

APLICACION DE UN MODELO NUMERICO UNIDIMENSIONAL A BAHIA SAN  
QUINTIN, B.C. VERANO DE 1977.

por:

Ignacio del Valle Lucero  
Universidad Autónoma de Sinaloa  
Mazatlán, Sinaloa, México

y

Homero R. Cabrera Muro  
Centro de Investigación Científica y  
de Educación Superior de Ensenada, B.C.  
Espinoza No. 843  
Ensenada, Baja California, México

RESUMEN

La Bahía de San Quintín, B.C., constituye un sistema ecológico interesante para el desarrollo de la acuicultura. En esta bahía, durante el verano de 1977, se realizaron observaciones de marea, corrientes, temperaturas, salinidad y vientos. Con esta información se aplicó un modelo numérico unidimensional para reproducir la hidrodinámica de la laguna. El modelo numérico utilizado resultó poco predictivo para esta localidad aunque si se obtuvieron valores semejantes entre calculados y observados de elevaciones de la superficie del agua y velocidades asociadas. Esto es especialmente claro en la ramificación más interna de Bahía San Quintín, B.C. También en esta zona de la laguna hubo una distribución de velocidades medias a lo largo del canal principal consistente con su morfología.

ABSTRACT

Bahía de San Quintín, B.C., forms an interesting ecosystem in which to develop aquaculture. In this bay, during the summer of 1977, observations on tides, currents, temperatures, salinities and winds were conducted. With this information, a one-dimensional numerical model was applied to reproduce the hydrodynamics of the lagoon. The numerical model utilized turned out to be of little predictive value for this locality, although similar calculated and observed values of water surface elevations and associated velocities were obtained. This is especially clear in the most internal branch of Bahía San Quintin, B.C. Also in this part of the lagoon, there was a distribution of medium velocities along the main channel that was consistent with its morphology.

# APLICACION DE UN MODELO NUMERICO UNIDIMENSIONAL.

## INTRODUCCION

Debido a su gran importancia económica, por su diversidad de recursos y posibilidades de uso, se ha intensificado notablemente el estudio de las lagunas costeras en Baja California. El propósito de estos estudios para el grupo de Hidrodinámica de Lagunas Costeras (CICESE) ha sido aportar el conocimiento físico necesario para mejor entender la ecología de estos cuerpos de agua. Bahía de San Quintín, B.C. (Fig. 1), es uno de estos sistemas ecológicos con amplias posibilidades para el desarrollo de la acuicultura de especies con importancia nutritiva. Durante el verano de 1977 se condujo un período de observaciones de variables físicas en esta bahía. Aquí se discuten los resultados obtenidos de aplicar un modelo numérico unidimensional a la información obtenida durante dicho período en Bahía de San Quintín, B.C.

## ANTECEDENTES

La Bahía de San Quintín, B.C. ha sido descrita y estudiada por numerosos autores. Bernard (1962), Menzies (1962) entre otros, ofrecen descripciones detalladas de esta bahía. También Chávez et al (1974), Alvarez Borrego et al (1975-1976) y Lara Lara (1978) presentan estudios hidrográficos y químicos de este cuerpo de agua. La implementación de modelos numéricos para entender mejor la hidrodinámica de esta bahía es reciente; del Valle (1979) presentó un estudio titulado "Aplicación de un modelo numérico unidimensional y análisis de condiciones hidrodinámicas en Bahía San Quintín, B.C." (Tesis de Maestría, CICESE, 1979) del cual este trabajo forma parte. Monreal (1980), aplicó también un modelo numérico que predice la dispersión de organismos en su estado larvario en la bahía.

## METODOS

Se determinó con más precisión la morfología de Bahía de San Quintín, B.C. (Secretaría de Marina). La Figura 1 muestra la bahía con sus profundidades, ensanchamientos y constricciones del canal principal. También aquí se muestra la ramificación de esta bahía en Bahía de San Quintín y Bahía Falsa; nos referimos a "la unión" como el lugar de conexión entre ambas bahías. Del período de observaciones (cuarta semana de junio a primera de agosto de 1977) se tomaron 700 horas de datos. Las variables registradas, la ubicación, tipo de instrumentos y segmentación de la bahía, se describen en la Fig. 2 y Tabla 1. Los datos de temperatura, salinidad

DEL VALLE - CABRERA

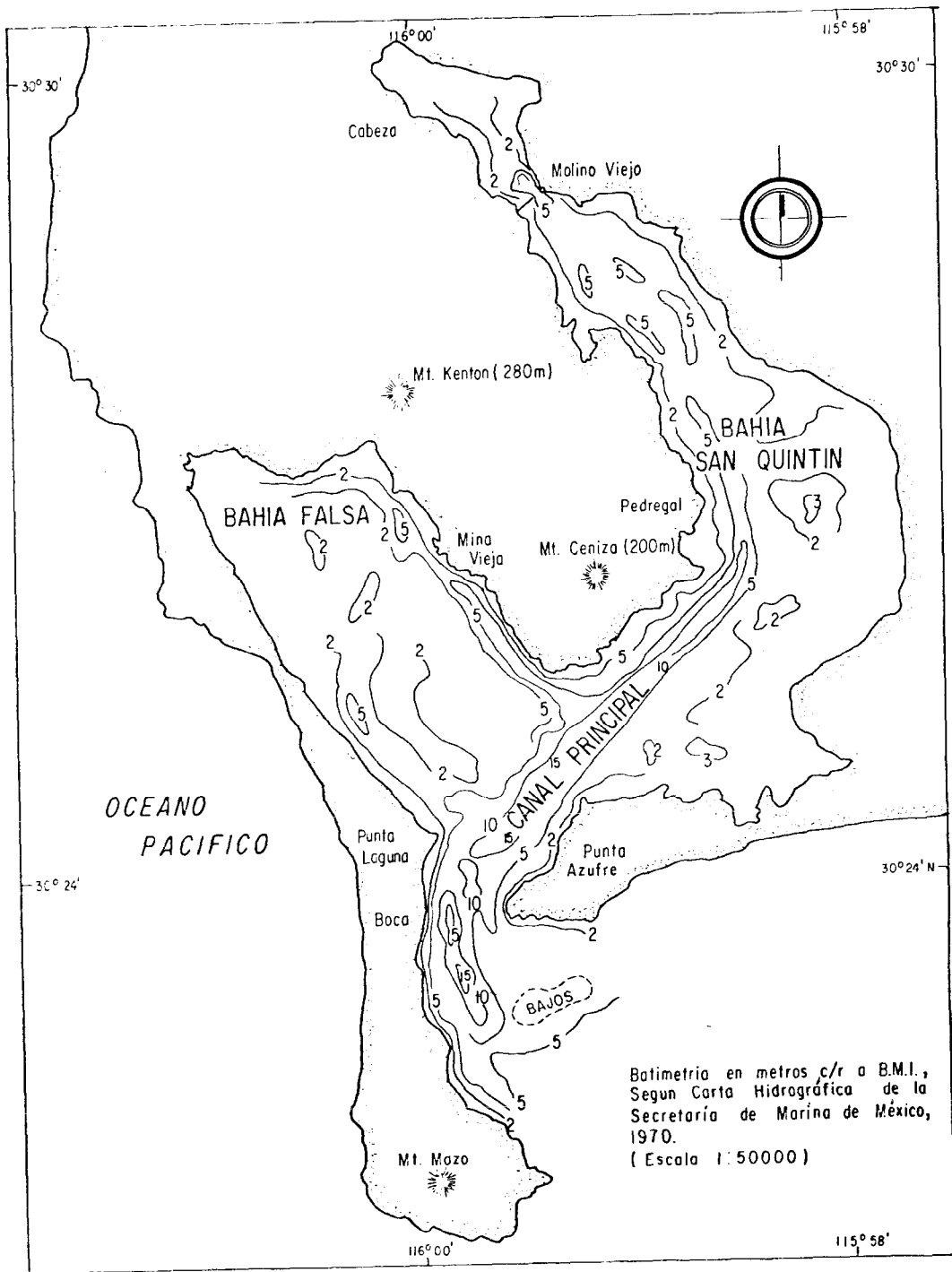


Fig. 1.- Bahía de San Quintín: Batimetría y nomenclatura

APLICACION DE UN MODELO NUMERICO UNIDIMENSIONAL

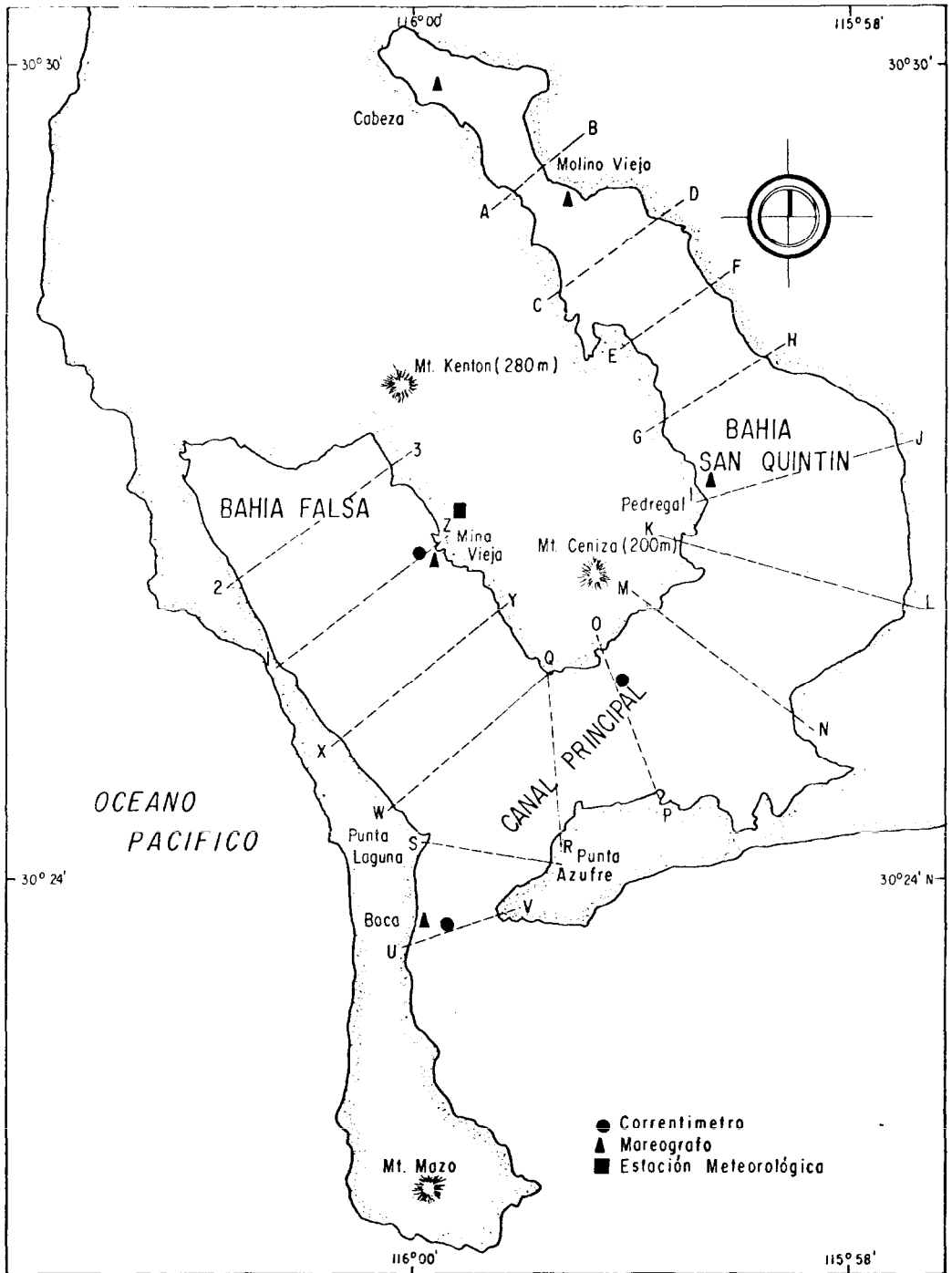


Fig.2.- Bahía de San Quintín: segmentación y ubicación de instrumentos

# DEL VALLE - CABRERA

Tabla No. 1

Mediciones efectuadas en Bahía San Quintín

Parametro	Instrumento	Ubicación
<b>Datos metereológicos</b>		
Rapidez y dirección del viento en función del tiempo	Anemómetro de registro continuo Kahlsico 02AM300	Mina Vieja en Bahía Falsa
Temperatura y humedad relativa del aire	Higrotermógrafo de registro continuo Weather measurements	Mina Vieja
<b>Datos de marea</b>		
Altura del nivel del agua en función del tiempo	Mareógrafos : Kahlsico 310WA440 Fischer - Porter Brystol 1Q3X628 Brystol 1Q3X628	Boca Molino Viejo Pedregal Cabeza
<b>Datos de corriente</b>		
Rapidez y dirección de las corrientes en función del tiempo	Correntímetros : Braicon 1381  Endeco 105  Hydrop 950S	Boca superficie y fondo Centro, superficie y fondo Mina Vieja
<b>Datos de salinidad y temperatura</b>		
Temperatura y salinidad cada 2 o 4 metros de profundidad, a intervalos variables de tiempo	Conductímetro-termómetros de inducción ICTI (C.B.I.) Kahlsico 118WA300	20 estaciones de la Boca a ambas cabezas
<b>Datos de concentración de tinta fluorescente</b>		
Intensidad de la fluorescencia, en función de tiempo y distancia, a profundidad fija	Fluorómetro con celda de flujo continuo Turner 111	Trayectos a lo largo de Bahía Falsa y Bahía de San Quintín

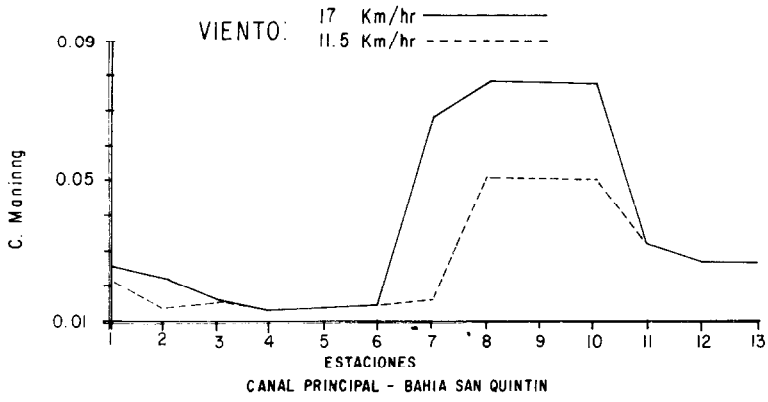
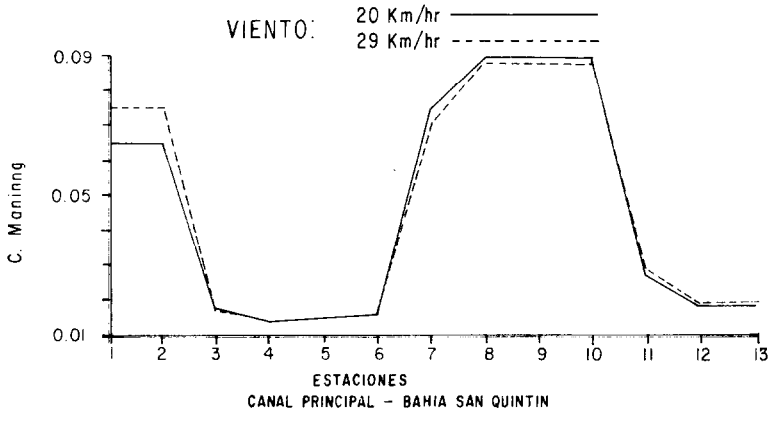
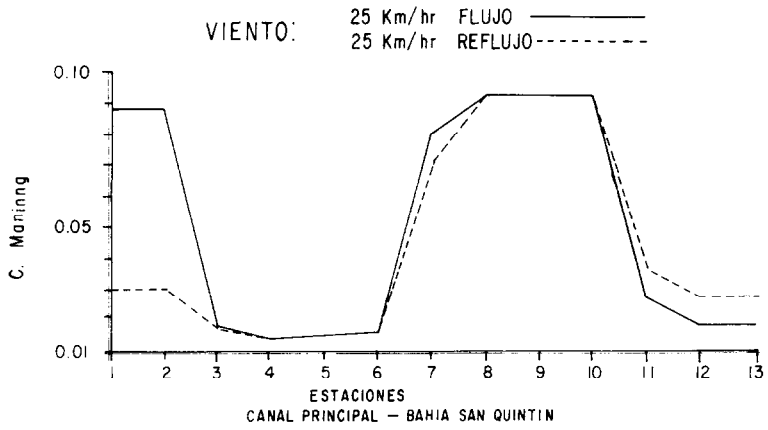
## APLICACION DE UN MODELO NUMERICO UNIDIMENSIONAL

La concentración de rodamina no se presentan en este trabajo. El modelo numérico utilizado es unidimensional, calcula velocidades y elevaciones de marea en estuarios, bahías y canales, bajo condiciones transitorias de entradas de agua dulce y elevaciones de marea oceánica. La integración del modelo se aproxima mediante un esquema explícito en diferencias finitas y se basa en una versión simplificada de las ecuaciones de conservación de masa y movimiento según Dronkers (1964). Las condiciones de frontera son las variaciones en tiempo de las elevaciones de la superficie del agua, velocidades promedio o descargas totales referidas a uno o ambos extremos del canal. Las condiciones iniciales se refieren a la variación espacial de las elevaciones de la superficie y descargas a lo largo del canal en tiempo particular. Una descripción ampliamente detallada de este modelo es ofrecida por Harleman y Lee (1969). Las observaciones se procesaron de la siguiente manera. Las series de viento, corrientes y marea se digitalizaron a intervalos regulares de una hora. Los valores de marea se ajustaron al nivel medio de marea. A las series de intensidad y dirección de viento se les calculó media, varianza y persistencia. Se obtuvieron también componentes Norte-Sur, Este-Oeste. A las series de corrientes se les aplicó el método de análisis armónico (Godin, G., 1967), y se les separaron sus componentes en dirección mediante histogramas de frecuencias. Aunque en este reporte no se presenta, a todas las series de variables se les calculó correlación lineal, análisis espectral (Jenkins and Watts, 1968) y admittancias (Godin, G., 1972).

## DISCUSIONES

La presentación de resultados se ofrece ampliamente por del Valle (1979). Las observaciones de marea y condiciones meteorológicas correspondientes, se consideran representativas de la laguna durante el período de estudio. La gran irregularidad en la topografía y su corta longitud respecto a su ancho, produjo una esquematización poco favorable para su estudio. Varios autores (Dronkers, 1969; Harlem y Tatcher, 1973) recomiendan la relación 1:3, 1:10 entre ancho y largo en la segmentación de un cuerpo de agua. La presencia también de extensas zonas someras en los extremos noroeste de ambas bahías, hicieron necesario el uso de elevaciones de marea como condiciones de frontera. Esto redujo la habilidad del modelo para reproducir procesos advectivos en la laguna. Chow (1959) establece que en cambios de rumbo del canal principal, el coeficiente de rugosidad de Manning observa valores altos. Esta situación se observa claramente en las estaciones 7, 8, 9 y 10 (Fig. 3, 4), en otras estaciones, 11, 12, 13 no mostró variación

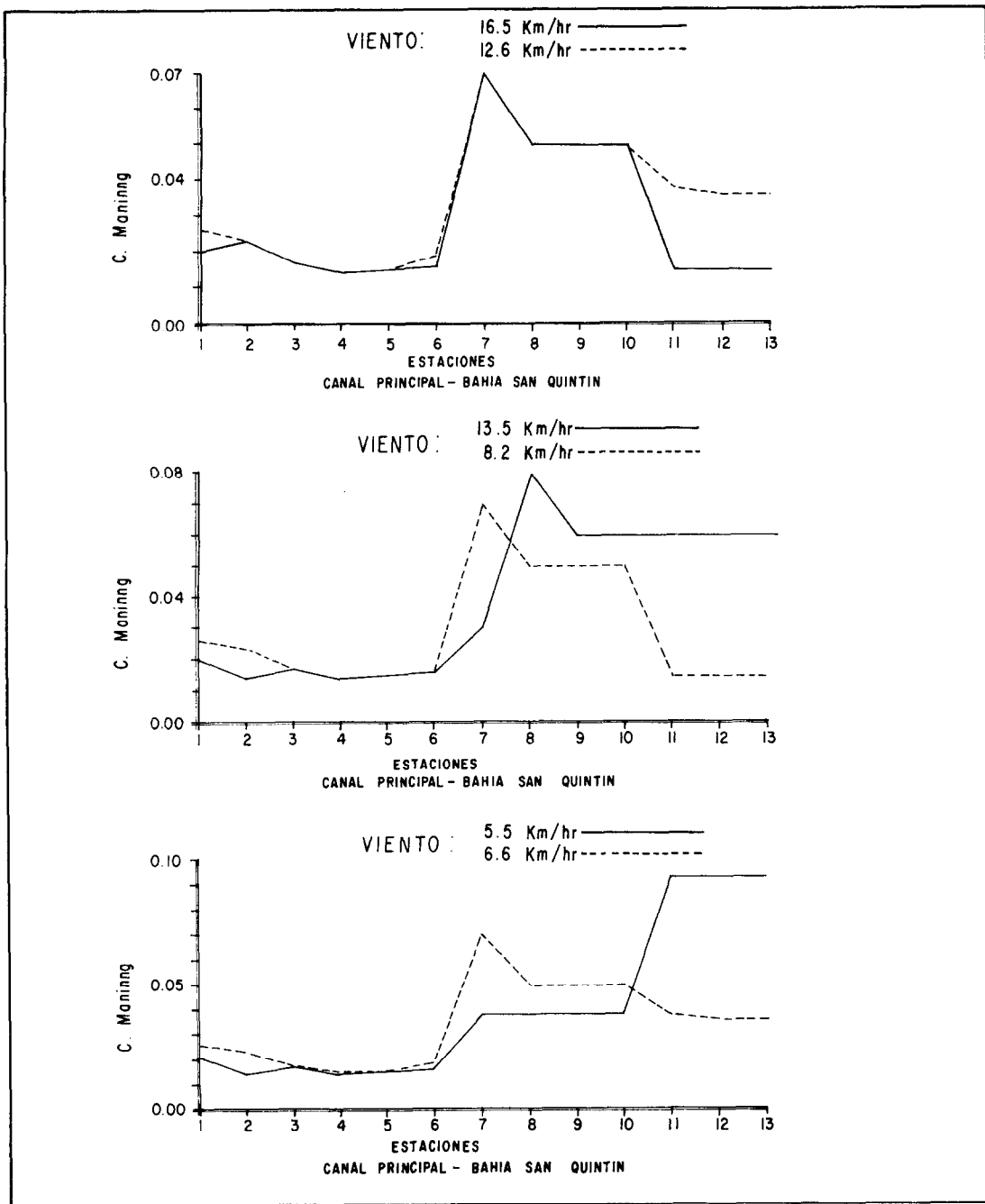
DEL VALLE - CABRERA



17 de Julio 8:00 horas

FIG. 3.- COEFICIENTES DE FRICCIÓN A LO LARGO DEL CANAL.

APLICACION DE UN MODELO NUMERICO UNIDIMENSIONAL



27 de Julio 14:00 horas.

FIG. 4.- COEFICIENTES DE FRICCIÓN A LO LARGO DEL CANAL.

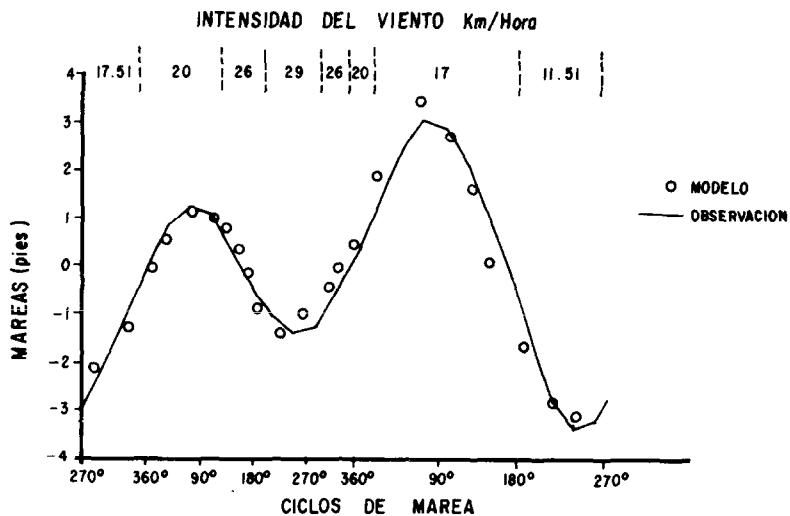


nes fuertes, y en las estaciones 1 y 2, se mostró este coeficiente relacionado a la dirección del segmento respecto del viento y su intensidad. El coeficiente de Manning también varió respecto al estado de la marea (Fig. 3). La dirección media del viento coincide con las direcciones longitudinales de ambas bahías. Su mayor influencia se ejerce en aquellas zonas de extensas áreas superficiales (estaciones 7, 8, 9 y 10). La energía transmitida al sistema en estas estaciones es disipada por los altos valores del coeficiente de Manning. La disipación de energía involucra disminución en la velocidad y altura de la superficie del agua. Los cambios de rumbo en la dirección del canal, aunados al efecto del viento y variaciones del coeficiente de rozamiento, dificultaron el ajuste entre alturas de marea calculadas y observadas. Sin embargo, en general, la concordancia entre estos valores y los correspondientes para velocidades calculadas y observadas, es aceptable en Bahía San Quintín (Figs. 5, 6, 7, 8). Las variaciones de las secciones transversales a lo largo del canal de Bahía San Quintín, están reflejadas en la distribución de velocidades promedio a lo largo del mismo canal. Finalmente, los resultados obtenidos para el canal de Bahía Falsa resultaron poco confiables. Esto se debe a la ausencia de observaciones de marea y corrientes en la unión de este canal con el de Bahía San Quintín.

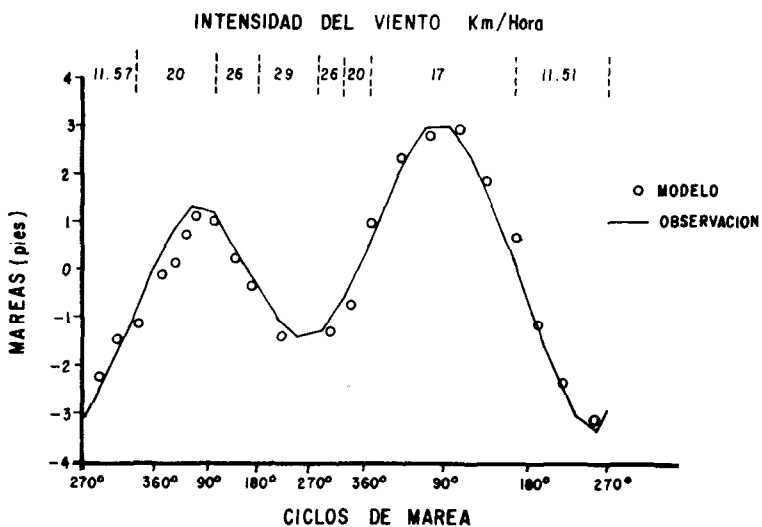
## CONCLUSIONES

El modelo numérico aplicado resultó poco adecuado para simular los procesos hidrodinámicos actuantes en Bahía San Quintín, B.C. Este modelo resultó muy sensible a la batimetría e intensidad del viento. Debido a la morfología de esta laguna, la esquematización lograda no resultó favorable para reproducir adecuadamente en ambas bahías las elevaciones de la superficie del agua y velocidades correspondientes. Los cambios abruptos de rumbo del canal con respecto a la dirección media del viento, también dificultó en ciertas zonas la operación adecuada del modelo. La ausencia de observaciones de altura del agua y velocidades en la unión, hizo poco confiables los resultados para Bahía Falsa. Sin embargo, para Bahía San Quintín en general, hubo buena concordancia entre los valores calculados y observados de elevaciones del agua y velocidades. Los valores medios de estas últimas son consistentes a lo largo del canal principal con los rasgos batimétricos más importantes de Bahía San Quintín. Finalmente, se recomienda utilizar en Bahía San Quintín, B.C., modelos numéricos de dos dimensiones o cuya integración se realice por medio de elementos finitos.

APLICACION DE UN MODELO NUMERICO UNIDIMENSIONAL



PEDREGAL 17 DE JULIO, 8:00 HORAS



MOLINO 17 DE JULIO, 8:00 HORAS

FIG. 5.- VELOCIDADES CALCULADAS Y OBSERVADAS.

DEL VALLE - CABRERA

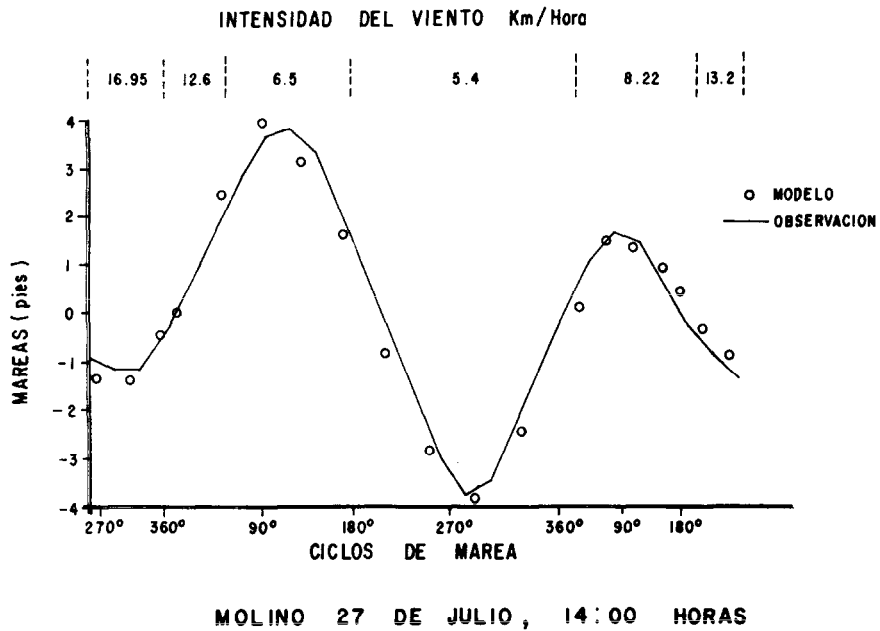
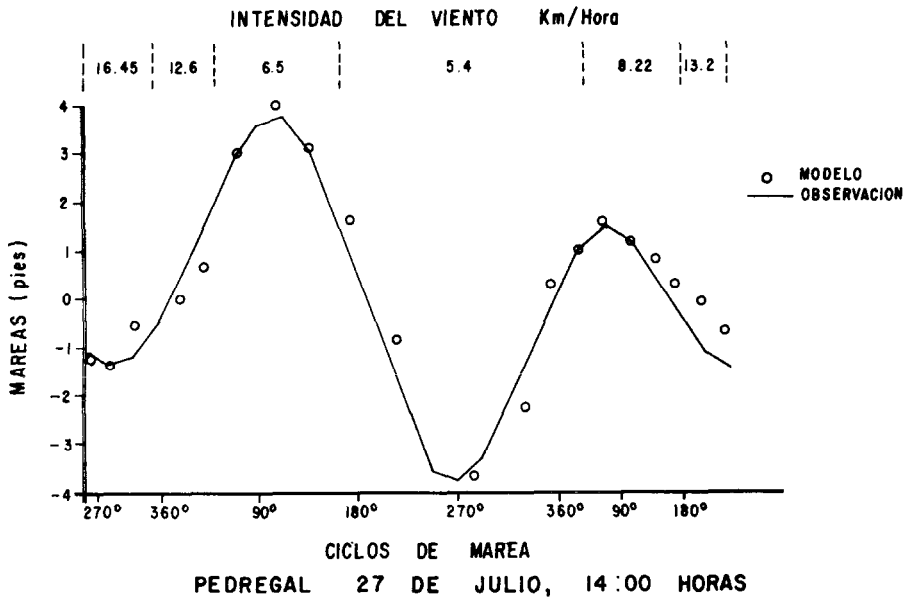


FIG.-6- VELOCIDADES CALCULADAS Y OBSERVADAS.

APLICACION DE UN MODELO NUMERICO UNIDIMENSIONAL

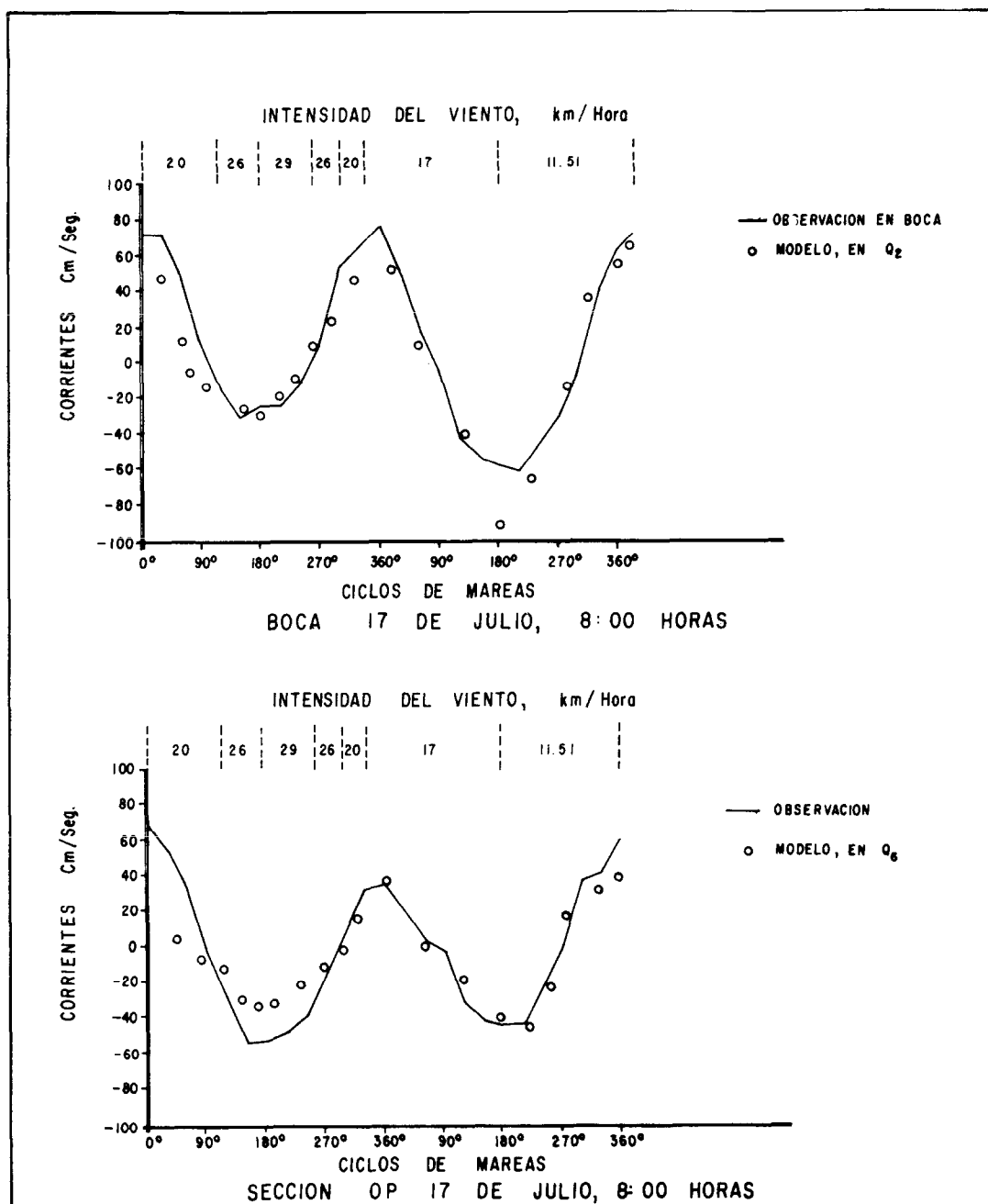
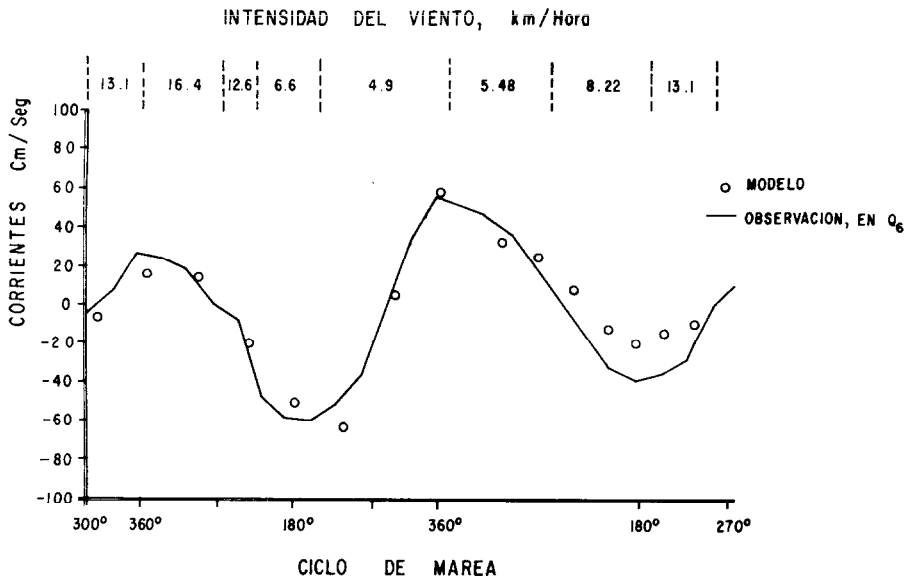


FIG. 7- VELOCIDADES CALCULADAS Y OBSERVADAS.

DEL VALLE - CABRERA



SECCION OP 27 DE JULIO, 14:00 HORAS.

FIG. 8.- VELOCIDADES CALCULADAS Y OBSERVADAS.

## APLICACION DE UN MODELO NUMERICO UNIDIMENSIONAL

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fué realizado en el grupo de Lagunas Costeras (CICESE) con el apoyo económico de CONACyT y la Secretaría de Programación y Presupuesto, a quienes se les agradece su colaboración.

### BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ BORREGO, S., et al, 1975. Estudio de algunas variables físico-químicas superficiales en Bahía San Quintín, en Verano, Otoño e Invierno. Ciencias Marinas (México) V 2(2): 1-9.
- ALVAREZ BORREGO, S., et al, 1976. Distribución superficial de fosfatos y silicatos en Bahía San Quintín, B.C. Ciencias Marinas (México) V 3(1):51-61.
- BERNARD, L., 1962. Bentic marine explorations of Bahía de San Quintín, B.C. 1960-61. Pacific Naturalist 3.
- CHAVEZ, A., et al, 1974. Hidrología de la Bahía de San Quintín, B.C. en Invierno y Primavera. Ciencias Marinas (México) V 1(2):31-62.
- CHOW, V.T., 1959. Open Channel Hydraulics. McGraw Hill.
- DRONKERS, J.J., 1964. Tidal computations and Coastal Waters. North-Holland Publishing Co., Amsterdam Interscience publishers, a division of John Wiley and Sons Inc. New York.
- DRONKERS, J.J., 1969. Tidal Computations of Rivers, Coastal Areas and Seas. Journal of Hydraulics Division. ASCE.
- GODIN, G., 1967. L'analyse d'observations sur les courants. Reveue Hydrographique Internationale, Extrait. XLIV(I).
- GODIN, G., 1972. The analysis of tides. University of Toronto Press Toronto.
- HARLEMAN, et al, 1969. The Computations of Tides and Currents in Estuaries and Canals. Technical Bulletin No. 16 Appendix A: A user manual. Corps of Engineers, U.S. Army.
- HARLEMAN, et al, 1973. The Computations of Tides and Currents in Estuaries and Canals. Technical Bulletin No. 17 Appendix A: A user manual. Corps of Engineers, U.S. Army.

DEL VALLE CABREA

JENKINS, G.M. and D.G. Watts, 1968. Spectral analysis and its applications. Holden-Day.

LARA LARA, J.R., 1978. Variability and Tidal Exchange of Ecological properties in a Coastal Lagoon. Tesis de Maestría. Universidad del Estado de Oregon.

MENZIES, J.R., 1962. The Marine Isopod Fauna of Bahia de San Quintín, B.C. Pacific Naturalist, 3:337-348.

MONREAL, A., 1980. Aplicación de un Modelo de Dispersión en Bahía de San Quintín, B.C.