.
- Figura 4.- Mapa de localización de estaciones de muestreo de sólidos suspendidos y "Estaciones" donde se recabaron datos para las gráficas de impacto ambiental.
- Figura 5.- Perfil batimétrico de la Boca Santa Ana.
- Figura 6.- Perfil batimétrico de la Boca de Panteones.
- Figura 7.- Perfil batimétrico de la desembocadura del Río Santa Ana en la Laguna Machona.
- Figura 8.- Perfil batimétrico de la Punta Shishal.
- Figura 9.- Perfil batimétrico de la Punta Caballito.
- Figura 10.- a) Correntómetro.
b) Sensor del salinómetro.
c) Sistema de toma.

Figura 11.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones en primavera.

Figura 12.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones en verano.

Figura 13.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones en otoño (nov.)

Figura 14.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones en otoño (dic.).

Figura 15.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones en invierno.

Figura 16.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Santa Ana primavera.

Figura 17.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Santa Ana verano.

Figura 18.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Santa Ana invierno.

Figura 19.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río de Santa Ana primavera.

Figura 20.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río de Santa Ana verano.

Figura 21.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río Santa Ana otoño (dic.).

Figura 22.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río Santa Ana otoño (nov.).

Figura 23.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río San Felipe primavera.

Figura 24.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río San Felipe verano.

Figura 25.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río San Felipe invierno.

Figura 26 - Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en Punta - Shishal verano.

Figura 27.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en Punta Caballito verano.

Figura 28.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en Punta - Shishal otoño (dic.).

Figura 29.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en Punta - Caballito otoño (dic.).

Figura 30.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1963.

Figura 31.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1971-1972.

Figura 32.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1973-1974.

Figura 33.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1975-1976.

Figura 34.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1977-1979.

Figura 35.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1979-1981.

Figura 36.- Condiciones de texturas en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1962-1971.

Figura 37.- Condición de habitantes en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1940-1950-1960-1970.

Figura 38.- Captura comercial de ostión en Sánchez Magallanes de 1966 a 1981.

Figura 39.- Dirección de la corriente generalizada en el sistema Carmen-Pajonal-Machona.



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue posible gracias a las facilidades que ofreció el Laboratorio de Geología Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM., y fue auspiciada económicamente por el entonces Departamento de Pesca, Delegación Tabasco; por mucho de las cuestiones logísticas que brindaron las Sociedades Cooperativas de El Carmen y La Machona, Sánchez Magallanes, Tabasco, a quienes quisiera expresar mi más completo agradecimiento por su incondicional colaboración en los trabajos de campo; el estudio fue posible también gracias a la colaboración de recursos humanos y en más de una ocasión materiales de la Escuela Técnica Pesquera de Sánchez Magallanes, Tabasco.

En especial a Gutiérrez Estrada, Responsable del Laboratorio de Geología Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología en el tiempo que duró el trabajo (ahora Jefe de la Estación Mazatlán del mencionado instituto), por su apoyo y confianza, sin los cuales hubiera sido imposible el desarrollo del estudio; a Lecuanda, a Paez-Ozuna y a Alexander Valdez por la valiosa asesoría y los consejos, así como las recomendaciones en la parte analítica.

Mi reconocimiento a los estudiantes Zamorano, Moya, Gerardo, también a los pescadores Josue y Catarino, a los Directivos Don Lupe, Nacho, Tito, a L. Guzmán, Biólogo de las Cooperativas y a los Geólogos Galavíz y López, porque de una u otra forma colaboraron en el desarrollo del trabajo de campo.

Agradezco también a los estudiantes: Gómez Flores-Verdad y Santiago por su valiosa ayuda en el manuscrito y dibujo de la tesis; a García M., Sánchez F. y Martínez R. en el trabajo mecanográfico; de igual forma a mi hermano D. Rodríguez E., por los consejos y facilidades para elaborar parte del material de campo.

Por último, quisiera manifestar un particular agradecimiento a las dos personas que con sus valiosas aportaciones contribuyeron a mi formación académica y ética profesional; con mucho cariño a mi asesor el M. en C. Mario Arturo Ortíz-Pérez y a la Biól. Lilia María Otero Dávalos.

RESUMEN

Las lagunas costeras Carmen-Pajonal-Machona, han sido estudiadas desde diferentes puntos de vista a partir de 1962. Como resultado de estos trabajos se ha visto que el sistema lagunar tiene los más altos valores de contaminantes, tanto en organismos como en sedimentos, el régimen de salinidad más alto y -- abundantes especies marinas, en comparación con ocho sistemas lagunares del Golfo de México.

Como producto del estudio de sólidos suspendidos efectuado en las bocas, ríos y comunicación de las lagunas, a lo largo de un ciclo anual, se encontró que las cuatro épocas del año se -- pueden agrupar en dos temporadas (primavera-verano y otoño-invierno), presentando características distintivas cada una de -- ellas: la temporada de primavera-verano donde la cantidad de -- sólidos suspendidos que exporta la laguna es más grande a la -- que ingresa; y la segunda temporada, otoño-invierno, donde la entrada de material suspendido es mayor a la que sale. Las -- cantidades de la segunda temporada son con mucho superior a -- las de la primera, lo cual invalida la posibilidad de un balance; es claro entonces que las lagunas tienen una ganancia anual neta de sólidos suspendidos.

Hasta finales de 1975 el sistema se comunicó con el Golfo de -- México a través de una boca natural localizada en la Laguna El Carmen. En ese año la barra de Alacrán es abierta artificialmente, así se estableció la comunicación directa entre la Laguna Machona y el Golfo de México, como resultado de esta alteración se lleva a cabo un cambio en el régimen hidroquímico e hidrodinámico que modifica sustancialmente las condiciones sedi-

mentológicas, biológicas y económicas (impacto). Actualmente el impacto no ha ocasionado un detrimento importante en la captura comercial del recurso (ostión) en la zona, pero puede presentarse en un lapso corto de tiempo por procesos sedimentarios, (asolye) en las lagunas costeras Carmelitas y San Mateo. Como resultado de estos trabajos se ha visto que el sistema lagunar tiene los más altos valores de contaminantes, tanto en organismos como en sedimentos, el régimen de salinidad más alto y abundantes especies marinas, en comparación con otros sistemas lagunares del Golfo de México.

Como producto del estudio de sedimentos efectuado en las bocas, ríos y comunicación de las lagunas, a lo largo de un ciclo anual, se encontró que las cuatro épocas del año se pueden agrupar en dos temporadas (primavera-verano y otoño-invierno), presentando características distintas cada una de ellas: la temporada de primavera-verano donde la cantidad de sólidos suspendidos que exporta la laguna es más grande a la que ingresa; y la segunda temporada, otoño-invierno, donde la entrada de material suspendido es mayor a la que sale. Las cantidades de la segunda temporada son con mucho superior a las de la primera, lo cual invalida la posibilidad de un balance; es claro entonces que las lagunas tienen una ganancia anual de sólidos suspendidos.

En las finales de 1975 el sistema se comunicó con el Golfo de México a través de una boca natural localizada en la laguna El Carmelito. En ese año la bacteria *Vibrio* se dispersó artificialmente en el sistema lagunar para establecer la comunicación directa entre la laguna y el Golfo de México.

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La zona costera es el área con la más alta tasa de producción primaria orgánica de los sistemas ecológicos del mundo, $10-25 \times 10^3$ Kcal/m²/año, Odum, (1977). Es el espacio donde se asientan dos tercios de la población mundial; de ahí proviene el 90% de las capturas pesqueras y es una importante zona de prospección industrial. Yáñez-Arancibia, (1982).

Una parte sustancial de la zona costera está constituida por lagunas costeras que son depresiones marginales que se encuentran por debajo del nivel medio de las mareas más altas, teniendo una comunicación permanente o efímera con el mar pero protegida por algún tipo de barrera, la barrera puede ser debido a procesos físicos, hidrodinámicos o hidroquímicos. Lankford, (1977).

Por sus características morfo-génicas y ecológicas, estos ambientes tienen la posibilidad de constituir un recurso importante para el hombre. Si bien esto permite la explotación de tales sistemas, es importante tomar en cuenta que las lagunas costeras son producto de los procesos morfo-sedimentarios y glacio-eustáticos, que se dan en un lapso de tiempo geológico corto y reciente (Phleger, 1969; Godfrey, 1976):

Además de que, desde el punto de vista físico-químico, presentan propiedades muy peculiares que difícilmente se encuentran en otro sistema, ya que se conjuntan los ambientes continental y marino. Como producto de lo anterior se tienen características ecológicas muy típicas tales como una alta productividad durante todo el año (programación estacional), una complejidad y estabilidad ecológicas, y una vulnerabilidad a los cambios ambientales (Day Jr. y Yáñez-Arancibia, 1982). - Por lo que el uso de tales ambientes requiere de una buena administración en su manejo.

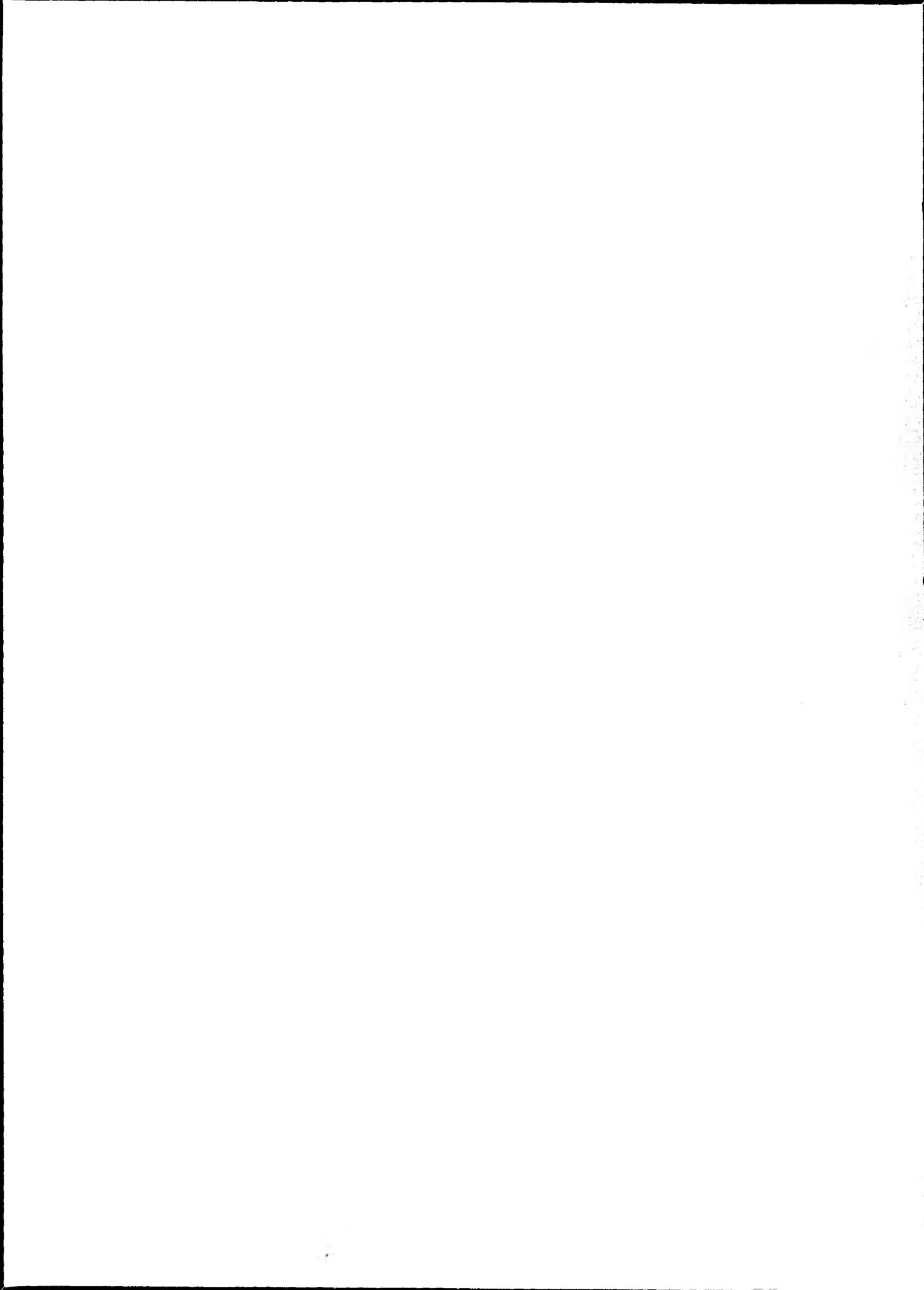
México tiene 12,500 Km² de lagunas costeras, lo que representa el 30 ó 35% de sus costas (Yáñez-Arancibia, 1982). A la fecha, se carece de un plan de ordenación para estas áreas, aunque las directrices a seguir estén marcadas a nivel de La Organización de Estados Americanos (Vallejo, 1977; Lévy, 1978) y, a nivel más regional, con una política alternativa de la utilización de los recursos del ecosistema costero (Toledo-Ocampo, 1982). Pues bien, no obstante lo anterior, es momento en que México no consolida un plan integrado, concreto y realista para manejar estos cuerpos lagunares. Esto ha propiciado que la expansión tanto urbana, industrial, comercial, etc., a que se ven sujetas las lagunas provoque alteraciones o cambios en las condiciones naturales que, muchas veces, no

sabemos cuales son porque no se tienen registros cuali-cuati-
tativos para comparar.

El presente trabajo se desarrolló en las lagunas costeras -
Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México (Fig. 1), donde el -
principal recurso lo constituye el ostión cultivado mediante
el sistema tradicional de repoblación y siembra de semillas.
Este producto llega a alcanzar lugares preponderantes en la
pesca nacional, sobre todo después de la casi desaparición -
del ostión en la laguna de Tamiahua, Tamaulipas.

Bien, el estudio surge como parte de un proyecto tendiente a
conocer la sedimentología y la adaptación de una metodología
para el control de azolves en las lagunas costeras de Tabas-
co, proyecto que el Departamento de Pesca solicitó al Labora-
torio de Geología Marina del Instituto de Ciencias del Mar y
Limnología, a principios de 1980, con el fin de saber si es
el azolve el causante de la disminución en la producción os-
trícola de la región.

El estudio comprendió al sistema lagunar de El Carmen-Pajonal-
La Machona; ya que, junto con la Laguna de Mecoacán, Tabasco,
es de los sistemas más productivos de ostión en la región; por
otro lado el interés de conocer las consecuencias del impacto
ambiental y económico causado por la apertura artificial de la



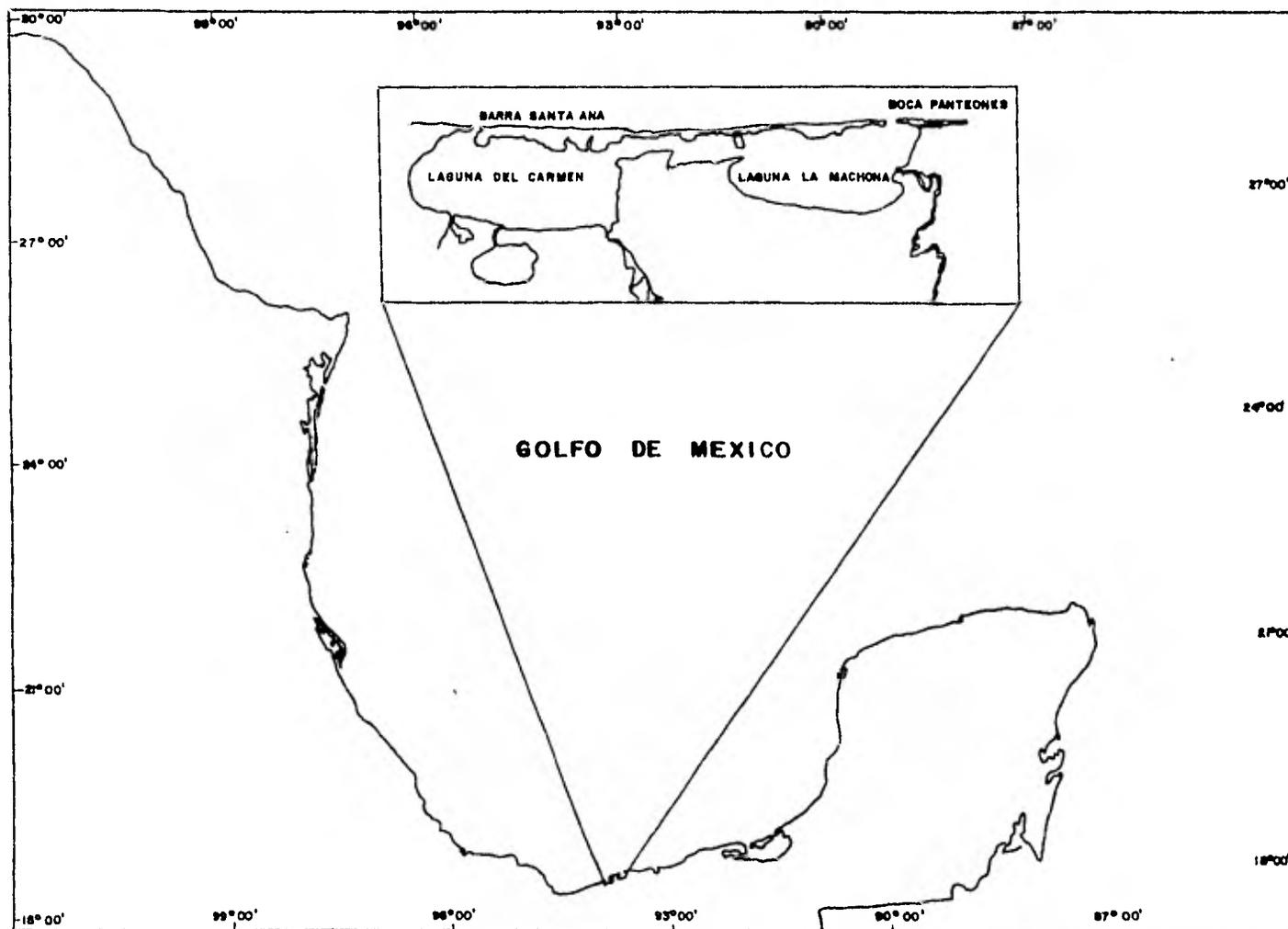


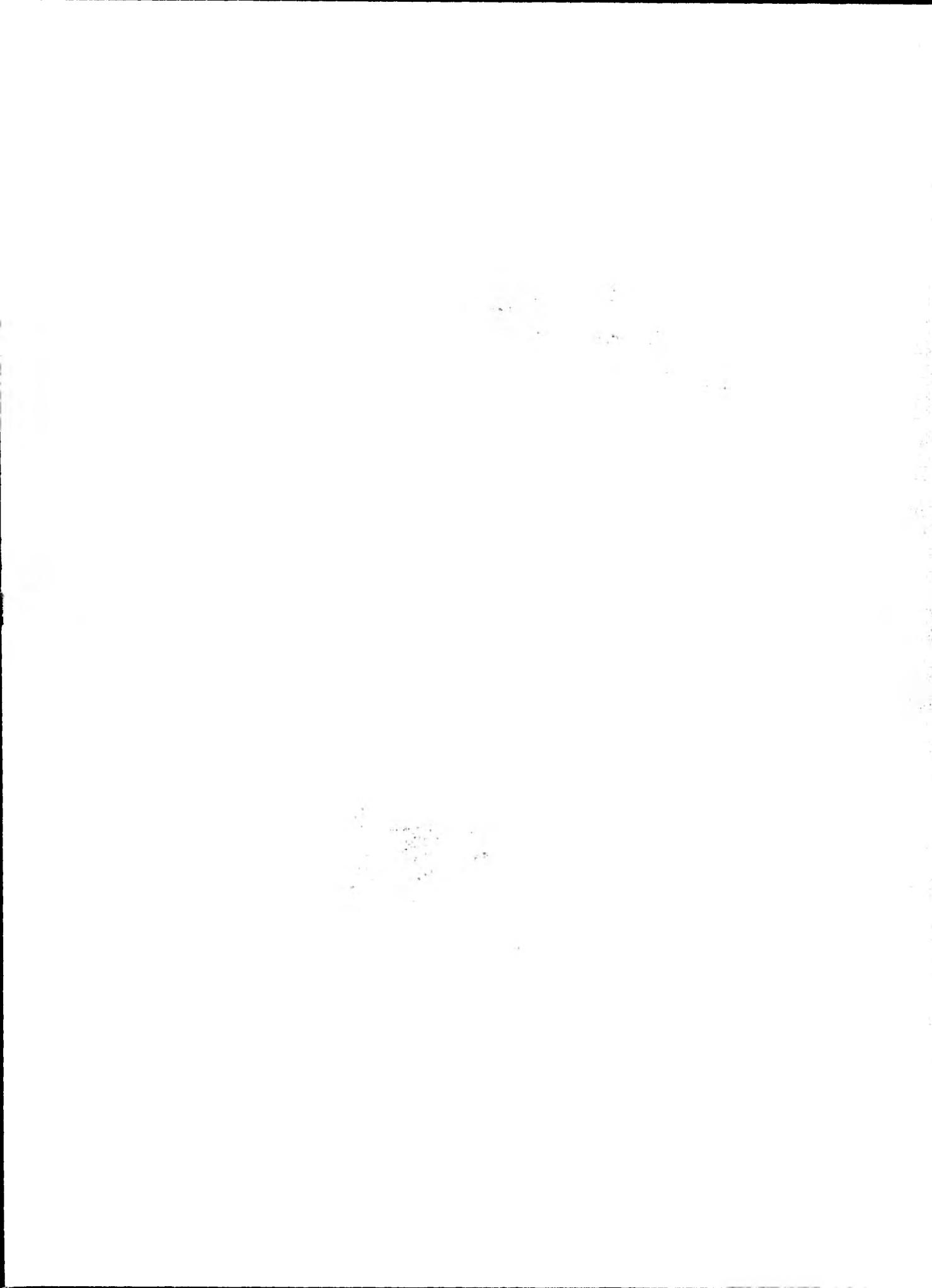
Fig. 1.- Mapa de localización de las lagunas Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México.

barra de El Alacrán en la Laguna La Machona y si el azolve puede ser la causa de la baja en la producción ostrícola (Lám. I).

La abertura de la barra se produjo el 19 de diciembre de 1975 y es ordenada por el Departamento de Acuicultura, de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, con el fin de establecer condiciones más salobres en la Laguna de La Machona, pues ésta poseía condiciones dulce-acuícolas durante gran parte del año, como se indicará más adelante.

Los objetivos que se plantean en el trabajo son:

- Evaluar el impacto ambiental, en espacio y tiempo, que sufrió el sistema lagunar de Carmen-Pajonal-Machona a partir de la abertura artificial de la Boca de Panteones en la Laguna de La Machona.
- Cuantificar la concentración de sólidos suspendidos en el agua lagunar durante un ciclo anual, considerando el aporte fluvial o marino.
- Correlacionar las capturas comerciales y el crecimiento de la población ribereña, con el cambio sufrido a nivel ambiental en las lagunas.



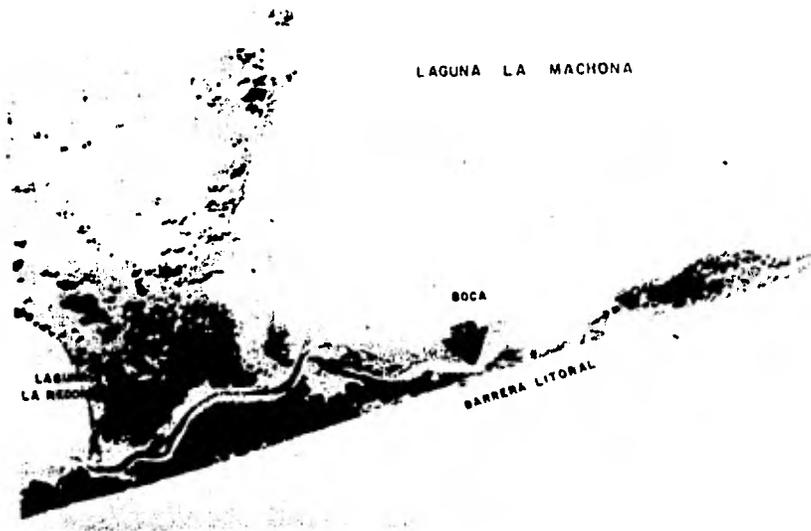


Lámina I, Foto 1.- Muestra las condiciones en que se encontraba La Barra del Alacrán antes de diciembre de 1975.

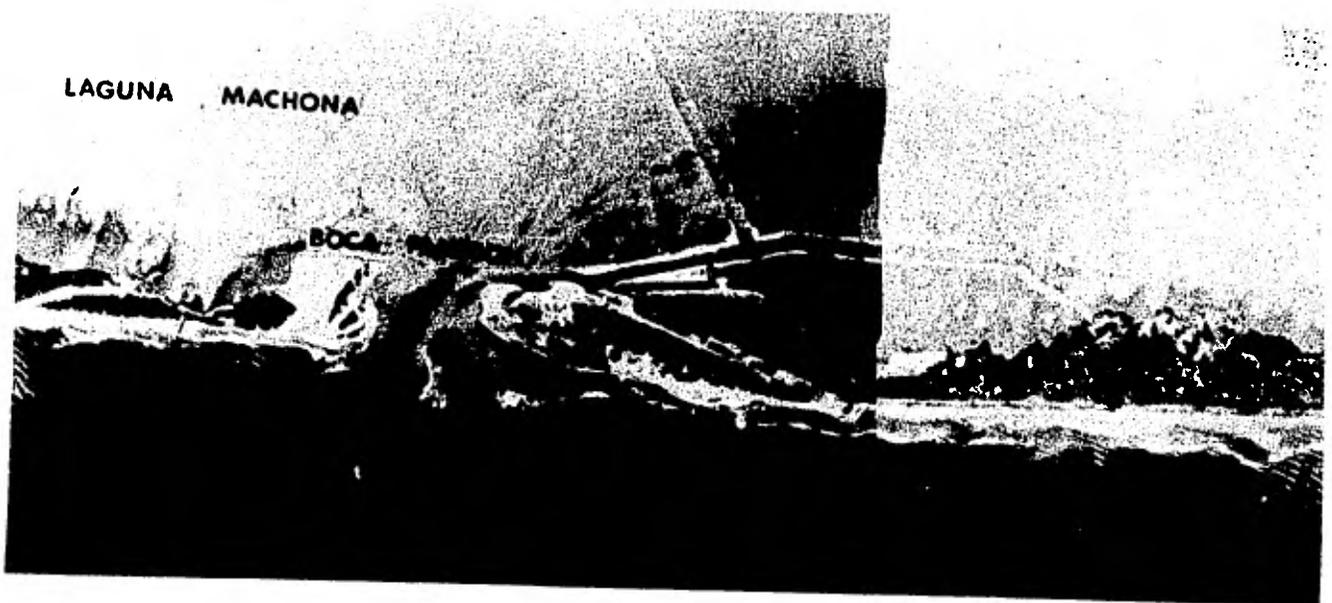


Lámina I, Foto 2.- Muestra la Boca de Panteones en la Laguna La Machona, que actualmente tiene una distancia de 800 a 900 m.

ANTECEDENTES

Para los lapsos de junio a septiembre de 1962 y de febrero - hasta agosto de 1963, el Gobierno del Estado de Tabasco, solicitó la colaboración del Instituto de Estudios Costeros de la Universidad de Louisiana con el fin de realizar el estudio - geográfico de las tierras bajas de Tabasco, considerando a la zona de los antiguos deltas de la región de Tabasco y Campe--che, desde los siguientes puntos de vista; morfología aluvial y costera, geografía de las plantas, morfología de los man--gles, lagunas y geografía humana. En ese estudio se obtuvo - información relacionada con la morfología, la batimetría, la salinidad del agua, los sedimentos, la vegetación ribereña y una caracterización de lagunas. (Thom, 1967; West, Psuty y - Thom, 1969). La versión en español de este estudio fue publilcada por el Gobierno del Estado de Tabasco en 1976.

Algunos aspectos sobre el cultivo de ostión Crassostrea virgi-nica Gmelin y una evaluación del recurso ostrícola en las lagunas, con registros de parámetros físico-químicos en ciclos anuales, así como de sedimentos han sido investigados por De Lara, (1972), Gutiérrez (1973) y De Lara y Gutiérrez (1974).

Del 23 de diciembre de 1975 al 21 de junio de 1976, se lleva-ron a cabo observaciones sistemáticas e intensivas en las la-

gunas de La Machona-Redonda, por parte de la Dirección de - Acuacultura de la Exsecretaría de Recursos Hidráulicos, esto con el fin de evaluar el cambio hidroquímico en los cuerpos lagunares, motivado por la abertura de la Boca Panteones; ha**biendo** reportado la variación en espacio y tiempo de los siguientes parámetros; temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, transparencia y profundidad (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1976).

Por parte del Departamento de Pesca, en el programa "Sistemas de Referencia" y a cargo de el oceanógrafo Jaime Gastelum Gándara y el técnico pesquero Erik Barra Escalante, se obtuvo el registro quincenal de los parámetros físico-químicos y el muestreo de plancton y bentos en el sistema de lagunas costeras de Tabasco, (1979).

Gómez-Aguirre (1977), reportó las observaciones hechas relacionadas con el ingreso masivo de Stomolophus Meleagris Agassiz en 10 sistemas de lagunas costeras, a lo largo de los litorales Pacífico y Atlántico y donde hace mención que, más de 100 individuos por hectárea de medusas ingresan en El Carmen y La Machona. Estos son los más altos determinados en el estudio. Los resultados cuantitativos de la distribución espacial y del ingreso estacional de Aurelia aurita L. y de Stomolophus meleagris Agassiz en el sistema lagunar de El -

Carmen y La Machona han sido publicados por Gómez Aguirre, - (1978).

Las mediciones bimestrales durante un ciclo anual comprendido entre agosto 1977 y julio 1978, fueron realizadas por Resendez-Medina (1978), habiendo determinado condiciones marinas, con limitado influjo fluvial en el sistema lagunar. Esta información integrada a la de Gómez Aguirre (1978) y a la concerniente al estudio de los parásitos en los ostiones de la región es presentada por Resendez-Medina y Gómez Aguirre, (1978).

El estudio comparativo de los parámetros físico-químico y de la importancia ecológica de la fauna ictiológica en seis lagunas costeras del Golfo de México y del Caribe, fue realizado por Resendez-Medina (1979); en el estudio se observa que el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona presentaron los valores más altos, en salinidad, temperatura y que la riqueza ictiológica es importante y representada por 45 especies. - La sistemática de los peces colectados entre 1977 y 1978, en las lagunas costeras de El Carmen, La Machona y Redonda, fue determinada por Resendez-Medina (1980). El autor concluye - que existen 62 especies de las cuales 37 se consideran estuarinas, 23 marinas y 2 dulceacuícolas y resalta que 4 especies son eminentemente marinas nunca antes reportada. Las -

conclusiones obtenidas refuerzan el supuesto del dominio marino del sistema.

Gómez Aguirre, (1980a) hace una aportación muy importante a la biología de los ostiones comerciales que se explotan en las lagunas de El Carmen y La Machona; reporta la presencia de planarias en estos organismos y relaciona el ingreso de estos parásitos con la abertura de la Barra del Alacrán en la Machona, ya que su procedencia es marina.

Gómez Aguirre y Arenas Fuentes (1980) consideran el impacto hidrobiológico que han sufrido o que están expuestas a sufrir algunas lagunas costeras de México. Uno de los sistemas lagunares analizados es el de las lagunas El Carmen y La Machona, el cual fue "impactado" hace 5 años con la comunicación artificial Panteones y donde se ha registrado un importante incremento en la salinidad e implantación de especies marinas que compiten con las estuarinas y pueden motivar serias consecuencias.

Gómez-Aguirre (1980b) analiza los cambios biológicos que han experimentado las lagunas costeras de El Carmen y La Machona a partir de la abertura de la barra de Panteón y considera que las poblaciones de procedencia marina, tales como medusas, esponjas incrustantes, ascidias, poliquetos, balánidos, entre

otras, se han adaptado a las condiciones ecológicas que presenta la laguna. El autor hace resaltar que, en fechas recientes penetró al sistema una mancha de petróleo, de proporciones considerables, que causó la eliminación de algunas especies marinas, las cuales se recuperaron con el tiempo.

Gómez-Angulo (1978), reporta en función de los datos de salinidad obtenidos en las lagunas de El Carmen y La Machona cada 15 días entre el 21 de junio de 1973 y el 20 de junio de 1974, un abatimiento total de la salinidad durante el mes de noviembre, y un fuerte incremento para el mes de junio.

Para el VI Congreso Nacional de Oceanografía; Gutiérrez Estrada, et al (1978), presentaron un resumen de las características morfológicas más sobresalientes de las lagunas costeras de El Carmen y La Machona, así como una breve descripción de los sedimentos encontrados; se mencionan algunos aspectos de carácter hidrodinámico y algunas consecuencias por la abertura de la barra de Panteones.

Antolí Figuerola, (1979), presenta un estudio de la sistemática malacológica de las lagunas El Carmen y La Machona, acusando a la abertura de la barra como la causante de la muerte de gran cantidad de especies de aguas mesohialinas (2 - 10% y 10 - 18%) y menciona que la especie Crassostrea virginica no -

ha sido muy afectada en comparación con las almejas Rangiz cuneta y Rangiz (Rangianella) flexuosa. Se presenta una tabla con el régimen de salinidad y temperatura en un espacio anual abarcando 3 muestreos.

Botello. (1978); presenta resultados de hidrocarburos fósiles en ostiones de la especie Crassostrea virginica provenientes de 5 lagunas costeras del Golfo de México, entre ellas, la de El Carmen y La Machona, donde es claro que son las que alcanzan las más altas concentraciones en porcentaje de N-Alcalinos, aromáticos e hidrocarburos totales.

Bravo et al. (1978); presentan los resultados de hidrocarburos poliaromáticos en ostión para 10 sistemas costeros del Golfo donde Carmen y Machona reportan también las más altas concentraciones de PAHS. 9.16 y 6.28 ppm (w/w) respectivamente.

Rosales. (1979), reporta la concentración de insecticidas y organoclorados en ostión de 9 lagunas costeras del Golfo de México; las lagunas El Carmen y La Machona son las que concentran más DDT, & chlordane y β -endosulfan; la especie analizada fue Crassostrea virginica al igual que en los anteriores estudios.

Rosales-Hoz y Alvarez-León (1979), llevan a cabo una evaluación de hidrocarburos organoclorados en los sedimentos de las lagunas estudiadas y determinan que en los limo arcillos de El Carmen y La Machona se tienen 2.28 ppb de DDT, logrando con ésto una concentración de 5:12 en la relación ostión-sedimento y la más alta concentración en las lagunas muestreadas.

Botello (1979), reporta concentraciones porcentuales de N-Alcalinos, aromáticos e hidrocarburos totales en ostiones de la especie Crassostrea virginica y en el sedimento de las lagunas costeras del Golfo de México y del Caribe, observando el mismo fenómeno en las concentraciones de las lagunas de El Carmen y La Machona, presentado en los estudios anteriores.

Botello et al. (1980), reportan que en 7 lagunas costeras del Golfo de México, las concentraciones de $\delta^{13}\text{C}$ y TOC en los sedimentos y en Crassostrea virginica, son más altos en las lagunas de El Carmen y La Machona y Pueblo Viejo en Tabasco y Veracruz, respectivamente, y coinciden con los $\delta^{13}\text{C}$ de descargas de petróleo crudo y desechos urbanos, respectivamente.

Por parte del Programa Coordinado de Estudios Ecológicos en la Sonda de Campeche, se llevan a cabo evaluaciones de la

cantidad y calidad de hidrocarburo en la columna de agua, sedimentos y ostiones en algunas de las lagunas litorales de Tabasco, entre las cuales se encuentran El Carmen y La Machona. De los estudios realizados en septiembre y octubre de 1979 y enero de 1980 resalta lo siguiente: las concentraciones encontradas en el agua, los sedimentos y los ostiones, con excepción de dos muestras de sedimento de la Laguna La Machóna, son inferiores a los límites tolerables a la salud pública (Programa Coordinado de estudios ecológicos en la Sonda de Campeche, 1980).

De los diferentes trabajos realizados por Vázquez-Botello en las lagunas costeras de El Carmen, La Machona y Mecoacán, Tabasco resaltan algunos puntos importantes como que los sistemas lagunares han sido "impactados" desde hace tiempo por el aporte de pequeñas, pero continuas, cantidades de combustible. Se llama la atención hacia la construcción del puerto Dos Bocas y que, si bien los ostiones de las lagunas no registran aún mortalidades por hidrocarburos, se han encontrado, concentraciones muy altas de bacterias coliformes. Gaceta UNAM. (1981).

Alvarez et al. (1982), publican un reporte de la investigación realizada en cuanto a distribución y concentración de

hidrocarburos fósiles en sedimentos y ostiones de las lagunas de El Carmen y La Machona; reportan concentraciones inferiores a los niveles considerados como tolerables para la salud pública, así como la contaminación por proporciones isotópicas & ^{13}C que aparte de los aportes naturales de carbono orgánico, hay también por actividades industriales propias de la zona.

Galavíz (1980), presenta el análisis de la morfología y de los sedimentos de las lagunas de El Carmen y La Machona, y hace mención a la textura y mineralogía de los sedimentos lagunares, así como de la batimetría y de algunos datos hidrográficos.

Medina (1981), hace del dominio público el problema que acarreó a los propietarios de pastizales y zonas de cultivo de coco, que se encuentran en las partes altas de los sistemas fluvio-lagunares de La Machona, la abertura de la barra de Panteones, ya que por efecto de la salinización de las tierras del área, éstas quedaron imposibilitadas para la agricultura y ganadería. De igual forma señala algunos aspectos ambientales que se han modificado después de la abertura.

Restrepo (1981) somete a la opinión pública, en 5 artículos, resultado de los trabajos que coordinó el Centro de Ecodesa--

rollo en la zona de impacto industrial-petrolero, en el sureste mexicano.

Recientemente se han presentado los trabajos que se llevaron a cabo entre los años de 1978-1981 por el Centro de Ecodesarrollo con el fin de examinar sistemática y globalmente los efectos primarios y secundarios que ocasionan los grandes -- proyectos de Petróleos Mexicanos, poniendo énfasis en los im pactos a nivel social. Este programa fue muy amplio y con-- templó aspectos hidrológicos y de contaminación por hidrocarbu ros, por metales pesados y por coliformes, además conside-- ra a la pesquería y al aspecto socio-económico de la región. (Toledo, 1982; Cecodes 1981).

En la primera publicación se presentan los parámetros hidro-- lógicos, la producción primaria, la concentración de hidro-- carburos fósiles, la determinación de plomo y mercurio, la - citoquímica e histopatología y los microorganismos en las la-- gunas costeras El Carmen y La Machona, así como la descrip-- ción de los sistemas fluviales adyacentes presentando un es-- tudio de pesquería para las terminales pesqueras de los sis-- temas antes mencionados.

En Toledo (1982), se presenta la misma información pero inte-- grada a la Industria Petrolera, relacionando así su inciden-- cia con el aspecto socio-económico. Hace énfasis en una al-- ternativa para el uso y manejo de la zona costera.

AREA DE ESTUDIO

Las lagunas costeras Carmen-Pajonal-Machona se encuentran localizadas en el Estado de Tabasco (Fig. 1). Son las más grandes del área, con 186 Km²; según Vidal y Rodríguez (1976) pertenecen al Municipio de Cárdenas, quedan en la jurisdicción de la Delegación de Sánchez Magallanes. Tienen, como población más grande a la Villa y Puerto de Sánchez Magallanes, seguida de los ejidos Alacrán y Sinaloa (Fig. 2). Geológicamente la zona de estudio está situada en el flanco noroeste del Delta Río Mezcalapa, de edad cuaternaria.

El antiguo Del del Río Mezcalapa (Fig. 3), está constituido principalmente por materiales acarreados de las estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas, formados por rocas ígneas y sedimentarias del Cretácico y Terciario, así como por rocas graníticas paleozoicas de las partes altas de la sierra. Es posible que la pumicita encontrada en el cauce o bien en formaciones antiguas provenga de estas zonas localizadas en la cercanía con Guatemala (West et. al., 1976).

De tal forma las lagunas costeras de esta zona son formadas en una época muy reciente no mayor de 6,000 años, por procesos de sedimentación terrígena diferencial del tipo de depresión

G O L F O D E M E X I C O

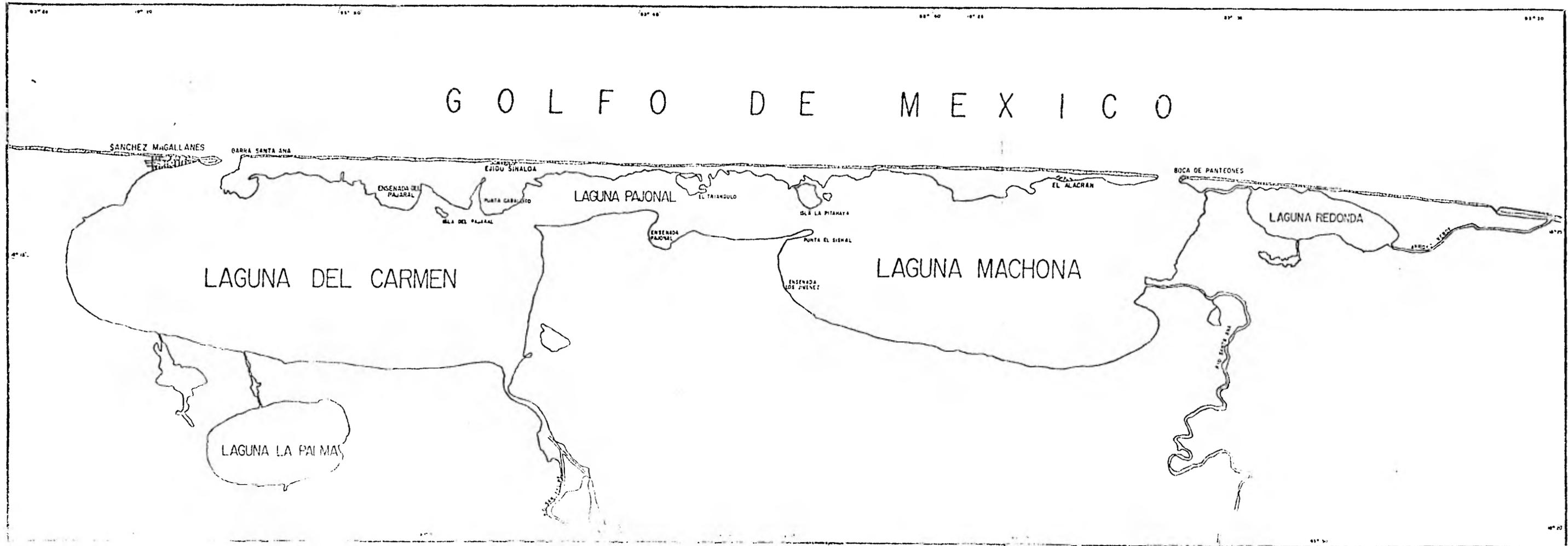


Fig. 1. Mapa del Golfo de México que muestra las lagunas costeras Carmen-Pajaral y Machona.

marginal, interdeltaica (Lankford, 1977). Lo anterior es compreensible ya que, para esta época, se presentó un importante suministro de sedimentos hacia la zona litoral, condición importante propuesta por Phleger (1969) para la progradación de las playas de barrera. Las playas de barrera de las líneas de playa y dunas, han sido estudiadas por Psuty (1965).

El proceso de formación de este tipo de lagunas costeras es - muy parecido al que describen en la primera parte de su trabajo, Mc. Intire y Ho (1969) para la parte occidental del Golfo de México.

El sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, está compuesto por dos lagunas que son comunicadas por un canal. El drenaje - fluvial que llega hacia las lagunas, comprende el Río San Felipe que desemboca en la Laguna de El Carmen y al Río Santa - Ana que desemboca en la Laguna de La Machona.

El sistema posee un par de lagunas asociadas de menor tamaño; La Palma, con 11.0 Km^2 y La Redonda con 6.0 Km^2 , la primera - es producto de inundación, mientras que la segunda tiene un - origen similar a la de El Carmen y La Machona (West et. al., 1976). (Fig. 2).

La comunicación de las lagunas con el Golfo de México se realiza a través de dos bocas; la de Santa Ana, en la Laguna de

El Carmen y la de Panteones en la Laguna de La Machona, esta última comunicación es artificial.

Clima

Existen dos tipos de clima según la modificación al sistema de clasificación climática de Koppen llevada a cabo por García (1973).

Uno para la franja costera "caliente sub-húmedo con lluvias en verano" y otro para la mayor parte la cuenca de las lagunas, "caliente húmedo con lluvias en verano" con más de 10.2% de la lluvia en la época invernal, pudiendo ser de el 40 al 60% entre octubre y marzo (Waibel, 1938; Portig, 1965). En West, et al. 1976. Esta modificación muy importante al clima, es ocasionada por el encuentro de masas de aire polar continental con aire tropical marítimo (frentes) que comunmente se conocen con el nombre de "nortes". Este fenómeno ocurre cuando en las estribaciones orientales de las Montañas Rocallosas se originan centros de alta presión y en la porción este de la costa Atlántica de Estados Unidos y Canadá se forma, por encuentro con los vientos alisios, otro centro de alta presión originando que se forme un gradiente muy pronunciado en el centro de estas dos células. Con esto se favorece la invasión de aire polar continental hacia el sur ya que, en el Golfo de México

para entonces existen condiciones anticiclónicas. (Jáuregui-Ostos, 1975). Es importante mencionar que la frecuencia e intensidad de los nortes durante el período invernal ha aumentado en cerca del 90 al 100% durante la década de los años sesentas y se estima que este proceso puede continuar durante los años venideros.

Vegetación

La vegetación que predomina en los sistemas lagunares es el mangle (rojo, negro, blanco) para la laguna de El Carmen y El Pajonal y de pantano (mucalería y popalería) para La Machona (West, 1966). Es conveniente mencionar que el estudio que reporta tal vegetación se llevó a cabo antes de la abertura de la Boca de Panteones; actualmente, en las márgenes de La Machona, se han desplazado los mucaleres y popaleres por la importante colonización de mangle, mientras que para las partes altas del Río Santa Ana la desaparición de cocotales y pastos de pantano es manifiesta (Medina, 1981).

METODOLOGIA

El área de estudio se visitó seis ocasiones durante los meses de junio, agosto, noviembre y diciembre de 1980, así como durante febrero y mayo de 1981. En octubre de este año, se realizó la séptima visita, a fin de efectuar en el campo las filtraciones del material suspendido en el agua.

Las estaciones de muestreo se localizaron en las bocas que comunican a las lagunas con el mar, en las desembocaduras de los ríos hacia el sistema lagunar y en la unión de cada laguna con el canal del Pajonal (Fig. 4).

En cada una de las estaciones se llevó a cabo la toma de muestras en lapsos que variaron de: 12 a 24 horas en las bocas, de 6 a 8 horas en los ríos y de 2 a 3 horas en el canal; las profundidades escogidas fueron de 30 cm por encima del fondo donde se presenta la mayor carga de sólidos suspendidos en la columna de agua (Postma, 1967). En las figuras 5 a 9, se presentan los perfiles batimétricos de cada una de las estaciones.

Los puntos de muestreo se eligieron por ser las entradas, salidas y comunicación de los sistemas lagunares de sedimentos suspendidos.

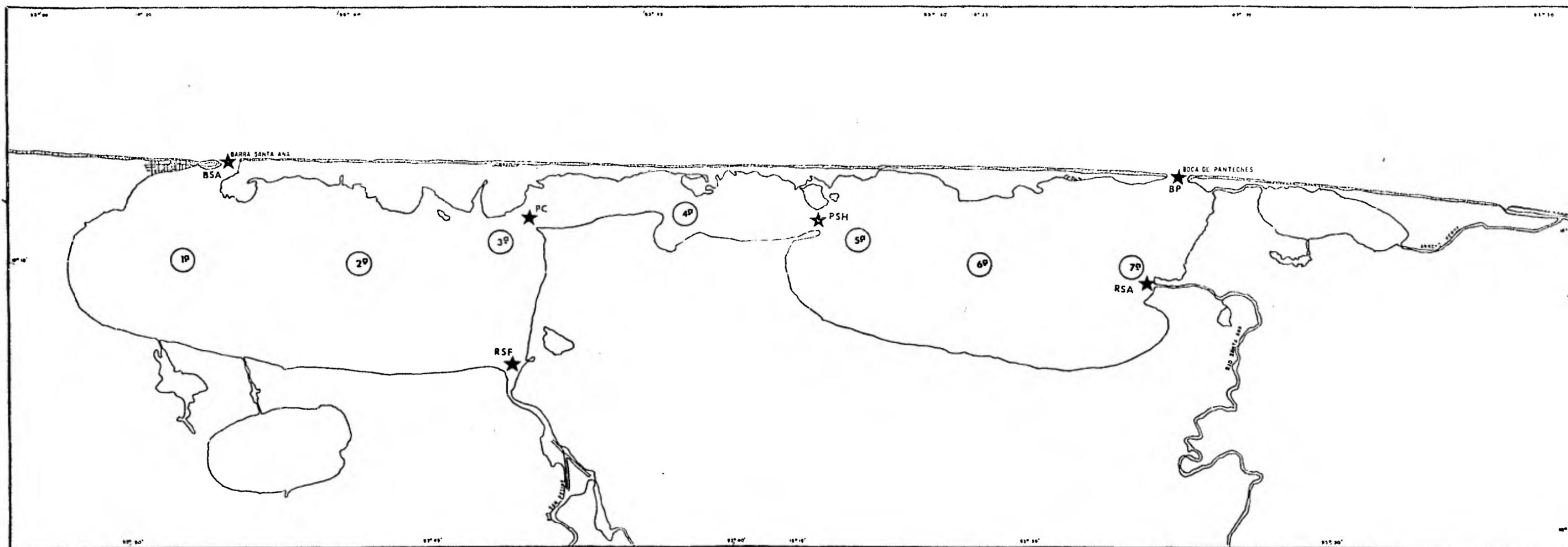


Fig. 4.- Mapa de localización de estaciones de muestreo de sólidos suspendidos y "Estaciones" donde se recabaron datos para las gráficas de impacto ambiental.

Estaciones de muestreo de Sólidos Suspendidos:

- ★ BSA Boca Santa Ana
- ★ RSF Río San Felipe
- ★ PC Punta Caballito
- ★ PSH Punta Shishal
- ★ RSA Río Santa Ana
- ★ BP Boca Panteones

"Estaciones" para las gráficas de Impacto Ambiental:

- 1ª Boca Santa Ana
- 2ª Ejido Arjona
- 3ª Punta Caballito
- 4ª Canal del Pajonal
- 5ª Punta Shishal
- 6ª Ejido Alacrán
- 7ª Boca Panteones

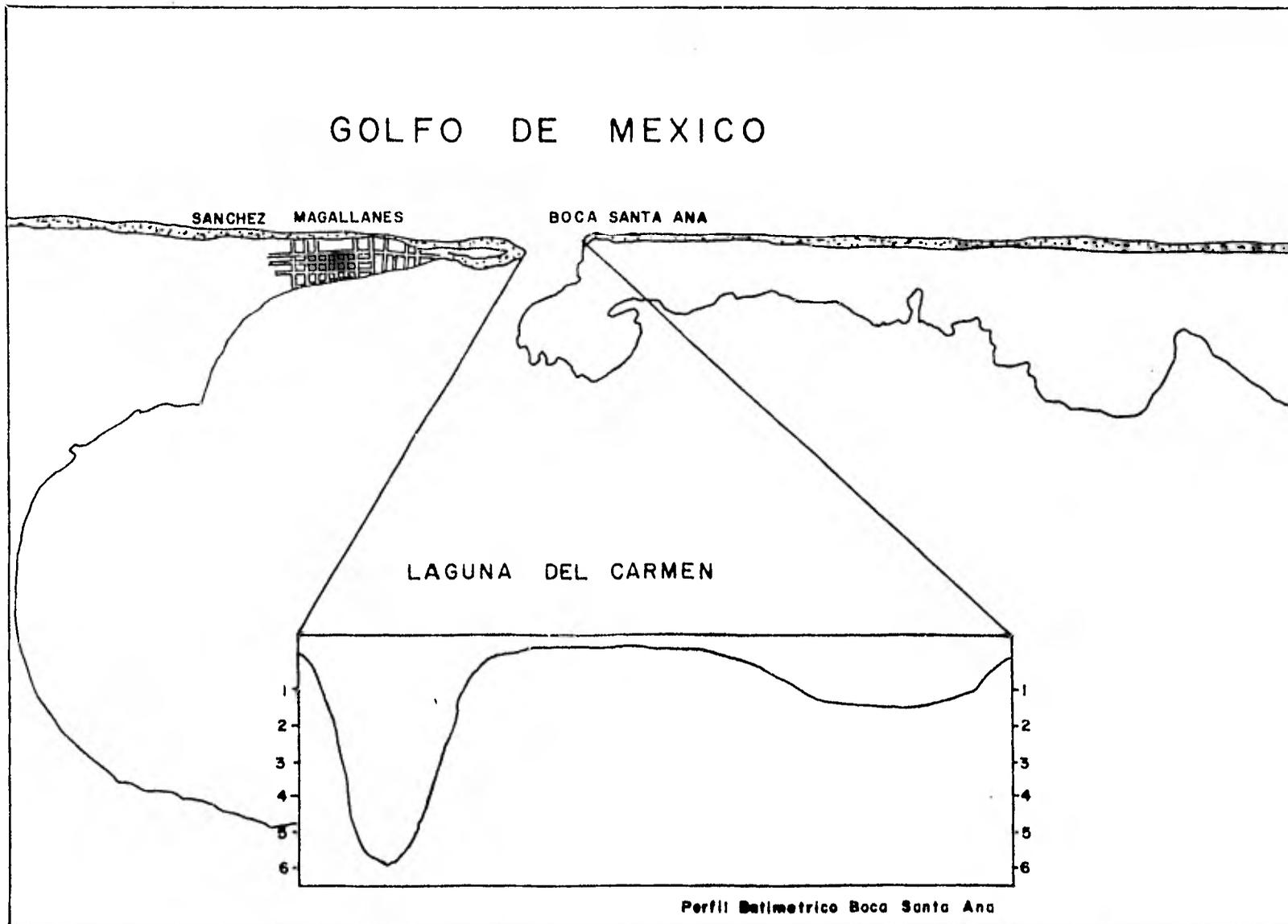


Fig. 5.- Perfil batimétrico de la Boca Santa Ana.

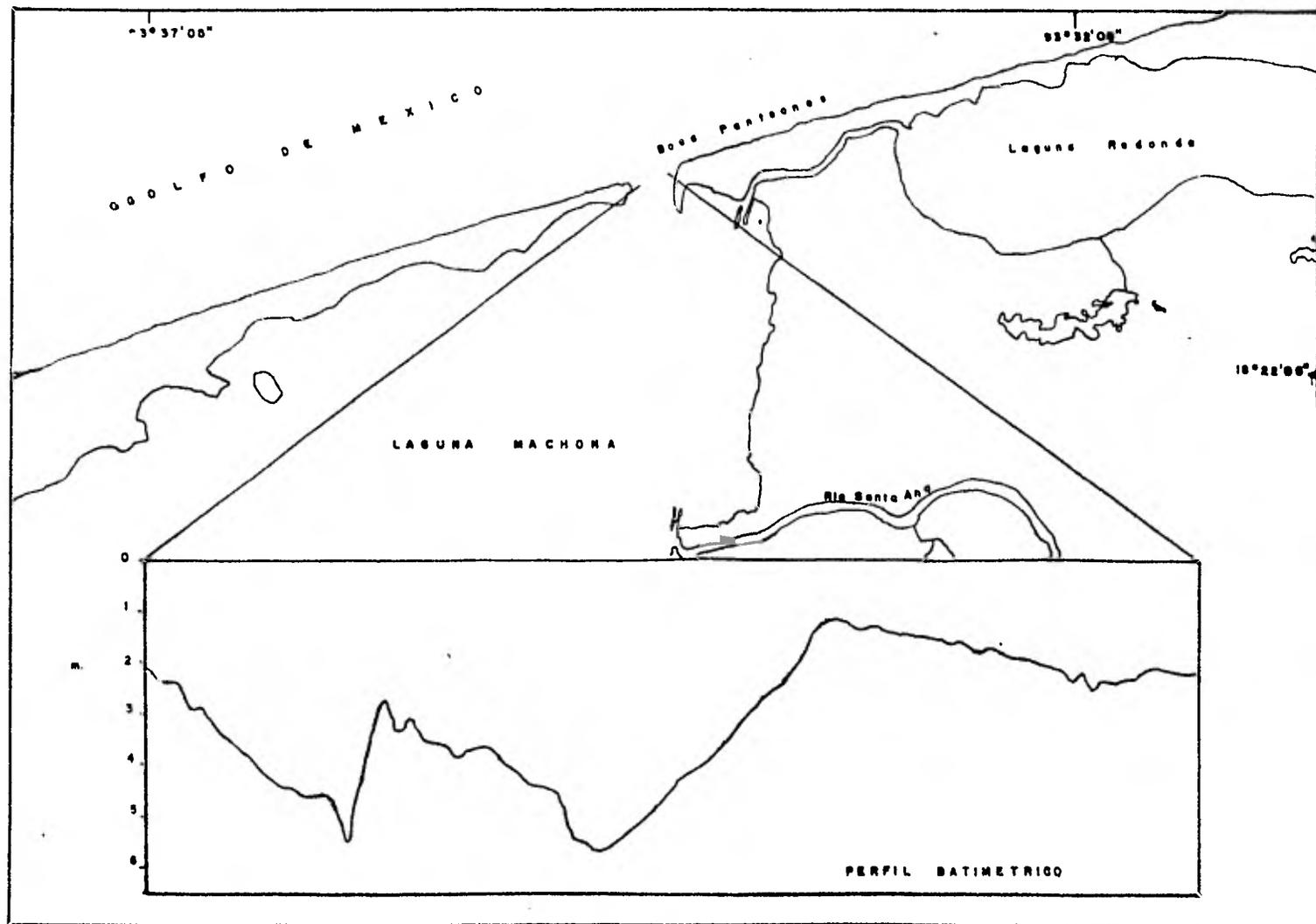


Fig. 6.- Perfil batimétrico de la Boca de Panteones.

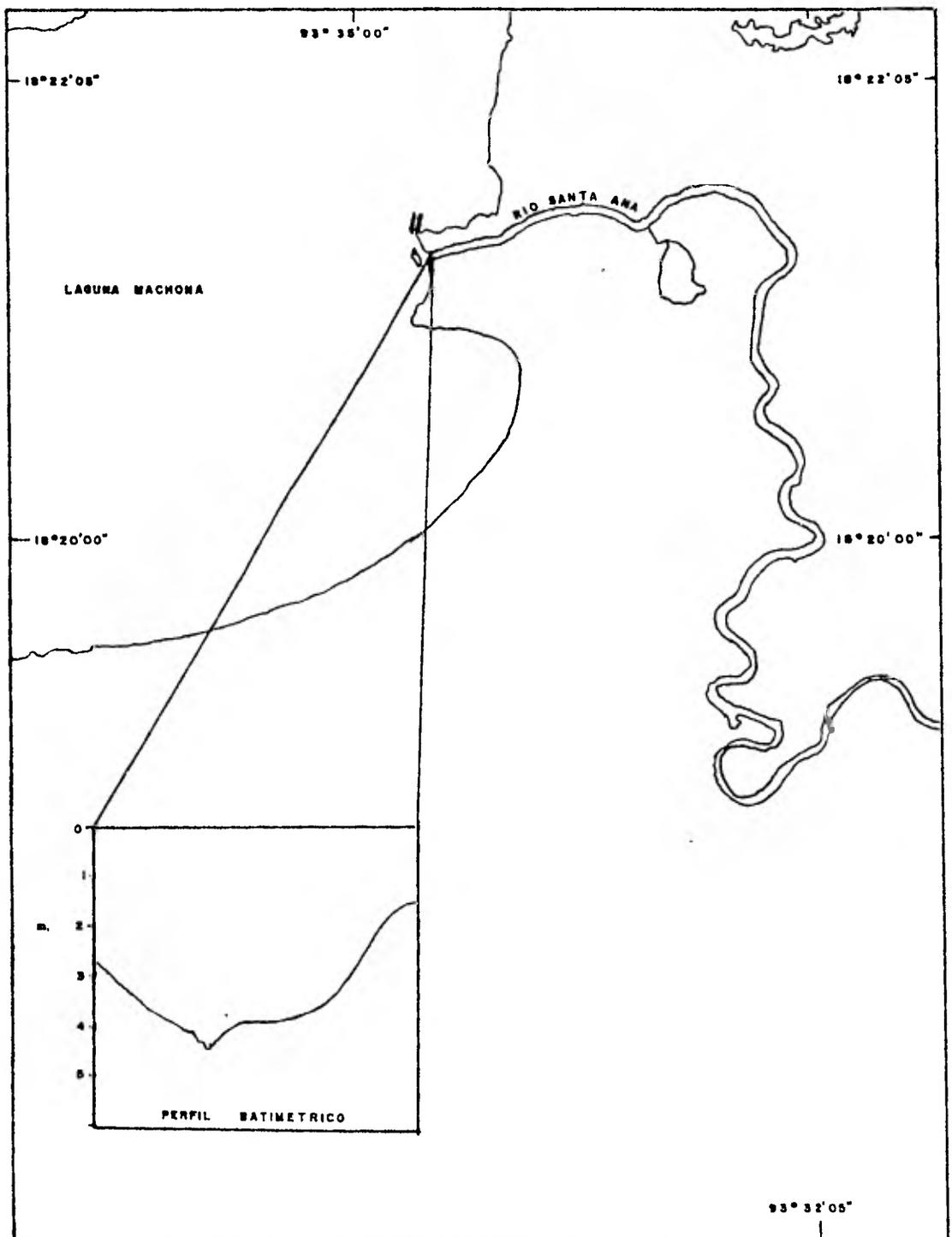


Fig. 7.- Perfil batimétrico de la desembocadura del Río Santa Ana en la Laguna Machona.

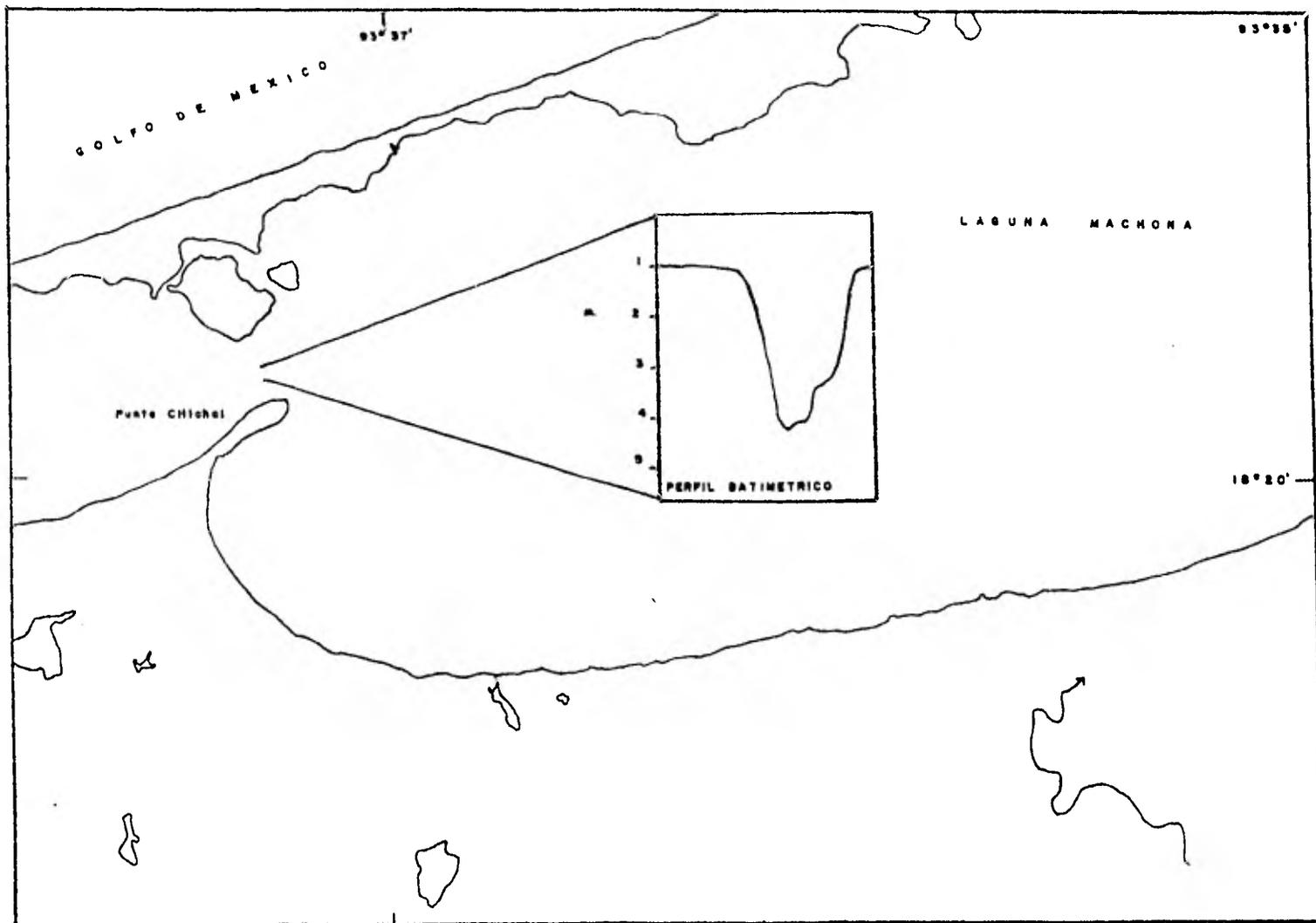


Fig. 8.- Perfil batimétrico de la Punta Shishal.

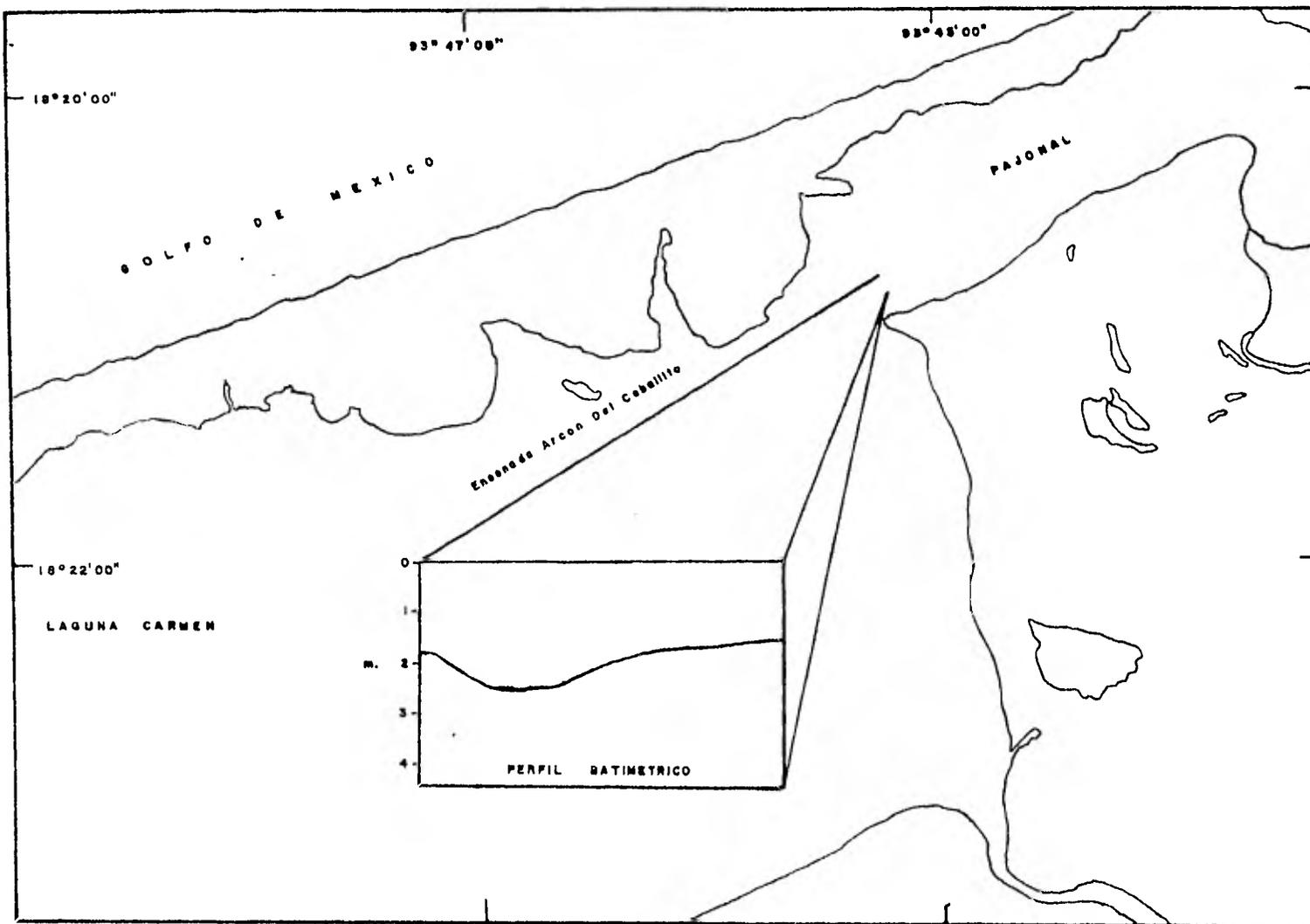


Fig. 9.- Perfil batimétrico de la Punta Caballito.

Muestreo

Para el trabajo se utilizaron dos lanchas de 25 pies de eslora y 5 de manga, impulsadas con motor fuera de borda de 40 HP, propiedad de las sociedades cooperativas de El Carmen y La Machona.

Los métodos de obtención de sólidos suspendidos fueron los siguientes:

- 1) Empleado en verano y en la primera salida de otoño, consistió en un sistema de toma diseñado por Lecuanda (comunicación personal) y consta de tres discos de 30 cm de diámetro, dos de aluminio y uno de plomo, sostenidos por 4 tornillos de 60 cm de altura, la separación entre los discos de aluminio es de 12 cm, esperando con esto tomar los sólidos suspendidos de esta capa; la distancia que hay del disco superior al inferior es de 30 cm, con el fin de captar la mayor carga de sólidos suspendidos (ver figura 10).

El sistema de toma está conectado, por medio de una manguera, a una bomba de agua, que tiene como fuente de energía una batería 12-16 Volts. A bordo de la lancha se filtraron, a través de un tamiz 230 U.S. Standar

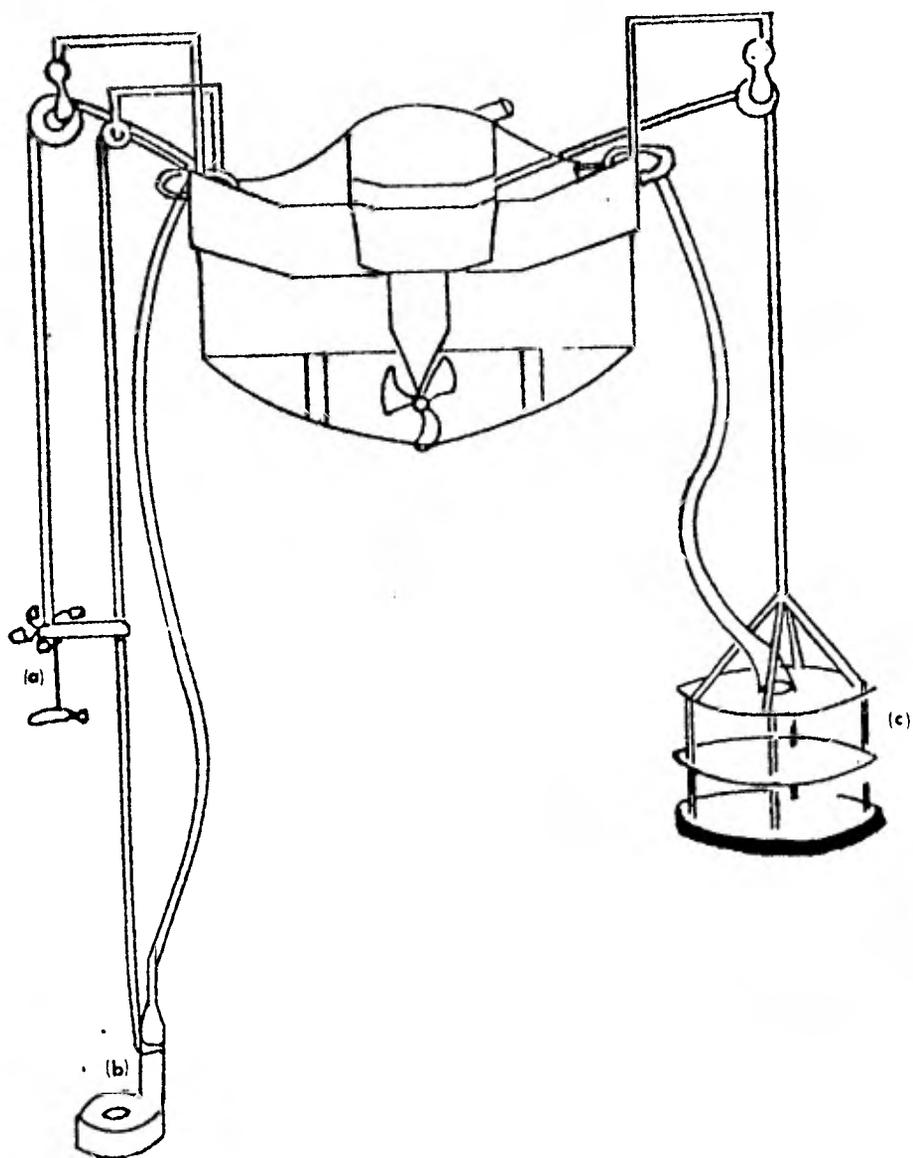


Fig. 10.- a) Correntometro.
b) Sensor del salinómetro.
c) Sistema de toma.

Sieve, con abertura de malla igual a 0.0625 mm, volúmenes de 100 a 50 litros (para que los volúmenes fueran exactos se utilizaron tambos de 50 litros).

Este método es parecido al que usa Postma en 1965 en las lagunas costeras de Baja California, sólo que en ese estudio se utilizó una red de plancton. Quienes también usan un sistema de filtrado in situ sumergible son Spencer y Sachs (1970). Si bien, Drake (1976), se muestra escéptico por los muestreos por medio de bombas y mangueras por ser susceptibles de contaminación metálica u orgánica, para el presente estudio el sistema utilizado resultó aceptable en el sentido que no se llevaron a cabo análisis geoquímicos.

2) El método utilizado durante el resto del estudio, es el siguiente:

Por medio de una botella muestreadora tipo Van Dorn con capacidad de 2.5 litros, (ver lám. II) se colectaron las muestras almacenándose, para su posterior análisis en frascos de vidrio pre-lavados. La profundidad se siguió respetando y los volúmenes fueron modificados, siguiendo los criterios de Manheim et. al. (1972); Meade et. al. (1975) y Drake (1976).



Lámina II, Foto 1. Botella muestreadora tipo Van Dorn. UNAM.

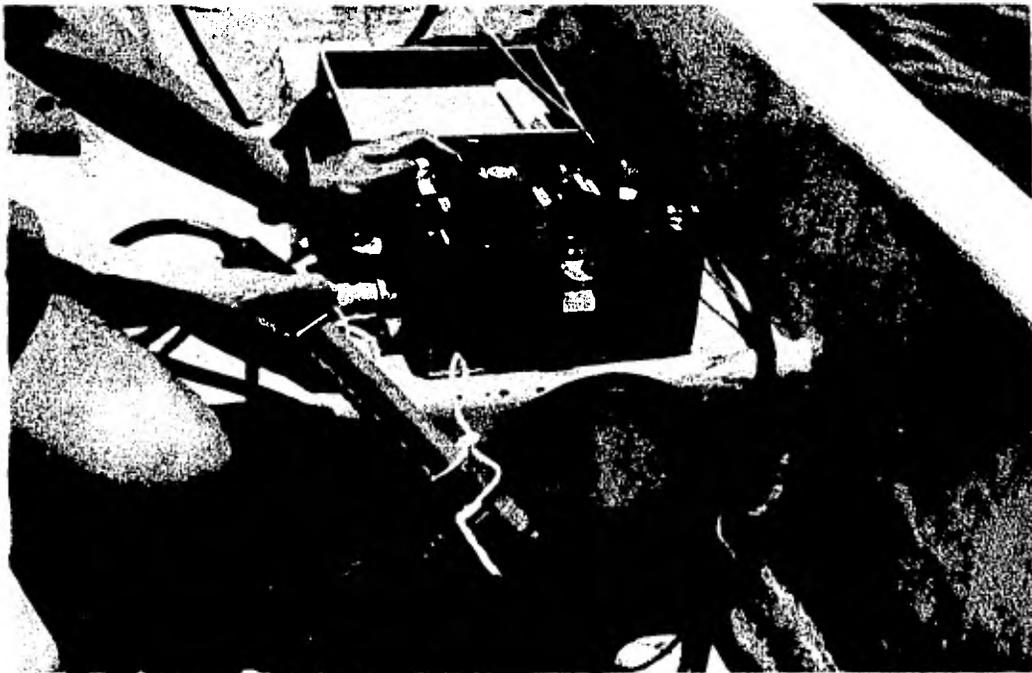


Lámina II, Foto 2.- Salinómetro de inducción in situ.

Los parámetros ambientales, fueron tomados de la siguiente forma:

La salinidad y la temperatura, se estimaron con un salinómetro portátil de inducción, modelo RS 5-3 Beckman Instruments Inc. que tiene una exactitud de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y $\pm 0.30\%$ en lecturas directas (Lám. II).

La dirección y velocidad de la corriente fueron evaluadas por medio de una cruceta de deriva elaborada de acuerdo a lo estipulado por Pritchard y Burt (1951); también se utilizó un correntómetro marca Gurley para tal evaluación.

Para la estimación de las condiciones mareales se uso un mareógrafo sensible a la presión.

Laboratorio

Las muestras de verano y parte de otoño fueron procesadas de la siguiente manera:

La muestra, tamizada en el campo utilizando el tamiz 230, se hizo pasar en el laboratorio por un tamiz 250 U.S. Standar Sieve retirando la macro materia orgánica (hojas, ramas, etc.) después fue dejada por 36 horas en peróxido de hidrógeno al 30% con el fin de eliminar la micromateria orgánica (planc-

ton, etc.)). El análisis concluye con el pesado de las muestras secas.

El tratamiento que reciben las muestras colectadas durante la segunda parte de otoño, así como en el invierno y la primavera es el siguiente:

Se siguieron los lineamientos de Mc. Cave (1979) y de la Compañía Millipore (1975), en lo referente al filtrado negativo por membranas. Para el aspecto analítico con respecto al trato y manejo de los filtros millipore se siguió entre otros, Bense et. al. (1963) y Eaton et. al. (1969). El tratamiento completo se describe a continuación:

1. Numeración de los filtros millipore tipo HAWPO4700 con tamaño de poro 0.45 μ m y conservación en cajas petri millipore con desecador.
2. Pesado de los filtros dejándolos estabilizar por 3 minutos.
3. Filtrado con presión negativa (vacío) con una potencia menor a 500 mmHg.
4. Se filtran nuevamente de 5 a 10 ml de agua destilada y desionizada, cortando el vacío después de cada filtrado, esta operación se repitió de 3 a 5 veces, a fin de eliminar la sal.

5. Después de los filtrados anteriores, los filtros se secan sobre papel aluminio por un lapso de 1 hora a temperaturas de 70 a 80° C.
6. Se colocan en un desecador durante 15 o 30 minutos.
7. Antes de ser pesados nuevamente se dejaron 3 minutos al aire libre.

La materia orgánica se estimó por ignición de acuerdo con lo propuesto por Buchan et. al (1967), Spencer y Sachs (1970) y Mc Cave (1979). El procedimiento consistió en: los filtros filtrados se colocaron en crisoles, a peso constante y en -- una mufla a 450-500° C por un lapso de 4 horas. Posteriormente, los crisoles fueron pesados nuevamente y, de acuerdo al peso total, se estimó el porcentaje del material orgánico.

Gabinete

La materia suspendida se reporta en miligramos por litro, dividiendo el peso total de la muestra entre el volumen filtrado, sea por el tamiz 230, o por los filtros millipore.

El cálculo de la velocidad de la corriente fue estimado por medio de la siguiente relación: distancia entre tiempo (D/t) tomándose como distancia la longitud en metros del cable que

sostiene a la cruceta y se divide entre el tiempo que la toma a la corriente tensar el cable

Los valores de salinidad y de temperatura, se determinaron a superficie, mediofondo y fondo. Se reportan las de fondo por considerarse las representativas del nivel donde se tomó la muestra.

RESULTADOS

Los resultados del trabajo se presentarán por estación en cada época del año y los datos que se reportan son: concentración - de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad y temperatura.

Boca de Panteones

Primavera (mayo) (Fig. 11, Tabla 1).

Se presenta 17 horas de muestreo, de las cuales las dos primeras y las dos últimas correspondieron con el reflujo.

Los sólidos suspendidos que son transportados hacia fuera de la laguna presentan una oscilación considerable, ya que las concentraciones varían de 2.0 a 4.0 mg/l, para los valores en los mínimos que se asociaron con los cambios de marea, y de 14 a 20 mg/l para los máximos, después de 6 horas de empezada la bajamar. La carga máxima es para el reflujo, aunque no se llega a conocer el transporte total del flujo.

La velocidad máxima registrada es de 0.5 m/seg tanto en reflujo como en flujo, casi conservándose por 6 horas esta velocidad en reflujo en donde se lleva a cabo el mayor transporte.

El comportamiento de la temperatura es inverso a las condiciones de marea, registrándose de 30.5-29°C en reflujo en tanto que de 28-29°C para el flujo.

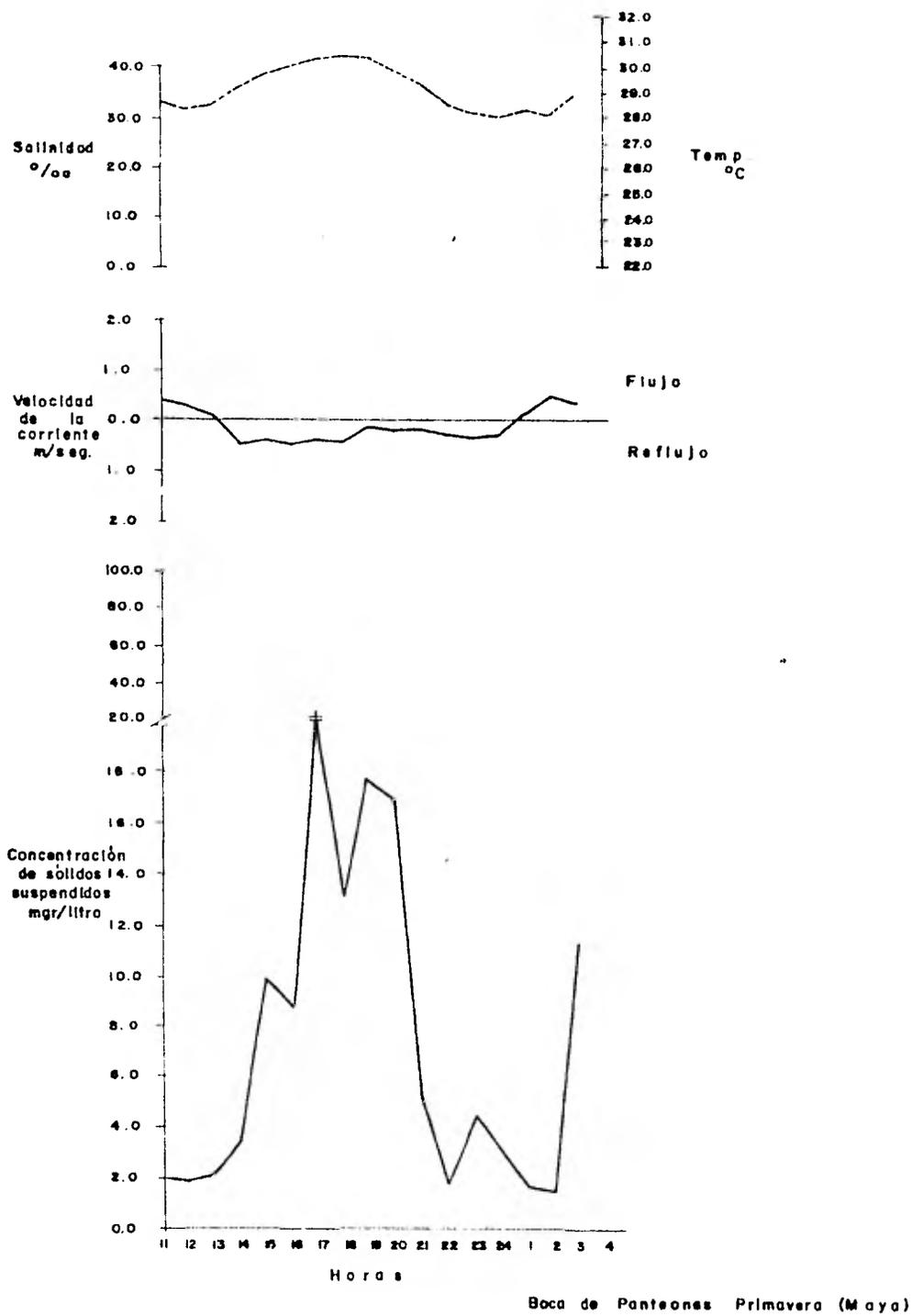


Fig. 11.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones en primavera.

Boca de Panteones

Verano (agosto) (Fig. 12, Tabla 2).

Se reportan 13 horas de muestreo en donde 4 son en flujo y 9 en reflujo.

Las concentraciones máxima y mínima de los sólidos suspendidos son reportadas para esta época del año. La mínima es un poco después de cambio de marea, mientras que la máxima es para 6 horas después de haber iniciado el reflujo.

La salida de sedimentos suspendidos del sistema son del orden de 20 a 70-120 mg/1 en el tiempo de reflujo mientras que para el flujo hay de 1 a 9 mg/1. La carga máxima de sólidos suspendidos es en el reflujo.

La velocidad de la corriente es máxima en reflujo con 1.4 m/seg a las 4 horas de iniciado y por el contrario la mínima se presenta en las 4 últimas horas del flujo.

El comportamiento de la salinidad es casi constante pues ésta oscila de 35-36 ‰

Mientras que la temperatura presenta un comportamiento casi lineal desde la primera hora muestreada hasta la última con la oscilación máxima en todo el estudio de casi 5°C (de 23.8-28.6°C).

La máxima carga es en el reflujo.

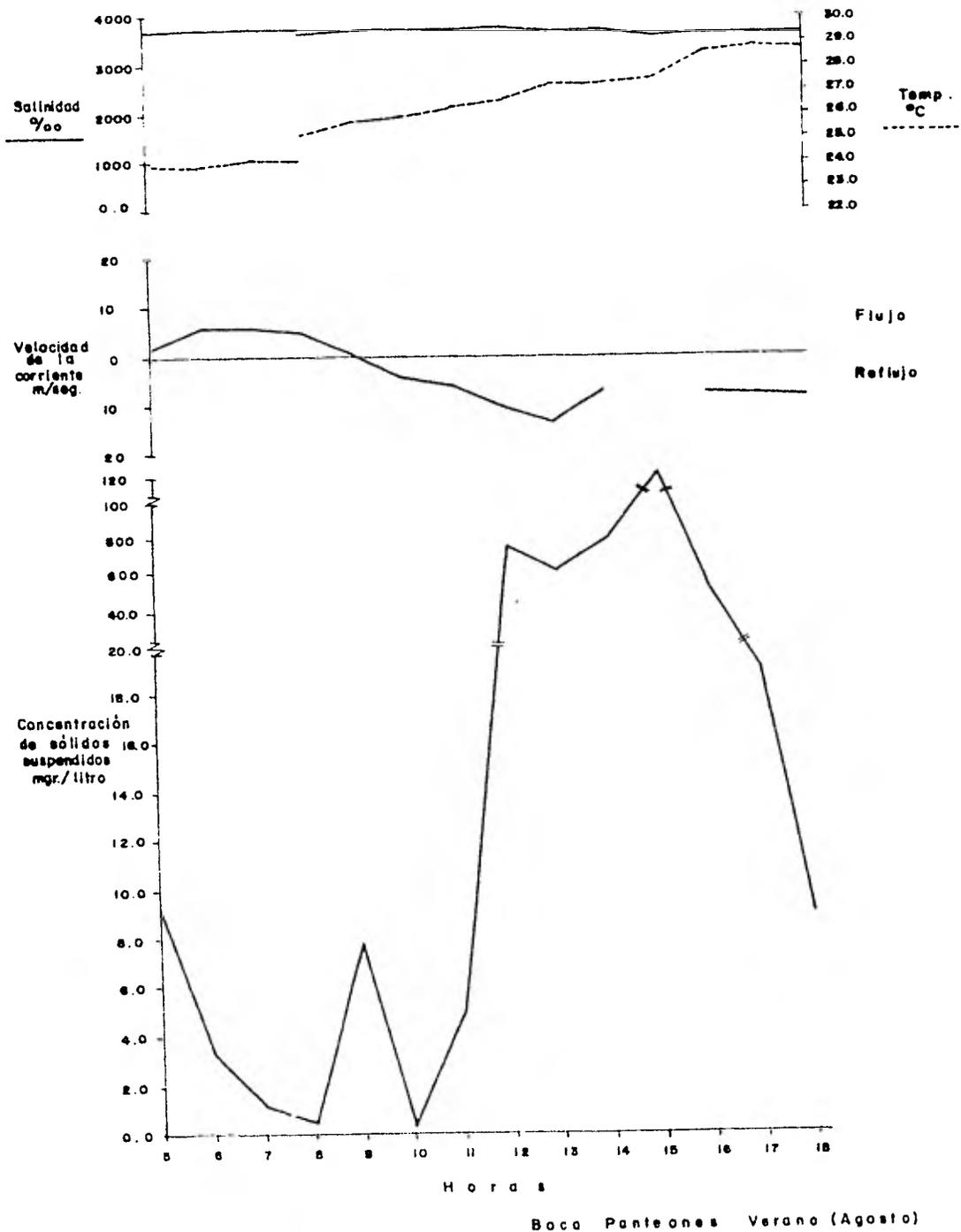


Fig. 12.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones en verano.

Tabla 2.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Panteones, verano.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA	
						Flujo	Reflujo
6-8-80	05:00	0.9	0.17	37.01	23.92	x	
6-8-80	06:00	3.26	0.62	37.28	23.91	x	
6-8-80	07:00	1.21	0.58	37.05	24.10	x	
6-8-80	08:00	0.55	0.21	27.32	24.48	x	
5-8-80	08:00	1.32	0.47	37.18	25.10	x	
5-8-80	09:00	7.71		37.41	25.67		x
5-8-80	10:00	0.43	0.45	37.38	25.84		x
5-8-80	11:00	4.89	0.66	37.30	26.24		x
5-8-80	12:00	75.23	1.11	37.42	26.54		x
5-8-80	13:00	61.18	1.42	37.22	27.18		x
5-8-80	14:00	78.3	0.76	37.38	27.25		x
5-8-80	15:00	121.75		36.05	27.45		x
5-8-80	16:00	52.93	0.76	36.61	28.52		x
5-8-80	17:00	19.07	0.83	36.42	28.76		x
5-8-80	18:00	9.02	0.83	36.31	28.66		x

Boca de Panteones

Otoño (nov.) (Fig. 13, Tabla 3).

Se reportan 7 horas de las cuales 3.5 horas son muestreadas en reflujos y las restantes en flujo.

Esta gráfica es importante, pues la concentración de sólidos suspendidos que se aportan por vía marina es mayor que la que descarga la laguna hacia el mar, 22.2 y 6 mg/l respectivamente. La mayor carga se presenta en el flujo.

La velocidad de la corriente es muy semejante a la de verano donde se presenta la máxima en el reflujos con 5.5 m/seg y la mínima para el flujo 0.5/ m/seg.

La salinidad se conserva entre 36 y 35^o/oo.

Mientras que la temperatura oscila cerca de 3 grados y va de 23-25.5°C.

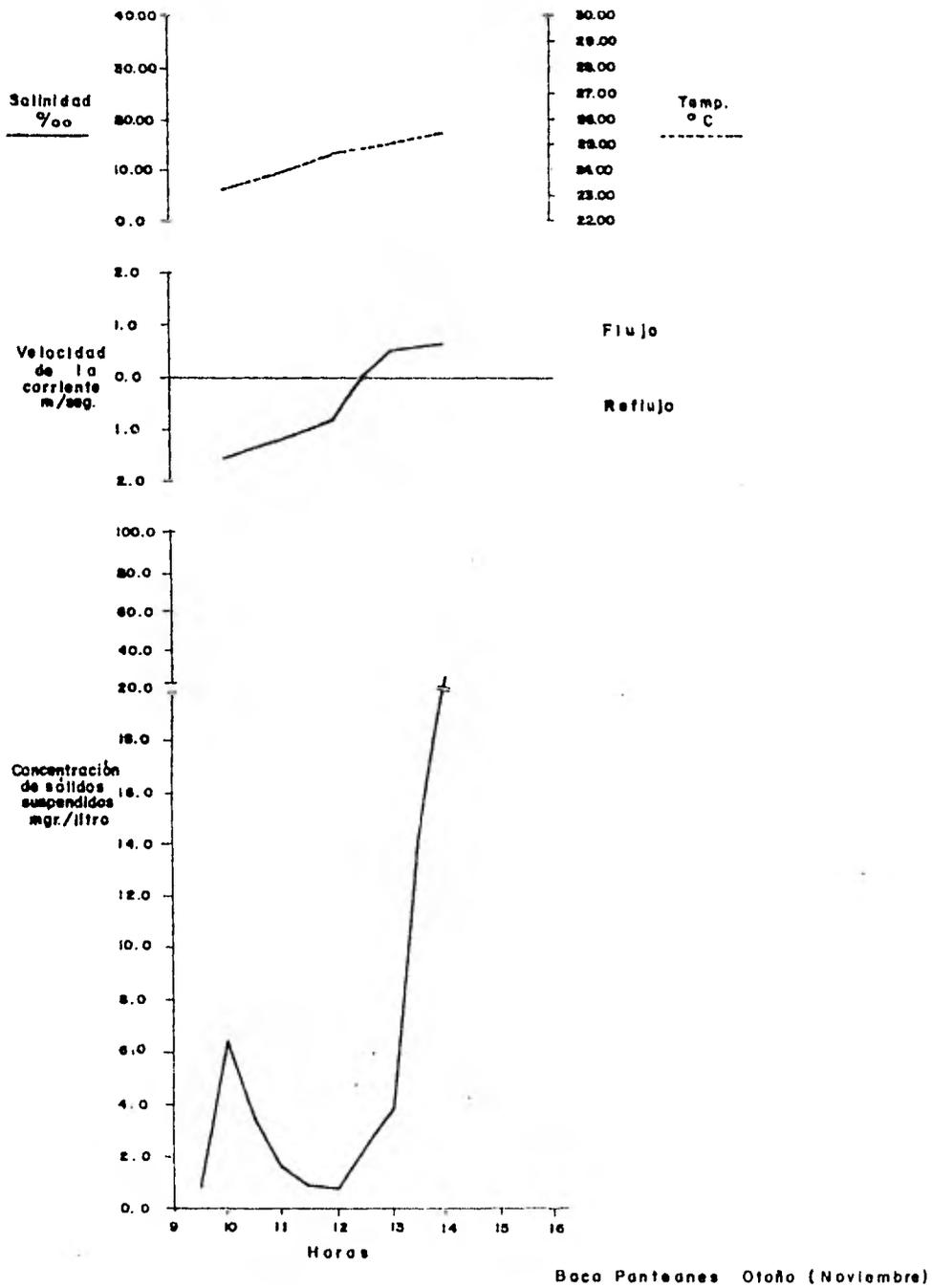


Fig. 13.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones, otoño (nov.).

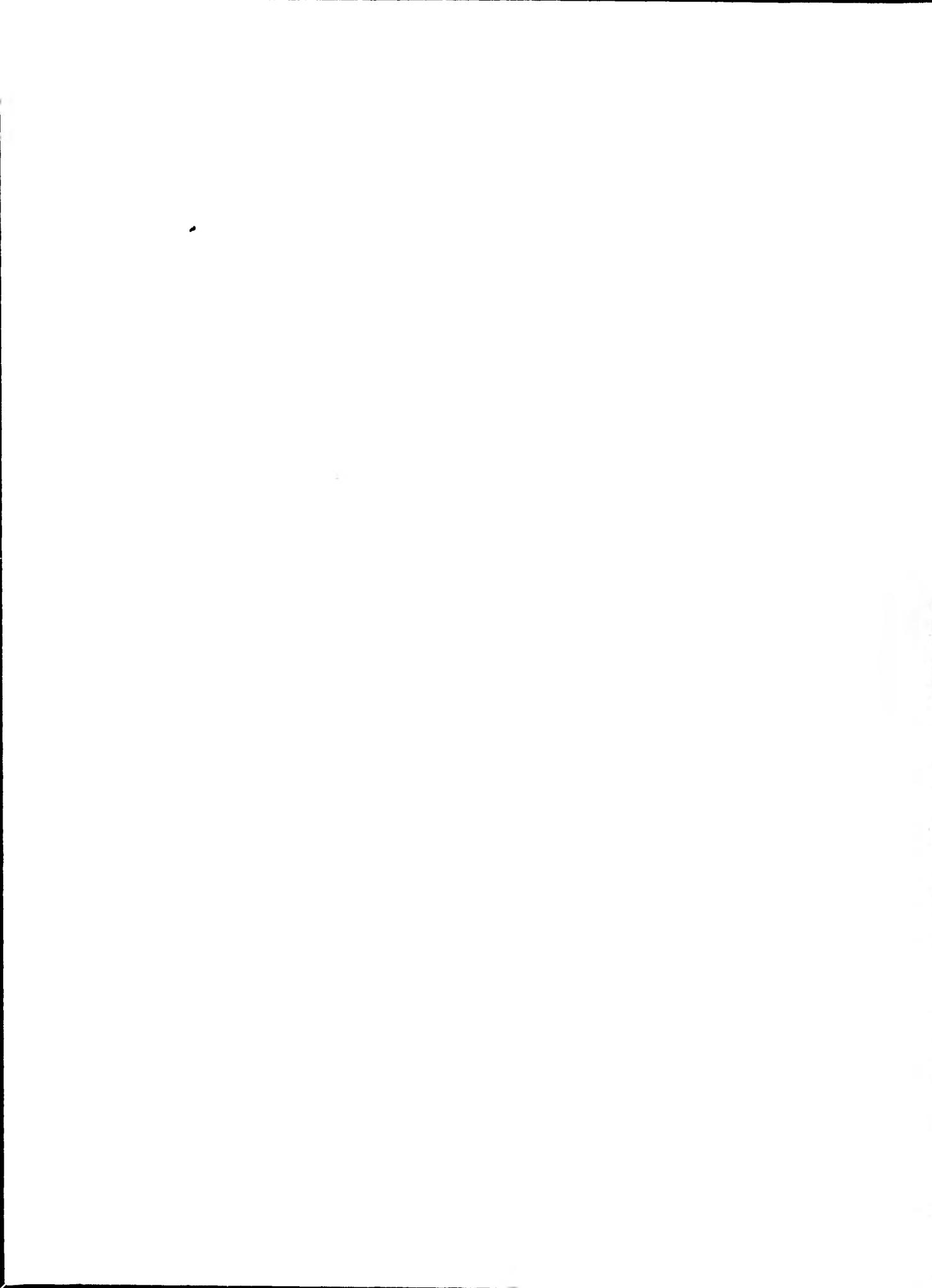


Tabla 3.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Panteones, otoño. (Nov.)

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA	
						Flujo	Reflujo
7-11-80	09:30	.8					x
7-11-80	10:00	6.43	1.55	36.13	23.24		x
7-11-80	10:30	3.46					x
7-11-80	11:00	1.58	1.25		23.83		x
7-11-80	11:30	0.92					x
7-11-80	12:00	0.80	0.80		24.65		x
7-11-80	13:00	3.81	0.5		25.09	x	
7-11-80	13:30	14.01				x	
7-11-80	14:00	20.72	0.65	34.98	25.43	x	
7-11-80	16:00	3.57	0.5	32.49	25.60	x	



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

Boca de Panteones

Otoño (dic.) (Fig. 14, Tabla 4).

Se reportan 13 horas; las condiciones de marea prevaecientes fueron de reflujó para 10 de éstas y las 3 restantes en flujo.

La concentración de materiales suspendidos nunca es menor a 8 mg/l siendo el máximo de 90 mg/l; esto es importante, ya que no se presenta antes y ha de seguir para todo el invierno.

Es considerable mencionar que si bien el flujo presenta los valores más bajos, recordaremos que se han muestreado solo las últimas horas.

La velocidad de la corriente es la máxima reportada para el estudio con casi 3.5 m/seg la cual ocasiona una carga muy importante de sedimentos - suspendidos hacia fuera de la laguna.

La salinidad tiene un gradiente conforme se acentúa el reflujó de 10⁰/∞ (35-25⁰/∞).

El comportamiento que experimenta la temperatura es casi constante y varía entre 23.2 y 23.6°C.

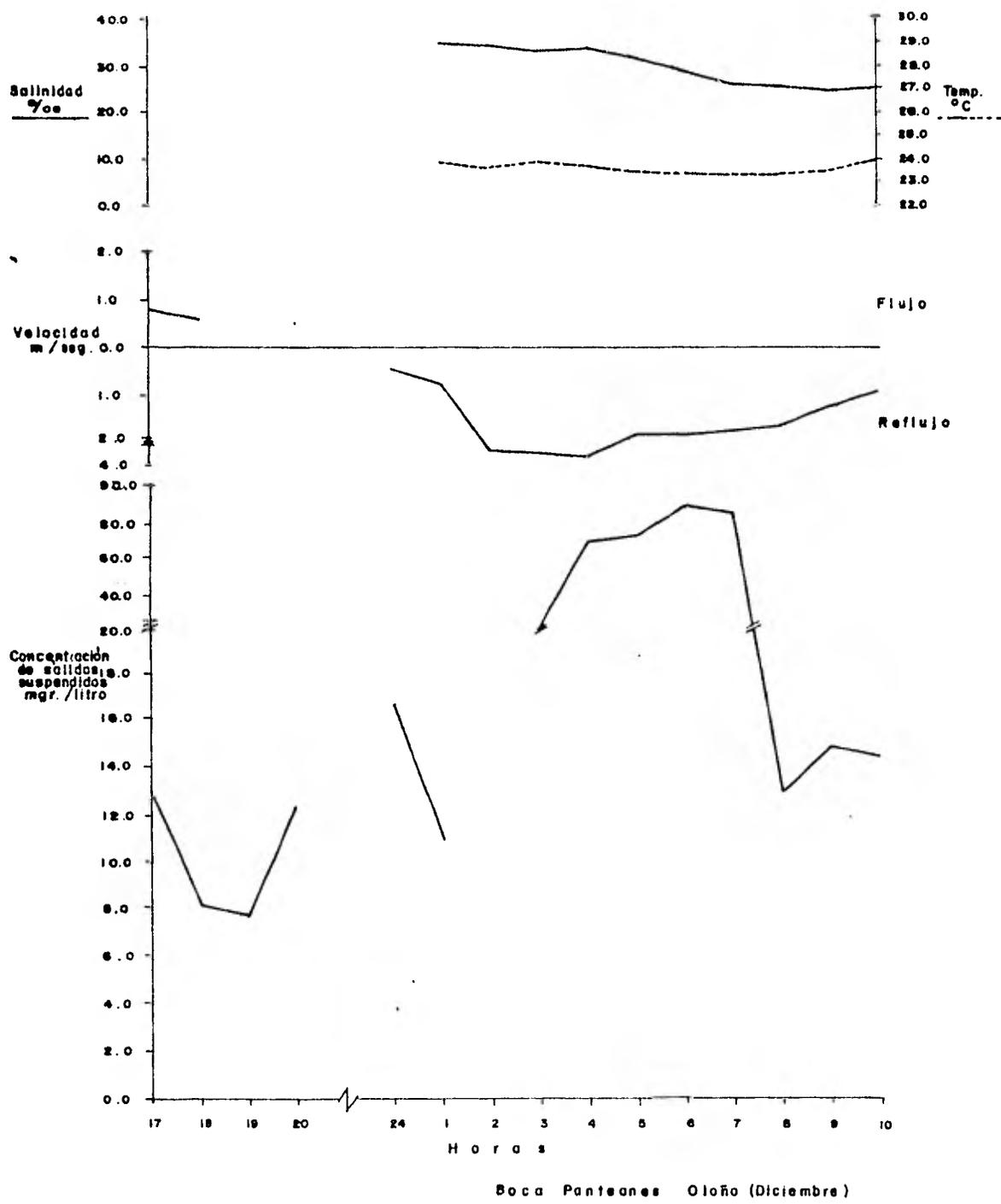


Fig. 14.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones, otoño (dic.)

Tabla 4.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Panteones, otoño. (Dic.)

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m /seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA	
						Flujo	Reflujo
19-12-80	17:00	11.31	0.8			x	
19-12-80	18:00	8.22	0.6			x	
19-12-80	19:00	7.83				x	
19-12-80	20:00	12.37	0.5			x	
20-12-80	24:00	16.7	0.5			x	
20-12-80	01:00	11.0	0.8	34.56	23.78		x
20-12-80	02:00		3.50	34.32	23.68		x
20-12-80	03:00	22.21	3.50	33.22	23.84		x
20-12-80	04:00	71.41	3.65	33.90	23.66		x
20-12-80	05:00	72.9	1.80	31.65	23.53		x
20-12-80	06:00	90.0	1.9	29.28	23.44		x
20-12-80	07:00	87.37	1.8	26.28	23.36		x
20-12-80	08:00	12.98	1.7	25.71	23.34		x
20-12-80	09:00	14.96	1.25	24.83	23.45		x
20-12-80	10:00	14.41	0.95	25.18	23.90		x

Boca de Panteones

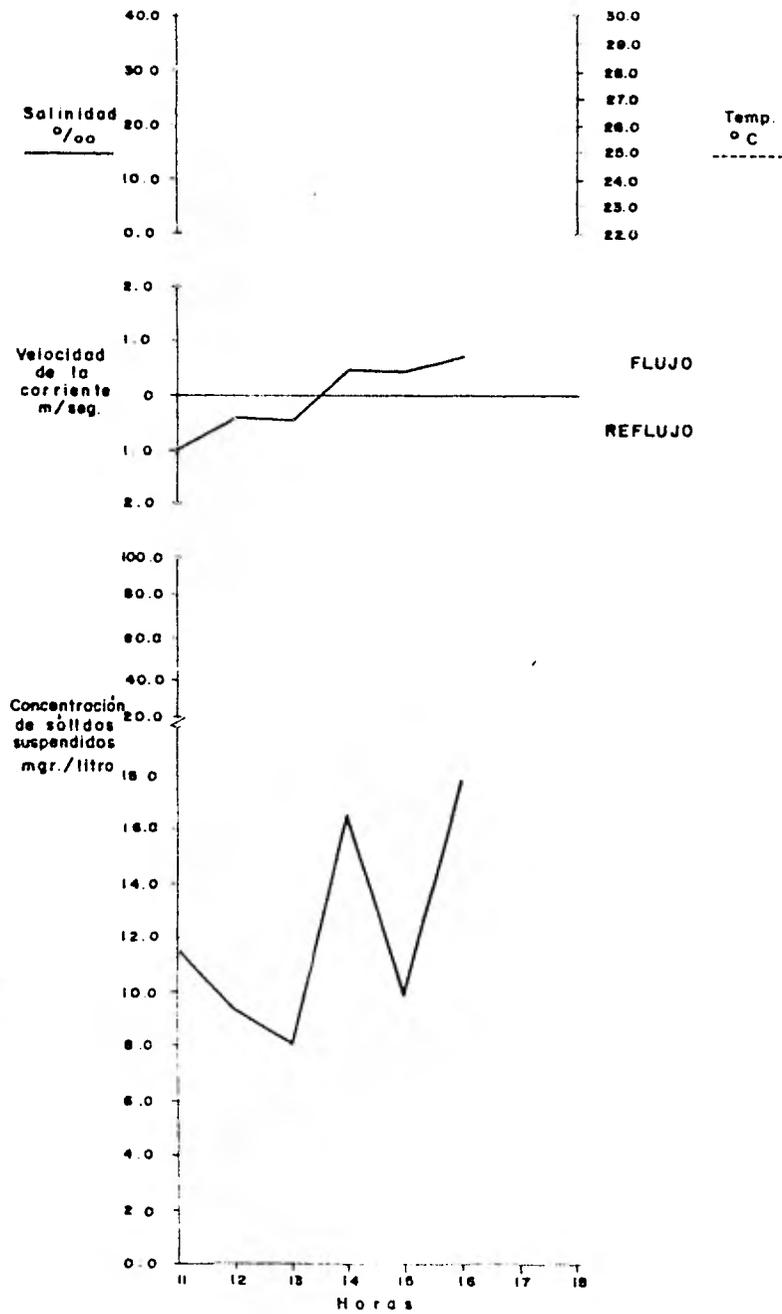
Invierno (feb.) (Fig. 15, Tabla 5).

Se reportan datos de muestras colectadas en 7 horas, teniendo la mitad de éstas en el reflujó y la otra en flujo, el muestreo es muy semejante al de otoño. (nov.).

La concentración de sólidos suspendidos es muy parecida a la que se presenta en diciembre pues, no obstante, que en el cambio de marea, donde la velocidad es mínima tenemos 12.0 mg/l, lo cual también indica gran abundancia de material suspendido. El máximo no llega a 18 mg/l y se presenta en las primeras horas del flujo.

La velocidad de la corriente vuelve a ser mayor en el reflujó (1.0 m/seg.).

No hay registro de salinidad, ni de temperatura.



Boca Panteones invierno (Febrero)

Fig. 15.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Panteones en invierno.

Tabla 5.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Panteones, invierno.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA	
						Flujo	Reflujo
7-2-81	11:00	11.6	1.0				x
7-2-81	12:00	7.4	0.47				x
7-2-81	13:00	8.3	0.45			x	
7-2-81	14:00	16.5	0.45			x	
7-2-81	15:00	9.95	0.47			x	
7-2-81	16:00	17.8	0.75			x	
7-2-81	18:00	8.8	0.9			x	

Boca de Santa AnaPrimavera (mayo) (Fig. 16, Tabla 6).

Se muestreo un ciclo de 24 horas donde las condiciones mareales que prevalecieron durante 12 horas fueron de bajamar y las otras 12 presentaron pleamar.

La concentración de sólidos suspendidos para esta época presentó un comportamiento muy semejante al de la Boca de Panteones con oscilaciones muy fuertes de 1 a 14.0 mg/l, aproximadamente.

En la gráfica es muy claro lo que en la de Panteones ya se vislumbraba, y es que para el reflujó se registra la mayor carga de sólidos suspendidos, mientras que para el flujo la concentración de estos se abate.

Las velocidades de la corriente fue de hasta 1.0 m/seg, este valor es 50% más alto que el obtenido en Panteones para la misma estación del año.

El comportamiento de la velocidad fue similar durante el flujo y reflujó.

Los escasos datos de salinidad indican valores cercanos a 37 ó 38^o/oo para las primeras horas del reflujó.

La temperatura es menor en el flujo y más alta para el reflujó, 28-30° y 30-31°C respectivamente.

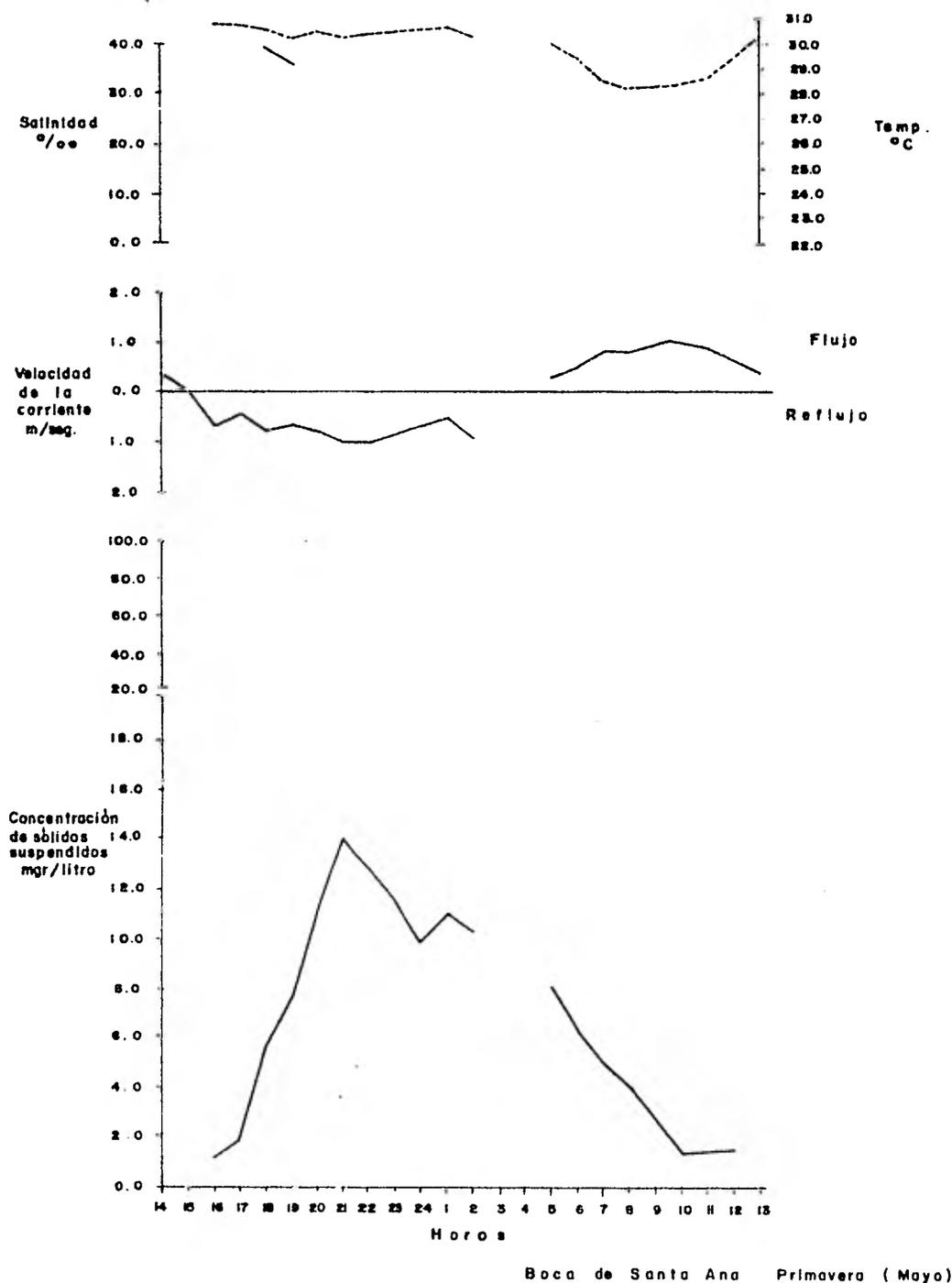


Fig. 16.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Santa Ana, primavera.

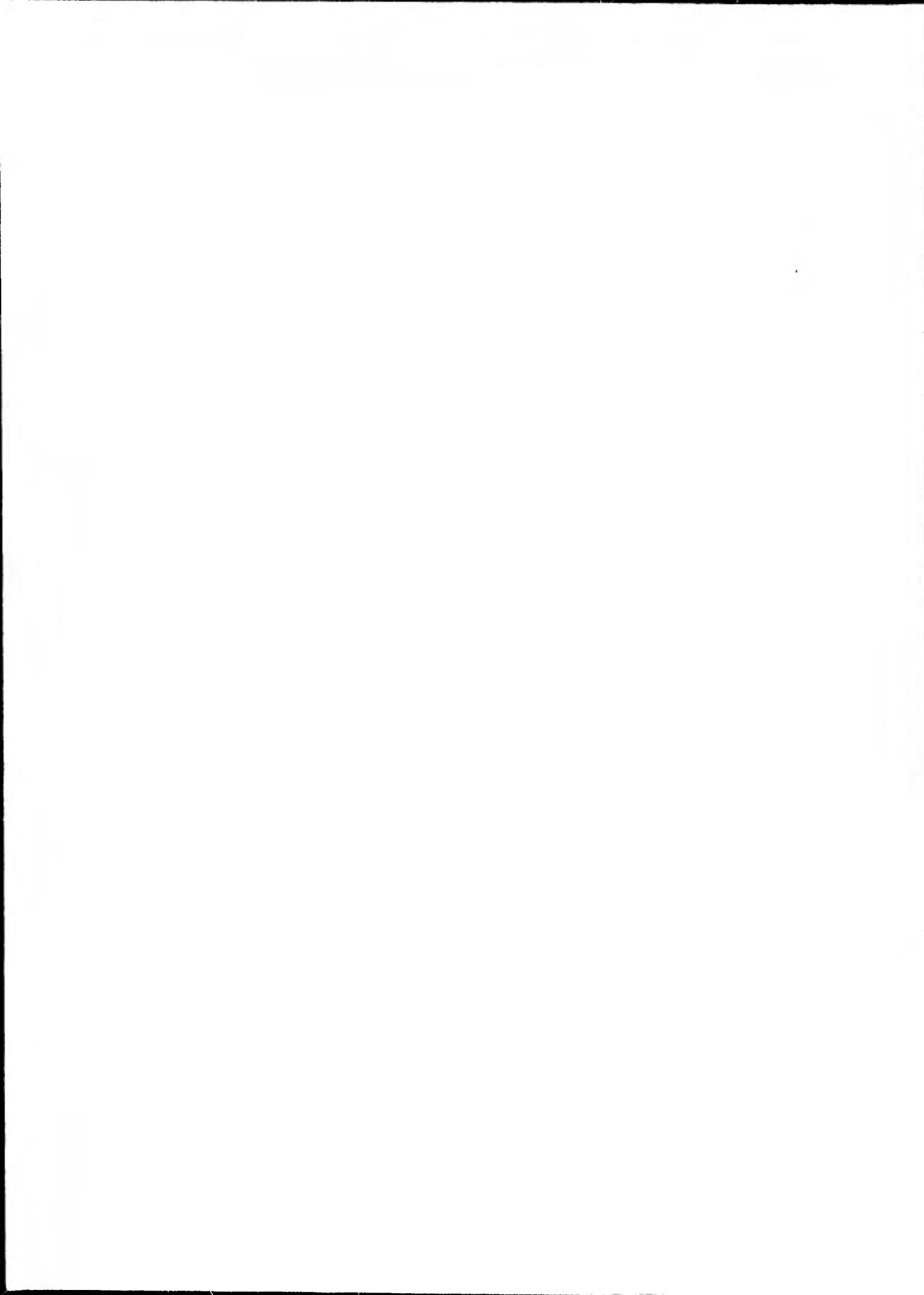


Tabla 6.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Santa Ana, primavera.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA	
						Flujo	Reflujo
25-5-81	14:00		0.33			x	
25-5-81	15:00		0.00			x	
25-5-81	16:00	1.11	0.66		38.8		x
25-5-81	17:00	1.91	0.45		30.8		x
25-5-81	18:00	5.91	0.76	35.82	30.61		x
25-5-81	19:00	7.65	0.66	36.01	30.22		x
25-5-81	20:00	11.06	0.33		30.45		x
25-5-81	21:00	13.97	1.00		30.32		x
25-5-81	22:00	12.80	1.00		30.42		x
25-5-81	23:00	11.54	0.83		30.55		x
25-5-81	24:00	9.82	0.66		30.61		x
26-5-81	01:00	11.02	0.52		30.75		x
26-5-81	02:00	10.38	0.90		30.30		x
26-5-81	05:00	8.08	0.33		30.00	x	
26-5-81	06:00	6.25	0.55		29.50	x	
26-5-81	07:00	4.90	0.83		28.54	x	
26-5-81	08:00	4.14	0.83		28.22	x	
26-5-81	09:00	2.07	1.00		28.30	x	
26-5-81	10:00	1.44	1.00		28.40	x	
26-5-81	11:00	1.39	0.90		28.65	x	
26-5-81	12:00	1.55	0.65		29.42	x	
26-5-81	13:00	0.22	0.43		30.15	x	

Boca de Santa Ana

Verano (agosto) (Fig. 17, Tabla 7).

Se reportan datos de 11 horas, de las cuales salvo la última comprende al flujo, las demás son de reflujos.

Los datos que se presentan para esta época del año indican que, por lo que respecta a la concentración de materiales suspendidos, es muy semejante a la de la Boca de Panteones donde una vez más, la mayor carga de sólidos suspendidos se presenta en el reflujos, 18-40 mg/l; como se observa en la figura, tiene el mismo comportamiento que en primavera sólo que en mayor cantidad, aproximadamente 30 mg/l más en verano.

La velocidad de la corriente en la Boca de Santa Ana es sensiblemente más baja que la de Panteones conservándose en 1.0 m/seg para casi todo el reflujos.

La salinidad va de 30 a 36^o/oo manteniéndose ésta para las últimas horas del flujo y primeras del reflujos, porque al presentar francamente el reflujos, la salinidad llega a bajar hasta cerca de 28^o/oo.

La temperatura vuelve a ser alta en el reflujos y baja en el flujo 27-29°C y 26-27°C respectivamente.

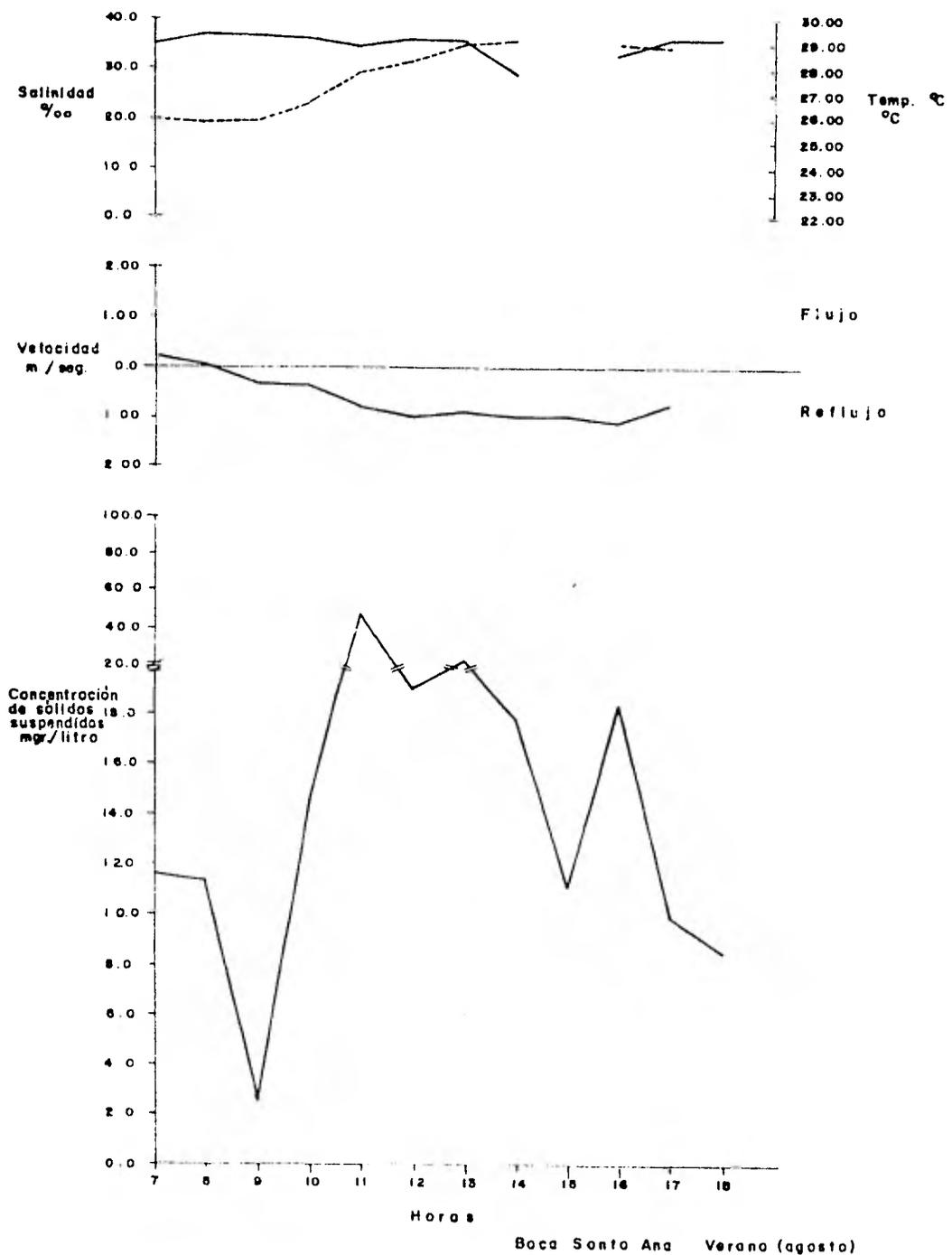


Fig. 17.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Santa Ana, Verano.

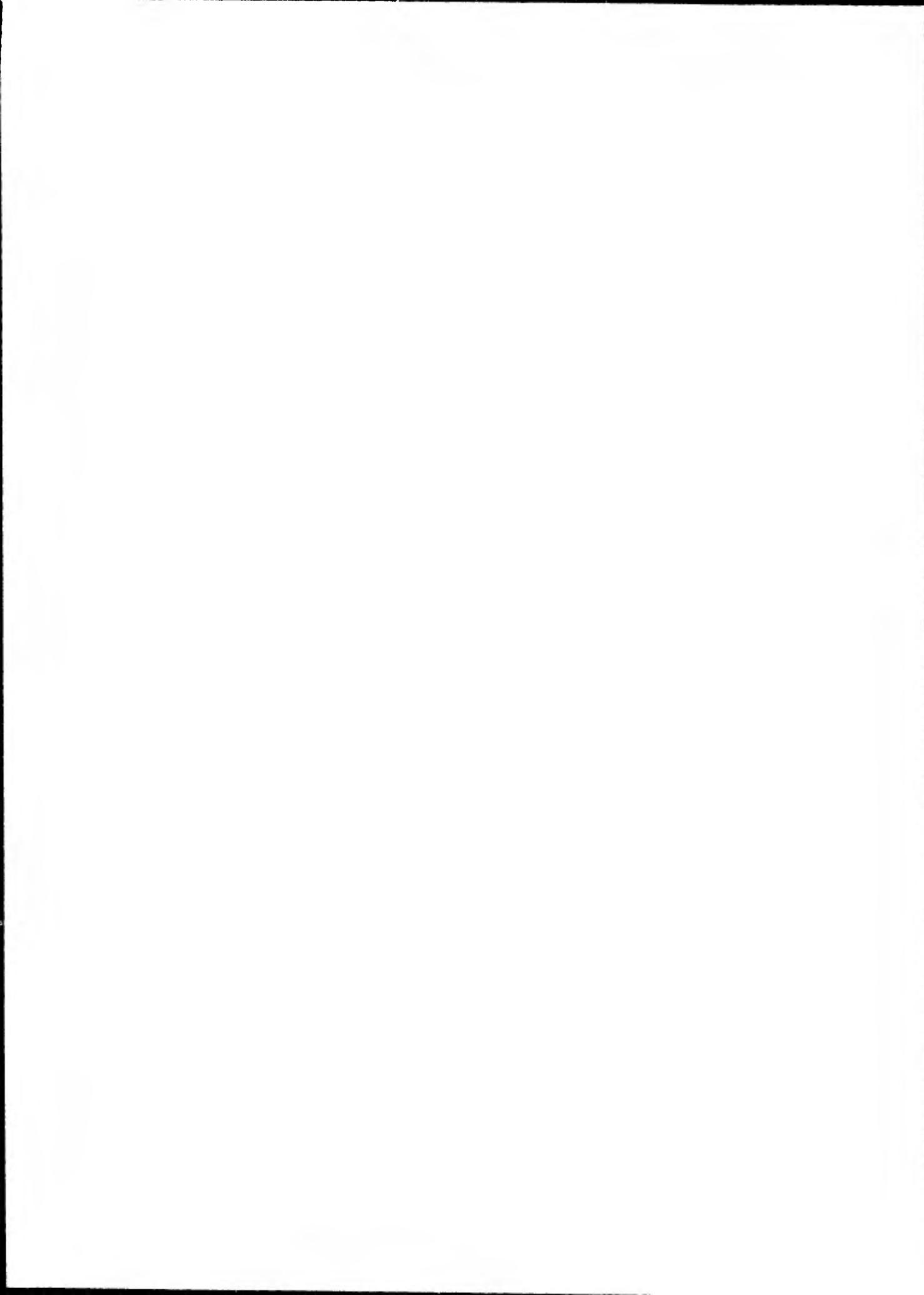


Tabla 7.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Santa Ana, verano.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lg	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA	
						Flujo	Reflujo
4-8-80	07:00	11.62	0.22	36.35	26.04	x	
4-8-80	08:00	11.26		36.92	25.86		
4-8-80	09:00	2.62	0.33	36.86	25.93		x
4-8-80	10:00	14.47	0.40	36.34	26.56		x
4-8-80	11:00	44.34	0.83	34.72	27.90		x
4-8-80	12:00	19.16	1.00	35.97	28.37		x
4-8-80	13:00	24.87	0.90	36.41	29.00		x
4-8-80	14:00	17.85	1.00	35.38	29.11		x
4-8-80	15:00	11.12	1.00				x
4-8-80	16:00	18.31	1.11	33.59	29.02		x
4-8-80	17:00	9.94	0.76	36.25	28.86		x
4-8-80	18:00	8.45		36.00			x

Boca de Santa Ana

Invierno (feb.) (Fig. 18, Tabla 8).

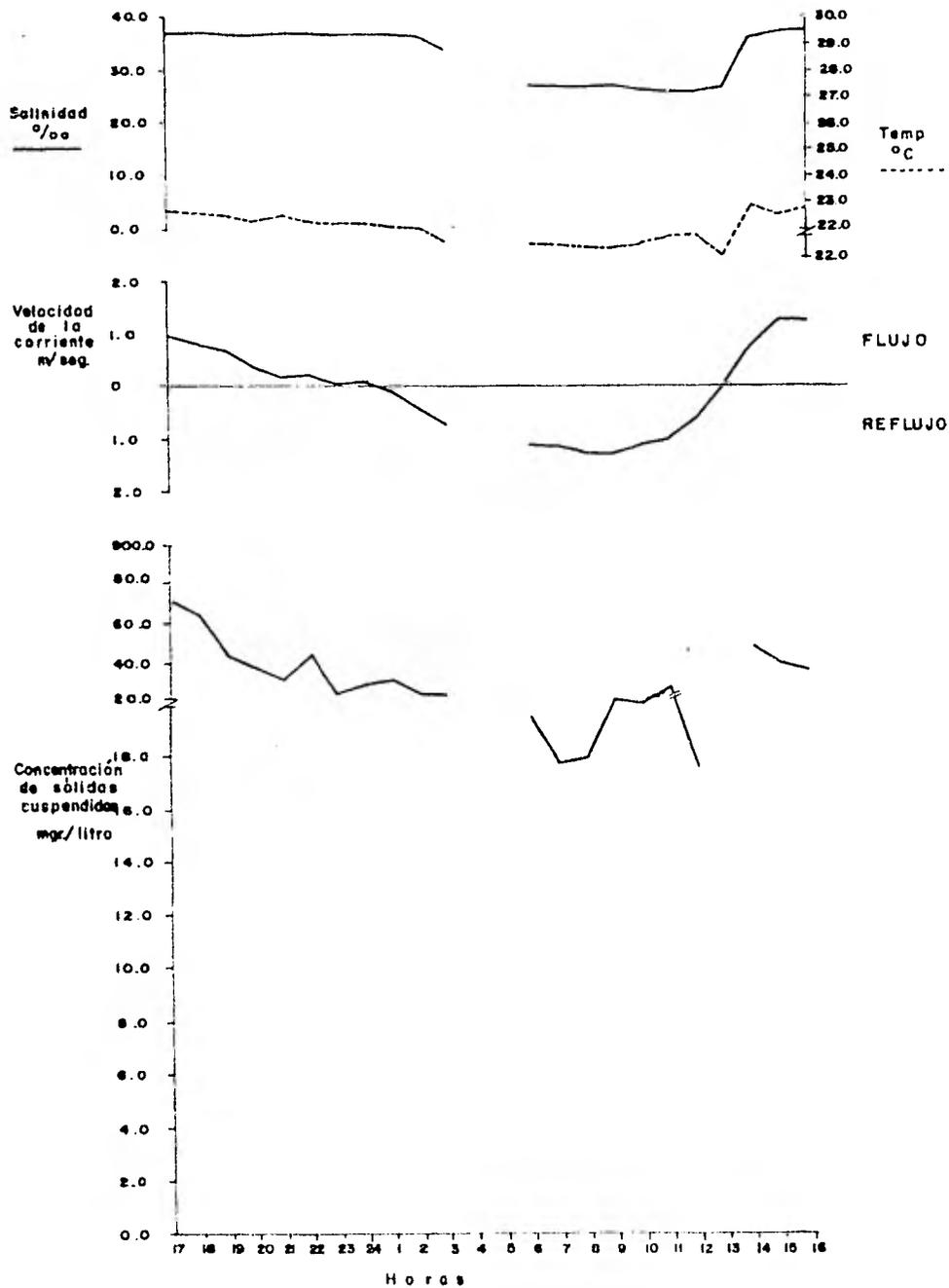
Se cierra un ciclo de 24 horas de muestreo y registro de parámetros hidrológicos con 12 horas para flujo y 12 para reflujo.

En esta gráfica se aprecia nuevamente que la concentración de materiales suspendidos que nunca es menor a 17 mg/l. Este dato se entreve en la figura 15 perteneciente a la Boca de Panteones para la misma época del año.

La cantidad de sedimentos suspendidos que se aporta en el flujo es, con mucho, mayor al que sale de la laguna por efecto del reflujo, ya que son de 50-70 mg/l los que entran y aproximadamente de 18-30 mg/l son los que exporta la laguna, con velocidades de 1.3 a 0.5 m/seg.

La salinidad es de 36-37‰ en el flujo y de 27‰ en el reflujo.

La temperatura registrada para esta época del año es realmente baja, pues tiene 20-22° en el reflujo y de 22 a casi 23°C en el flujo.



Boca Santa Ana invierno (Febrero)

Fig. 18. Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en la Boca de Santa Ana, invierno.



Tabla 8.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en la Boca de Santa Ana, invierno.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA	
						Flujo	Reflujo
4-2-81	17:00	73.80	1.00	37.04	22.70	x	
4-2-81	18:00	64.60	0.83	37.57	20.86	x	
4-2-81	19:00	45.24	0.7	37.00	22.50	x	
4-2-81	20:00	38.28	0.38	37.00	22.35	x	
4-2-81	21:00	30.75	0.19	37.15	22.45	x	
4-2-81	22:00	43.31	0.26	37.09	22.35	x	
4-2-81	23:00	23.52	0.2	37.08	22.24	x	
4-2-81	24:00	28.33	0.1	37.14	22.24	x	
5-2-81	01:00	29.89	0.08	37.13	22.15		x
5-2-81	02:00	24.50	0.43	36.98	22.04		x
5-2-81	03:00	23.61	0.71	38.85	13.99		x
5-2-81	06:00	19.52	1.11	27.60	21.20		x
5-2-81	07:00	17.79	1.11	27.18	21.12		x
5-2-81	08:00	18.00	1.25	27.33	21.00		x
5-2-81	09:00	23.08	1.25	27.17	21.04		x
5-2-81	10:00	21.69	1.1	26.47	21.23		x
5-2-81	11:00	32.18	1.0	26.12	21.45		x
5-2-81	12:00	13.59	0.62	26.15	21.76		x
5-2-81	13:00			27.06	19.62		x
5-2-81	14:00	48.55	.83	36.74	22.88	x	
5-2-81	15:00	41.67	1.25	37.17	22.45	x	
5-2-81	16:00	38.12	1.25	37.43	27.64	x	

Río Santa AnaPrimavera (mayo) (Fig. 19, Tabla 9)

Se reportan 8 horas de registro de parámetros ambientales y dos datos de concentración de sólidos suspendidos. Las condiciones que se presentan son de flujo de corriente, río arriba, o sea de la laguna hacia el río.

Los datos de sólidos suspendidos son de 15.4 y de 8.7 mg/l, que obviamente tienen que ser descontados del gasto lagunar.

Las condiciones que presenta la corriente de marea para río arriba son de 0.1 a 0.3 m/seg río arriba.

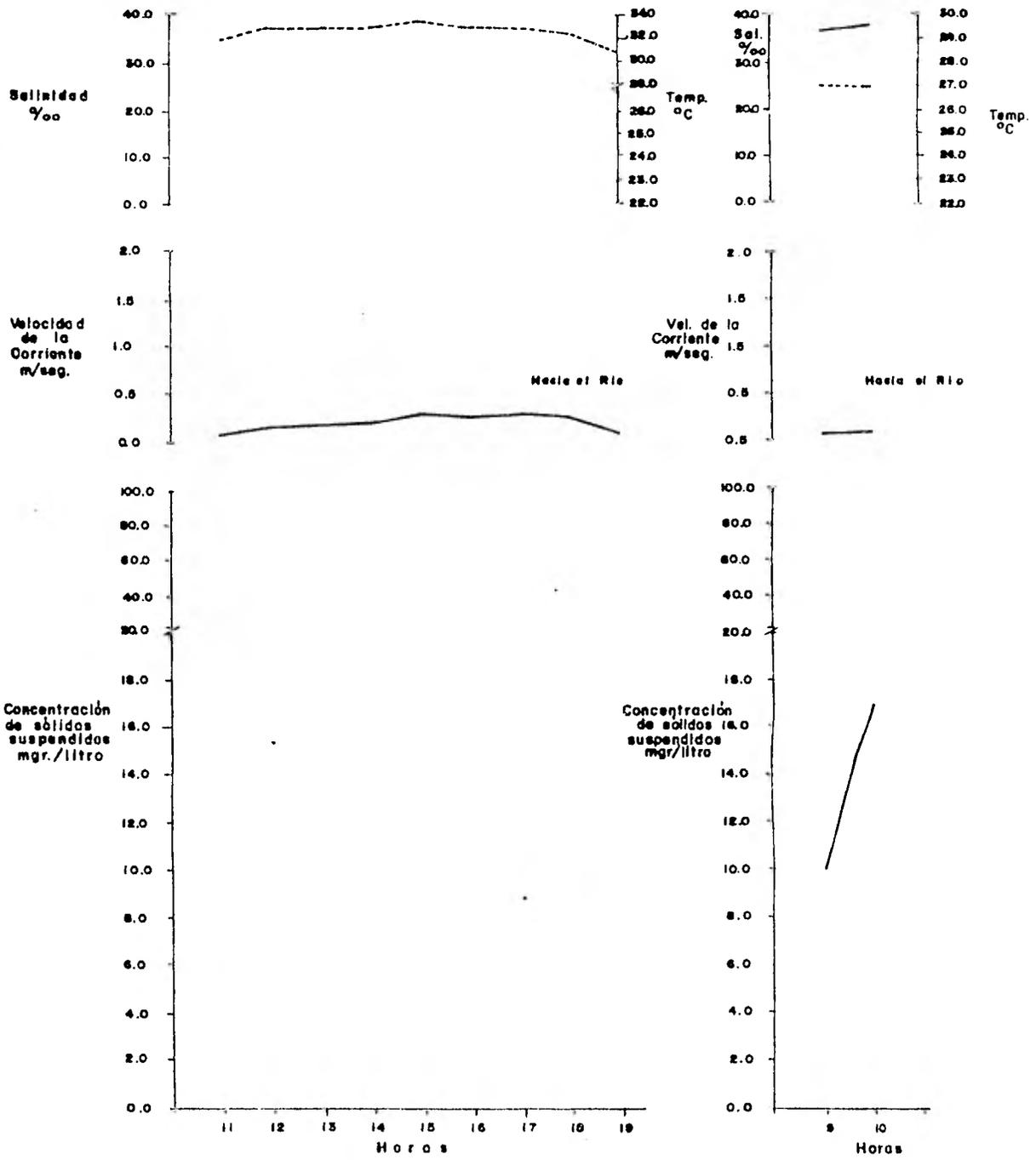
La temperatura registrada es de 34 a cerca de 35°C siendo de las temperaturas más altas en el estudio.

Río Santa AnaVerano (agosto) (Fig. 20, Tabla 10)

Se muestran sólo 2 horas cuando el río fluye corriente arriba.

Los datos que se reportan son muy parecidos a los de primavera y también hay que descontarlos del gasto total de la laguna.

La salinidad que fluye corriente arriba es de 36⁰/₀₀ y la temperatura es de 27°C.



Río Santa Ana Primavera (Mayo)

Fig. 19.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río de Santa Ana, primavera.

Fig. 20.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río de Santa Ana, verano.

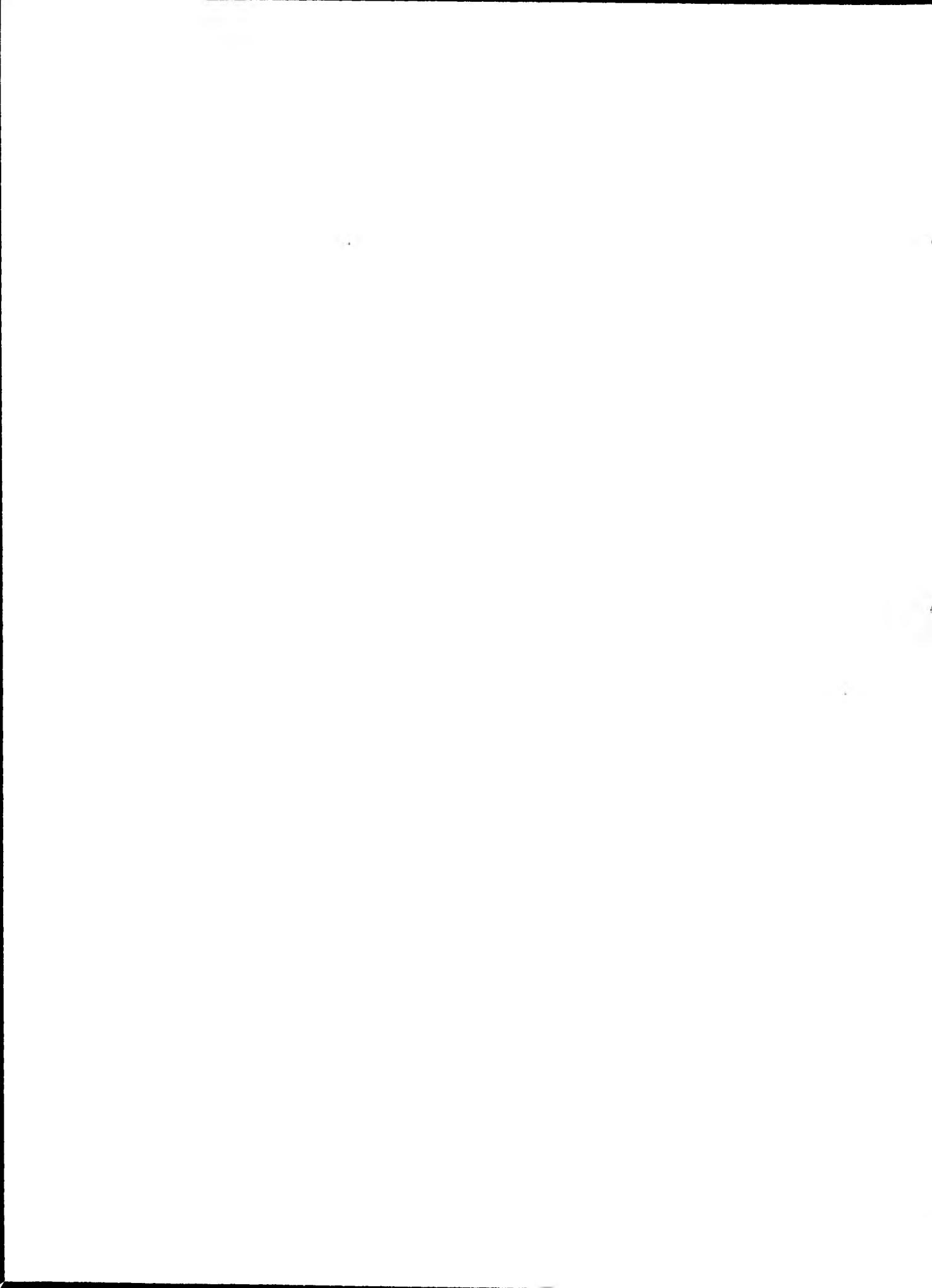


Tabla 9.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río Santa Ana, primavera.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA °C	DIRECCION DE LA CORRIENTE
28-5-81	11:00		0.094		32.00	FR
28-5-81	12:00	15.44	0.16		33.00	FR
28-5-81	13:00		0.18		33.00	FR
28-5-81	14:00		0.2		33.00	FR
28-5-81	15:00		0.3		33.5	FR
28-5-81	16:00		0.26		33.00	FR
28-5-81	17:00	8.88	0.28		33.00	FR
28-5-81	18:00		0.25		32.5	FR
28-5-81	19:00		0.16		31.00	FR

Tabla 10.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río Santa Ana, verano.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA °C	DIRECCION DE LA CORRIENTE
6-8-80	09:00	10.00	0.065	36.83	27.00	FR
6-8-80	10:00	16.87	0.114	34.23	27.90	FR

FR = Flujo hacia el río

FL = Flujo hacia la laguna

Río Santa Ana

Otoño (dic.) (Fig. 21, Tabla 11)

Fueron muestreadas 5 horas cuando el río fluye hacia la laguna.

La concentración de sólidos suspendidos que se reporta para el río en esta época es de 16 a poco más de 20 mg/l. Estos datos son considerados positivos pues los gana la laguna.

La velocidad promedio de la corriente es de aproximadamente 0.4 m/seg siendo más alta y en sentido inverso a la determinada en la Primavera y el Verano.

La salinidad en esta ocasión es más baja, no excediendo la 7^o/oo.

La temperatura se abate con respecto a las épocas anteriores conservándose entre 26 y 25°C.

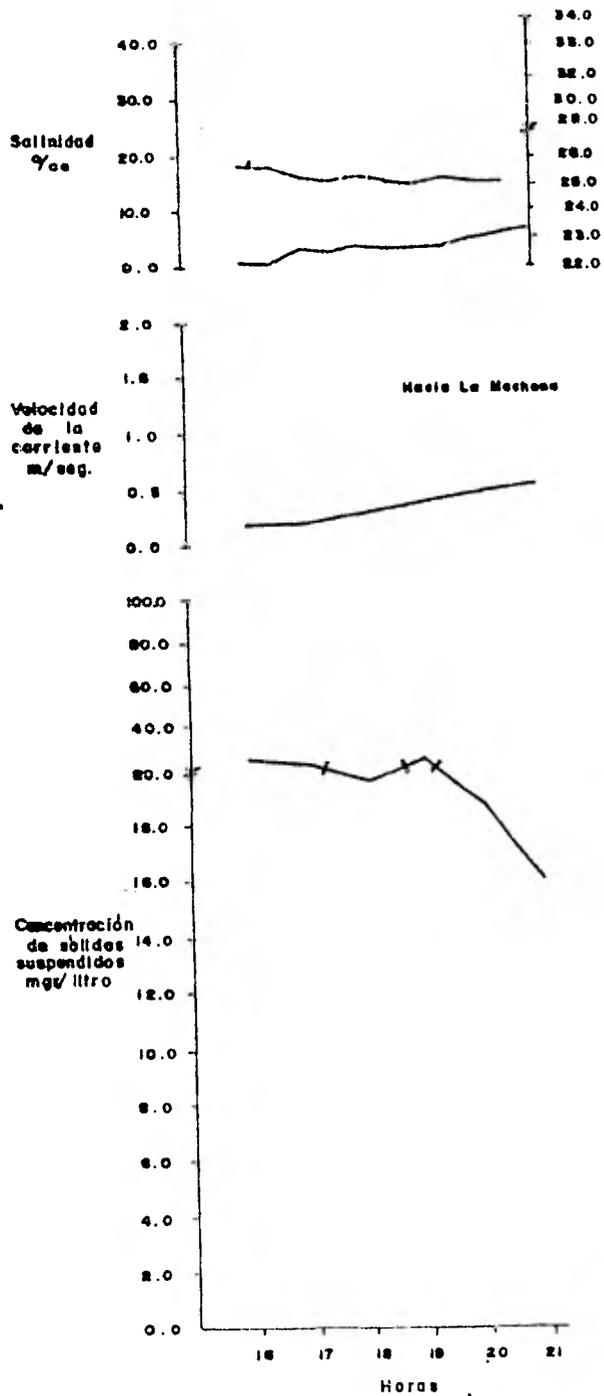
Otoño (nov.) (Fig. 22, Tabla 12)

Se muestrean 4 horas en las que el flujo de corriente es también hacia La Machona.

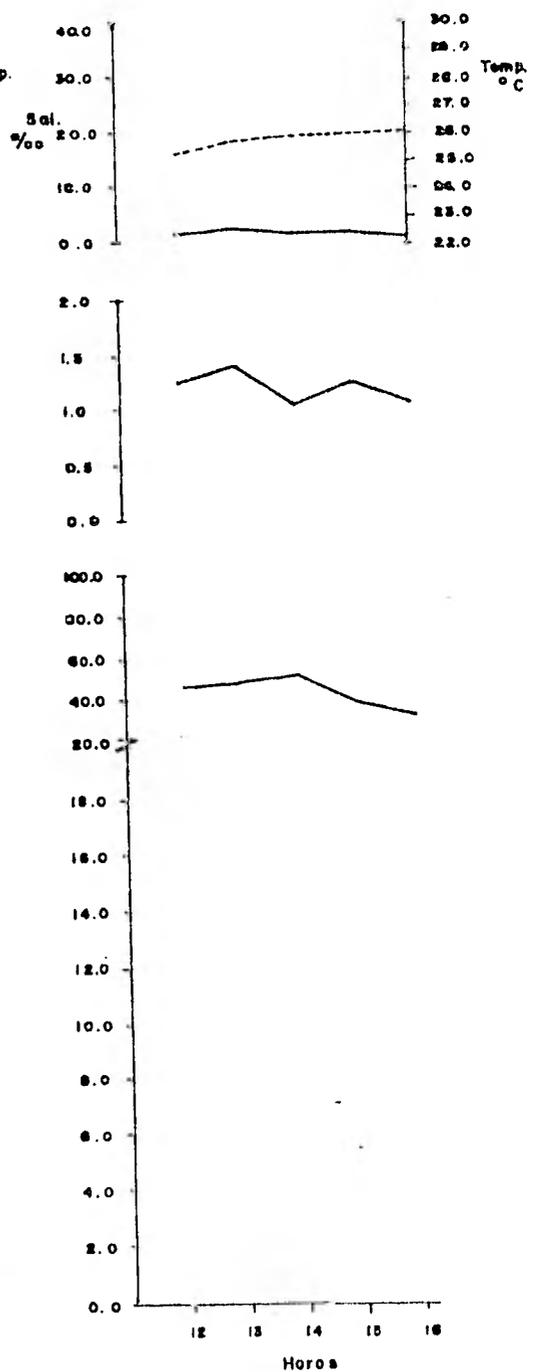
El material suspendido aportados a la laguna para esta época del año es de 50 mg/l aproximadamente, con lo que semeja mucho las condiciones de invierno.

La corriente del río es la más elevada de todas las épocas reportadas en el estudio y fluye hacia la laguna con 1.0-1.5 m/seg.

La salinidad vuelve a ser muy baja sin llegar en esta ocasión a 1^o/oo. La temperatura se mantiene entre 25-26°C.



Río Santa Ana (Diciembre) Otoño



Río Santa Ana (Noviembre) Otoño

Fig. 21.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río de Santa Ana, otoño. (dic.)

Fig. 22.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río de Santa Ana, otoño. (nov.)

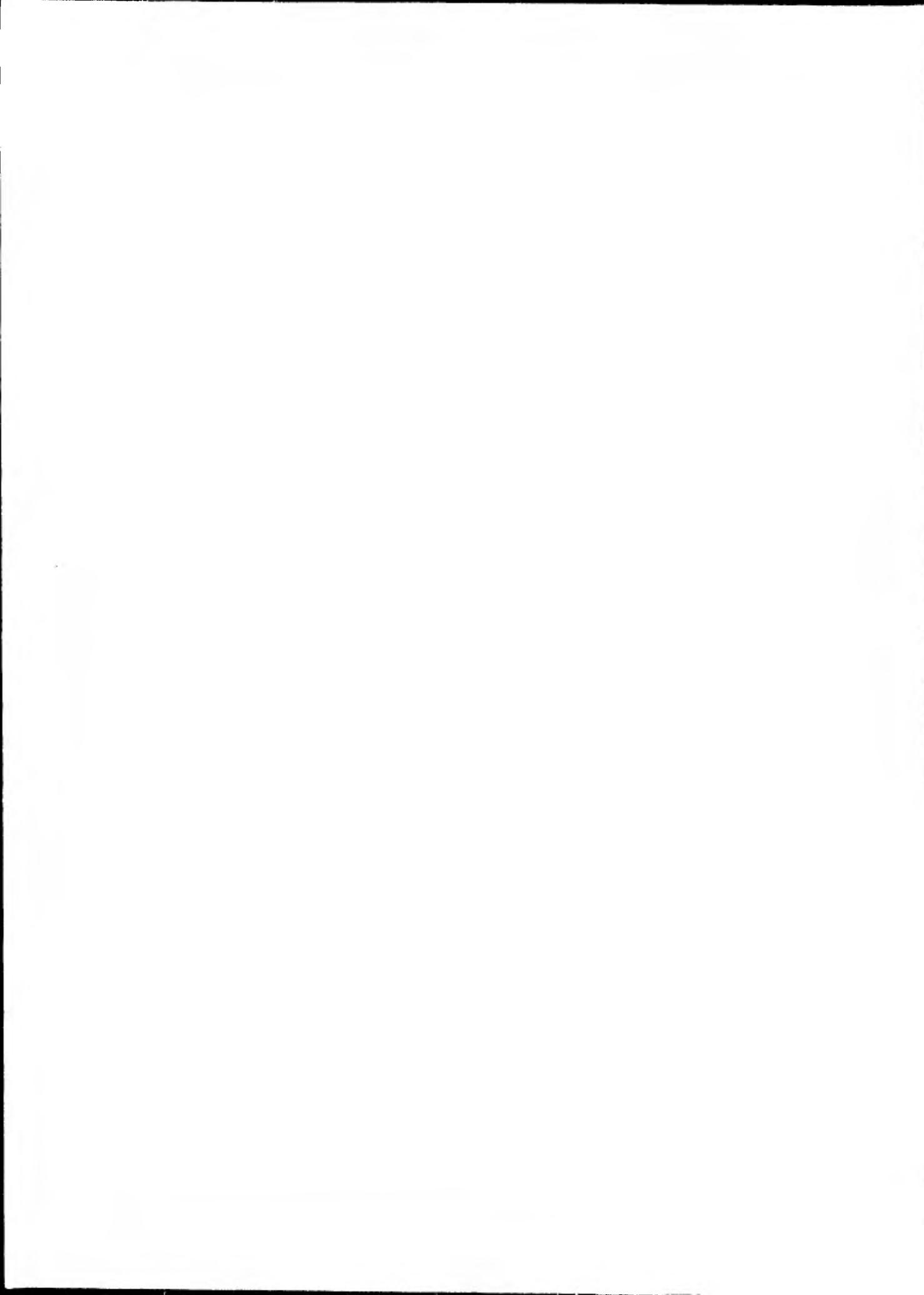


Tabla 11.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río Santa Ana, otoño. (Dic.)

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	DIRECCION DE LA CORRIENTE
19-12-80	16:00	2.28	0.18	0.52	25.71	FL
19-12-80	17:00	2.14	0.21	3.18	25.27	FL
19-12-80	18:00	1.95	0.27	3.81	25.35	FL
19-12-80	19:00	2.30	0.39	3.36	25.02	FL
19-12-80	20:00	1.86	0.47	5.05	25.14	FL
19-12-80	21:00	1.59	0.51	6.12	24.98	FL

Tabla 12.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río Santa Ana, otoño. (Nov.)

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C	DIRECCION DE LA CORRIENTE
8-11-80	12:00	4.60	1.25	0.17	25.28	FL
8-11-80	13:00	48.09	1.40	0.27	25.73	FL
8-11-80	14:00	5.28	1.10	0.20	25.92	FL
8-11-80	15:00	4.12	1.25	0.20	26.00	FL
8-11-80	16:00	3.62	1.10	0.16	26.04	FL

Río San Felipe

Primavera (mayo) (Fig. 23, Tabla 13).

Se reportan 4 horas cuando el río fluye corriente arriba; la cantidad de sólidos suspendidos que salen de la laguna vía este río y para esta época del año es de 50-100 mg/l.

La velocidad de la corriente es de nuevo baja como en el Río Santa Ana, con 0.3 m/seg² aproximadamente.

La temperatura es de las más altas de todo el estudio con un máximo cercano a 36°C y como mínimo 32°C.

Verano (agosto) (Fig. 24, Tabla 14)

Solamente se toman datos de una hora cuando el río fluye también corriente arriba.

La concentración de sólidos suspendidos es la más baja que se reporta en todo el trabajo siendo superior a 1 mg/l.

La velocidad de la corriente se mantiene en 0.1 m/seg. Mientras que la salinidad es de 30‰ cual indica condición marina en la laguna que se transporta por el río.

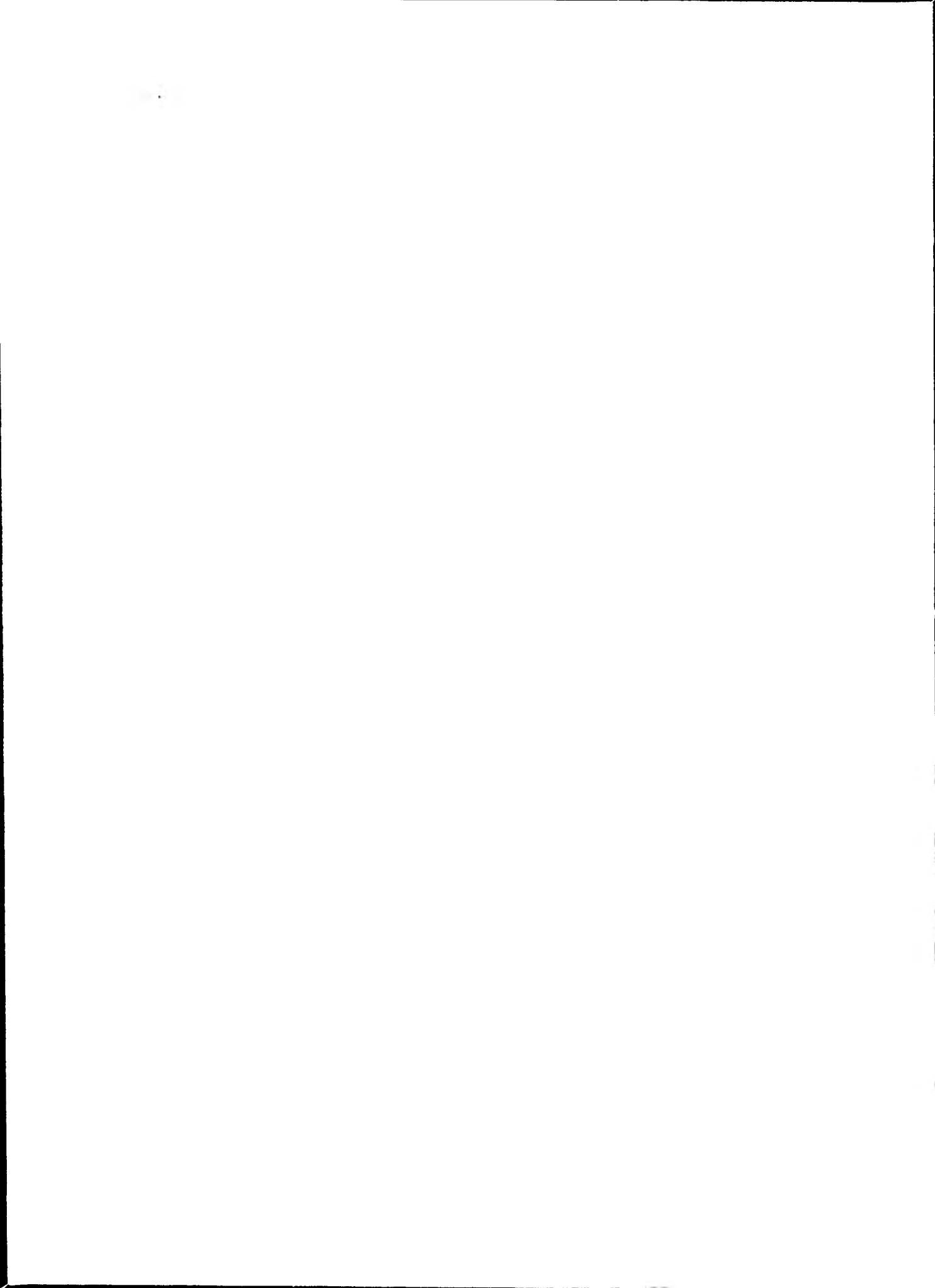
La temperatura es de 30°C, menor a la de primavera.

Invierno (febrero) (Fig. 25, Tabla 15)

Se colectaron muestras y datos hidrogáficos durante 4 horas cuando la corriente fluye hacia la laguna.

La cantidad de sólidos suspendidos aportados hacia la laguna es de 30 a 50 mg/l.

El comportamiento de la salinidad y de la temperatura es muy semejante - al de el Río Santa Ana para la misma época del año, 0.3^o/oo y 23.0^oC.



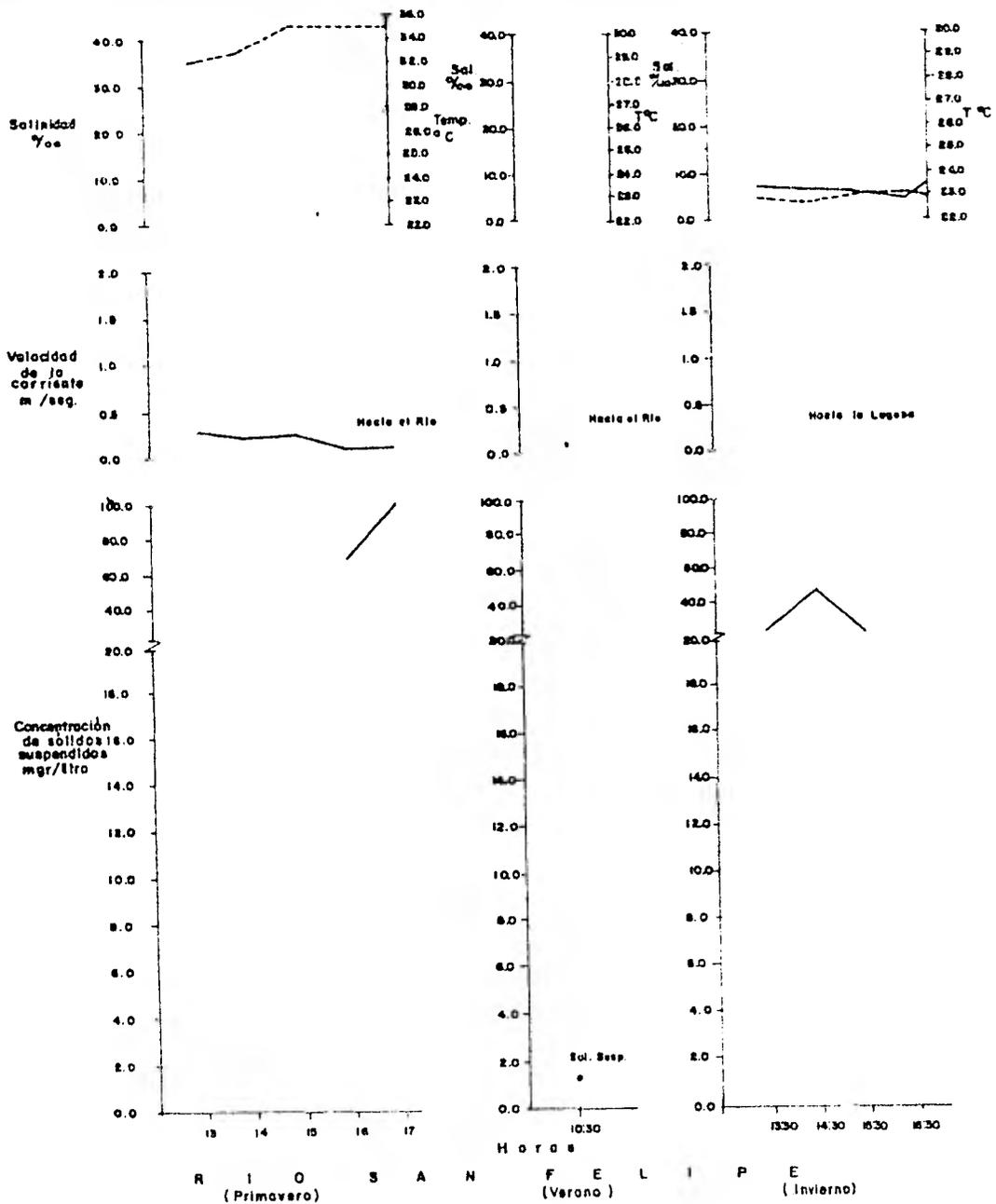


Fig. 23.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río San Felipe, primavera.

Fig. 24.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río San Felipe, verano.

Fig. 25.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en el Río San Felipe, invierno.



Tabla 13.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río San Felipe, verano.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA °C	DIRECCION DE LA CORRIENTE
25-5-81	13:00	47.44	0.33		32.00	FR
25-5-81	14:00		0.23		33.00	FR
25-5-81	15:00	379.40	0.25		35.00	FR
25-5-81	16:00	70.85	0.11		35.00	FR
25-5-81	17:00	101.27	0.11		35.00	FR

Tabla 14.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río San Felipe, verano.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA °C	DIRECCION DE LA CORRIENTE
4-7-80	10:00	1.16	0.133	30.16	29.60	FR

Tabla 15.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en el Río San Felipe, invierno.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA °C	DIRECCION DE LA CORRIENTE
4-11-81	13:30	26.99		7.18	22.88	FL
4-11-81	14:30	49.54		6.74	22.74	FL
4-11-81	15:30	24.31		5.58	23.02	FL
4-11-81	16:30			4.02	23.10	FL
4-11-81	17:30			7.22	22.78	FL

Punta Shishal

Verano (agosto) (Fig. 26, Tabla 16)

Se muestreó solo dos horas cuando la corriente fluye de la Laguna Machona al Pajonal.

La concentración de sólidos en suspensión es de 0.9 a 5.8 mg/l, la velocidad de la corriente es inferior a 0.2 m/seg y la salinidad y temperatura son altas 36^o/oo y 28.5 a 29^o C, respectivamente.

Otoño (diciembre) (Fig. 27, Tabla 17).

Se muestrean dos horas cuando la corriente fluye hacia el canal del Pajonal procedente de La Machona y presenta la concentración más alta en las comunicaciones lagunares. La velocidad se conserva baja, como en varano (0.25 m/seg).

La salinidad y temperatura tiene un comportamiento inverso siendo de 15^o/oo y 24^oC, respectivamente.

Punta Caballito:

Verano (agosto) (Fig. 28, Tabla 18)

Se toman datos y muestras en dos horas, se desconoce la dirección de la corriente.

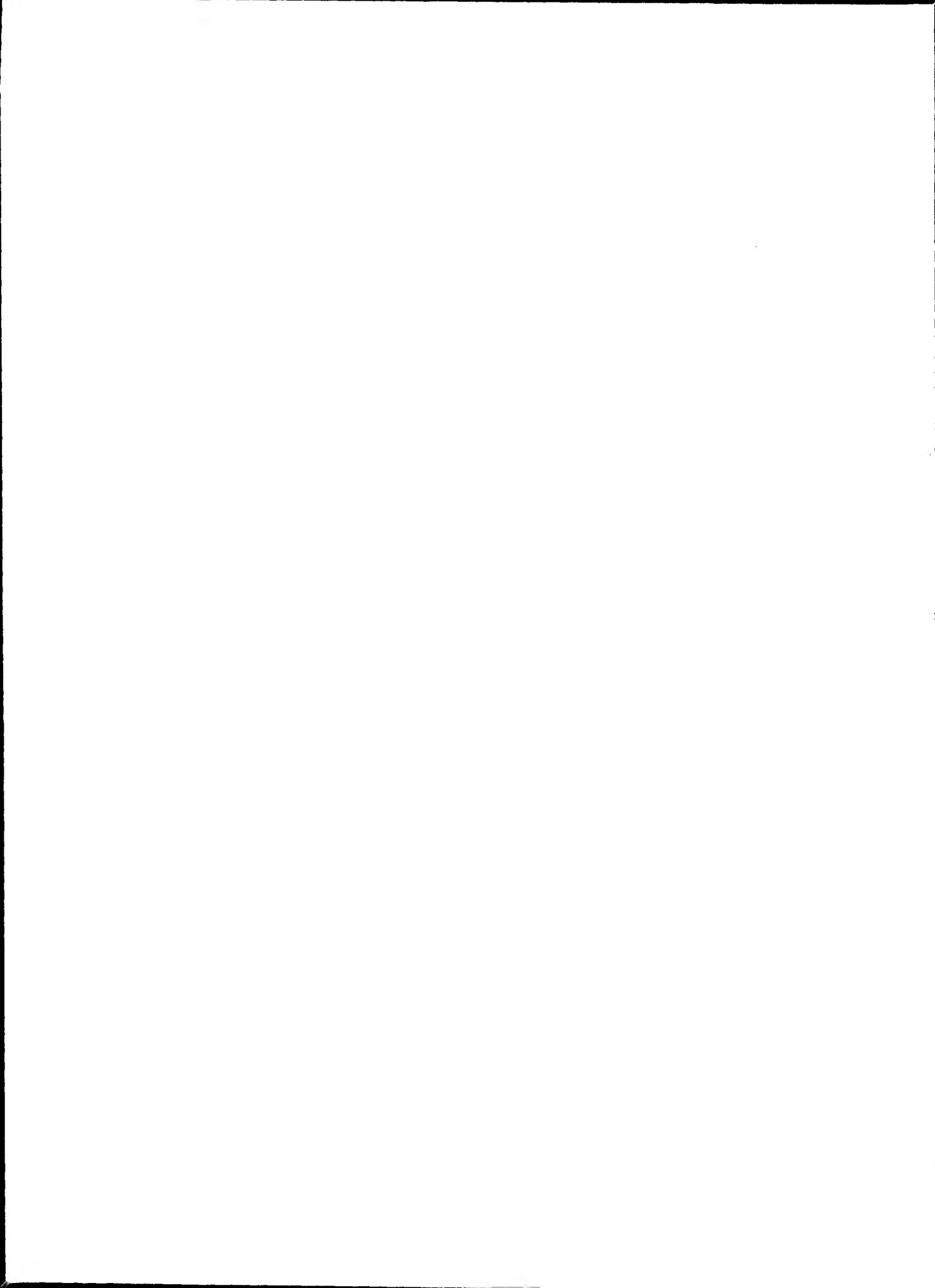
La concentración de sólidos suspendidos es muy baja, semejante a la de Punta Shishal para la misma época.

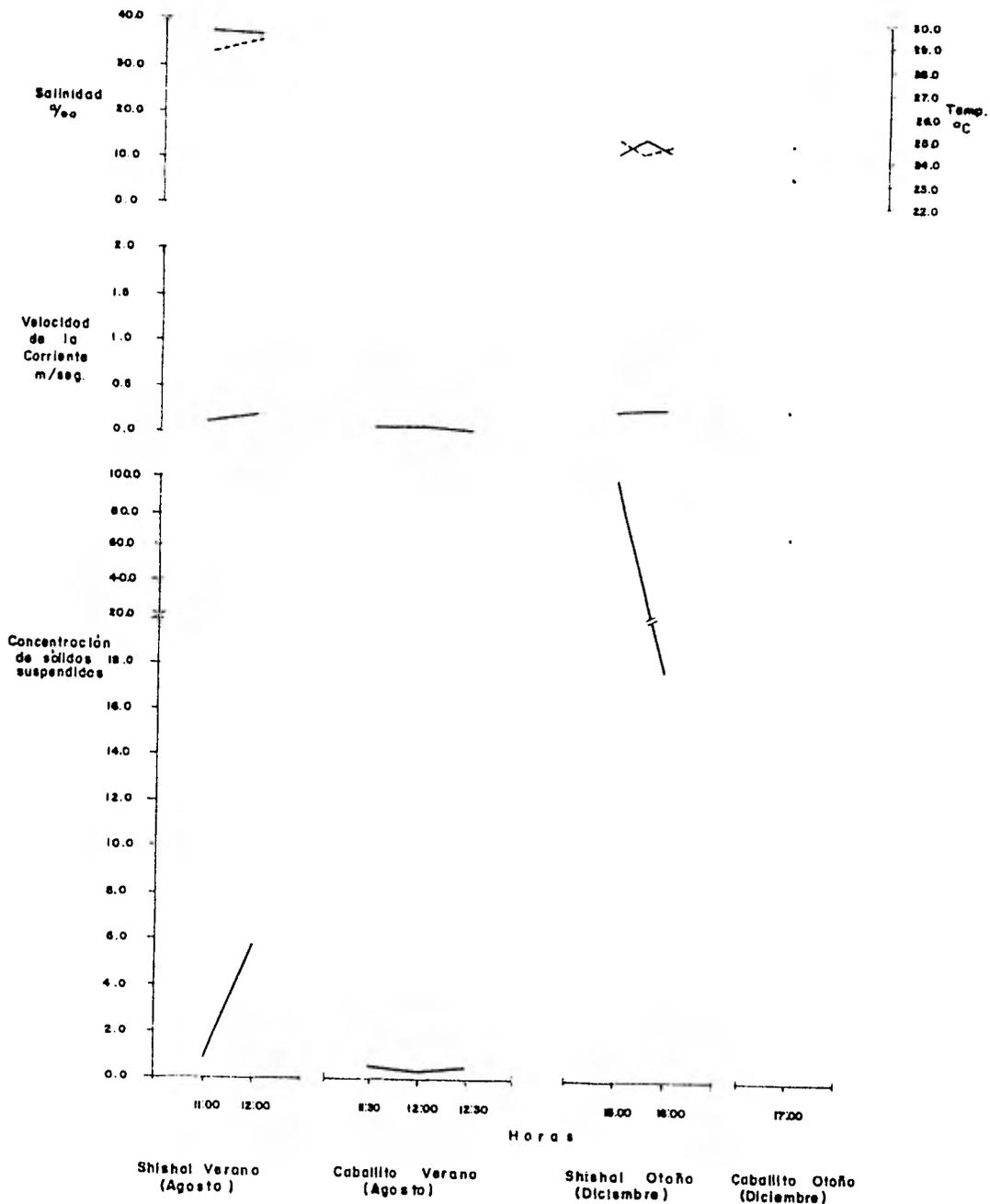
La velocidad de la corriente es muy baja para el lapso de muestreo 0.1 m/seg.

Otoño (diciembre) (Fig. 29, Tabla 19)

Se muestrea una hora con un flujo de Pajonal hacia la Laguna El Carmen.

La cantidad de sólidos suspendidos que se transporta del Pajonal a la laguna es de 70.0 mg/l, con velocidad de 0.25 m/seg, una salinidad de 7^o/oo y temperatura de 24.6^oC.





- Fig. 26.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en Punta Shishal, verano.
- Fig. 27.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura contra horas en Punta Caballito, verano.
- Fig. 28.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura contra horas en Punta Shishal, otoño.
- Fig. 29.- Gráfica de concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, condiciones de marea, salinidad y temperatura, contra horas en Punta Caballito, otoño (dic.).

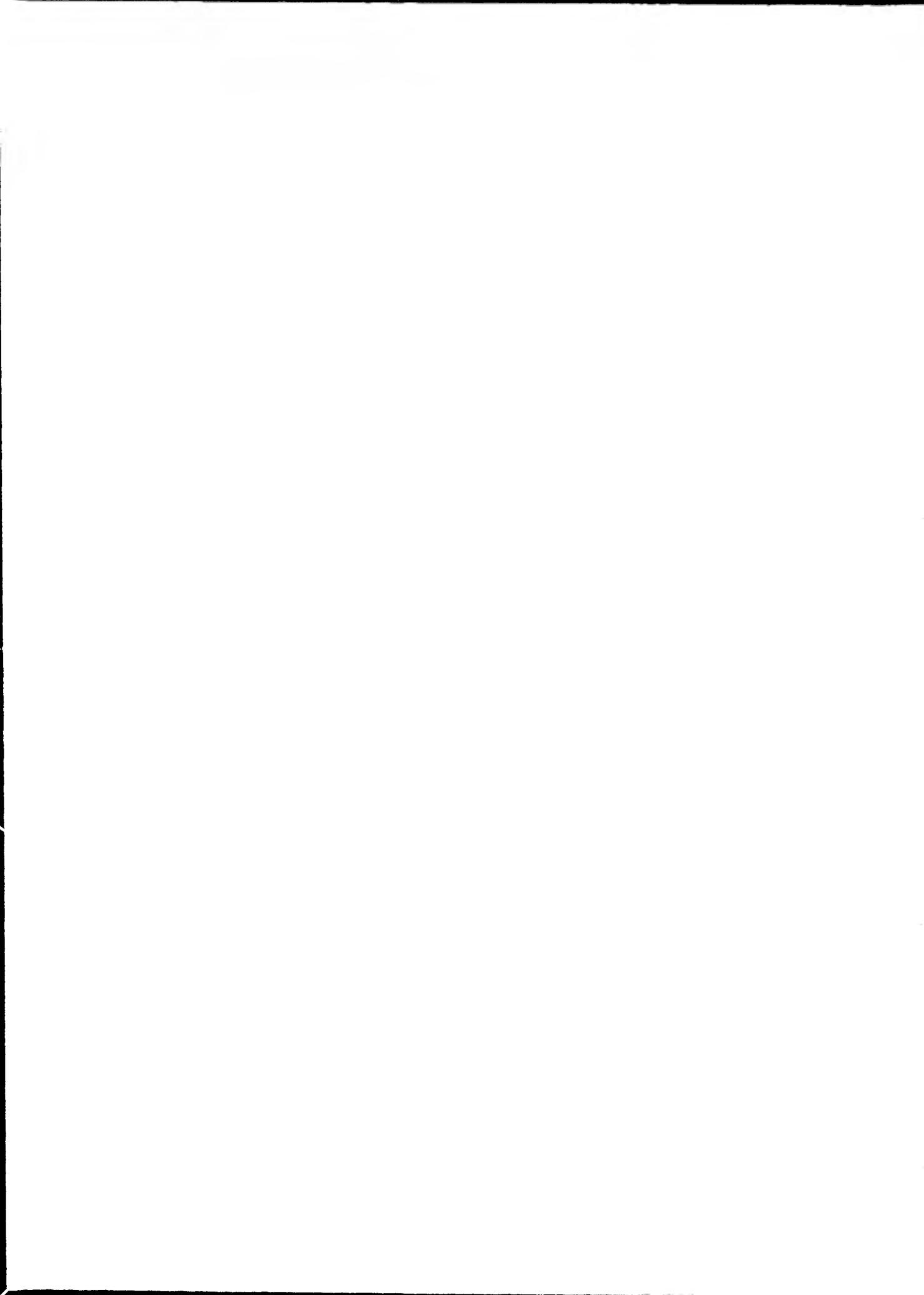


Tabla 16.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en Punta Shishal, verano.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA
6-8-80	11:00	0.83	0.10	37.42	28.57	de M. a P.
6-8-80	12:00	5.53	0.19	36.91	29.06	de M. a P.

Tabla 17.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en Punta Caballito, verano.

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA	CONDICIONES DE MAREA
7-8-80	11:30	0.50	0.06			
7-8-80	12:00	0.31	0.06			
7-8-80	12:30	0.31	0.04			

Tabla 18.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en Punta Shishal, otoño. (Dic.)

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA
18-12-80	15:00	94.26	0.25	15.56	24.42	de M. a P.
18-12-80	16:00	17.72	0.27	14.88	24.82	de M. a P.

Tabla 19.- Resultado de la concentración de sólidos suspendidos, velocidad de la corriente, salinidad, temperatura, condición de marea, en Punta Caballito, otoño. (Dic.)

FECHA	HORA	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt	VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg	SALINIDAD	TEMPERATURA °C	CONDICIONES DE MAREA
18-12-80	17:00	70.68	0.27	7.56	25.06	de P. a C.

DISCUSION DE RESULTADOS

Concentración de sólidos suspendidos

Es muy claro, que a raíz de los resultados antes presentados podemos agrupar a las 4 épocas del año en 2 temporadas bien marcadas: una, donde la salida de sólidos suspendidos es mayor a la que ingresa al sistema lagunar (primavera-verano); y otra donde el ingreso supera a la pérdida de estos materiales (otoño-invierno).

A su vez, cada temporada puede diferenciarse en las etapas siguientes:

Primavera: cuando la entrada de sólidos suspendidos es menor a la salida, esta última es más baja que la de verano.

Verano: reporta el mayor transporte hacia el mar, es mayor que en primavera (ver Figs. 11, 12 y 16, 17).

Otoño: se presenta la misma diferenciación que en la temporada pasada pero inverso, ya que en las dos épocas del año que forman la temporada, entran más sedimentos suspendidos que los que salen.

Invierno: ingresa más cantidad de sólidos suspendidos que en otoño (Figs. 13, 14 y 18).

Es importante llamar la atención que la cantidad de sedimentos en suspensión son, con mucho, más altos en la temporada de oto

ño-invierno que en la primavera-verano, lo cual desde luego invalida la posibilidad de un balance natural (este punto se ha de presentar cuantitativamente en trabajos posteriores).

Así también podemos mencionar que las concentraciones de sólidos suspendidos es sensiblemente más alta en la Boca de Panteones que en la de Santa Ana, ésto para cualquier época del año.

Ríos

Con lo que respecta a los ríos el comportamiento que siguen se puede considerar también el de las 2 temporadas mencionadas, con las siguientes características:

En la temporada primavera-verano, los ríos no fluyen hacia la laguna sino que la laguna fluye hacia los ríos, tal efecto suscita una pérdida de sedimentos suspendidos en la laguna, la cual puede ser considerable (ver Figs. 19, 20 y 23, 24).

Ahora bien, si eso lo sumamos a que la pérdida de sedimentos suspendidos también se lleva a cabo por las bocas tendremos un gasto negativo de sólidos suspendidos para las lagunas.

Y en segundo lugar tenemos que para la temporada de otoño-invierno los ríos sí fluyen hacia la laguna acarreando importantes cantidades de sólidos suspendidos (ver Figs. 21, 22 y 25).

Si de igual forma que en la temporada pasada lo sumamos al aporte que se llega por vía marina, tendremos que habrá un gasto positivo a favor de la laguna y como ya habíamos llamado la

atención con anterioridad es con mucho más alto, inhibiendo con ésto la posibilidad de un balance .

Puntas

Por lo que se refiere a las puntas que se localizan en la comunicación de las lagunas, pienso que es posible falten datos para poder discutir algo en este punto pudiéndose decir tan solo que el Shishal presentó un flujo hacia el canal, apégándose a las concentraciones antes mencionadas para las temporadas designadas en este trabajo (ver Figs. 26 y 28).

Mientras que para el Caballito, donde se comunica el Pajonal con la laguna del Carmen solo podemos decir que el comportamiento de concentración de sólidos suspendidos se mantiene bajo en primavera-verano y alta en otoño-invierno, pero por falta de un dato (dirección de la corriente) no se puede discutir mucho.

Velocidad de la Corriente

Lagunas. El comportamiento de este parámetro se apega a la agrupación temporal que se hizo para los sólidos suspendidos, pero con las siguientes características:

Para primavera-verano se tienen las velocidades menores del año, desde luego para primavera reporta de 0.5 a 1.0 m/seg y en verano casi se conserva en 1.0 m/seg (Ver Figs. 11, 12 y 13, 14).

Mientras que para otoño-invierno se registran las mayores velocidades de corriente de el ciclo anual, al igual que en los casos anteriores el comportamiento temporal es igual, ya que in-

vierno registra valores más altos a los de otoño (Ver Figs. 13, 14, 15 y 18).

Ríos

Las velocidades que se registran aquí son muy bajas para todas las épocas del año. Pero no obstante ésto, se conservan las características de las dos temporadas, menores en la primera parte del año y mayores en la segunda (Ver Figs. 19 a 25).

Puntas

El comportamiento en estos puntos del parámetro se conserva bastante homogéneo y sin una preferencia por ser mayor o menor en alguna temporada.

Salinidad y Temperatura

Lagunas. La tendencia que siguen estos dos parámetros a lo largo del año, también se pueden agrupar en las dos temporadas que se han manejado hasta ahora, las características que siguen la salinidad y la temperatura son las siguientes: para primavera-verano una alta salinidad y temperatura, siendo la temperatura más alta en primavera que en verano. Caso contrario con lo que pasa en los parámetros anteriores (Ver Figs. 11, 12 y 16, 17).

Mientras que para la salinidad y la temperatura de otoño-invierno, los resultados indican que hay un abatimiento de los dos parámetros, más acentuado para la época invernal (Ver Figs. 13, 14, 15 y 18).

Ríos

En estas estaciones los dos parámetros se marcan muy bien en una tendencia a ser altas en la primera época del año y más baja para la segunda (Ver Figs. 19 a 25).

Puntas

Para estos dos puntos se marca de igual forma que en los ríos y lagunas las dos temporadas antes mencionadas (Ver Figs. 26 a 29).

Con el fin de comparar los resultados del estudio se presenta la tabla 20, observándose en ésta una buena concordancia entre los datos de este estudio, los de la Laguna de Términos, Camp. e incluso con ríos y lagunas de altas latitudes.

Tabla 20.- Comparación de resultados con otros sistemas lagunares y ríos.

REFERENCIA	LUGAR	SALINIDAD ‰	CONCENTRACION DE SOLIDOS SUSPENDIDOS		VELOCIDAD DE LA CORRIENTE m/seg
			LAGUNA mg/l	RIO mg/l	
Postma, H. (1965)	Lag. Guerrero Negro B, C.	34.20	20-150		0.7
Meade, R. (1969)	Río Raritan, N, Y.	2-7		40-70	0.4
Drake, D: E: (1976)	Río Estuario		5-10 a 5000	10- 50g/l	
Fernández P., H. <u>et al.</u> (1981)	R. Vapor, Camp.	0.009		16.1	0.13
	R. Palizada, Camp.	0.015		46.8	0.62
	Boca del Carmen, Lag. Términos	10.40	28.2		0.43
Rodríguez-Espinosa (el presente tra bajo)	Boca Panteón				
	L. Machona T.	36.0	19.0		0.7
	Boca Santa Ana				
	L. Carmen, Tabasco	37.0	30.0		0.5
	R. Santa Ana				
L. Machona	3.0		20	0.3	
R. San Felipe					
L. Carmen	8.0		50	-	

EXPLICACION DE LAS GRAFICAS TRIDIMENSIONALES

De la figura 30 a la 37 se presentan gráficas en tres dimensiones en las cuales se esquematiza en espacio y tiempo los siguientes parámetros: salinidad, sedimentos y habitantes.

- En el eje X se representa espacialmente la distancia horizontal comprendida entre las "estaciones" o lugares que se seleccionaron para tomar datos de los parámetros antes mencionados de los trabajos aquí citados. Las "estaciones" están marcadas en la figura 4, donde corresponden a la primera estación la Boca de Santa Ana en la Laguna de El Carmen y la séptima a la Boca de Panteones en la Laguna de La Machona.
- En el eje Z se representan las cuatro épocas del año, salvo en las figuras 33 donde se representan meses; 36 y 37 donde presentan datos de años.
- En el eje Y se representa el parámetro de que se trate: de las figuras 30 a la 35 salinidad, la figura 36 la textura de los sedimentos, y la figura 37 habitantes.

DISCUSION DE LAS GRAFICAS DE IMPACTO AMBIENTAL

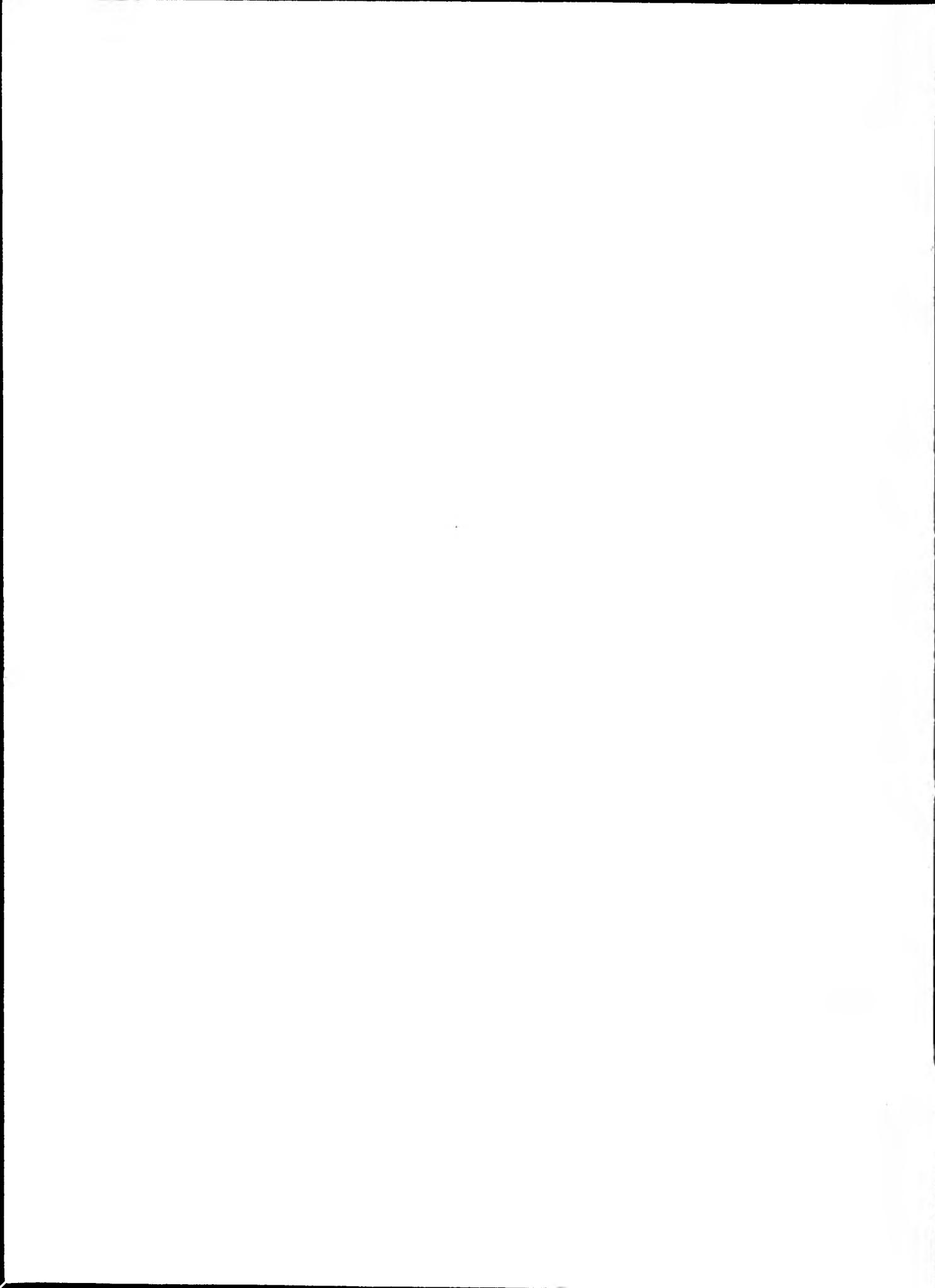
Las figuras 30, 31 y 32 muestran las condiciones de salinidad que prevalecían en las lagunas Carmen-Pajonal-Machona antes de que se abriera la Boca de Panteones.

La Laguna de El Carmen presentaba condiciones (1-30^o/oo) salobres para la segunda temporada del año (otoño-invierno). Mientras que para la primera temporada el regimen es marino (30-40^o/oo).

Ahora bien, para más de la mitad oriental del sistema lagunar las condiciones hidrológicas son dulceacuícolas (0.-0.5) y salobres (1-30^o/oo) en la segunda y primera temporada del año -- respectivamente. La clasificación del agua de acuerdo a su salinidad tomada de Kalle (1972).

En la figura 33 se presentan datos de salinidad tomados en un lapso de 7 meses comenzando 4 días después de que se abriera la boca. Es claro que las condiciones dulceacuícolas que prevalecían fueron sustituidas por marinas, ésto sucedió en tan sólo dos meses, lo cual puede ser acusado por la influencia que presentan en esta época del año los nortes.

Para finales de la primavera y principios de verano se llegan a presentar salinidades de 30-35^o/oo desde la Punta Caballito a la Boca de Panteones, lo cual indica que a partir de esta época la Laguna La Machona establece un régimen de salobre a marino.



SALINIDAD ‰ 1963

Datos modificados de Thom, B.L. (1967)

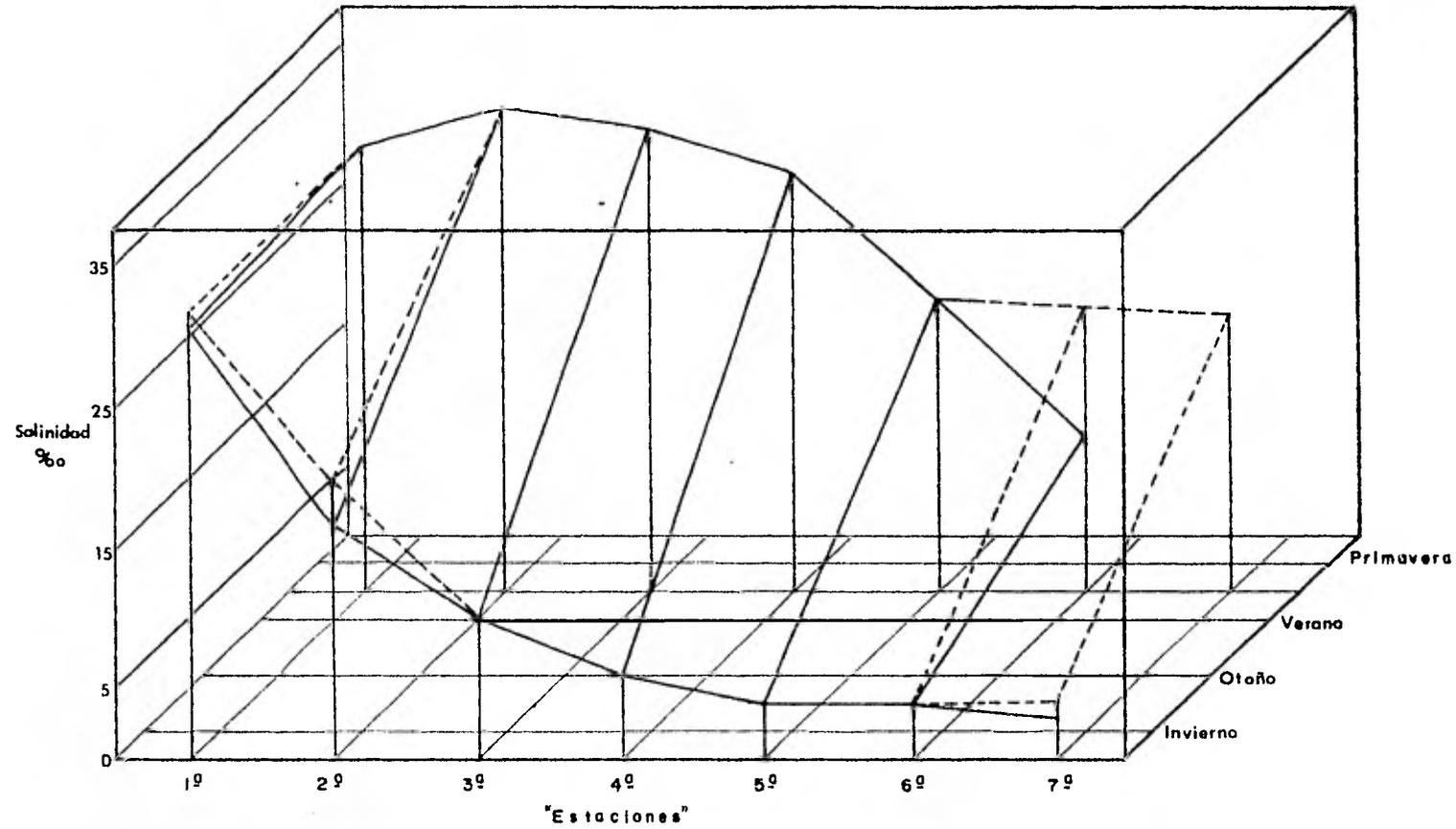


Fig. 30.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1963.

SALINIDAD ‰ OCT. 1971- SEP. 1972

Datos modificados de Gutierrez-Vallejo, M.E. (1973)

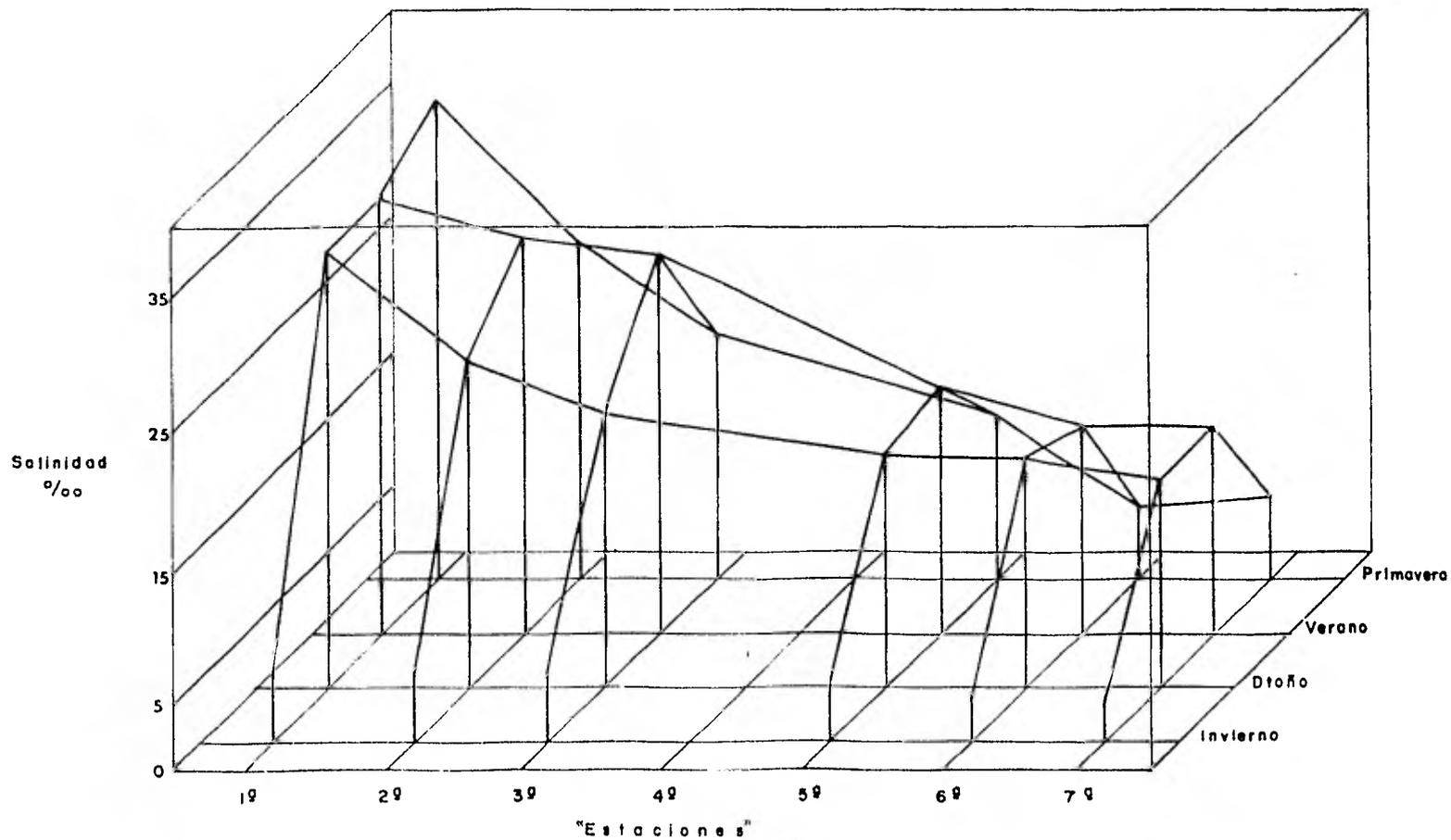


Fig. 31.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1971-1972.

SALINIDAD ‰ 1973-1974

Datos modificados de Gómez Angulo, H (1978)

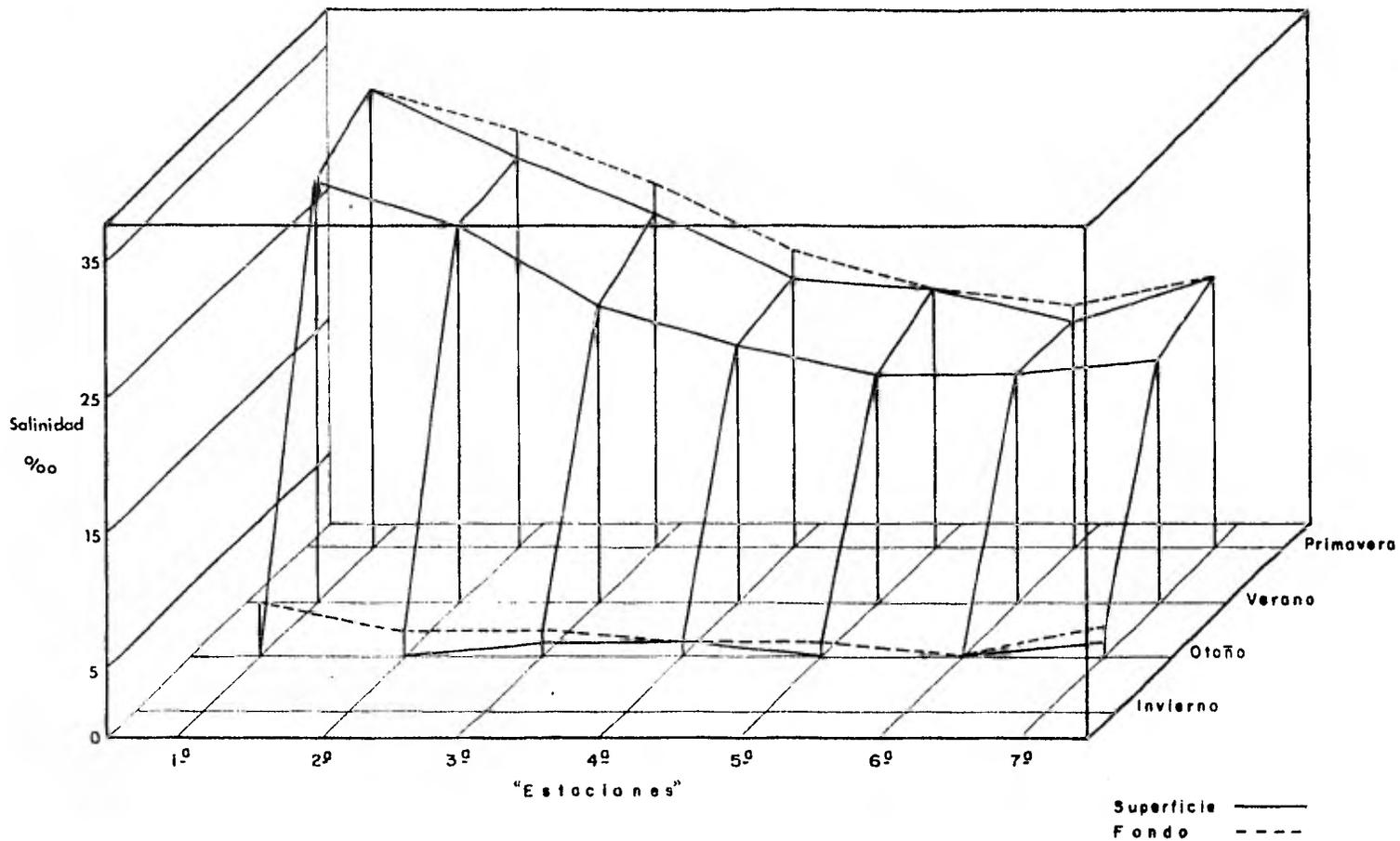


Fig. 32.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1973-1974.

SALINIDAD ‰ DIC. 75 a JUN. 76

Datos modificados de S.R.H. Dir. de Acuacultura (1976)

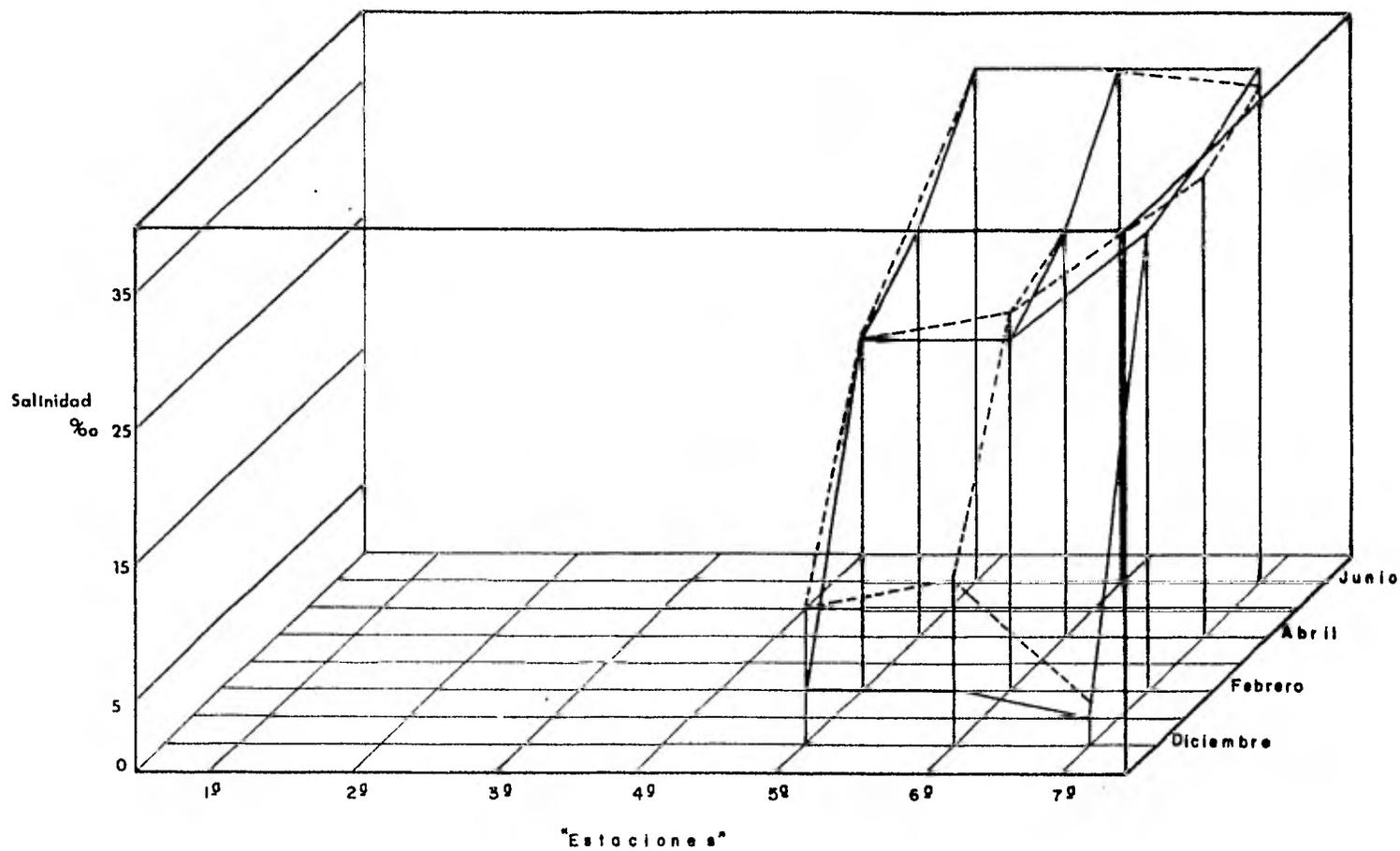


Fig. 33.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1975-1976.

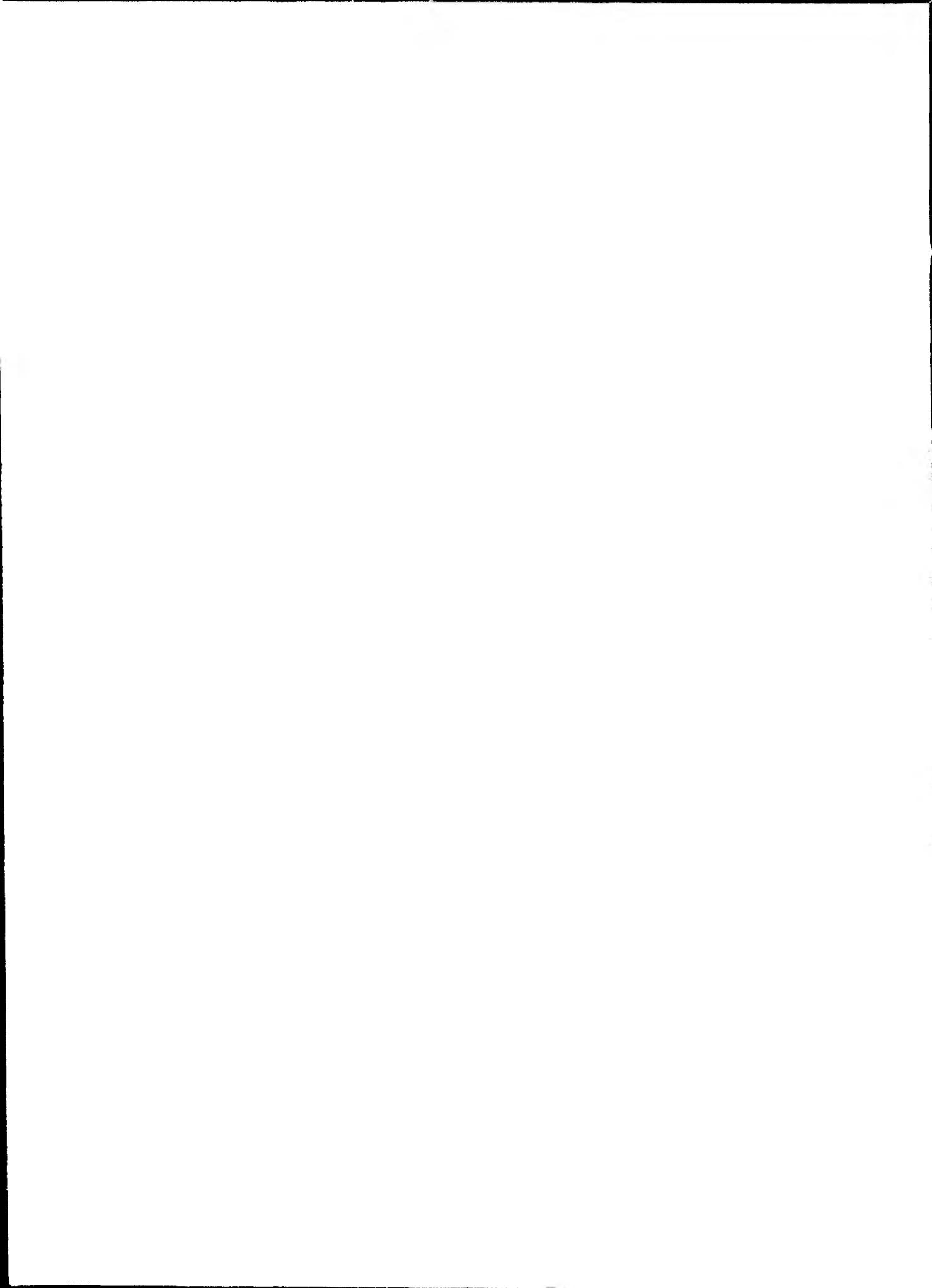
Superficie ———
Fondo - - - - -

Esto último es muy claro si vemos las figuras 34 y 35 donde se presentan datos reportados entre 1977-1979 y 1978-1981 para el sistema lagunar.

Para primavera-verano la salinidad más baja es de 20% (CECODES, 1981), mientras que para el Departamento de Pesca (1977, 1978, 1979) la salinidad se mantiene entre 33-35^o/oo. Recordemos - que la fuente del Departamento de Pesca recaba información quin cenal a lo largo de dos años y medio de muestreo. Ahora bien, la temporada otoño-invierno presenta después de la ruptura de - la Barra del Alacrán un sistema lagunar con salinidades 10-15 como mínimas y de 32^o/oo como máximas, recordemos que en esta misma época antes de la alteración se presentaban condiciones dulceacuícolas.

También es importante llamar la atención hacia las estaciones 7a, 6a y 5a, donde se presentan salinidades más altas en compa ración a las estaciones 1a, 2a y 3a, ésto puede estar causado por efectos hidrodinámicos en la Boca de Panteón, ésto es co rroborable con los datos de sólidos suspendidos en una y otra boca para cualquier época del año.

La figura 36 muestra como se ha modificado la textura de los sedimentos en las lagunas. Vemos que para antes de la abertu- ra los sedimentos que prevalecían en La Machona y parte de El Pajonal eran de textura fina, mientras que para una parte im-- portante de El Pajonal llegaba a establecerse un tipo de sedi- mentos con textura muy fina.



SALINIDAD ‰ 1977-1979

Datos modificados de Depto. de Pesca S.R.P.D.A.C.A.T.P.C.T.(1978)

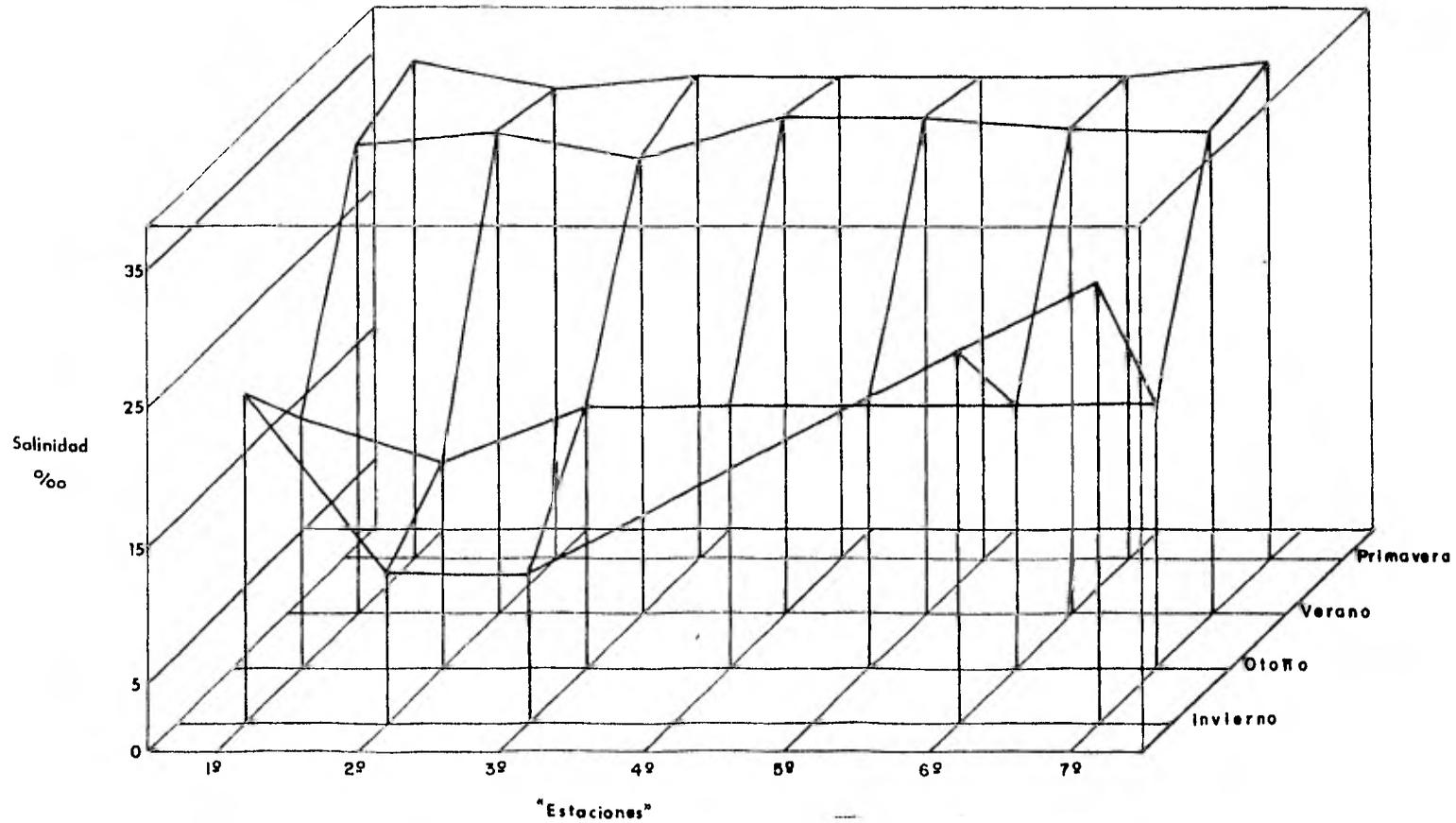


Fig. 34.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1977-1979.

SALINIDAD ‰ 1979-1981

Datos modificados de CECODES (1981)

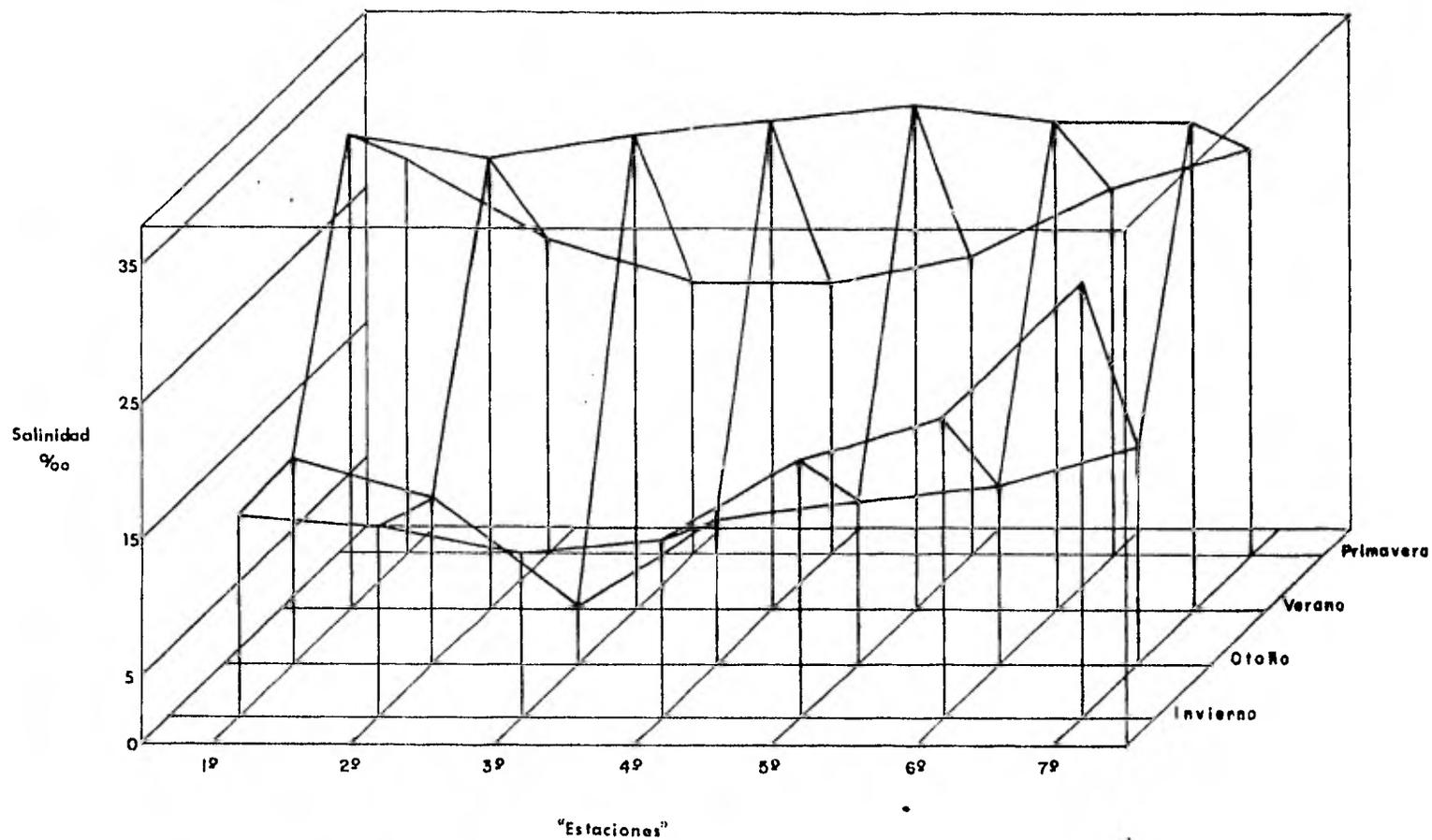


Fig. 35.- Condiciones de salinidad en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1979-1981.

SEDIMENTOS

Datos modificados de

West, R.C. et. al. (1976)	Sed. 62-63
Lara Andrade, R. (1972)	Sed. 1971
Galaviz Solis, A. (1980)	Sed. 77-79

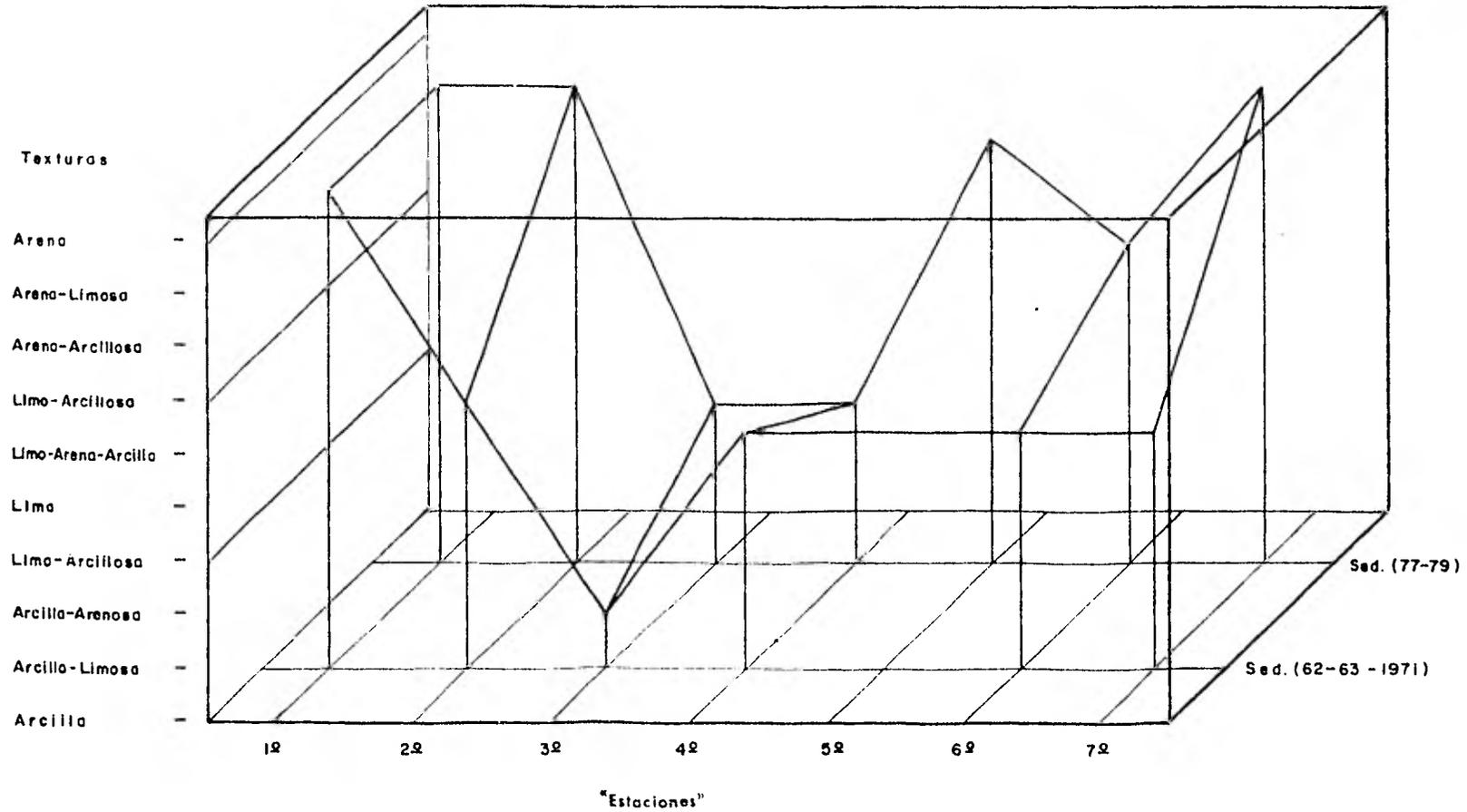


Fig. 36.- Condiciones de texturas en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1962-1971.

Después de la abertura tenemos que para el sistema Carmen-Pajonal-Machona se encontraron sedimentos de mayor tamaño en forma sustancial. Posiblemente esta modificación textural pueda ser causada por el cambio en las condiciones hidrodinámicas experimentadas por las lagunas después de la ruptura, ya que antes de ser alterado el sistema las condiciones prevalecientes en -- por lo menos El Canal y La Machona eran de baja energía; además de obedecer a un patrón de circulación que estaba en función de la Boca de Santa Ana.

Ahora bien, al existir dos bocas, obviamente la circulación y condiciones energéticas del sistema son diferentes pudiendo -- ocasionar con ésto, que los sedimentos asentados en zonas de baja energía hallan sido removidos y ahora sean sustituidos por otros más gruesos.

Es digno de considerar que si bien los cambios en el sistema ambiental pueden ser importantes en las actividades económicas de la región, el hombre mismo juega un papel importante en el uso y explotación de los recursos por lo que se presenta la figura 37 en donde podemos observar que el crecimiento demográfico para las últimas décadas ha sido considerable, más aún si tomamos en cuenta que del total de habitantes reportadas del 84-90% se dedican a la pesca.

HABITANTES

Datos modificados de los Censos (1940, 50, 60, 70)

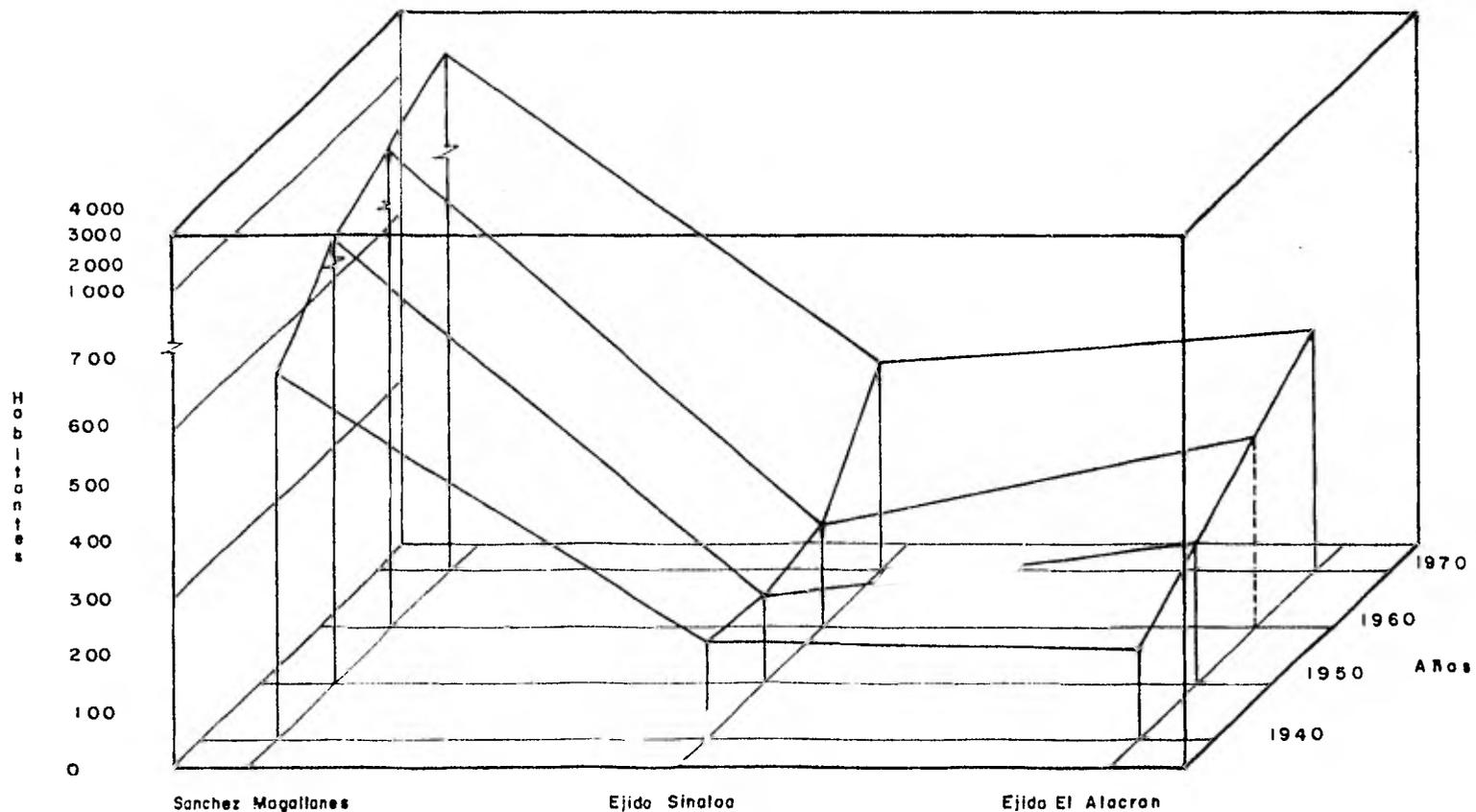


Fig. 37.- Condición de habitantes en el sistema Carmen-Pajonal-Machona, en 1940-1950-1960-1970.

CONCLUSIONES GENERALES

- El sistema Carmen-Pajonal-Machona en comparación con ocho sistemas similares del Golfo de México presenta las más altas concentraciones de contaminantes tanto en organismos como en sedimentos; presenta también el régimen de parámetros físico-químicos más alto de las ocho lagunas estudiadas; además de haber detectado en El Carmen y La Machona los ingresos más altos de organismos marinos. Todos estos antecedentes el autor piensa que pueden estar dados por la situación geográfica de las lagunas estudiadas con respecto a los nortes, pues tal situación queda en el paso o ruta de los nortes.
- Las lagunas costeras Carmen-Pajonal-Machona tienen una ganancia anual neta de sólidos suspendidos, los cuales son aportados tanto por vía marina como fluvial.
- La ganancia de los sólidos suspendidos es predominante durante la 2a. temporada del año (otoño-invierno), siendo con mucho mayor a la pérdida de estos en la primera parte del año (primavera-verano).
- La influencia marina es mucho más importante que la fluvial en cuanto a material suspendido, por dos cosas: La mitad del año los ríos sirven como vía de salida a sólidos suspendidos, mientras que para la otra parte del año aportan cantidades muy bajas en comparación con el marino.

- Las lagunas costeras son receptáculos naturales susceptibles de sedimentarse, por lo que es importante detectar los lugares en el sistema estudiado donde están depositando los sólidos que ingresan anualmente, desde que se abrió la Boca de Panteones. Uno de estos lugares podría ser el canal del Pajonal, ya que en base a la distribución horizontal de parámetros físico-químicos, a la circulación generalizada del sistema (Ver Fig. 39), así como a la distribución que presenta el ingreso marea-real. Esto es muy importante ya que se pueden tener problemas serios en cuestión de asolves, por ahora no determinantes para la pesquería del ostión, (Ver Fig. 38), pero si en un plazo no muy largo, pues se puede presentar una fragmentación lagunar, dicho proceso ha sido explicado por Phleger (1969). Recordemos por último que el Canal del Pajonal es la zona donde se concentran los más importantes bancos ostrícolas que sostienen la región.
- Las lagunas costeras estudiadas sufrieron un impacto ambiental debido a la ruptura de la Barra del Alacrán a partir de finales de 1975 y principios de 1976, lo cual pudo haber causado la baja que se registra para los años posteriores en la pesquería del ostión en la Delegación de Sánchez Magallanes, Tabasco. (Ver Fig. 38).
- El régimen salobre marino que prevalece actualmente en el sistema lagunar no ha sido lo suficientemente drástico como para desplazar a la especie Crassostrea virginica debido a dos cosas: una, la gran capacidad

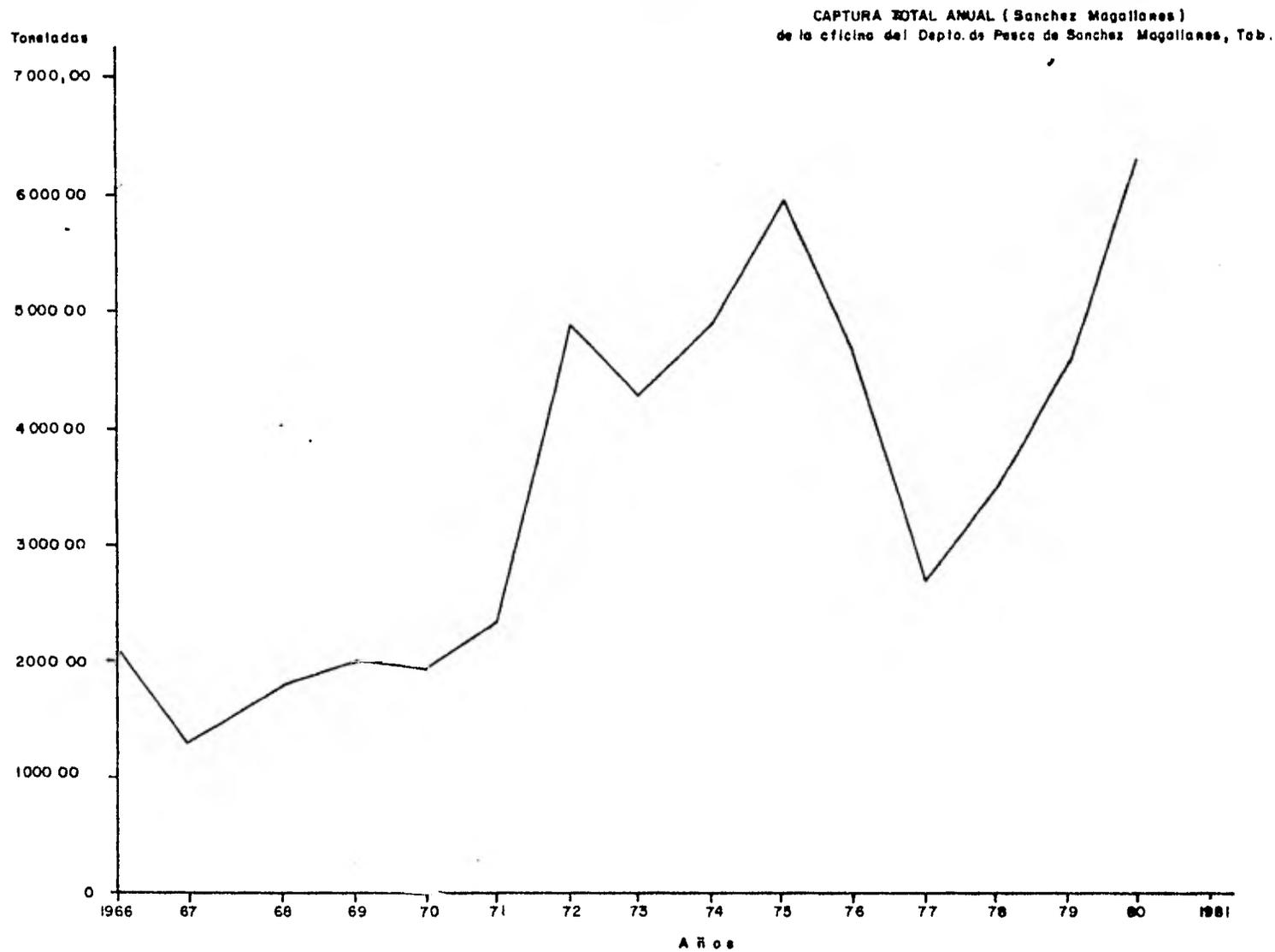


Fig. 38. Captura comercial de ostión en Sánchez Magallanes de 1966 a 1981.

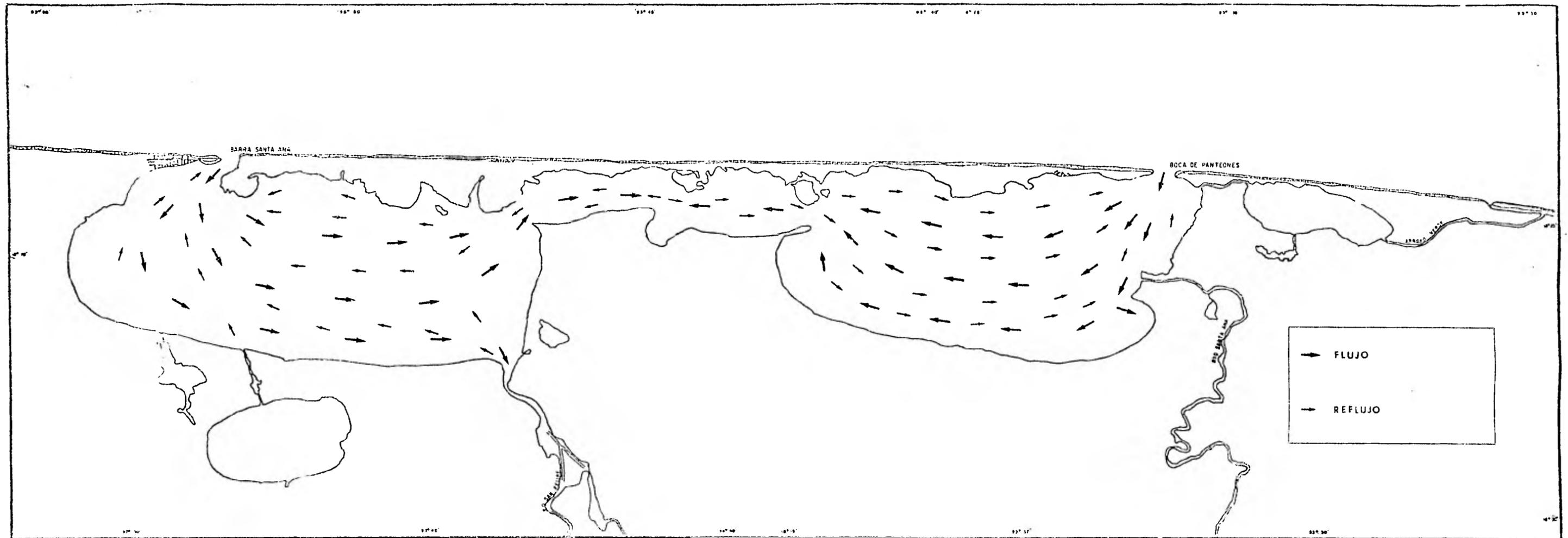


Fig. 39.- Dirección de la corriente generalizada en el sistema Carmen-Pajonal-Machona.

que presenta esta especie a cambios de salinidad (eurihalino) y por otro lado a que las condiciones que se presentan en el Canal de El Pajonal son las más salobres para la segunda época del año de todo el sistema lagunar (Ver Figs. 34 y 35).

- El cambio hidrobiológico que sufrió el sistema El Carmen y La Machona es evidente por la desaparición de especies salobres y la colonización de nuevas especies marinas.

RECOMENDACIONES

- Es muy importante conocer la tasa de asolve que se registra en el sistema con el fin de detectar los lugares en donde se están depositando los sedimentos ganados anualmente, así como el tiempo que les toma hacerlo.

- Llevar a cabo el balance cuantitativo de la ganancia y -- pérdida de los sedimentos suspendidos que interactúan con el sistema marino y el continental.

Bibliografía

- Alvarez, Carlos, Domínguez, Laura Celis, G., Ma. Eugenia Floriuk G., Julio R. Mejía P. (1982) Distribución y Concentración de hidrocarburos en sedimentos y organismos del Sistema Lagunar Carmen y Machona, Edo. de Tabasco, México. Reporte de Investigación 27 UAM División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
- Antoli Figuerola, Vicente (1979) Estudio preliminar sobre la Sistemática y distribución de la Fauna Malacológica de las lagunas de el Carmen y Machona, Estado de Tabasco, México. Tesis de Biólogo. Facultad de Ciencias.
- Banse, K., C.P. Falls and L.A. Hobson (1963) A gravimetric method for determining suspended matter in sea water using Millipore filter, Deep-Sea Research, 10: 639-642.
- Botello, A.V. (1978) Presencia de Hidrocarburos fósiles en ecosistemas estuarinos del Golfo de México. Rev. Biol. Trop. 26 (supl. 5): 135-51.
- _____, (1979) Niveles Actuales de hidrocarburos fósiles en Ecosistemas Estuarinos del Golfo de México. An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología UNAM, 6 (1): 7-14.
- _____, E.F. Mandelli, S. Macko y P.L. Parker (1980) Organic Carbon Isotope ratios of recent sediments from Coastal Lagoon of the Gulf of México, México., Geochimica Cosmochimica Acta Vol. 44 pp. 557-9.
- Bravo, A.H., S. Salazar L., A.V. Botello y E.F. Mandelli (1978) Polyaromatic Hydrocarbons in Oysters from Coastal Lagoons along the Eastern Coast of the Gulf of Mexico, México. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 19 (2): 171-8.
- Buchan, S., G.D. Floodgate, and D.J. Crisp (1967) Studies on the Seasonal Variation of the suspended matter in the meani straits. I. the inorganic fraction. Limnology and Oceanography, 12, 419-431.
- Centro de Ecodesarrollo (1981) Las Lagunas Costeras de Tabasco, un ecosistema en peligro, Centro de Ecodesarrollo en la serie Energía y Sociedad, México, D. F.

- Day, J.W. and A. Yañez-Arancibia (1982) Coastal Lagoons and Estuaries: Ecosystem approach. Ciencia Interamericana (Mar. Sci.) OEA, Washington. Vol. 22, No. 1-2 p. 11-26.
- De Lara, R., (1972) Evaluación de los recursos ostrícolas de las lagunas Mecoacan, Machona y del Carmen, Tabasco. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- De Lara, A.R., y M.E. Gutiérrez (1974) Algunos aspectos sobre el cultivo de Crassostrea Virginica Gmelin, en el Sistema Lagunar Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. Méx. Simposio FAO/CARPAS sobre acuicultura en América Latina. Uruguay pp 196-202.
- Departamento de Pesca, Secretaría de Recursos Pesqueros Dirección de Acuicultura Centro de Acuicultura Tropical, Puerto Ceiba, Tab. (1978-1979) Informe del Programa "Sistemas de referencia" que presentan los cc. Ocean. Jaime Gastelum Gandara, T.P. Erik Barra Escalante, 10 informes bimestrales y trimestrales de observaciones quincenales. Inéditos.
- Drake, D.E. (1976) Suspended Sediment Transport and Mud Deposition J.P. Swift (eds.) Marine Sediment Transport and Environmental Management, Wiley-Interscience, Wiley, New York. cap: 7. pp 127-158.
- Eaton, J.S. and G.E. Likens. (1969) Use of membrane filters in gravimetric analyses of particulate matter in nature water, Water Resources Research Vol. 5, No. 5 p 1152-1156.
- Fernandez Pérez, H. Valdéz, L.D., F., Paez O. y H. M.A. Alexander (1981) Cuantificación de Materiales suspendidos y aportados por los Ríos de la Laguna de Términos y Zonas Litorales del Golfo de México. Reporte parcial al CONACYT. No publicado.
- Gaceta UNAM. La influencia de los hidrocarburos en las lagunas El Carmen-Machona y Mecoacan, Tabasco. Gaceta UNAM. cuarta época Vol. No. 30, Abril 23, 1981.

- Galaviz Solís, Alfredo (1980) Morfología y sedimentos recientes del Sistema lagunar del Carmen - La Machona, Tabasco, México. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, México. UNAM.
- García, Enriqueta (1973) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, Instituto de Geografía, UNAM.
- Godfrey, P.J. (1976) Barrier beaches of the east coast. Oceanus, 19 (5): 27-40.
- Gómez-Aguirre, Samuel (1977) Ingresos masivos de Stomolophus Meleagris Agassiz (SCYPHOZOA RHIZOSTOMEAE) en lagunas costeras de México, Memoria del Primer Congreso Nacional de Zoología 9-12 octubre de 1977 Chapingo, México. pp 114-24.
- _____, (1978) Variación estacional en grandes medusas (SCYPHOZOA) en un sistema de lagunas costeras del Sur del Golfo de México (1977/1978) Resúmen V Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica 20-25 Nov. 1978 Universidad de Sao Paulo Brasil pp 227-8 (en Prensa).
- _____, (1980a). Frecuencia de STYLOCHUS ELLIPTICUS GIRARD 1850 (Turbellaria Polycladida), en Crassostrea Virginica Gmelin, de lagunas costeras del Sur del Golfo de México (1977/79). An. Instituto de Biología, UNAM 51 (1980) Ser. Zool. (1) 1-10.
- Gómez-Aguirre, Samuel (1980b). Observaciones hidrobiológicas en un sistema de lagunas costeras del Sur del Golfo de México (1976/1980). Memoria del III Simposio Latinoamericano de Acuicultura 25-30 de Agosto de 1980. Cartagena Colombia. (en Prensa).
- Gómez-Aguirre, Samuel y Virgilio Arenas-Fuentes (1980 en Prensa), Impactos en la Naturaleza Hidrobiológica de las lagunas Costeras, Memoria del I Congreso sobre Problemas Ambientales de México. 8-12 diciembre 1980. México (en Prensa).

- Gómez-Angulo, Humberto (1978) Distribución de Salinidades del Sistema Lagunar costero del Carmen-Pajonal-Machona de Tabasco, México. Ciencias Marinas (México) Vol. 5 (2), pp 87-93
- Gutiérrez Estrada, M., A. Galavín Solís y A. Castro del Río (1978) Fisiografía y sedimentos recientes de las lagunas El Carmen y Machona, Tabasco, México. Resúmenes VI Congreso Nacional de Oceanografía 10-13 de Abril de 1978, Unidad de Ciencias Marinas U.A.E.C.
- Gutiérrez, M.E. (1973) Establecimiento de elementos bioecológicos básicos para el cultivo de ostión Crassostrea Virginica Gmelin en el Sistema Lagunar Carmen Machona-Redonda, Tabasco. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Jáuregui Ostos, E. (1975) Los sistemas de tiempo en el Golfo de México y su vincidad, Boletín Instituto de Geografía, UNAM. Vol. VI, No. 6, p. 7-36.
- Kalle, K. (1972) Salinity. General Introduction. In: O. Kine (ed.) Marine Ecology Vol. 1 (2): Wiley and Sons. N.Y. 683-688 pp.
- Lankford, R.R. (1977) Coastal Lagoons of Mexico: their origin and classification. In: Wiley, M.E. (ed.) Estuarine Processes circulation, sediments and transfer of material in the estuary. Academic Press Inc. New York, 2: 182-215.
- Levy, J.P. (1978) Hacia una ordenación y desarrollo integrado de la Zona Costera. In: Orrego, F. (ed.) Política Oceánica, Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile. p. 220-237.
- Manheim, F.T., R.H. Meade, and G.C. Bond (1970) Suspended matter in surface water of the Atlantic Continental margin from Cape Cod to the Florida Keys. Science, Vol. 167, pp 371-376.
- Manheim, F.T., J.C. Hathaway and E. Uchupi (1972) Suspended matter in surface water of the Northern Gulf of Mexico. Limnology and Oceanography, 17: 1 pp 17-27.

- Mc. Cave, I.N. (1979) Suspended Sediments, In. Dyer, K.R. ed. Estuarine Hydrography and Sedimentation, Cambridge University Press, London pp 131-185.
- Mc. Intire, W.G. and C. Ho (1969) Development of Barrier Island Lagoons: Western Gulf of Mexico. In: Ayala Castañares, A. and Pheger (eds.) Lagunas costeras, un simposio. Mem. Simp. Intern. Lag. Cost. UNAM UNESCO Nov. 28-30 1967 México, D.F. p 49-69.
- Meade, Rolto (1969) Landward transport of bottom sediments in Estuaries of the Atlantic Coastal Plain. Journal of Sedimentary Petrology. Vol. 39 No. 1 pp 222-234.
- Meade, R.H., P.L. Sachs, F.T. Manheim, J.C. Hathaway, and D.W. Spencer (1975) Source of suspended matter in waters of the middle Atlantic Bight. J. of Sedimentary Petrology, Vol. 45 No. 1 pp 171-188.
- Medina, C.A. La Contaminación mato a la Machona, Excelsior, México, D.F. Septiembre 28, 1981, pág. 1 y 9.
- Millipore (1971) Analysis of solids in water, catalog. No. Lap 3060/ U.U.S.A.
- Odum, E.P. (1977) Ecología, C E C S A México.
- Phleger, F.B. (1969) Some General Features of Coastal Lagoons. In: Ayala-Castañares, A. y F. B. Phleger (eds.) Lagunas costeras un simposio. Mem. Simp. Intern. Lag. Cost. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967 p. 5-26.
- Postma, H. (1965) Water Circulation and suspended matter in Baja California Lagoons. Netherlands J. Sea Res. 2,4, 566-604.
- _____, (1967) Sediments transport and sedimentation in the estuarine environment. In Lauff, G. H. ed. Estuaries Am. Ass. for the Adv. of Science Publ. 83 Washington. pp 158-179.
- Programa Coordinado de estudios ecológicos en la Sonda de Campeche (1980) Informe de los trabajos realizados para el control del Pozo IXTOC-I el combate del derrame de Petróleo y de terminación de sus efectos sobre el ambiente Marino. Prog. Coord. de estudios ecológicos de la Sonda de Campeche.

- Pritchard, D.W. and Burt W.V. (1951) An inexpensive and rapid technique for obtaining current profiles in estuarine waters. Sears Found Journal Marine Research. 10 (2), 180-189.
- Psuty, N.P. (1965) Beach-Ridge Development in Tabasco Mexico Annals of the Association of American Geographers Vol. 55, No. 1, pp 112-124 U.S.A.
- Resendez-Medina, Andrés (1978) Hidrología de un sistema de lagunas costeras del sur del Golfo de México en un periodo comprendido entre 1977/1978. Resumo V Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica 20-25 Nov. 1978. Universidad de Sao Paulo Brasil pp. 267-8. (en Prensa).
- Resendez-Medina, Andrés y Samuel Gómez Aguirre (1978) Síntesis Hidrobiológica del sistema costero Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México en el ciclo 1977-78. (Inédito).
- Resendez-Medina, Andrés (1979) Estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras del Golfo de México y Mar Caribe entre 1966 y 1978. An. Instituto de Biología, UNAM, 50 ser. Zoología (1) 633-46.
- _____, (1980) Peces colectados en el sistema lagunar El Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. An. Instituto de Biología, UNAM. 51 (1980) Ser. Zoología (1) 477-504.
- Restrepo, I. Vibro, sp. y estafilococos en los ostiones, UNO MAS UNO, México, D.F. Nov. 11, 1981. I.
- _____, Una dieta con metales pesados, UNO MAS UNO, México, D.F. Nov. 12 1981. II.
- _____, La captura del ostión, común denominador de la economía local en el litoral de Tabasco. UNO MAS UNO México, D.F. Nov. 13, 1981. III.
- _____, El pescador libre, un paria de la costa que solamente tiene su fuerza de trabajo, UNO MAS UNO. México, D.F. Nov. 14, 1981. IV.
- _____, Carecen de sistemas para el tratamiento de las aguas negras, las ciudades del Sureste. UNO MAS UNO, México, D.F. Nov. 15, 1981. V.

- Rosales M.T.L., A.V. Botello, H. Bravo y E.T. Mandelli (1974) PCBs and Organochlorine insecticides in Oysters from Coastal Lagoons of the Gulf of Mexico, México. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 21 pp. 652-6.
- Rosales-Hoz, M.T. Leticia y Ricardo Alvarez-León (1979) Niveles Actuales de hidrocarburos organoclorados en sedimentos de lagunas costeras del Golfo de México. An. Centro Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 6 (2): 1-6.
- Spencer, D.W. and P.L. Sachs (1970) Some aspects of the distribution chemistry, and mineralogy of suspended matter in the Gulf of Maine. Marine Geology, 9, 117-136.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. (1976) Observaciones del muestreo intensivo en lagunas Machona-Redonda. (No publicado)
- Thom, B.G. (1967) Magrove Ecology and Deltaic Geomorphology, Tabasco, México. J. of Ecology 55: 301-43.
- Toledo Ocampo, Alejandro (Coordinador) (1982) Petróleo y Ecodesarrollo en el Sureste de México, Centro de Ecodesarrollo en la serie Energía y Sociedad. México, D.F.
- Vallejo, S.M.A. (1977) Usos y Administración de las lagunas costeras Seminario Latinoamericano sobre Lagunas Costeras. UNAM-OEA CCM y L Nov. 21-25, 1977, México, D.F. 34 p.
- Vidal Zepeda, R. y J. Rodríguez Rojas (1975) División Municipal de las Entidades Federativas 1970. (carta base municipal) Instituto de Geografía, UNAM.
- West, R.C. (1966) The Natural Vegetation of the Tabascan Lowlands Mexico. Revista Geográfica, Río de Janeiro, Brasil No. 64 pág. 107-122.
- West Robert C., Psuty N.P., Thom Bruce G. (1969) The Tabasco Lowlands of Southeastern Mexico, Coastal studies Institute Louisiana St. Universidad Baton Rouge, Lous.
- West, R.C., Psuty N.P. y Thom B.G. (1976), Las tierras bajas de Tabasco en el Sureste de México, Gobierno del Estado de Tabasco Villahermosa, Tab.

