

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINA

Variación Estacional de Algunos
Aspectos Físicos de la Bahía de
Acapulco, Gro.

TESIS PROFESIONAL

Que Para Obtener el Título de:

O C E A N O L O G O

P r e s e n t a

J. Miguel López Tracy

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, JUNIO DE 1977

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de Tesis Profesional a la persona que me brindó las facilidades para que adquiriera los conocimientos del océano y quien me ayuda con su experiencia, a la más difícil tarea de COMPRENDERLO: mi padre, el Capitán Miguel - López Medina, y a mi madre, la Sra. Margarita Tracy de López a quien le debo todo en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Le estoy muy agradecido al M. en Ciencias Salvador Farreras por haber aceptado la dirección de esta tesis, y disponer de su tiempo en proporcionarme útiles recomendaciones que sirvieron de guía en este trabajo.

El presente trabajo fué realizado en el laboratorio para el control de la Bahía de Acapulco "LABCOBA" de la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, "SARH".

Mi agradecimiento para todo el personal de este Laboratorio, - en especial para el Ing. Hugo Higareda Z. Residente General en Acapulco, quien me brindó todo género de facilidades para contar con el tiempo que fuese necesario en las revisiones de tesis y de examen profesional.

También agradezco al Ing. Francisco Leyva Jefe del Departamento de Aguas Litorales y Marinas; y al Ing. Alfonso Hernández Queto Jefe de "LABCOBA" por brindarme todo su apoyo en mi superación académica.

A mi compañero de trabajo y hermano de Artes Marciales, el Ing. Rodolfo Terán Flores le agradezco su valiosa cooperación en el trabajo de muestreo, en sus recomendaciones y en la elaboración de este trabajo de tesis.

A la ayuda eficiente y su disposición para el trabajo en el mar de los señores Felipe López Martínez, Miguel Angel León Murgía y José Flores se debe la realización del presente — estudio en su etapa de muestreo.

A la Srita. Araceli Díaz Barona y a la Sra. María N. de López doy las gracias por el esmero con que se llevó a cabo el tr
bajo de mecanografía.

Agradezco de igual forma los consejos que recibí durante el período de mi carrera profesional, así como la publicación de este trabajo de tesis al Ing. César Obregón padrino de — nuestra generación.

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
I.- Introducción	1
II.- Metodología	5
III.- Resultados para el muestreo de octubre	10
IV.- Resultados para el muestreo de diciembre	22
V.- Discusión para los resultados en época de lluvias. .	34
VI.- Discusión para los resultados en época de sequía . .	40
VII.- Conclusiones	45
VIII.- Recomendaciones	48
IX.- Bibliografía	50

INDICE DE FIGURAS

Localización de los ejes coordenados	Fig. 1
Localización de las estaciones	Fig. 2
Localización de los cortes	Fig. 3
Señalamiento de las principales zonas	Fig. 4
Batimetría de la Bahía	Fig. 5
Datos de precipitación pluvial y evaporación	Fig. 6

Resultados del muestreo de Octubre

Distribución de Salinidades en el sentido Horizontal	Fig. 7 a 12
Distribución de Temperaturas en el sentido Horizontal	Fig. 13 a 18
Distribución de Densidades en el sentido Horizontal	Fig. 19 a 24
Distribución de Salinidades en el sentido Vertical	Fig. 25 a 29
Distribución de Temperaturas en el sentido Vertical	Fig. 30 a 34
Distribución de Densidades en el sentido Vertical	Fig. 35 a 39

Resultados del muestreo de Diciembre

Distribución de Salinidades en el sentido Horizontal	Fig. 40 a 45
Distribución de Temperaturas en el sentido Horizontal	Fig. 46 a 51
Distribución de Densidades en el sentido Horizontal	Fig. 52 a 57
Distribución de Salinidades en el sentido Vertical	Fig. 58 a 62
Distribución de Temperaturas en el sentido Vertical	Fig. 63 a 67
Distribución de Densidades en el sentido Vertical	Fig. 68 a 72
Tabla de comparación estacional de los resultados	Fig. 73 a 76

I.- INTRODUCCION.

El problema de la degradación de la calidad del agua en la Bahía de Acapulco ha sido abordado por la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos para evaluar la calidad del agua, y poder aplicar medidas de control considerando las condiciones ecológicas y sanitarias que deben existir para el aprovechamiento óptimo de dichas aguas, preservar la Flora y Fauna Acuática, y obtener condiciones aceptables para la recreación.

Existen pocos antecedentes de estudios realizados en esta Bahía especialmente de tipo Oceanográfico; la mayor parte han sido recientes y cabe mencionar el levantamiento batimétrico hecho por la Secretaría de Marina (1965), Estudio de la circulación de las masas de agua en la bahía (1974) (1)*, Estudios de campo y proyectos para los emisores submarinos de Acapulco - (1972) (2)* y (1973) (3)*. El estudio de planeación general del desagüe pluvial (1969) (4)*, Estudios Bacteriológicos en la Bahía de Acapulco (1969) (5)*, y un programa intensivo de investigación que se desarrolla por etapas a partir de 1971 que lleva a cabo la Secretaría de Recursos Hidráulicos (6)*.

Por las recomendaciones señaladas en las diferentes etapas de estudio, se han realizado obras para controlar las descargas de contaminantes a la Bahía, tales como rehabilitación del sistema de alcantarillado pluvial, Presas tipo Gavión, etc., es de

*La referencia de la publicación se encuentra en " Bibliografía "

esperarse que obras de tal magnitud se sigan realizando, por lo que algunos estudios especiales deben orientarse para caracterizar algunas propiedades físicas del agua de la Bahía y la capacidad que presenta para simular deshechos en forma natural.

"El estudio del efecto de los factores Oceanográficos sobre la contaminación, la autopurificación de las aguas marinas y la posibilidad del uso de estos factores a la prevención de la contaminación de las aguas costeras es un importante aspecto de la Oceanografía - aplicada" (7)* siendo por esto objeto de especial interés de los congresos internacionales de Berkeley en 1959, Londres en 1962, Munich en 1966.

Los principales factores que afectan el comportamiento de los deshechos en el mar son la estratificación por densidad del agua, - el fenómeno de marea, las corrientes, las olas, los procesos de difusión turbulenta horizontal y los procesos de mezcla vertical.

Para efecto de presentar este trabajo como tesis profesional - solo se abordará la descripción de la variación estacional de uno de estos aspectos físicos, (estratificación por densidad) sin descuidar que solamente teniendo una descripción de todos estos aspectos en - conjunto, una adecuada relación estadística de los mismos y la consideración de los cambios Oceanográficos a largo plazo nos darán mayor acercamiento a la realidad de lo que ocurre con la dinámica del agua de la Bahía.

Al estudio de la estratificación por densidad se le ha prestado gran atención recientemente utilizándose para el control de la conta*minación marina. Rawn (8)*, Pomeroy (9)*, y Brooks (10)* han demos-

trado que la estratificación por densidad del agua y la existencia de una capa de discontinuidad (variación brusca en la secuencia de densidad) impiden el ascenso de los desechos a la superficie del agua cuando las descargas se hacen por debajo de esa capa.

Dadas las características topográficas de Acapulco, el desalojar el drenaje pluvial de la zona Este, requerirá de fuertes inversiones de rebombear de las aguas, por lo que se ha propuesto la descarga de éstas a la bahía por medio de emisores submarinos (S.R.H., etapa I, página V-10). Si se pretende evitar la degradación de la calidad del agua y mejorar su aspecto estético, los escurrimientos que llegan a la bahía deben ser controlados, por lo que un estudio de este tipo resultaría valioso en el diseño de obras de Ingeniería Costera.

Brooks (10)* dice en base de muchos años de experiencia con — descargas submarinas en el área de Los Angeles California, que la — descarga de desechos por debajo de una capa de discontinuidad garantiza la completa submersión de los desechos en el mar, aún cuando — se presente una discontinuidad débil. La explicación es que los — desechos y las aguas más frías del fondo forman una mezcla cuya — densidad es mayor que la de aguas superficiales. Esta mezcla es — incapaz de subir a la superficie y normalmente permanece por debajo de la capa de discontinuidad.

El análisis de este factor Oceanográfico puede ser empleado — para la eliminación de la contaminación de las aguas superficiales — y cuidar el aspecto estético de la bahía.

Es importante analizar la distribución de Salinidad, temperatura y densidad de toda la masa de agua así como el comportamiento estacional que tienen las capas de discontinuidad; haloclina (variación brusca de la salinidad), termoclina (variación brusca de la temperatura) y Pícnoclina (variación brusca de la densidad).

En resumen los objetivos que se pretenden con el presente trabajo son:

La estratificación por densidad del cuerpo receptor con el fin de conocer la distribución horizontal y vertical de la densidad del agua y poder así determinar el tipo de mezcla que tienen las aguas del fondo con las superficiales, y la posible existencia de capas — de discontinuidad que impidan esta mezcla; esto requiere mediciones de temperatura y salinidad.

Analizar el tipo de estructura salina que presenta la bahía, — con el objeto de comparar los cambios que sufre la salinidad, en base a los mecanismos de precipitación pluvial-evaporación.

Hacer una comparación estacional con el objeto de observar — variaciones en las condiciones estacionales, para época de lluvias, y época de sequía.

II.- METODOLOGIA

Sabiendo que la densidad depende principalmente de la salinidad y la temperatura (la variación por presión se considera despreciable ya que la profundidad máxima es de 60 metros), se tomaron muestras - a lo largo, a lo ancho y en toda la columna de agua, de acuerdo a la dirección de los ejes localizados en la figura 1.

El área de estudio se cubrió con una red de 25 estaciones (fig. 2) utilizando como criterio al ubicarlas que nos permitieran cubrir la mayor parte de la zona, para obtener una descripción detallada, y de tal modo, que en la zona de la bocana cupieran como mínimo tres estaciones para darle mayor representatividad a la interpolación de los valores, de tal suerte que la distancia entre estaciones se pudo hacerla coincidir a un número cerrado de mil metros entre cada estación. Por último, la colocación de las estaciones se hizo uniformemente para dar más facilidad en el manejo de datos en una posible utilización de un modelo numérico. La cantidad de estaciones es ideal* para hacer un muestreo en un tiempo en que se presente condiciones - semejantes de marea para todo el recorrido; un número mayor de estaciones implicaría dificultades en asumir la simultaneidad del muestreo y un número mayor de muestreos por cada estación, está fuera de los límites que nos permite el equipo, el personal que participa, el tiempo requerido en el muestreo y el recurso económico.

Los resultados se graficaron en planta a diferentes profundidades y de perfil de acuerdo a los cortes que se observaron en la figura (3).

Se realizaron dos muestreos en la Bahía, el primero el 12 de Octubre de 1976 y el segundo el 6 de Diciembre de 1976, lo que se consideró como las condiciones de lluvia y sequía respectivamente. La localización de las estaciones de muestreo se determinaron por observación visual directa, apoyándose en puntos fijos notables - en la costa.

Cada muestreo se inició a las 9:00 A.M. y finalizó 6 horas - después; los parámetros de salinidad y temperatura se muestrearon "in situ" a 0, 5, 10, 20, 30, 40 y 50 metros de acuerdo a la profundidad de la estación.

Los valores de salinidad están expresados en gramos de materia sólida por kilogramo de agua de mar (‰); la temperatura en grados centígrados, y fueron obtenidos por un salinómetro portátil marca Beckman modelo RS₅₋₃, equipado con cable de 50 metros que posee un sensor en el extremo. Las lecturas son tomadas a bordo de la embarcación en el tablero registrador del aparato, con una precisión en las lecturas de salinidad de $\pm 0.05\%$ y en la temperatura de $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$. El electrodo es un par de solenoides en uno de los cuales se induce una corriente eléctrica que depende de la conductividad del agua de mar que pasa a través del núcleo. (11)*

Usualmente la densidad se expresa en función de la salinidad de la temperatura y de la presión y las unidades están dadas en - gramos por centímetro cúbico.

$$\rho = \rho_{s,t,p}$$

Donde ρ es la densidad

S es la salinidad

T es la temperatura

P es la presión

Pero la densidad del agua de mar es siempre superior a 1.0 gramos por centímetro cúbico y nunca mayor de 1.1 gramos por centímetro cúbico por lo que es más conveniente utilizar el parámetro denominado sigma T " σ_t " (12)*.

$$\sigma_t = (\rho_{s,t,0} - 1) \times 10^3$$

Donde $\rho_{s,t,0}$ es la densidad del agua a una salinidad y a una temperatura dada y a una atmósfera de presión. σ_t es una función de la salinidad y la temperatura solamente. La variación por presión se considera despreciable ya que el estudio se realizó en aguas someras con una profundidad de 60 metros como máximo.

Los valores de densidad fueron obtenidos utilizando las tablas -- Hidrográficas Knudsen (13)* donde a cada valor de salinidad le corresponden un valor de σ_0 definido por.

$$\sigma_0 = (\rho_{s,0,0} - 1) \times 10^3$$

Lo que significa que la densidad es función de la salinidad exclusivamente. Con este valor de σ_0 se corrige por temperatura obteniendo un valor "D" que es el valor corregido y finalmente obtenemos el σ_t mediante la relación.

$$\sigma_t = \sigma_0 - D$$

Donde la densidad está ya en función de la salinidad y de la temperatura. Para complementar la información del estudio se anexan la figura 4 con la localización de las zonas que se mencionan en el análisis de los resultados, y la figura 5 con la batimetría del lugar obtenida -- por la Secretaría de Marina. (1965).

Es necesario establecer el hecho de que los muestreos en las diferentes estaciones no se realizaron simultaneamente y que para obtener condiciones de mareas semejantes en ambos muestreos se es cogió el período de tiempo en que se realiza el recorrido, de - - acuerdo al horario en que se presenta la bajamar.

También es importante señalar que los resultados se interpretan como las condiciones que presenta el medio para las épocas de lluvia y sequía, presentándose una lluvia del orden de 205 mm en la lectura del pluviómetro (14)* dos días antes de la fecha del primer muestreo; y una lectura de 0.0 en el pluviómetro durante el período comprendido desde la fecha del primer muestreo hasta la fecha del segundo muestreo inclusive (con excepción del día 19 de noviembre en que se presentó una escasa lluvia, ver fig. 6).

Los datos de evaporación y precipitación pluvial están dados en milímetros y fueron proporcionados por la Dirección de Hidrología de la S.A.H. (14)*. Se elaboró una gráfica (fig. 6) para comparar las variaciones meteorológicas con los cambios que sufre la salinidad en el agua de la Bahía. Los puntos que se graficaron son los valores que corresponden a la precipitación pluvial total y evaporación total en el mes respectivo.

El escurrimiento de agua dulce que llega a la bahía por la precipitación pluvial continuaba en la fecha del primero muestreo, en cambio para el segundo muestreo, el escurrimiento era nulo por completo, los datos de evaporación fueron de 5.89 mm para el 12 de octubre y de 4.87 mm para el 6 de diciembre.

Sin embargo como una primera aproximación a la realidad se asume la simultaneidad del muestreo y una variación característica de los parámetros en épocas de lluvias y otra característica para sequía.

La Bahía de Acapulco que es nuestra área de estudio es bien conocida y basta solo señalar que está localizada entre los $16^{\circ}48'$ a los $16^{\circ}51'$ de latitud Norte y entre los $99^{\circ}50'$ a los $99^{\circ}55'$ de longitud Oeste.

El clima de Acapulco es uniformemente cálido encontrándose la temperatura media mensual ente 25° y 30°C durante todo el año.

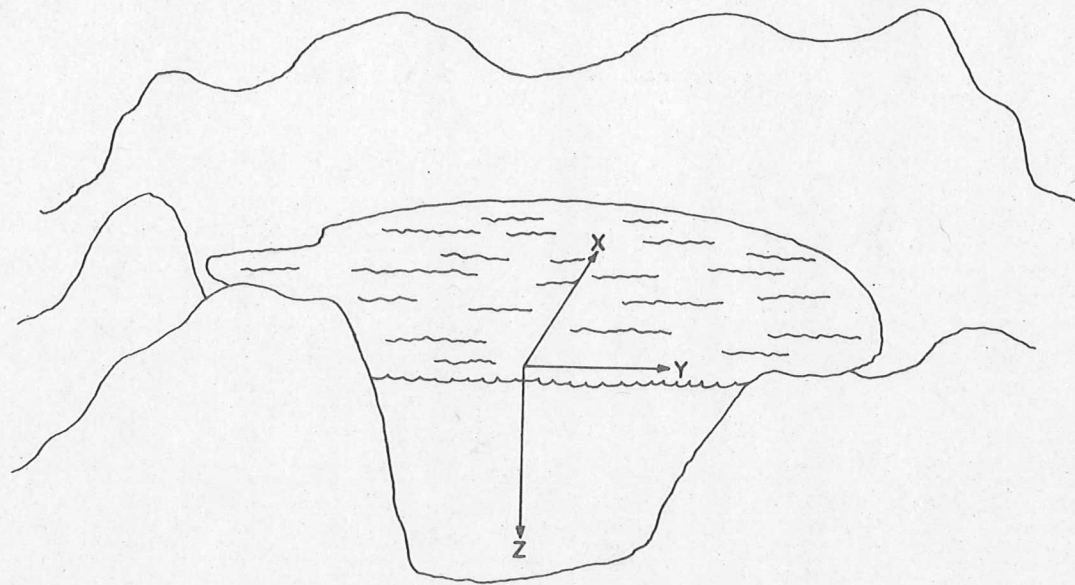
La bahía es de aguas poco profundas, cerca del 95% del área del fondo se encuentra a menos de 50 m. de profundidad y el resto corresponde a la zona del canal de Boca Grande situado ente Punta Bruja y la Isla de la Roqueta (ver batimetría Fig. 5), con una profundidad máxima de 60m. Las isobatas superiores a los 30 metros son irregulares, y solo las de 20 m. o menores tienden a ser paralelas a la línea de costa especialmente en el margen norte de la Bahía que está constituido por playas arenosas.

Los márgenes este y oeste de la bahía constituidos por playas de sustrato rocoso, presentan las isobatas de cero a 40 metros de profundidad paralelas a la costa y mas uniformes que las del resto de la Bahía, con una pendiente pronunciada lo que le dá a la bocana de la Bahía una estructura de entrada bien definida y estable.

El área de la bahía hasta el corte CC' (Fig. 3), es de 12 millones de m^2 y el volumen de agua que contiene es de 320 millones de m^3 . Y el área hasta el corte EE' (Fig. 3), es de 21 millones de m^2 y el volumen de agua contenido es de 550 millones de m^3 . (6)* Estos datos son referidos al nivel medio del mar.

El régimen dominante de vientos en esta región es del Oeste (270°) con una velocidad media de 10 nudos. DE las 6 a las 14 horas generalmente prevalecen condiciones de calma (velocidades menores de 5 nudos) y por la tarde los vientos tienen velocidades de 18 y 20 nudos (1)*. Se presenta un ciclo de mareas semidiurnas con un desnivel promedio y máximo de 0.35m. y 0.5 m. respectivamente.

BAHIA DE ACAPULCO

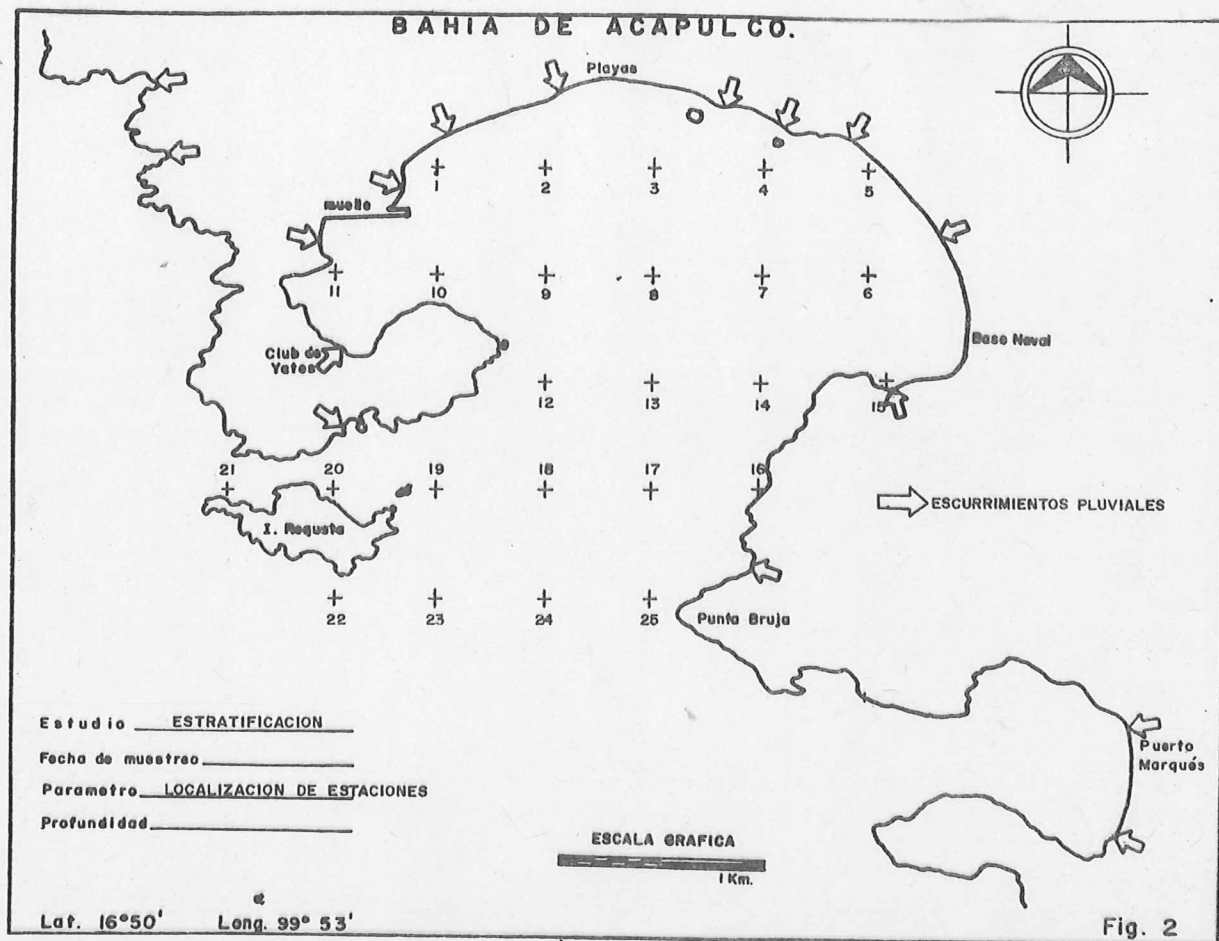


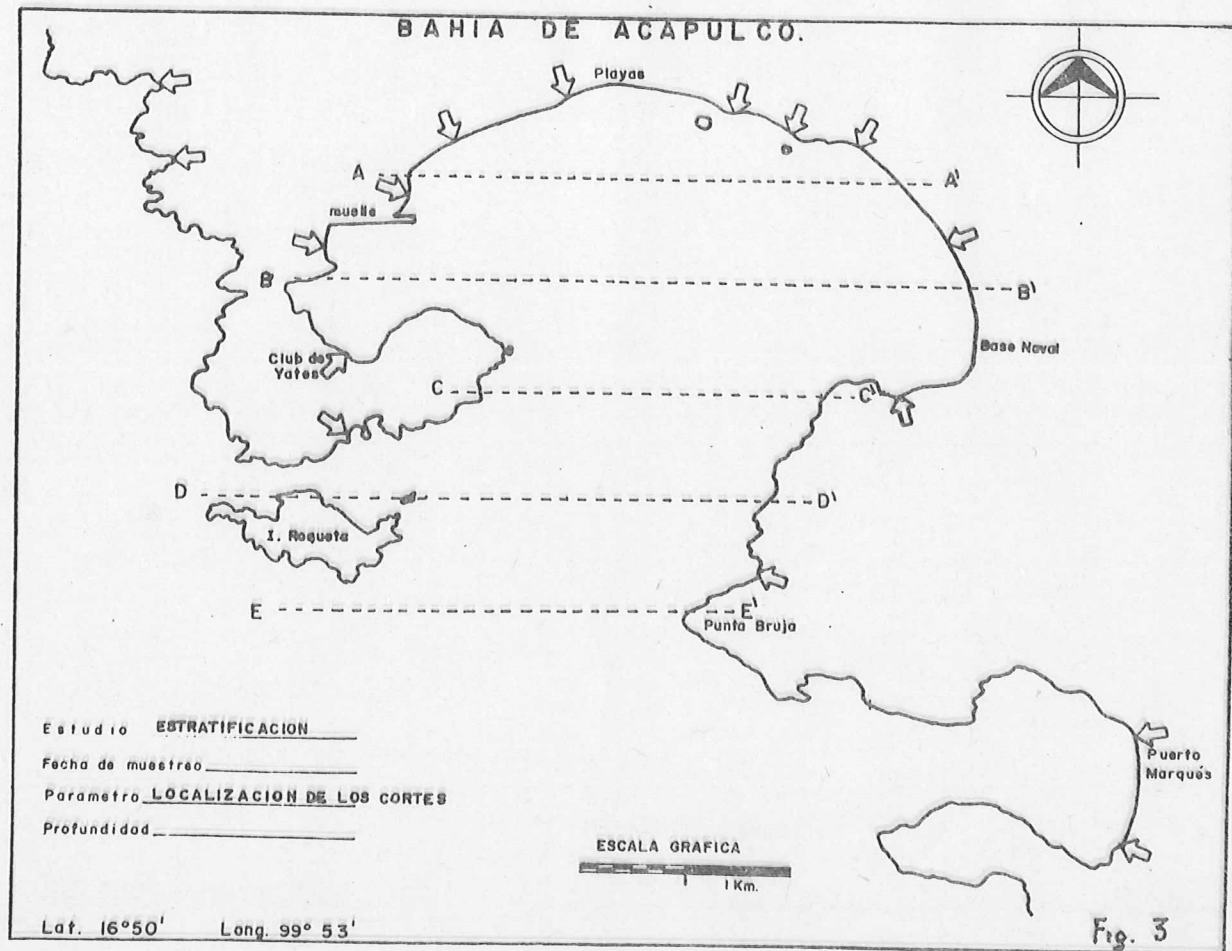
LOCALIZACION DE LOS EJES COORDENADOS

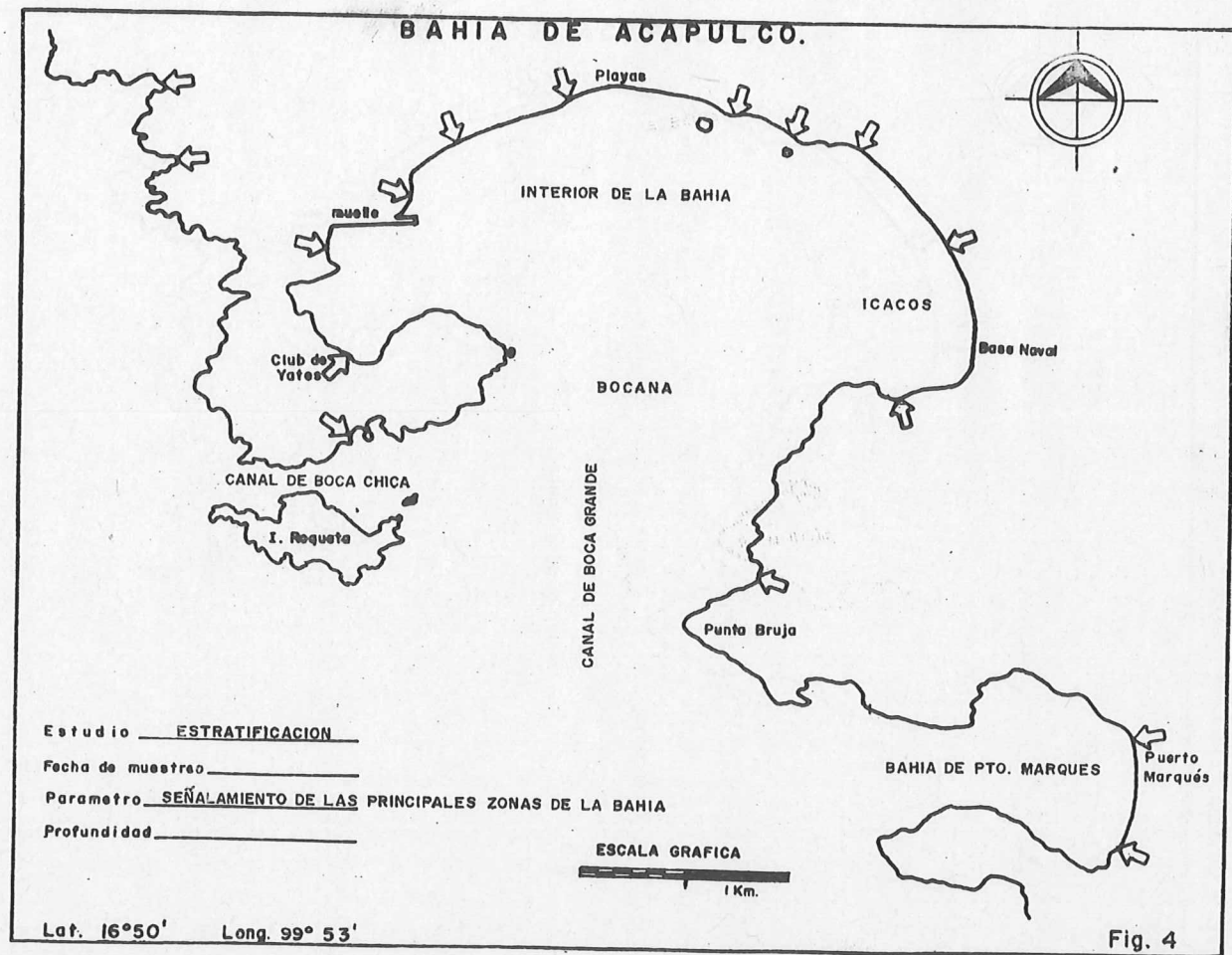
LAT. 16° 50'

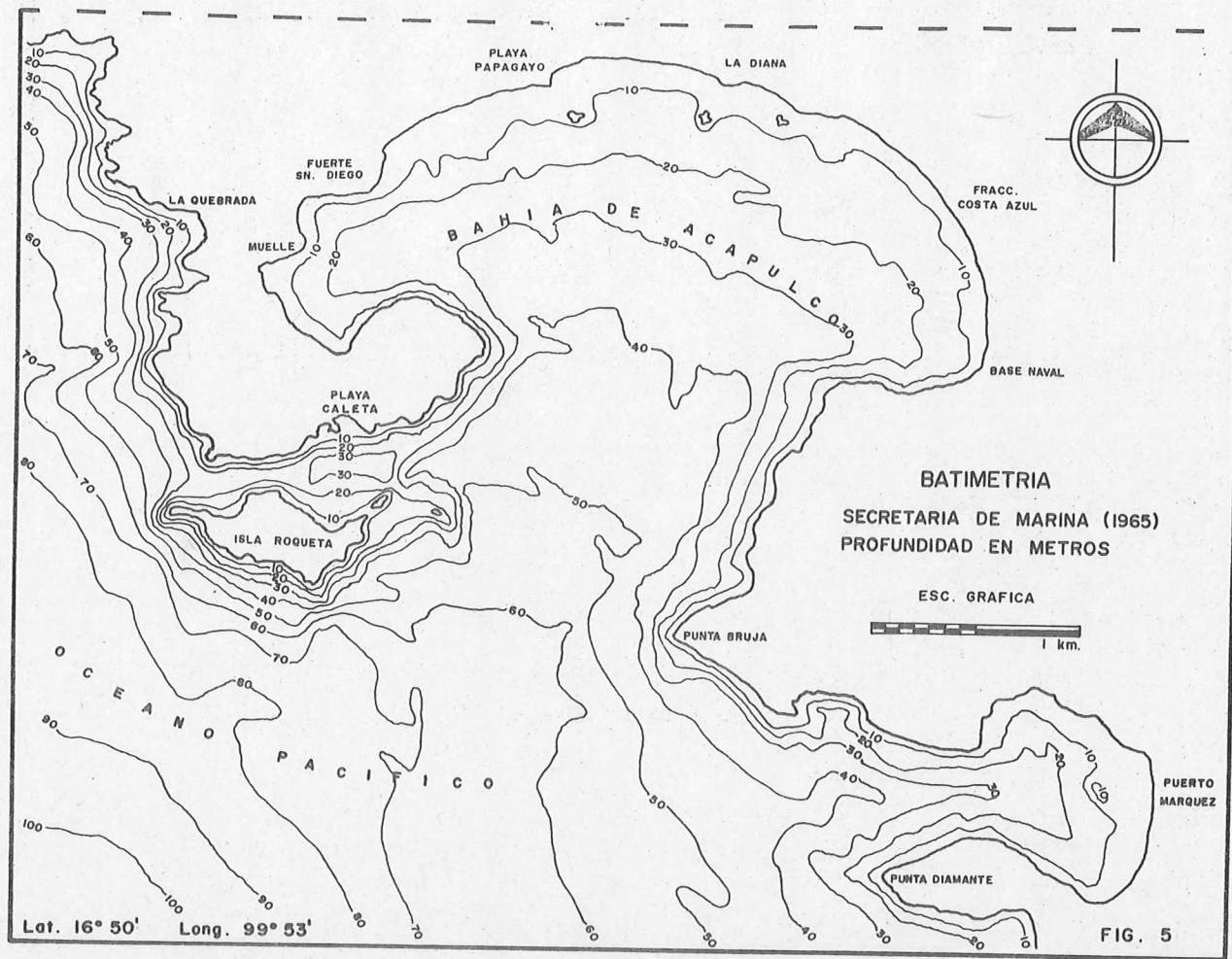
LONG. 99° 53'

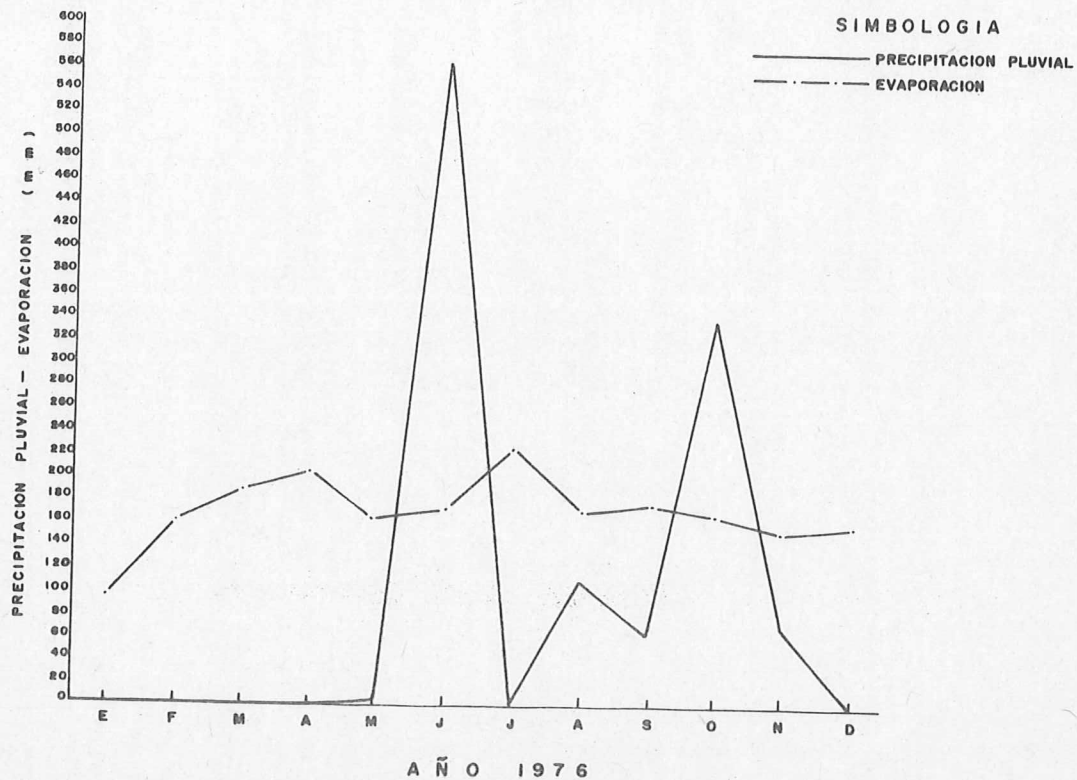
Fig. 1











DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL Y EVAPORACION EN LA BAHIA DE ACAPULCO

III.- RESULTADOS PARA EL MUESTREO DE OCTUBRE

- A).- Distribución de los parámetros de salinidad, temperatura y densidad, en el sentido horizontal.

III.A.a.- Distribución de salinidades.

- 1).- Salinidad Superficial.

La distribución de isohalinas se muestra en la figura 7. Se registró un valor mínimo de $32.0^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 10 y un valor máximo de $32.78^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 12.

En el interior de la Bahía se puede observar un gradiente en el sentido longitudinal, los valores aumentan desde el interior hacia la bocana para luego disminuir hacia mar afuera. En la zona del canal de Boca Chica se observan valores constantes de salinidad. El rango de variación de los valores es de $0.78^{\circ}/_{\text{oo}}$.

- 2).- Salinidad en el estrato de 5 metros.

La distribución de isohalinas se muestra en la figura 8. El valor mínimo registrado fué de $32.14^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 10 y el máximo de $32.78^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 12.

Los valores muestran un gradiente transversal en el interior de la Bahía con los valores más altos hacia el Este, y un gradiente longitudinal con los valores que aumentan desde el interior hacia la bocana y disminuye hacia mar abierto. En el canal Boca Chica los valores permanecen constantes. El rango de variación es de $0.64^{\circ}/_{\text{oo}}$.

3).- Salinidad en el estrato de 10 metros.

Las isohalinas se muestran en la figura 9.

Se registró un mínimo de $32.28^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 19 y un máximo de $32.82^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 7.

Los valores muestran un gradiente en el sentido transversal con los valores más altos hacia el Este y un gradiente longitudinal con los valores que van disminuyendo progresivamente desde el interior de la Bahía hacia mar afuera. En la zona del canal Boca Chica los valores disminuyen hacia el interior del canal. El rango de variación de los valores es de $0.54^{\circ}/_{\text{oo}}$.

4).- Salinidad en el estrato de 20 metros.

La distribución de isohalinas se muestra en la figura 10.

Se observa un valor mínimo de $32.0^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 19 y un valor máximo de $32.9^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 12.

Se registraron valores más altos hacia el Este en el interior de la Bahía. En el sentido longitudinal los valores aumentan hasta la bocana y de allí disminuyen progresivamente hacia mar afuera. Se observan dos zonas bien diferenciadas con una configuración concéntrica, en la zona de la bocana los valores disminuyen hacia la periferia y en la zona del canal de Boca Grande aumentan. El rango de variación es de $0.90^{\circ}/_{\text{oo}}$.

5).- Salinidad en el estrato de 30 metros.

La distribución de isohalinas se muestra en la figura 11.

Se registró un mínimo de $32.24^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 18 y un máximo de $33.02^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 7.

En el interior de la Bahía los valores muestran una configuración concéntrica con los valores más altos en el interior y disminuyendo hacia el exterior. En la zona del canal Boca Grande, los valores presentan homogeneidad de $32.4^{\circ}/_{\text{oo}}$. El rango de variación de los valores es de $0.78^{\circ}/_{\text{oo}}$.

6).- Salinidad en el estrato de 40 metros.

Las isohalinas se muestran en la figura 12.

El valor mínimo registrado fué de $32.4^{\circ}/_{\text{oo}}$ en las estaciones 23 y 24.

El valor máximo registrado fué de $33.08^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 13.

Los valores muestran un gradiente longitudinal bien marcado, con los valores disminuyendo progresivamente de la bocana hacia mar afuera. El rango de variación es de $0.60^{\circ}/_{\text{oo}}$.

III.A.b. Distribución de Temperaturas.

1).- Temperatura Superficial.

Las isotermas se muestran en la figura 13.

La temperatura mínima registrada fué de 29.5°C en la estación 1 y la máxima de 30.46°C en la estación 14 localizada frente a Punta Guitarrón.

La secuencia que siguen las isotermas es de un aumento progresivo desde el interior de la Bahía hacia la bocana donde se encuentran los valores más altos para luego disminuir en el canal Boca Grande hacia mar afuera, es decir los valores son similares en el lado Este de la Bahía y los del Oeste. En la zona del canal de Boca Chica la temperatura disminuye desde el límite con mar abierto hacia el interior.

El rango de variación es de 0.96°C , menos de un grado, lo cual nos da idea de la homogeneidad de la temperatura del agua.

2).- Temperatura en el estrato de 5 metros.

Las isotermas se muestran en la figura 14.

La temperatura mínima corresponde a 28.80°C ., localizada en la estación 11, y la máxima de 29.7°C . en la estación 18.

El gradiente que presenta la distribución de temperaturas en el sentido longitudinal. Presentando una zona amplia homogénea en el interior de la Bahía y otra en la zona de la bocana. En el eje Y hay homogeneidad en el centro de la Bahía y luego un gradiente que se acentúa en el lado Este, con los valores más altos en éste sentido. En el canal de Boca Chica la temperatura disminuye hacia el interior del canal. El rango de variación de los valores es de 0.90°C .

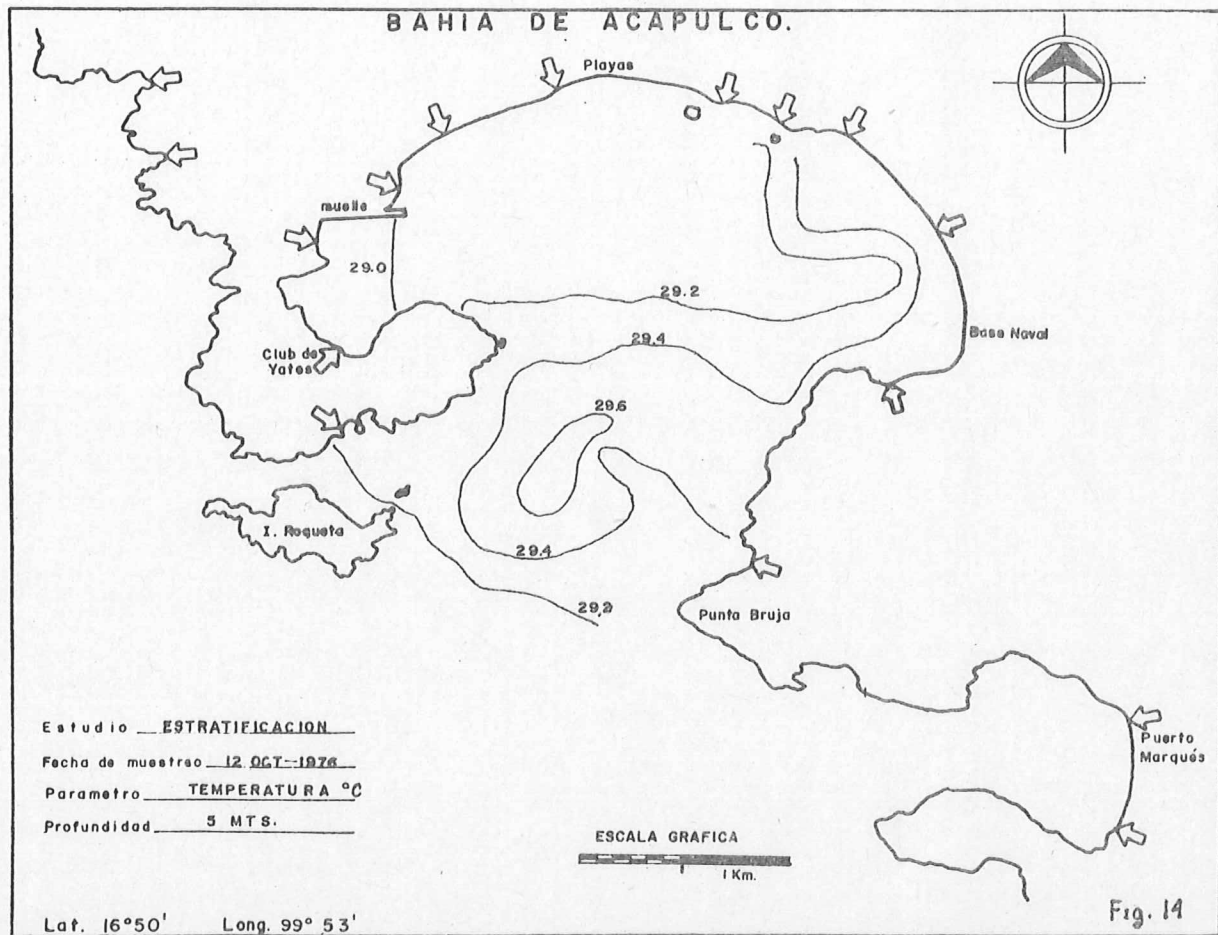
3).- Temperatura en el estrato de 10 metros.

Las isotermas se muestran en la figura 15.

El valor mínimo registrado fué de 28.84°C . en el lado Oeste de la Bahía en la estación 11 y ése mismo valor fué encontrado en la estación 6 localizada sobre el lado Este de la Bahía.

En el sentido del eje Y solo se observa gradiente en la zona del canal Boca Grande con los valores más altos hacia el Este del canal. El valor máximo de temperatura registrado fué de 29.54°C . en la estación 17.

El gradiente encontrado en el sentido del eje X, se observa aumentado la temperatura progresivamente desde el interior de la Bahía hasta la zona del canal de Boca Grande, para luego disminuir hacia mar afuera. En el canal Boca Chica la temperatura - disminuye hacia el interior. El rango de variación es de 0.70°C .



4).- Temperatura en el estrato de 20 metros.

Las isotermas se muestran en la figura 16, donde se observa el valor mínimo de 28.0°C . en la zona del límite con mar — abierto y la temperatura máxima de 29.0°C . distribuido este valor en una zona que abarca la bocana de la Bahía y gran parte del interior de la misma.

El gradiente que presenta la distribución de temperaturas — en el sentido X, se intensifica en la zona del canal de Boca Grande donde disminuyen los valores hacia mar afuera.

En el canal de Boca Chica la temperatura es homogénea.

Siendo el rango de variación de 1°C .

5).- Temperatura en el estrato de 30 metros.

Las isotermas se muestran en la figura 17.

El valor mínimo registrado es de 27.0°C . frente a la Isla — de la roqueta y el máximo de 28.5°C en la estación 7. Se localiza en la bocana de la Bahía, una zona que adopta la configuración relacionada con la topografía del fondo. El rango de variación es de 1.5°C . La temperatura de mar abierto es de 27.0°C . lo que nos indica que las temperaturas son — más altas hacia el interior.

6).- Temperaturas en el estrato de 40 metros.

Las isotermas se muestran en la figura 18.

La temperatura mínima fué de 25.0°C . en la estación 18 y la máxima 28.0°C . en la estación 24.

La configuración de las isotermas adopta la forma de la topografía del fondo, encontrándose las mayores temperaturas frente a la costa disminuyendo progresivamente hacia el centro con un rango de variación de 3°C . que es grande en comparación con los estratos superficiales.

III.A.8.- Distribución de Densidades (σ_t)

1).- Densidad Superficial

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 19. Se registró un valor mínimo de 19.02 en la estación 10 y un máximo de 20.10 en la estación 12.

La zona Oeste presenta un gradiente lateral bien marcado aumentando los valores progresivamente hacia el centro de la Bahía y la zona Este presenta una distribución homogénea de densidad. Longitudinalmente se observa que disminuye en el canal de Boca Grande y en dirección hacia mar afuera. El rango de variación de los valores es de 1.08.

2).- Densidad en el estrato de 5 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 20. El valor mínimo registrado fue de 19.80 en la estación 16 y el máximo fue de 20.44 en la estación 7.

Se observa un gradiente lateral con los valores menores del lado Oeste de la Bahía y aumentan progresivamente hacia el Este. Longitudinalmente los valores disminuyen progresivamente desde el interior hacia mar afuera.

La zona del canal Boca Chica presenta una densidad homogénea. El rango de variación de los valores es de 0.64.

3).- Densidad en el estrato de 10 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 21. El valor mínimo registrado fue de 19.88 en la estación 17 y el máximo fue de 20.47 localizado en las estaciones 4 y 7. Lateralmente no se observa ningún gradiente significativo. El gradiente longitudinal se presenta con los valores mayores en el interior de la bahía y disminuyen progresivamente hacia mar afuera. La zona del canal Boca Chica presenta una distribución homogénea de densidad. El rango de valores es

de 0.69.

4).- Densidad en el estrato de 20 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 22.

Se registró un valor mínimo de 19.9 en la estación 18 y un máximo de 20.54 en la estación 12.

Lateralmente solo se observa gradiente en la zona de la bocana y longitudinalmente los valores van disminuyendo progresivamente hacia el canal de Boca Grande y vuelven a aumentar hacia mar afuera. El canal de Boca Chica presenta homogeneidad. El rango de los valores es de 0.64.

5).- Densidad en el estrato de 30 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 23.

El valor mínimo registrado fué de 20.34 en la estación 18 y el máximo fué de 21.19 en la estación 13.

Los valores aumentan concéntricamente en la zona de la bocana y luego disminuyen hacia mar afuera. El rango de variación de los valores es de 0.85.

6).- Densidad en el estrato de 40 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 24.

Se registró un valor mínimo de 20.51 en la estación 24 y un máximo de 21.27 en la estación 13.

Los valores presentan gradiente sólo en el sentido longitudinal con los valores mayores en la bocana y van disminuyendo progresivamente hacia mar afuera. El rango de valores es de 0.76.

B).- Distribución de los parámetros de salinidad, temperatura y densidad en el sentido vertical.

III.8.a.- Distribución de Salinidades.

1).- Sección AA' (figura 25).

Se registró un valor mínimo de $32.2^{\circ}/_{\text{‰}}$ en la estación 1 y un valor máximo de $32.8^{\circ}/_{\text{‰}}$ a 10 metros de profundidad de la estación 4.

El lado Oeste de la sección muestra un gradiente en la dirección del eje Y. El gradiente en el sentido vertical es normal aumentando los valores de salinidad progresivamente hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de $0.6^{\circ}/_{\text{‰}}$.

2).- Sección BB' (figura 26).

El valor mínimo registrado fué de $32.0^{\circ}/_{\text{‰}}$ en la superficie de la estación 10, y un valor máximo de $32.9^{\circ}/_{\text{‰}}$ a 30 metros de profundidad en la estación 8.

Los valores muestran un gradiente bien definido en el sentido del eje y con los valores aumentando progresivamente desde el Oeste hacia el Este de la sección. El gradiente en el sentido vertical es despreciable. El rango de variación de los valores es de $0.92^{\circ}/_{\text{‰}}$.

3).- Sección CC' (figura 27).

El valor mínimo de la sección es de $32.6^{\circ}/_{\text{‰}}$ a 10 metros de profundidad de la estación 12, y el máximo de $33.08^{\circ}/_{\text{‰}}$ a 40 metros de profundidad de la estación 13.

Los valores muestran una estratificación normal en el sentido vertical con un rango de variación de $0.48^{\circ}/_{\text{‰}}$.

4).- Sección DD^o (figura 28).

El valor mínimo encontrado en la sección fué de 32.0‰ a 20 metros de profundidad de la estación 19 y un máximo de 32.6‰ distribuido en la columna de agua de la estación 20. Los valores muestran un gradiente en el sentido lateral y una zona a los 20 metros de profundidad de la estación 19 con una salinidad menor que la de la superficie. El rango de variación de los valores es de 0.6‰.

5).- Sección EE^o (figura 29).

El valor mínimo registrado en la sección fué de 32.3‰ en la superficie de la estación 23 y el máximo fué de 32.9‰ en la superficie de la estación 22. La distribución es muy homogénea en la sección tanto transversal como verticalmente. El rango de los valores es de 0.4‰.

III.8.b.- Distribución de Temperaturas

1).- Sección AA^o (figura 30).

La temperatura mínima registrada fué de 28.92°C a los 10 metros de profundidad de la estación 4, y la máxima de 30.06°C sobre la superficie de la estación número 3.

El gradiente de estratificación en sentido vertical es muy claro en esta sección mostrando los valores de temperatura más altos en la superficie y disminuyendo progresivamente hacia el fondo.

Dicho gradiente está más intensificado del lado Este de la sección ya que el rango de variación en ese lado es del orden de .7°C mientras que la del lado Oeste es de .4°C.

2).- Sección BB' (figura 31).

El valor mínimo registrado fué de 28.5°C a los 20 metros de profundidad de la estación 8, y el máximo de 30.12°C en la superficie de las estaciones 10 y 11.

El gradiente vertical se aprecia intensificado en el estrato de 0 a 5 metros de profundidad, y continúan los valores disminuyendo más paulatinamente desde los 5 metros hacia el fondo. No se aprecia ningún otro gradiente en otro sentido. El rango de variación es de 1.62°C .

3).- Sección CC' (figura 32).

Esta sección nos muestra un valor mínimo de 27°C en el fondo de las estaciones 12 y 13 a una profundidad de 40 metros y el valor máximo fué de 30.46°C en la superficie de la estación 14.

El gradiente en el sentido vertical se presenta disminuyendo la temperatura de una manera constante desde la superficie hasta el fondo pero con un gradiente pronunciado entre 20 y 35 metros. No se observa gradiente lateral. El rango de variación que presentan los valores es de 3.46°C .

4).- Sección DD' (figura 33).

En esta sección se encontró un valor mínimo de 22°C localizado hasta el fondo a 50 metros de profundidad de la estación 18 en esa misma estación se encontró un valor máximo de 29.78°C en el centro de la sección en la superficie.

Se aprecia un gradiente bien definido en el sentido vertical con una secuencia normal de estratificación, más acentuado entre 25 y 35 metros.

En el sentido transversal ó del eje Y, no se aprecia ningún gradiente constante significativo pero si se nota que el gradiente vertical está intensificado del lado Oeste de la sección, dando

por consecuencia una inclinación de las isothermas hacia el fondo del lado Este de la sección. Se observa una variación brusca de la temperatura a partir de los 30 metros de profundidad hacia el fondo, pudiéndose considerar esta discontinuidad como la termoclina. El rango de variación de los valores es del orden 7.78°C que es grande en comparación con los valores de las otras secciones.

5).- Sección EE' (figura 34).

Esta sección nos muestra un mínimo de 20°C a 50 metros de profundidad de la estación 24 y un máximo de 29.9°C en la superficie de la misma estación.

Se observa un gradiente de estratificación desde la superficie hasta los 20 metros de profundidad, después un gradiente transversal hasta los 45 metros, y finalmente una variación brusca de la temperatura de los 45 metros de profundidad hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 9.9°C .

III. B. c.- Distribución de Densidades. (σ_t)

1).- Sección AA' (figura 35)

Se registró un valor mínimo de 19.81 en la superficie de la estación 3 y un valor máximo de 20.47 a los 10 metros de profundidad de la estación 4.

Las densidades mayores se encuentran del lado Este, y verticalmente se encuentran hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 0.66.

2).- Sección BB' (figura 36).

El valor mínimo registrado fue de 19.02 en la superficie de la estación 10 y la máxima de 20.47 a 10 metros de la estación 7. Lateralmente las densidades mayores se encuentran del lado Este, y verticalmente presentan una estratificación normal con las densidades mayores hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 1.45.

3).- Sección CC* (figura 37)

El valor mínimo registrado fué de 20.03 en la superficie de la estación 13 y el máximo registrado de 21.27 a los 40 metros de la misma estación 13.

No se observa ningún gradiente significativo en el sentido lateral, en cambio verticalmente el gradiente es bien marcado con las densidades menores en la superficie y van aumentando progresivamente hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 1.24.

4).- Sección DD* (figura 38).

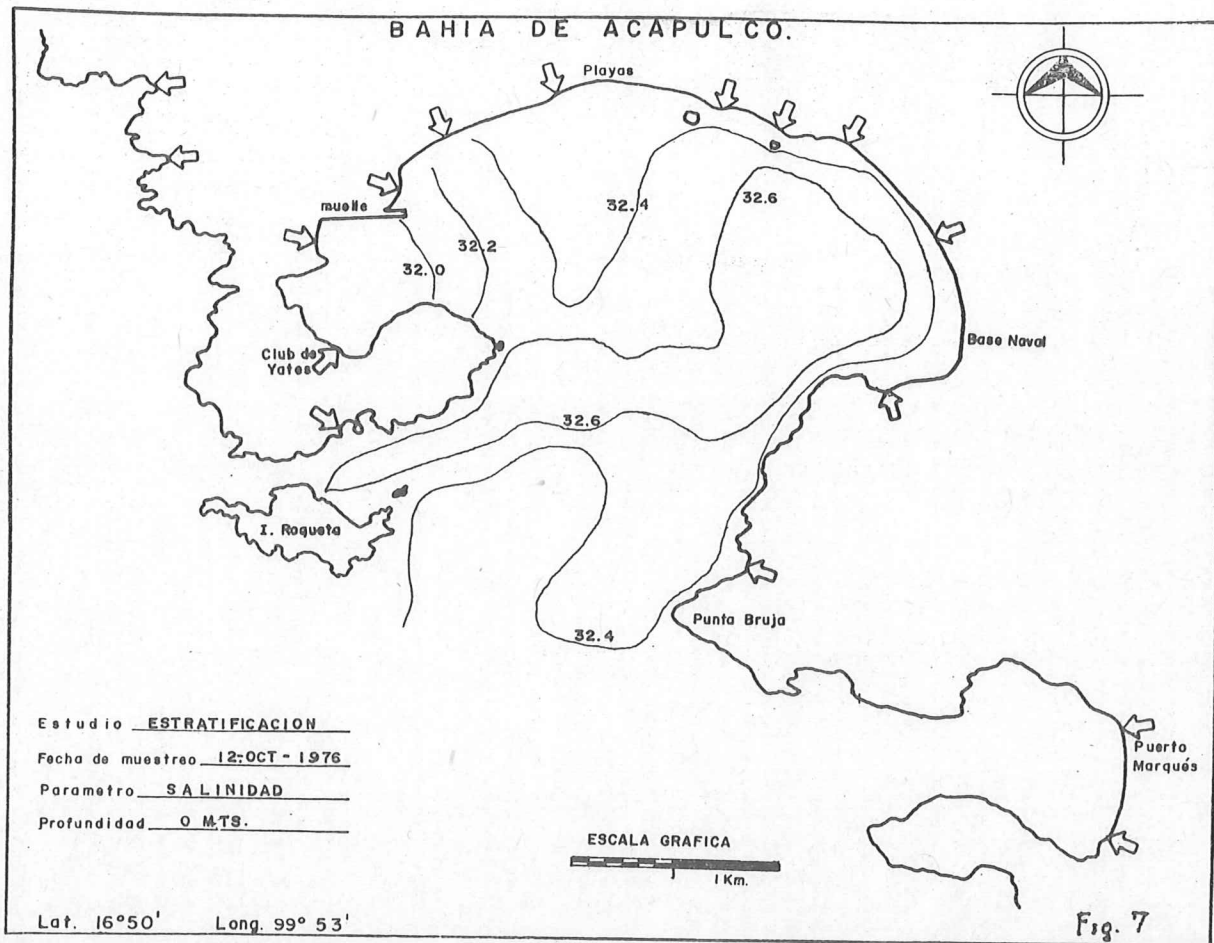
Se registró un valor mínimo de 19.64 en la superficie de la estación 18 y un valor máximo de 20.55 a los 30 metros de profundidad de la estación 17.

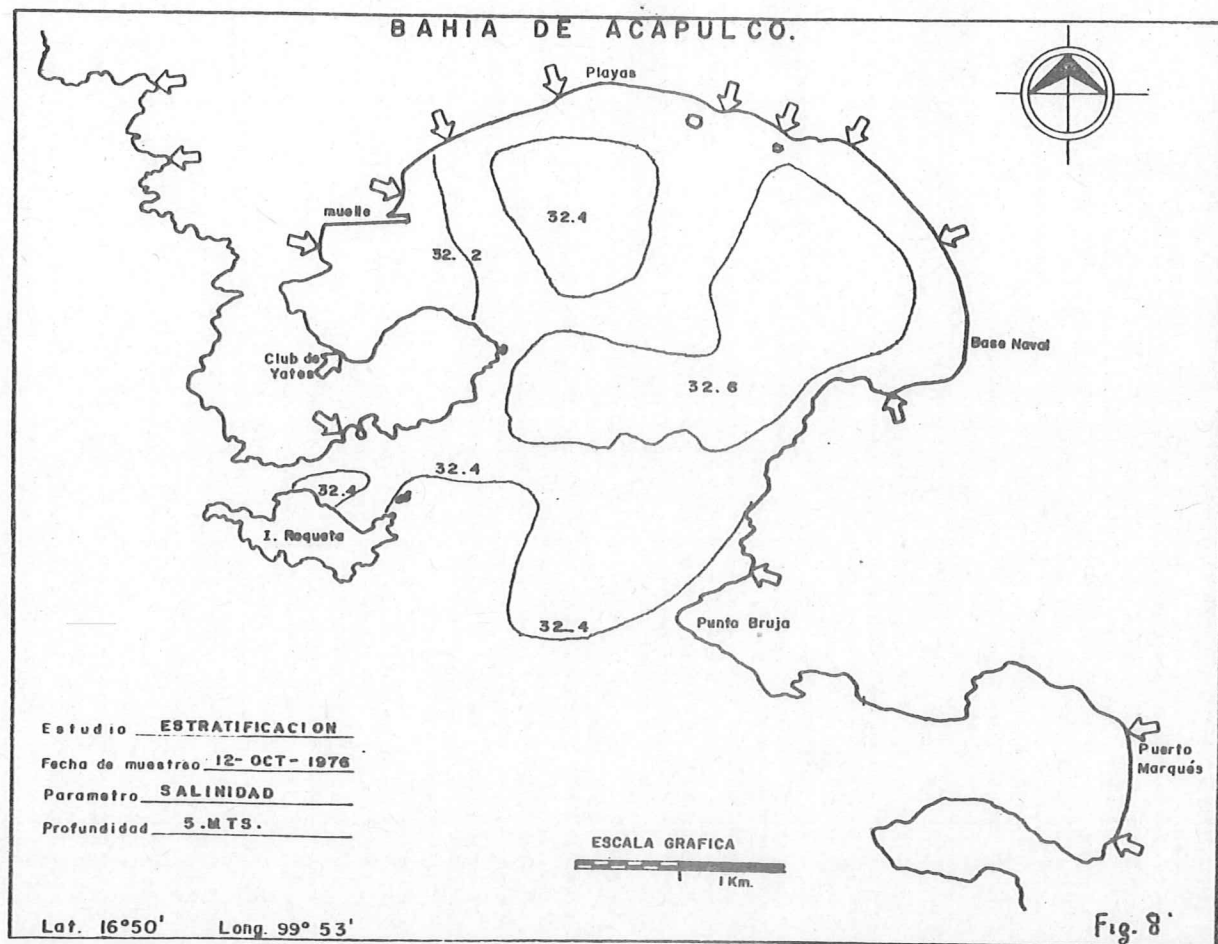
No se observa ningún gradiente bien definido en el sentido lateral sólo verticalmente los valores presentan una frecuencia de estratificación con las densidades más altas hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 0.91.

5).- Sección EE* (figura 39)

Se registró un valor mínimo de 19.72 en la superficie de la estación 23 y un valor máximo de 22.89 a los 54 metros de profundidad de la estación 24.

Lateralmente no se presenta gradiente alguno, sólo en el sentido vertical se presenta una estratificación normal de densidad con los valores menores en la superficie y aumentando progresivamente hacia el fondo; a los 40 metros de profundidad, la densidad varía bruscamente, lo que puede considerarse como una picnoclina. El rango de variación de los valores es de 3.17.





BAHIA DE ACAPULCO.

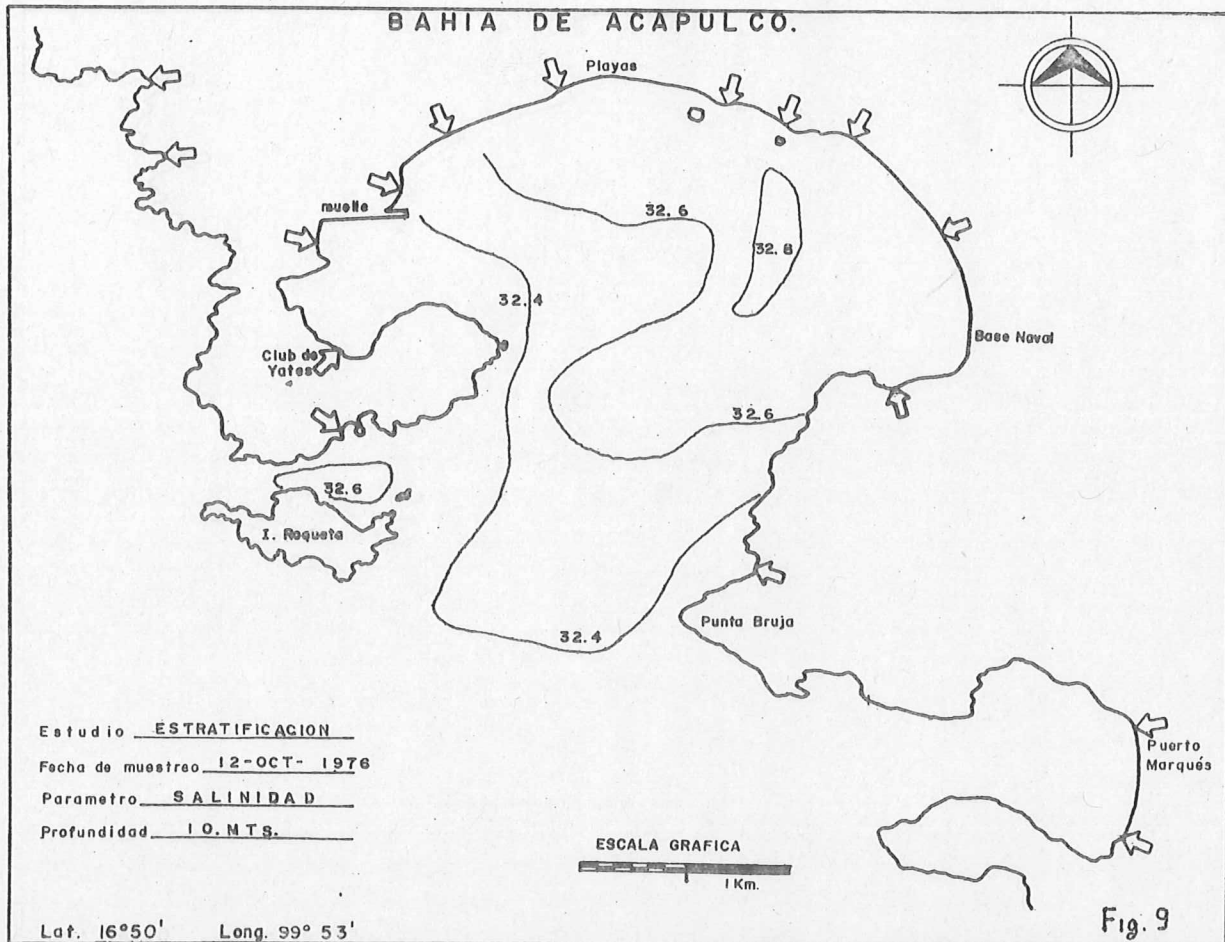
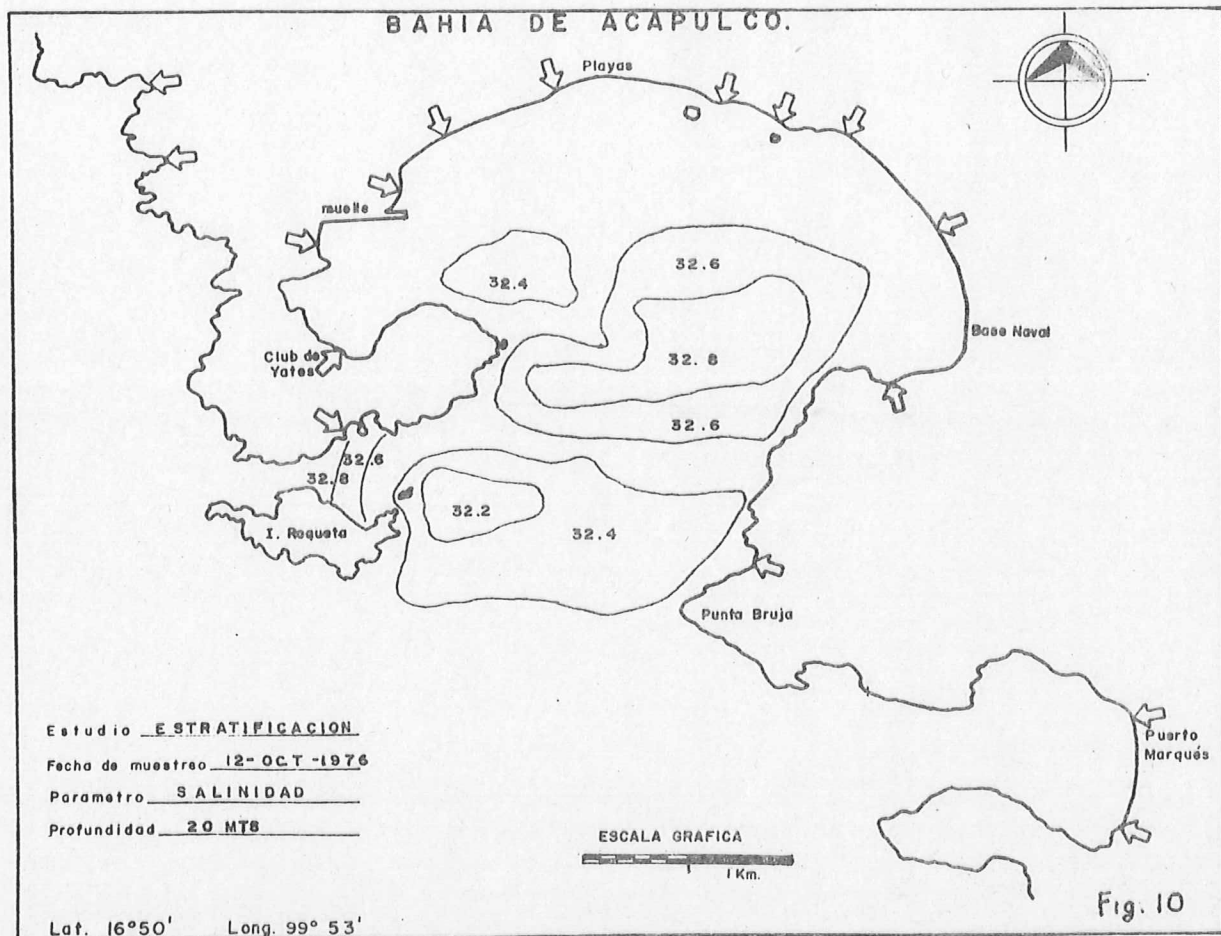
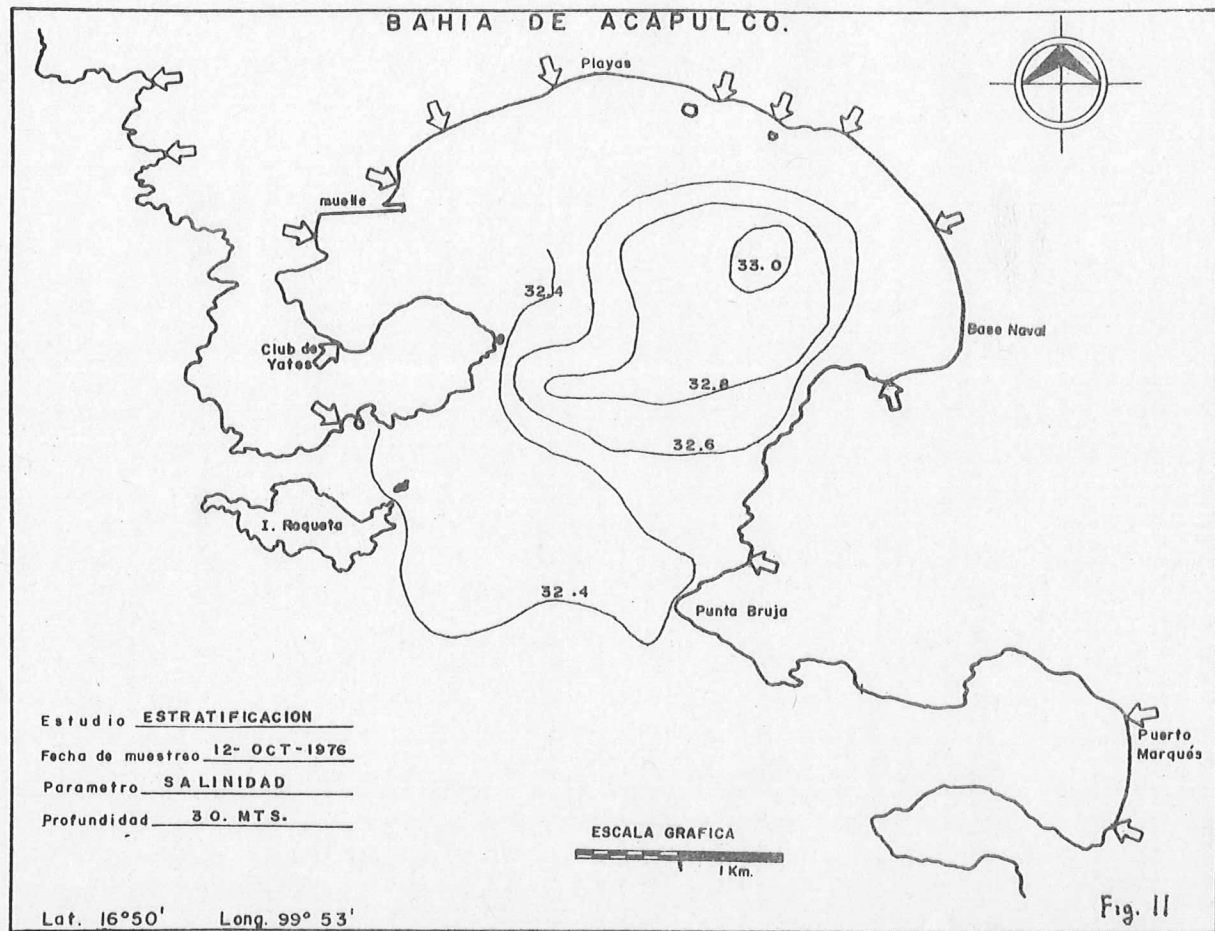
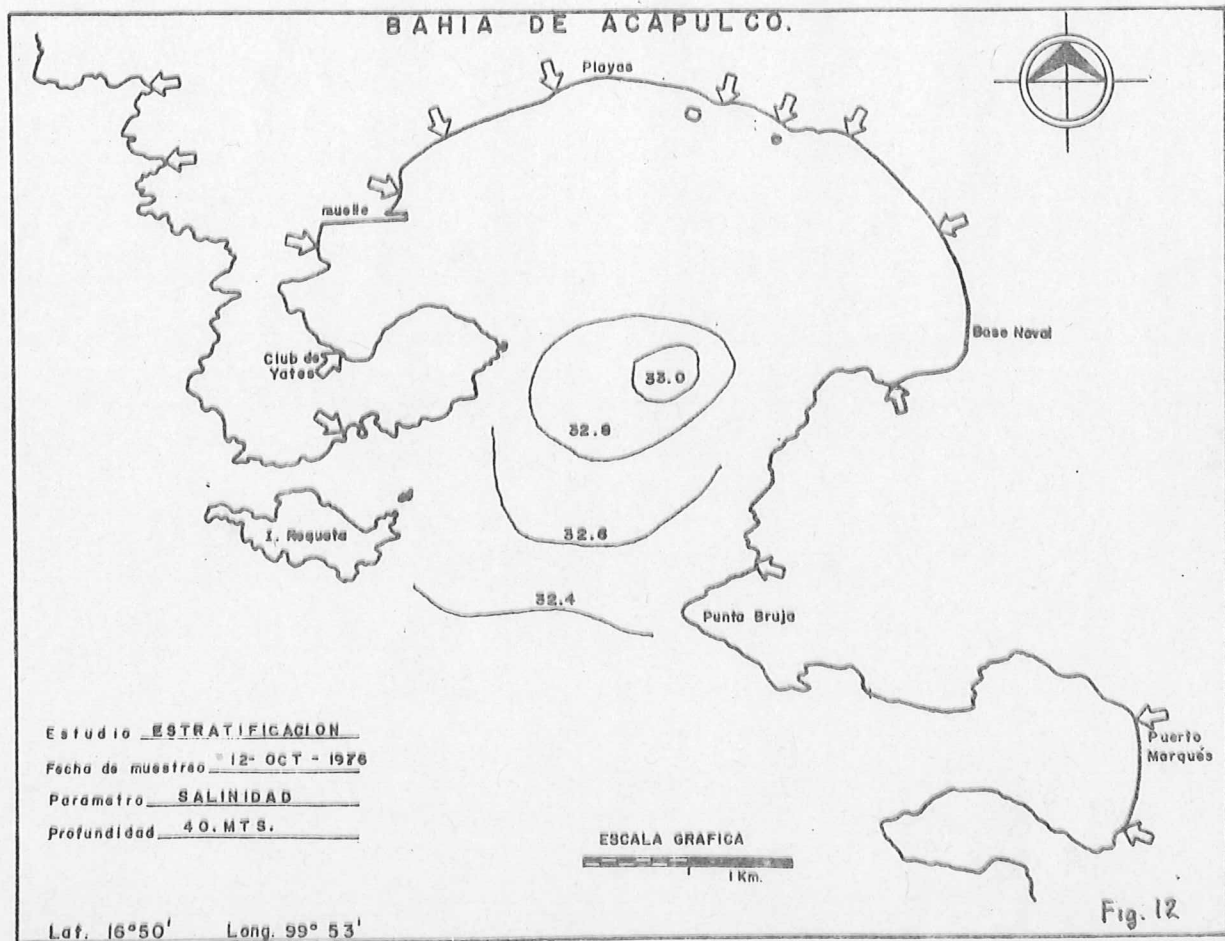
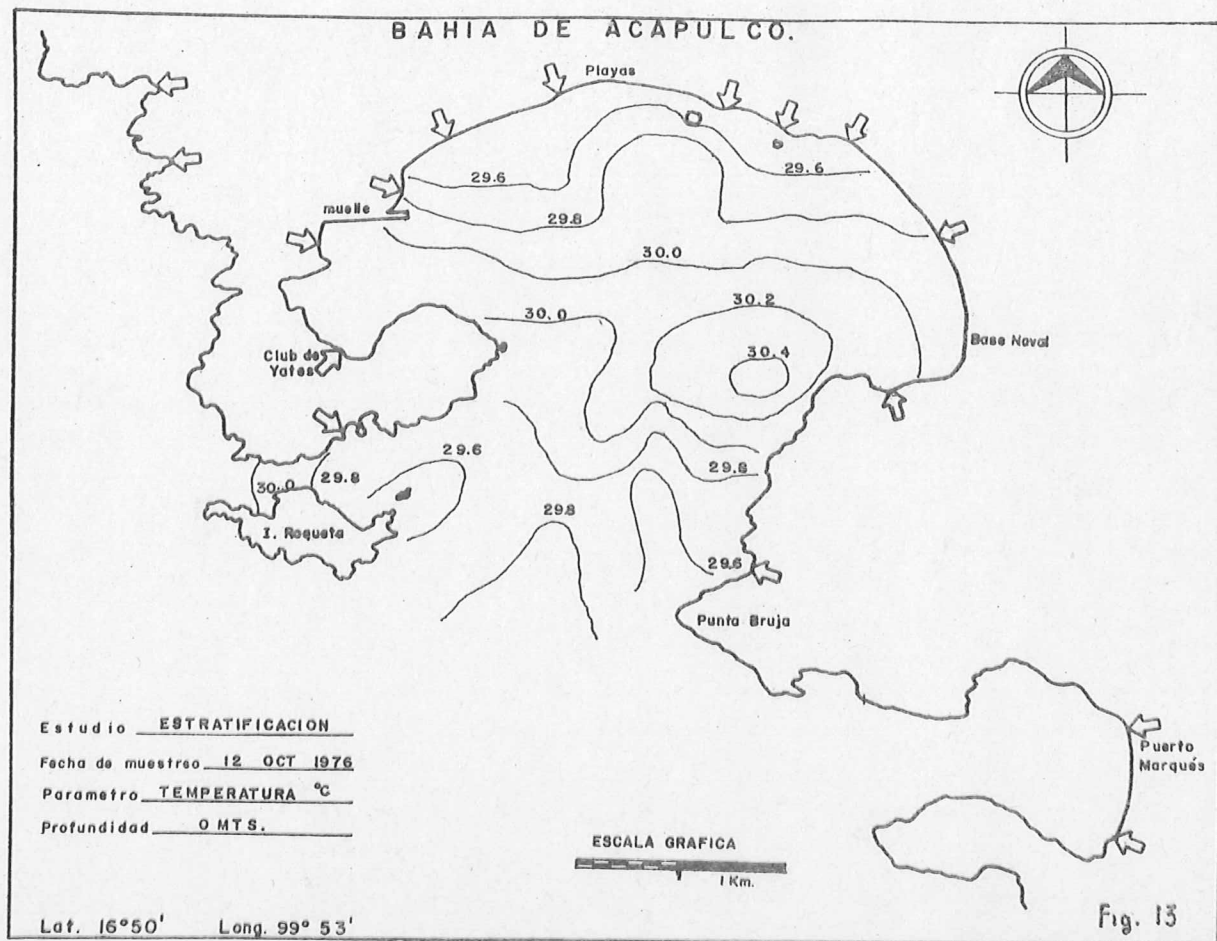


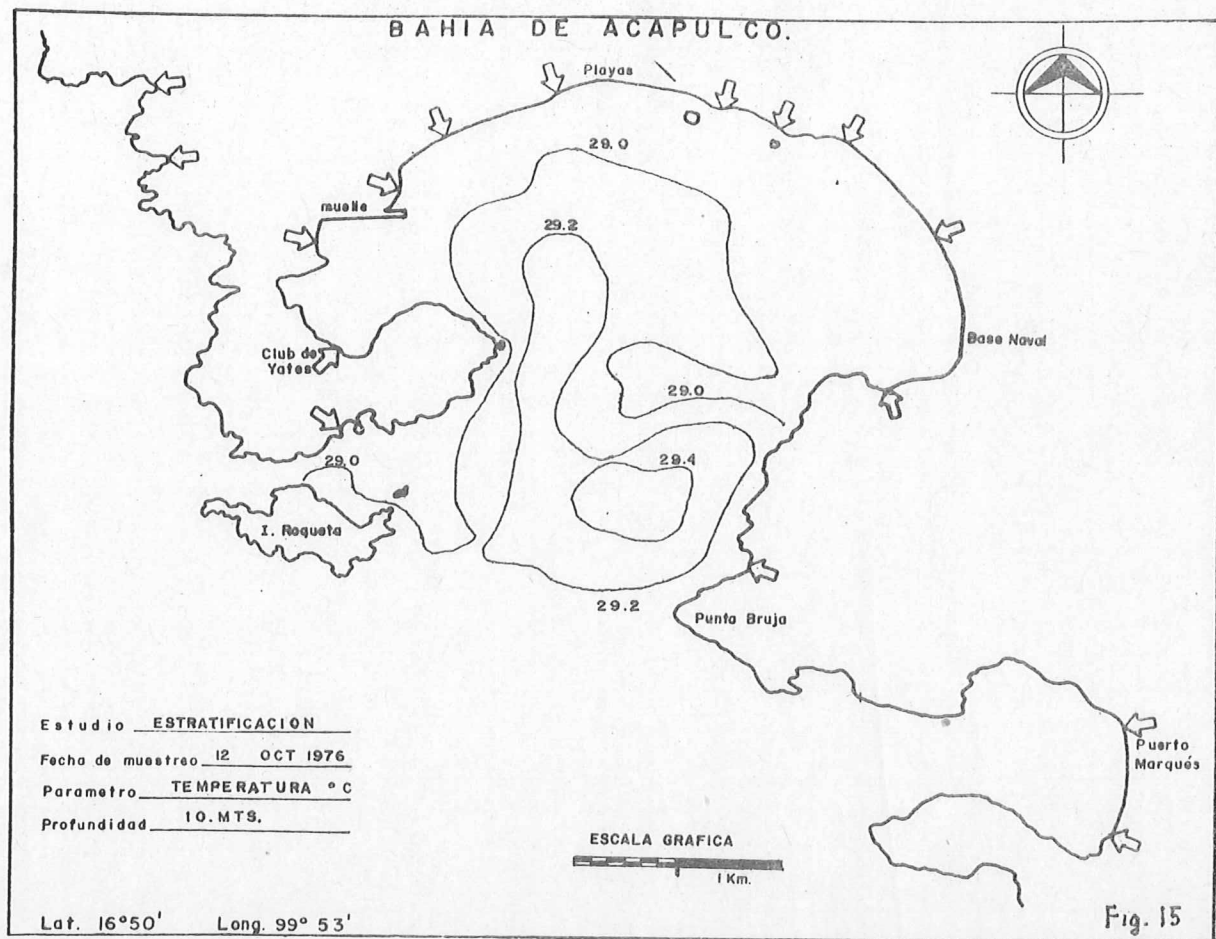
Fig. 9

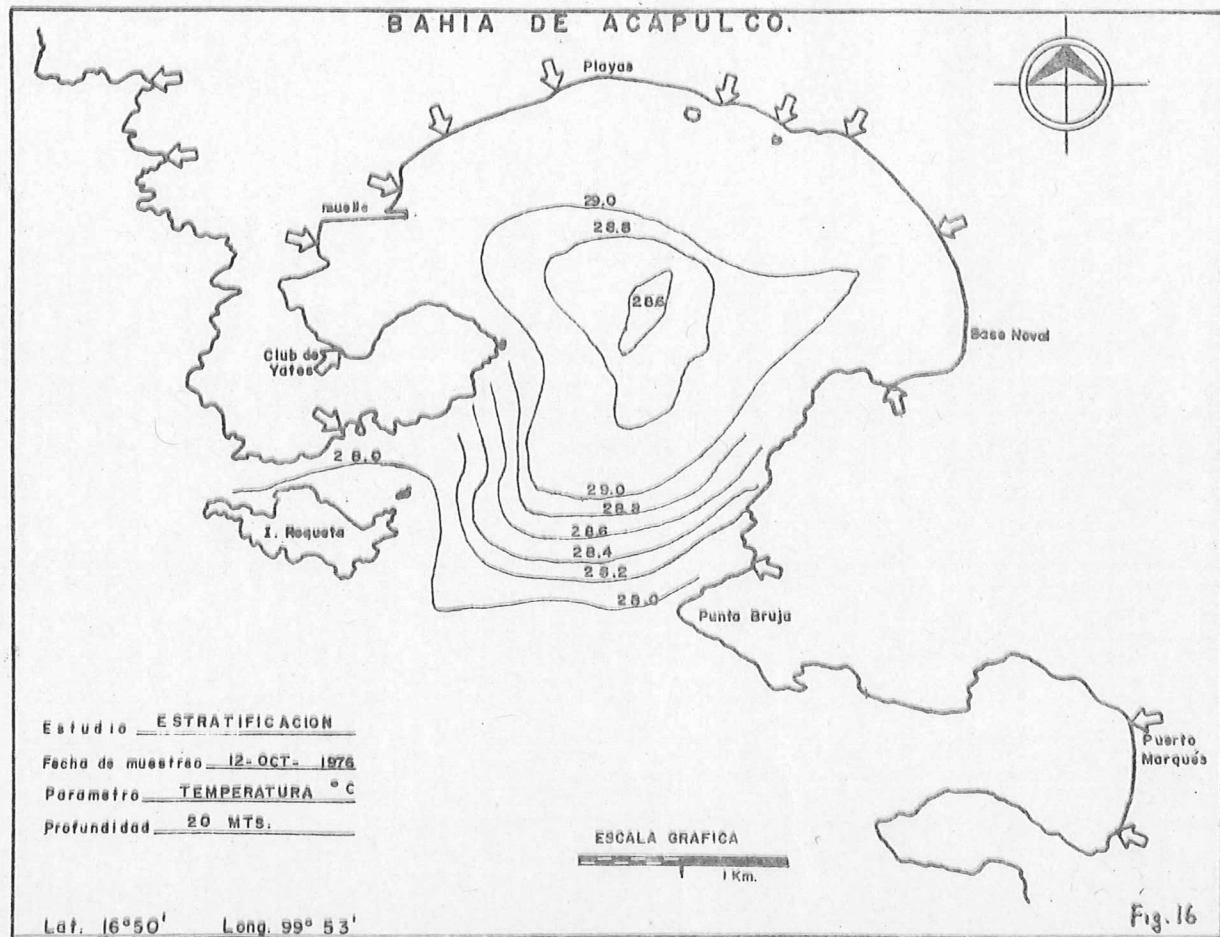


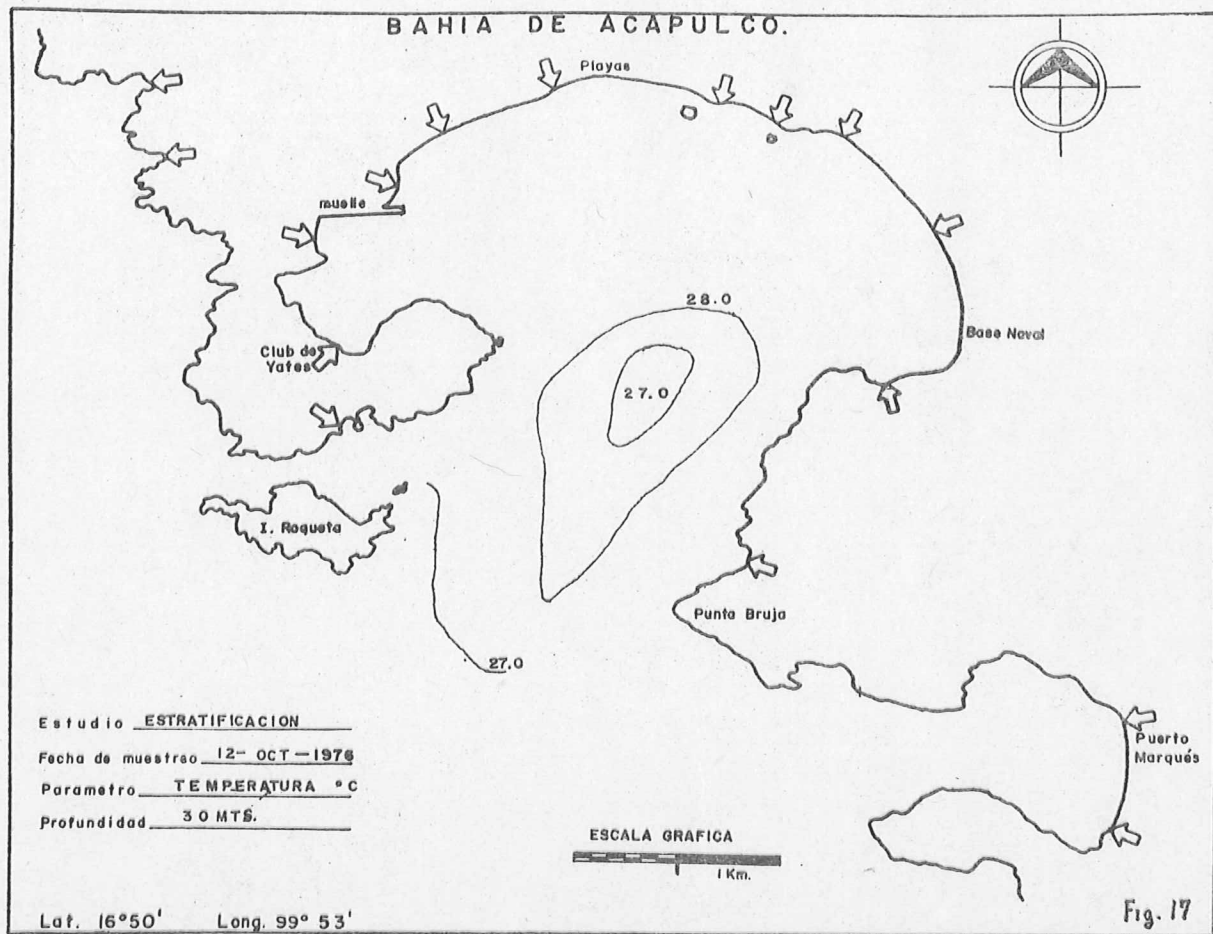


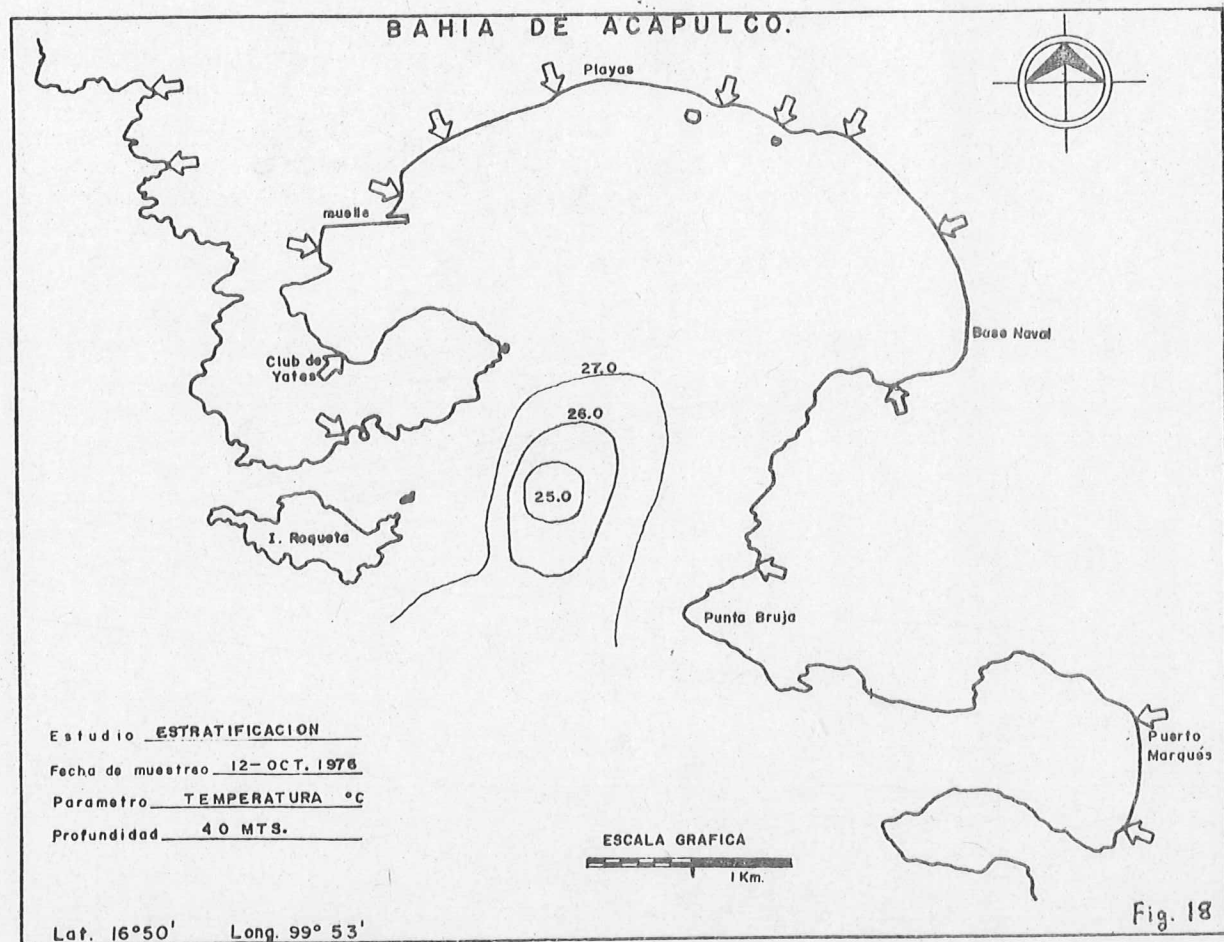


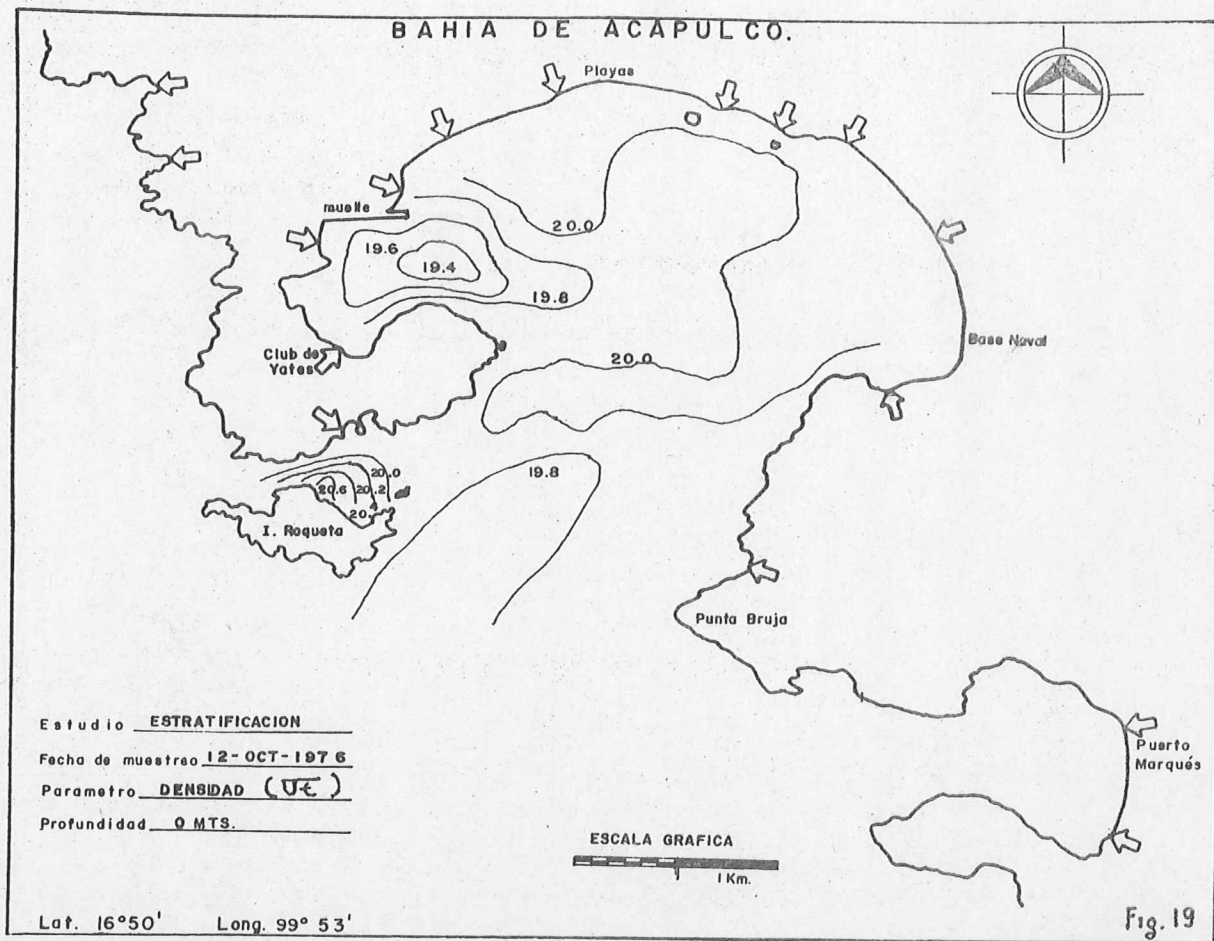


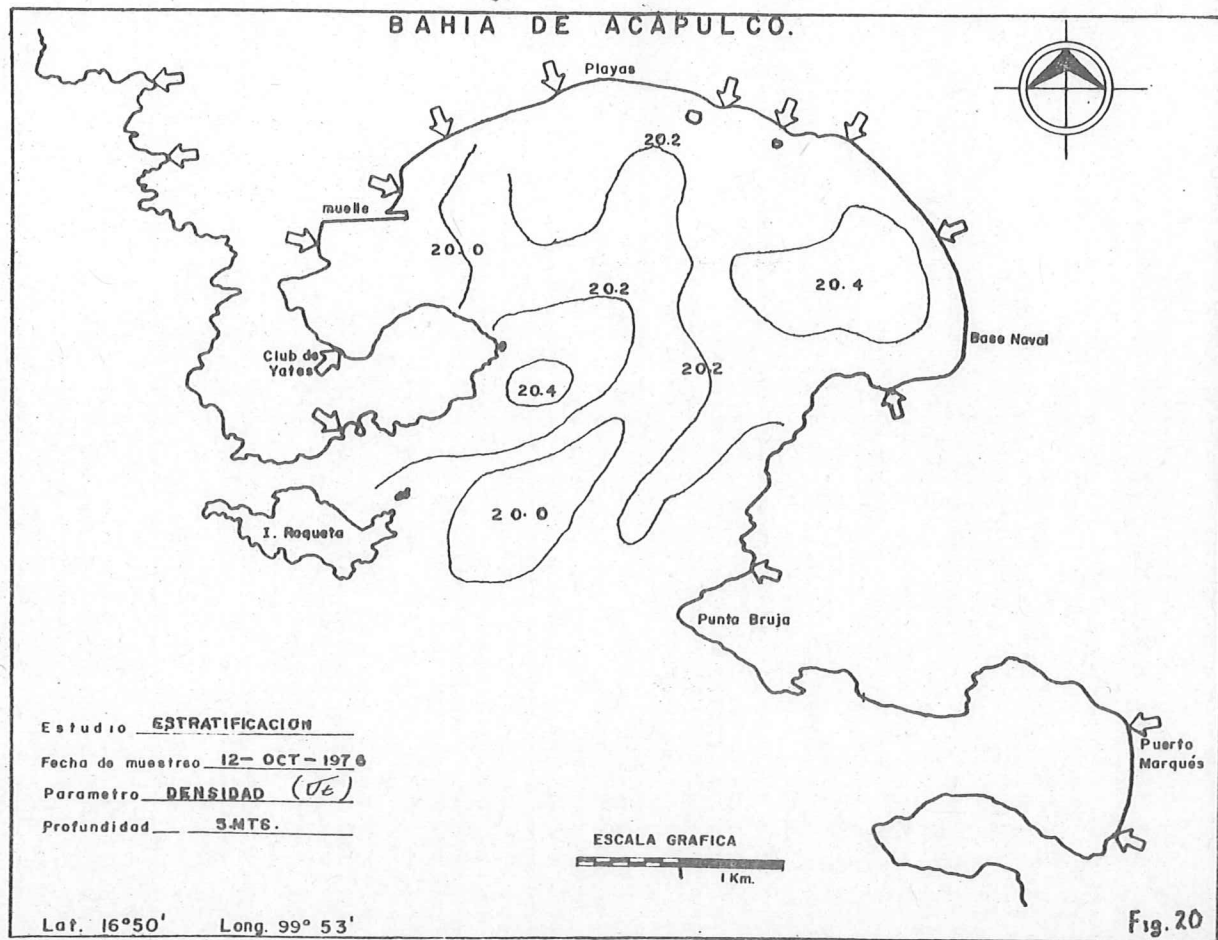


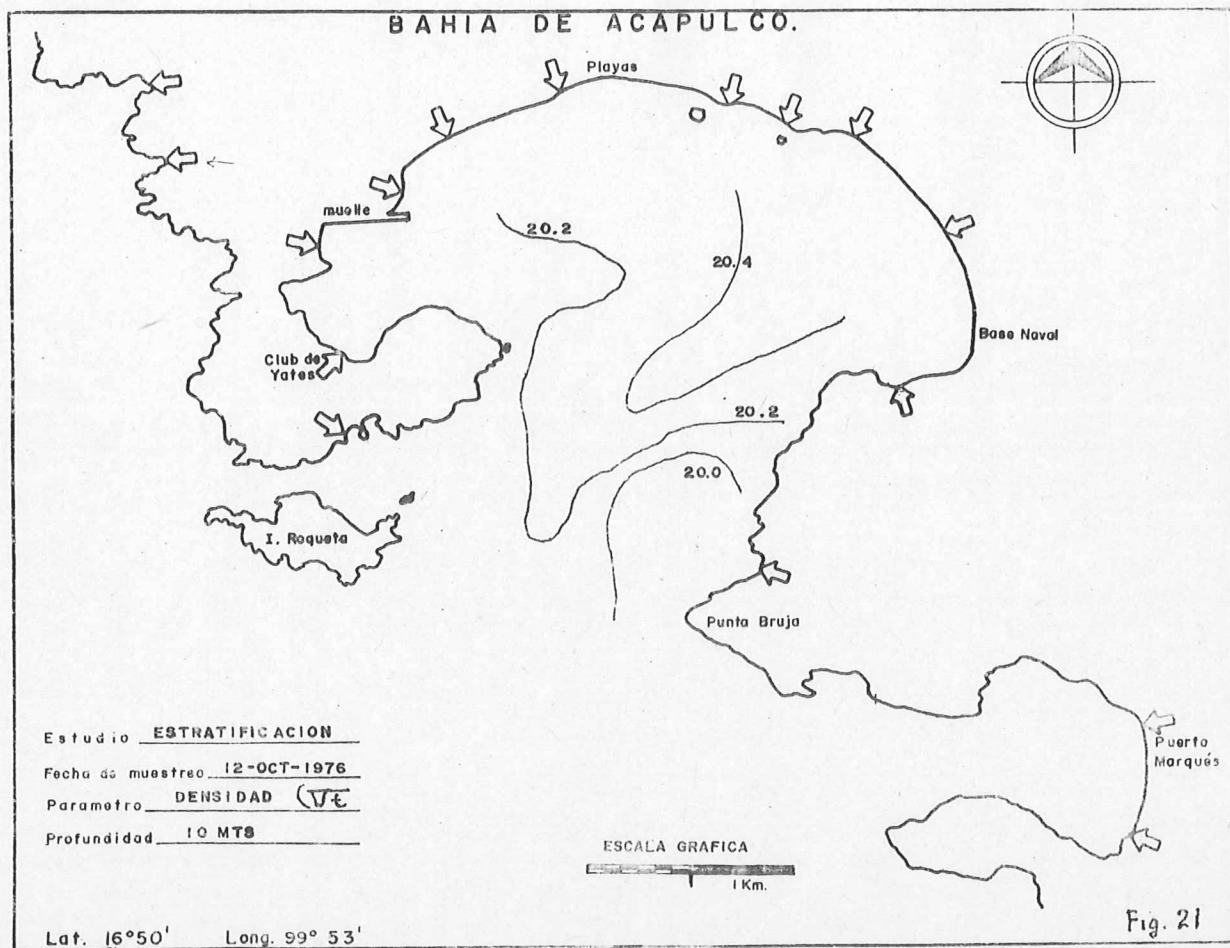


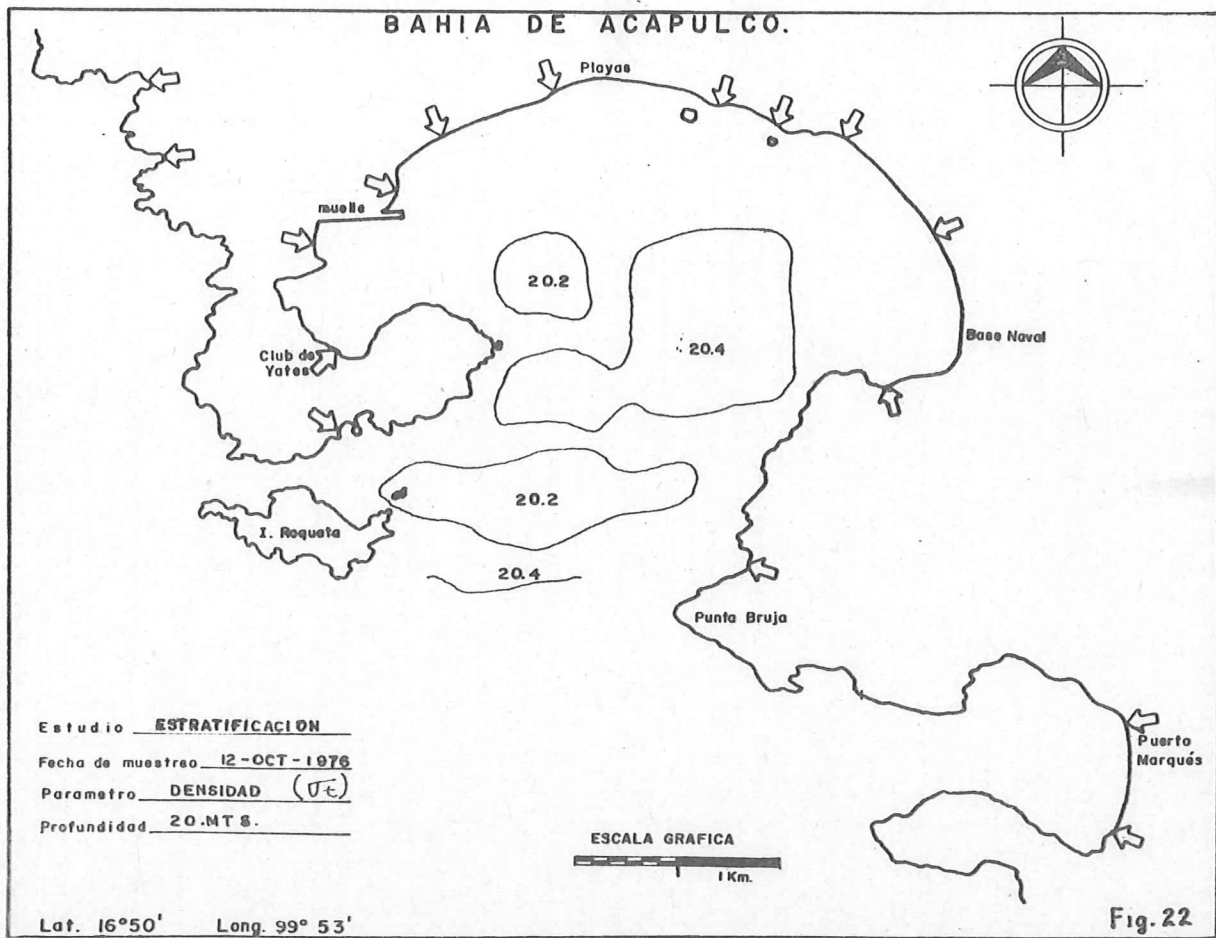


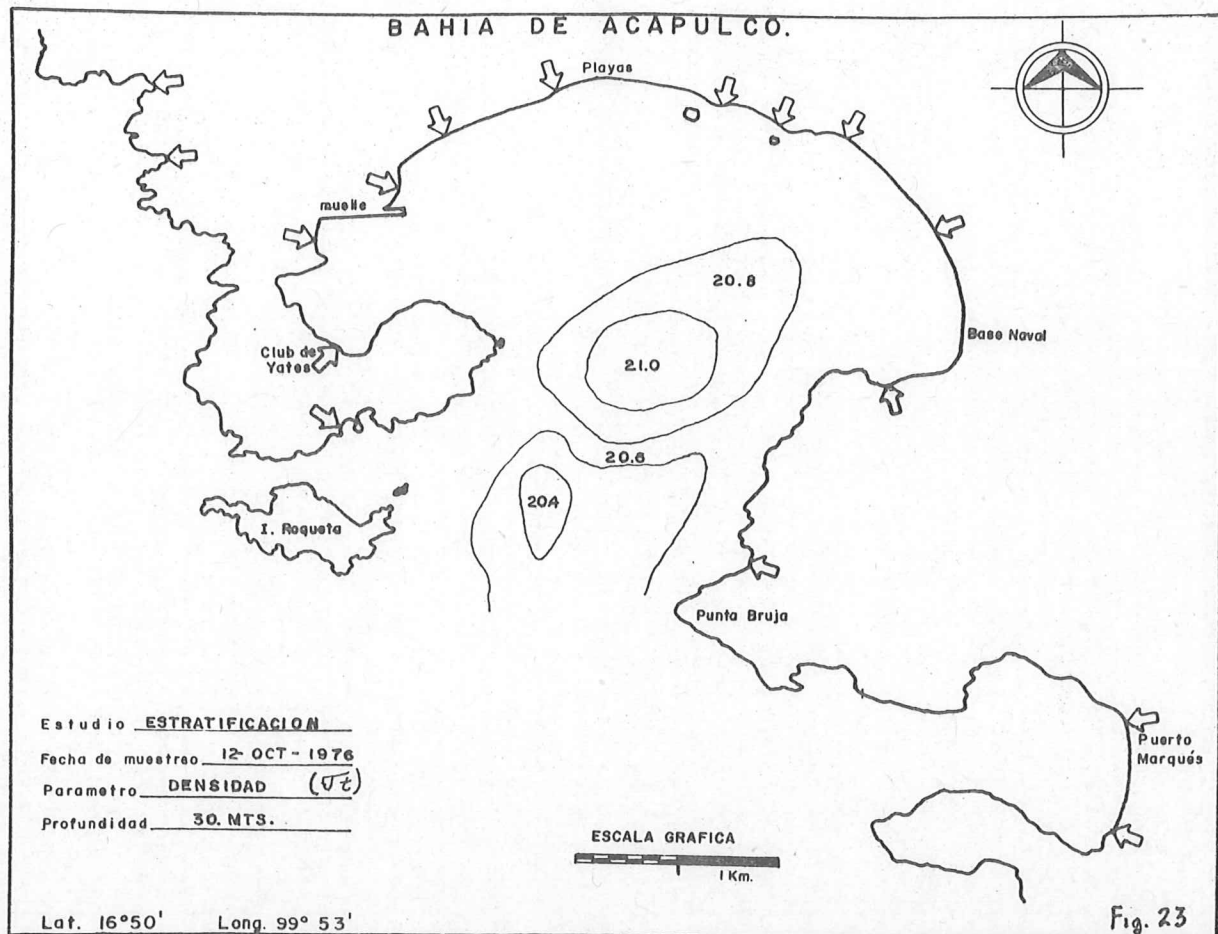


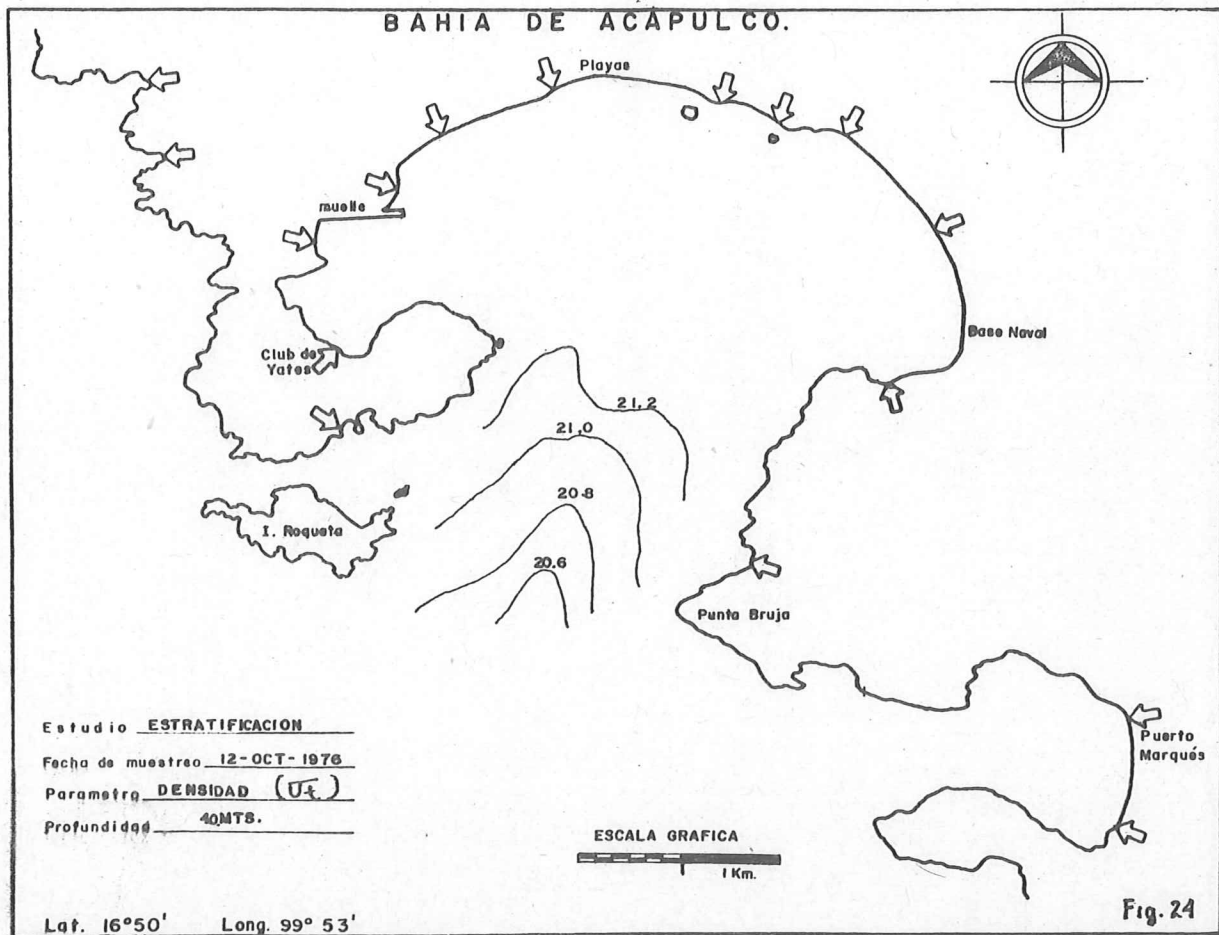








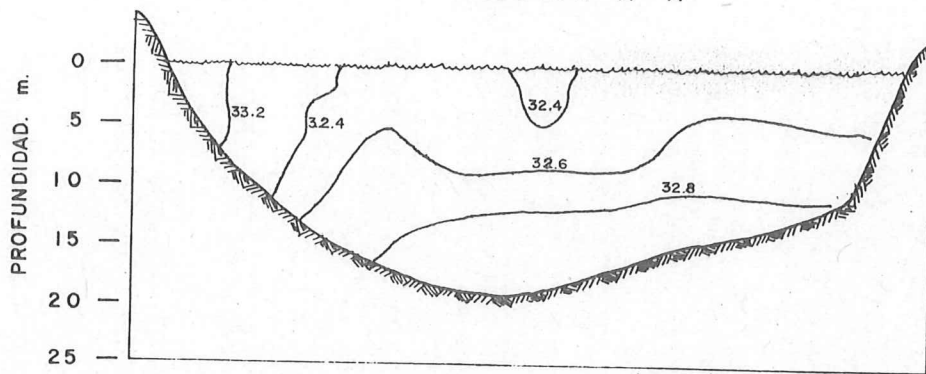




BAHIA DE ACAPULCO.

O ——— E

SECCION A-A'



Estudio ESTRATIFICACION

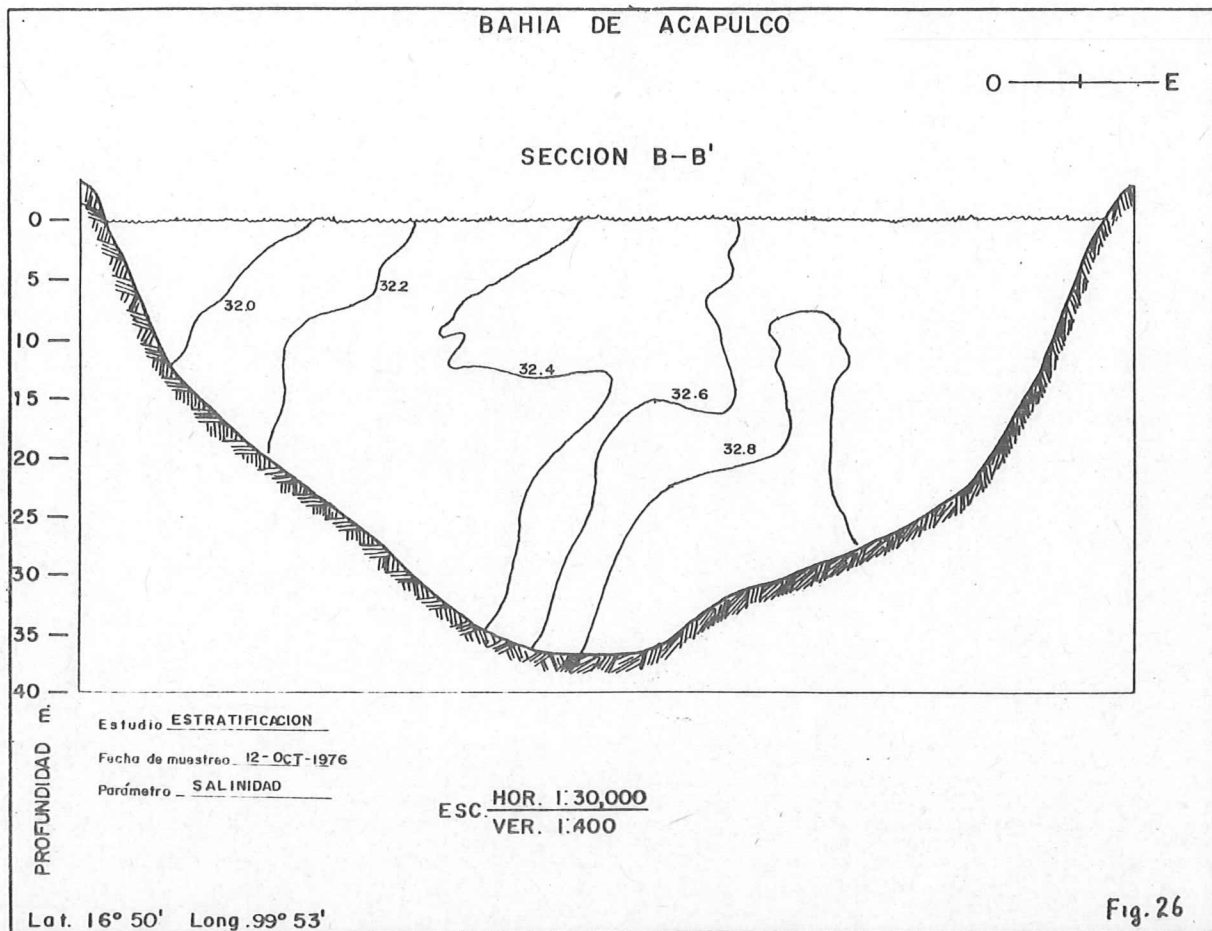
Fecha de muestreo 12 OCT - 1976

Parámetro SALINIDAD

ESC. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

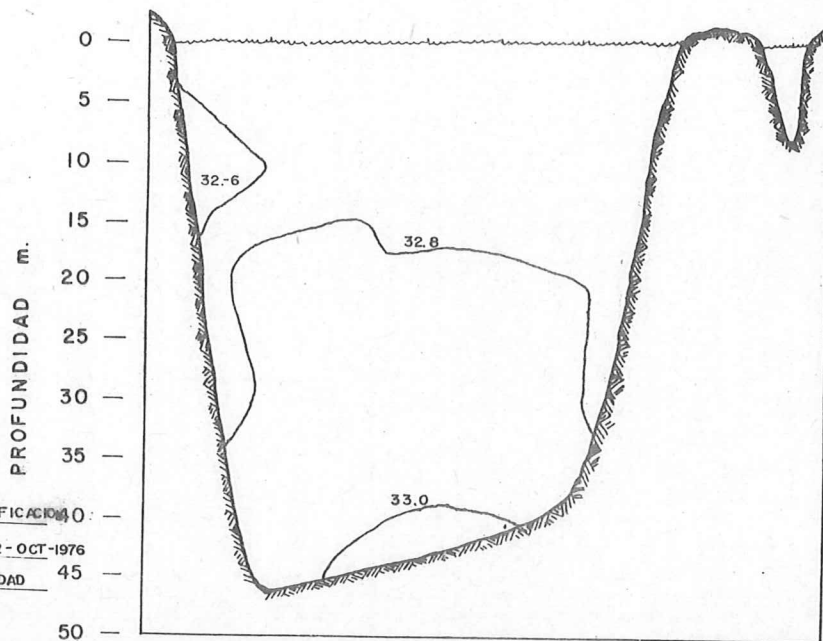
Fig. 25



BAHIA DE ACAPULCO

0 ——— E

SECCION C-C'



ESC. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

Estudio ESTRATIFICACION
Fecha de muestreo 12 - OCT - 1976
Parametro SALINIDAD

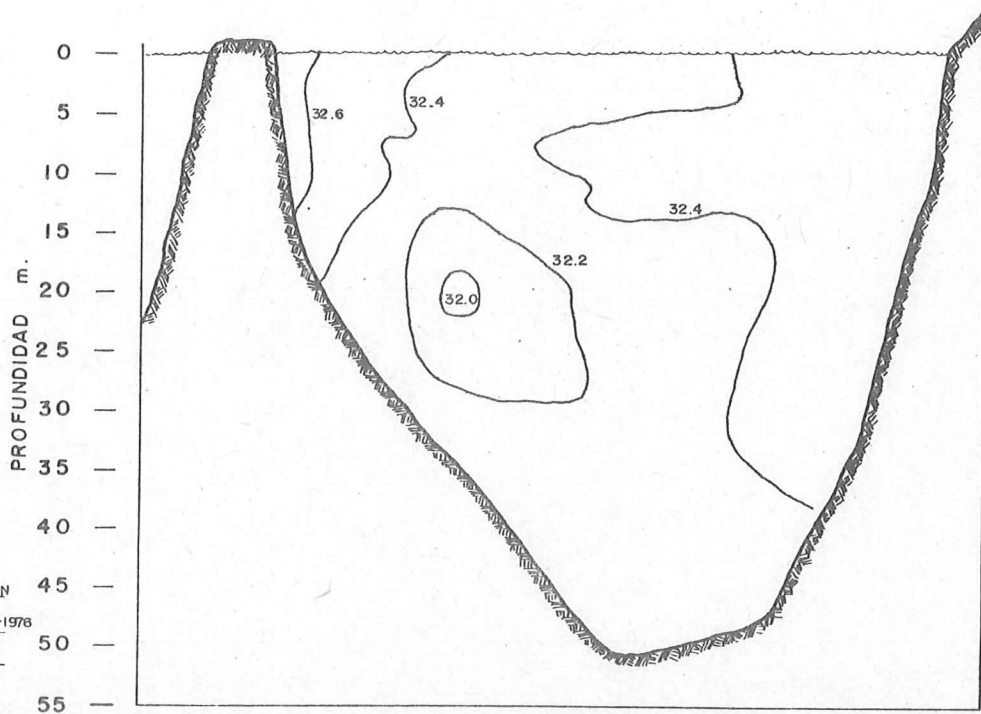
Lat. $16^{\circ}50'$ Long. $99^{\circ}53'$

Fig. 27

BAHIA DE ACAPULCO

SECCION D-D'

0 ——— E



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro SALINIDAD

ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

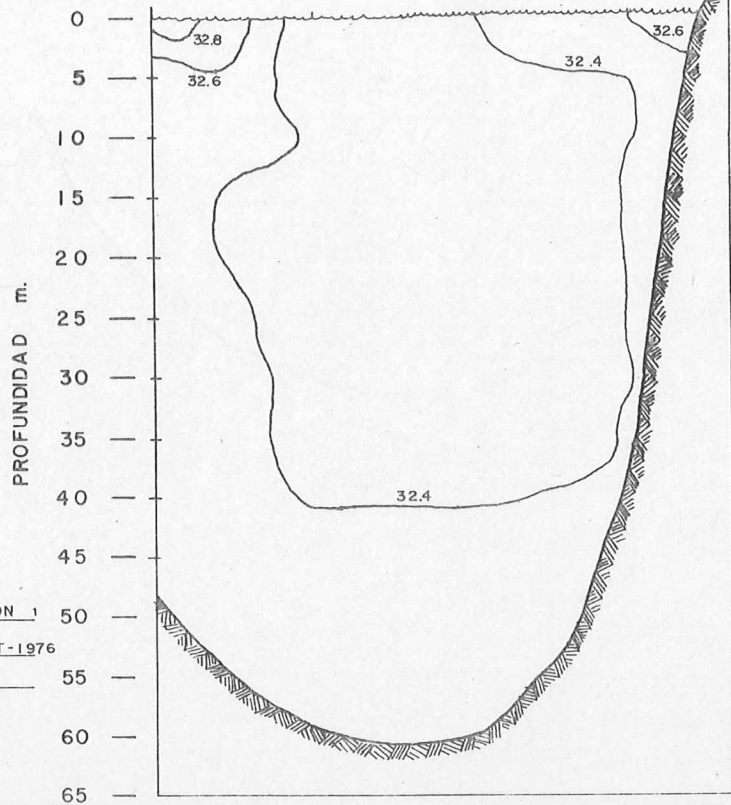
Fig-28

BAHIA DE ACAPULCO.

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

SECCION E-E'

0 ——— E



Estudio ESTRATIFICACION 1

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro SALINIDAD

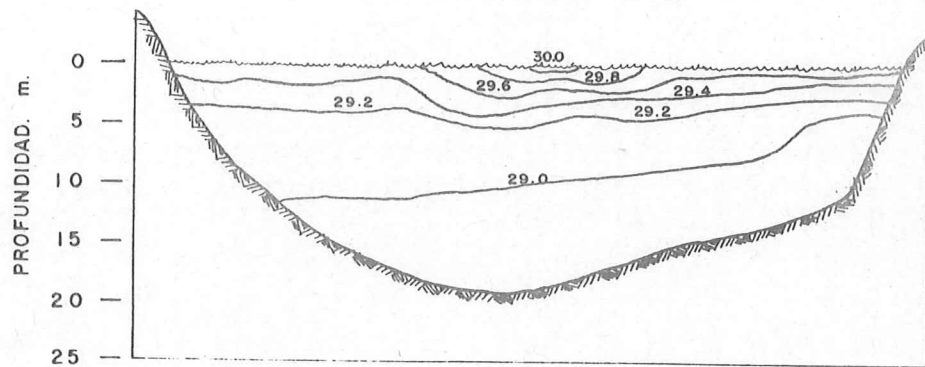
ESC.HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Fig. 29

BAHIA DE ACAPULCO.

0 ——— E

SECCION A-A'



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo. 12-OCT-1976

Parámetro TEMPERATURA °C

ESC. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

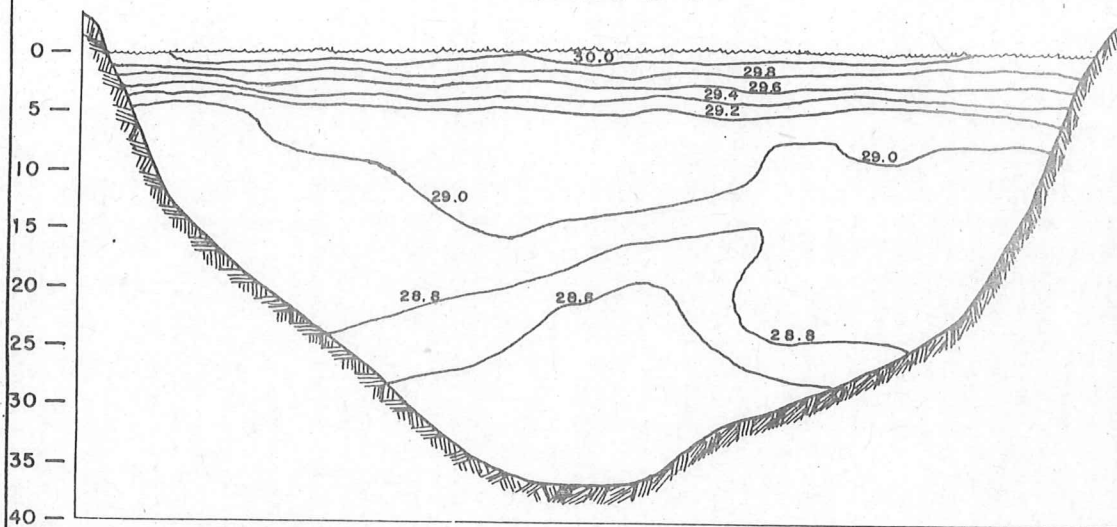
Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

Fig. 30

BAHIA DE ACAPULCO

O ——— E

SECCION B-B'



PROFUNDIDAD
E

Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro TEMPERATURA °C

ESC. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

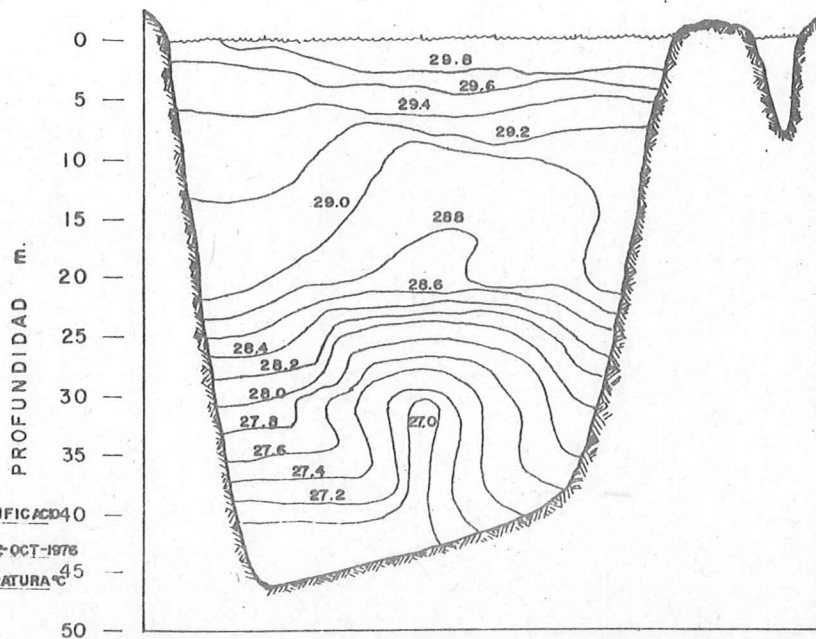
Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

Fig. 31

BAHIA DE ACAPULCO

O ——— E

SECCION C-C'



ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro TEMPERATURA °C

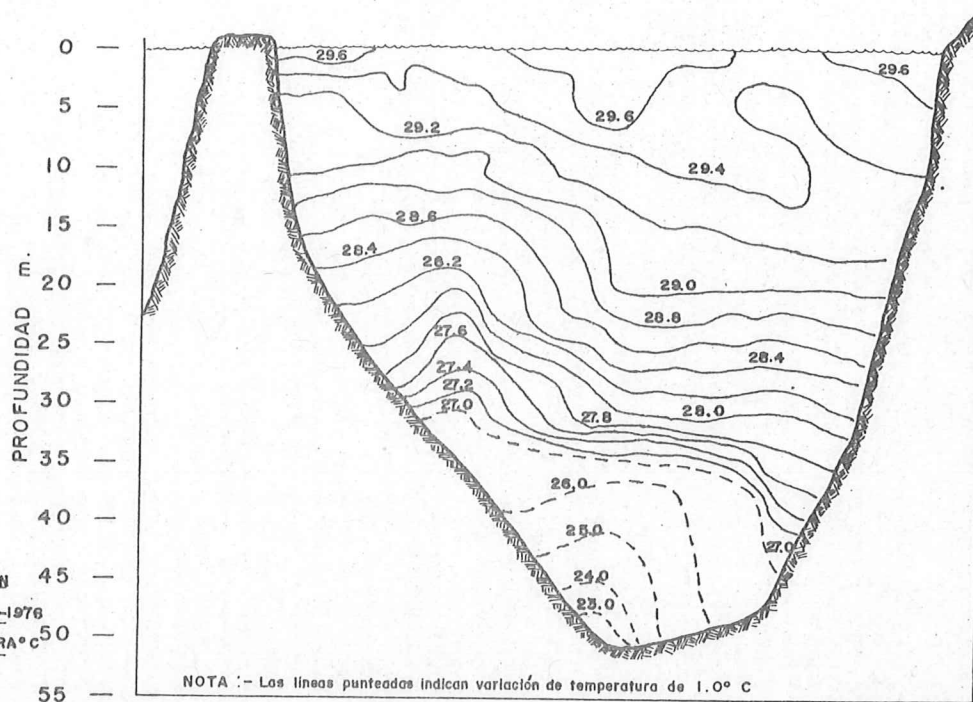
Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

Fig. 32

BAHIA DE ACAPULCO

SECCION D-D'

O ——— E



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-0 CT-1976

Parámetro TEMPERATURA °C

ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

Fig. 33

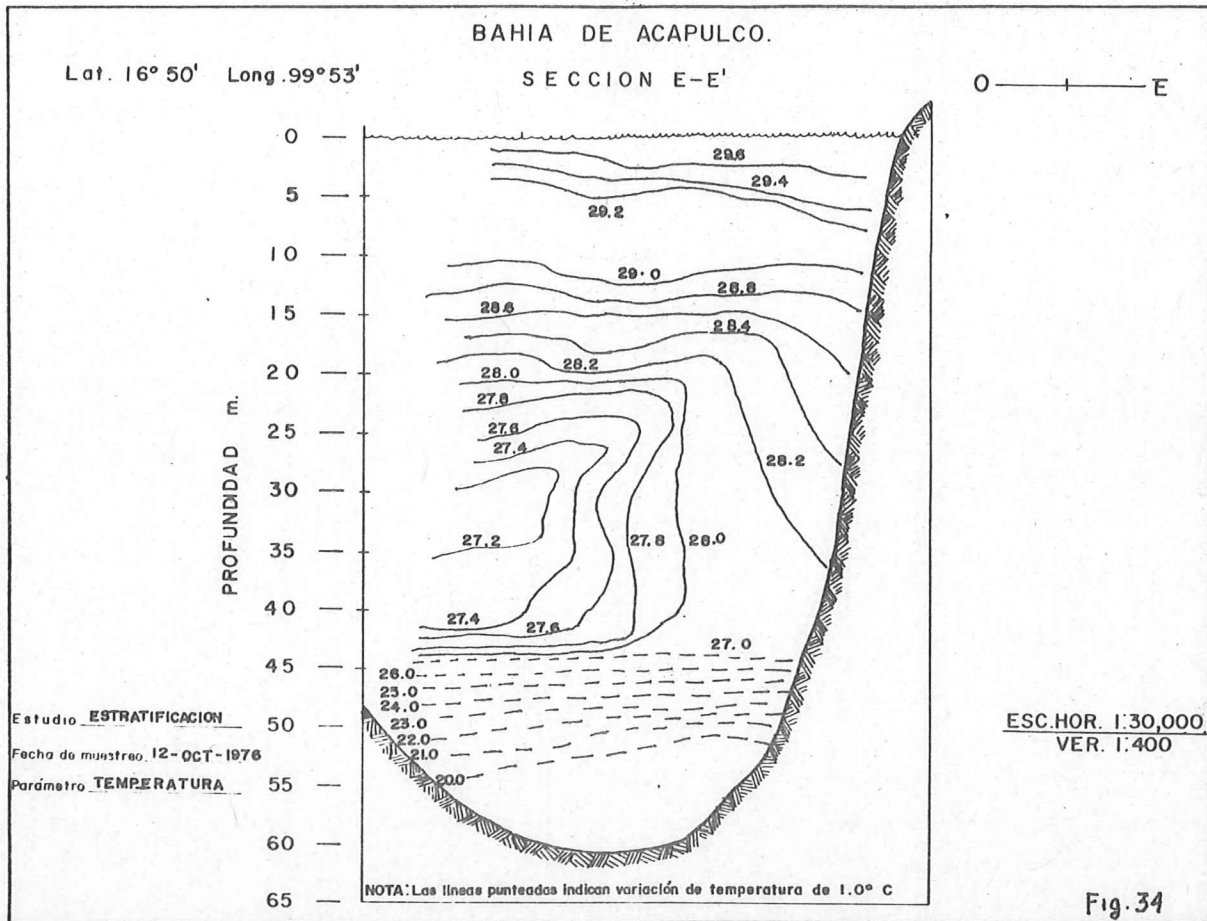
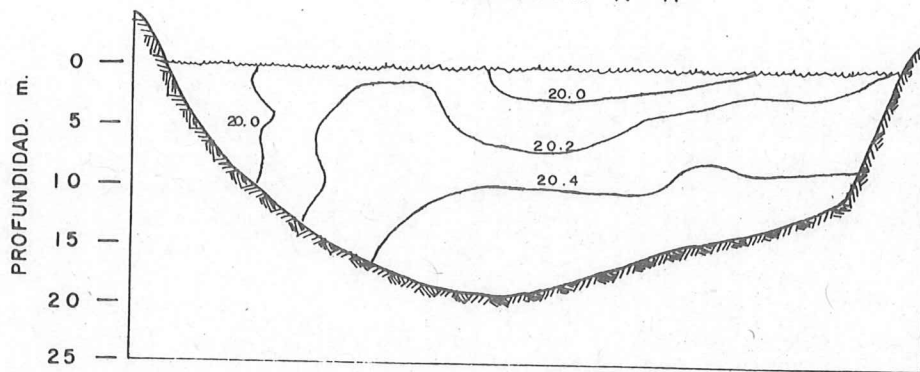


Fig. 34

BAHIA DE ACAPULCO.

0 ——— E

SECCION A-A'



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro DENSIDAD (σ_t)

ES C. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

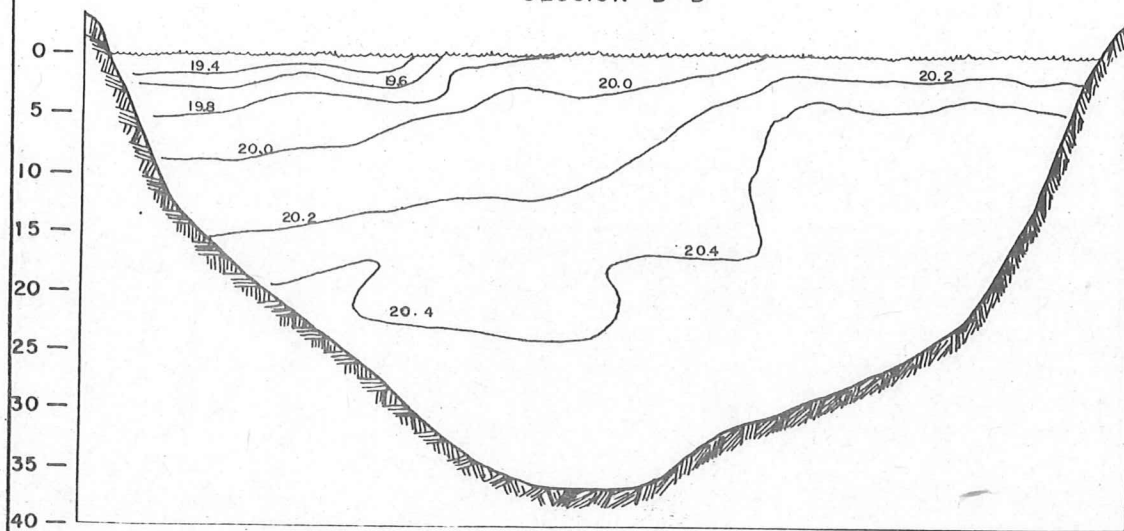
Lat. $16^{\circ} 50'$ Long. $99^{\circ} 53'$

Fig. 35

BAHIA DE ACAPULCO

0 ——— E

SECCION B-B'



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro DENSIDAD (σ_t)

ESC. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

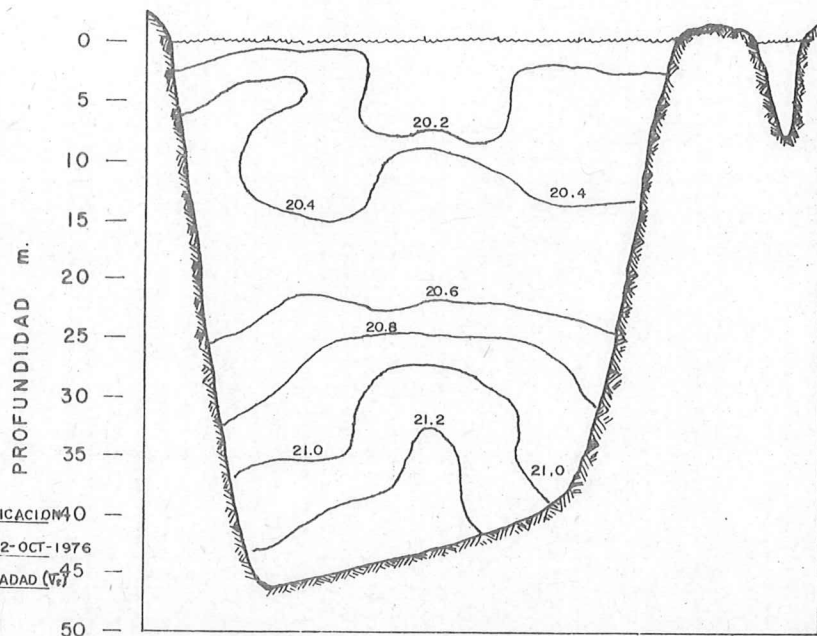
Lat. $16^{\circ} 50'$ Long. $99^{\circ} 53'$

Fig. 36

BAHIA DE ACAPULCO

0 ——— E

SECCION C-C'



ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro DENSIDAD (σ_t)

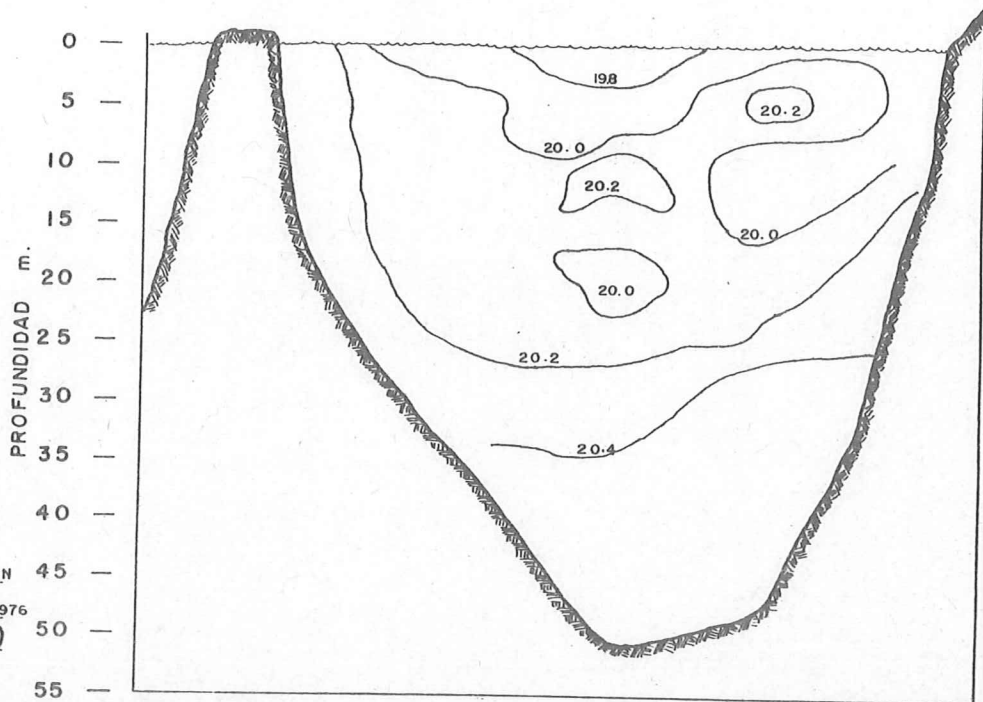
Lat. $16^{\circ}50'$ Long. $99^{\circ}53'$

Fig. 37

BAHIA DE ACAPULCO

SECCION D-D'

0 ——— E



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro DENSIDAD (σ_t)

ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Lat. $16^{\circ}50'$ Long. $99^{\circ}53'$

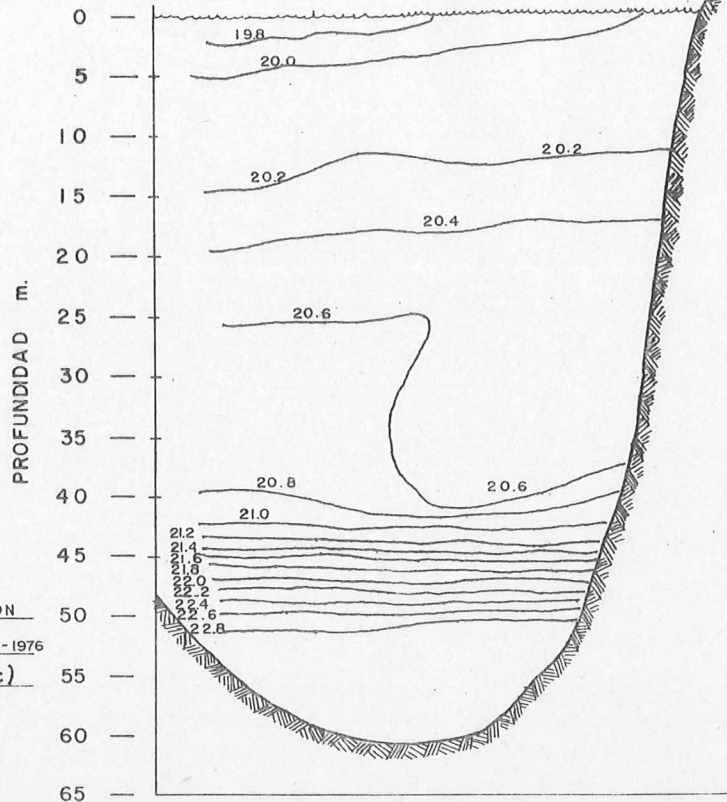
Fig. 38

BAHIA DE ACAPULCO.

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

SECCION E-E'

0 ——— E



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 12-OCT-1976

Parámetro DENSIDAD (σ_t)

ESC.HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Fig.39

IV.- RESULTADOS PARA EL MUESTREO DE DICIEMBRE

- A).- Distribución de los parámetros de salinidad, temperatura y densidad en el sentido horizontal.

IV.A.a.- Distribución de Salinidades.

1).- Salinidad Superficial.

La distribución de isohalinas se representa en la figura 40. La salinidad mínima registrada fué de 32.53‰ , este valor se encuentra distribuido en las estaciones 2, 6, 7 y 17 hacia ambos lados en el interior de la Bahía. La salinidad máxima registrada fué de 33.43‰ y se localizó sobre las estaciones 14 y 16 frente a la Playa Guivarrón y las Brisas respectivamente.

En el interior de la Bahía, cercano a la playa las salinidades son bajas, aumentan progresivamente hacia la bocana para luego disminuir de nuevo en la zona del canal de Boca Grande hasta el límite con mar abierto.

En el sentido transversal se observa un gradiente en la zona del canal de Boca Grande, en donde las isohalinas adoptan una configuración concéntrica con los valores bajos en el centro y los altos hacia la periferia. El rango de variación de los valores es de 0.90‰ .

2).- Salinidad en el estrato de 5 metros.

La distribución de las isohalinas se muestra en la figura 41. El valor mínimo registrado fué de 32.45‰ en la estación 21 de la zona del canal Boca Chica, y el valor máximo de 33.53‰ localizado en la estación 19.

En la distribución podemos observar un incremento en los valores de salinidad que van desde los extremos Este y Oeste

del interior de la bahía hacia el centro de la misma luego continúa este incremento especialmente del lado Este de la bocana, para luego disminuir a lo largo del canal Boca Grande hasta mar abierto, dando como resultado 2 zonas de salinidades bajas en ambos extremos del interior y 2 zonas de salinidades altas una del lado Este frente a la playa Guitarrón y otra del lado Oeste frente a la Isla La Roqueta.

Se observa un gradiente pequeño en el sentido transversal y uno más acentuado en el sentido longitudinal en la zona del canal Boca Grande. En la zona del canal Boca Chica, los valores aumentan progresivamente desde el límite con mar abierto hacia el interior del canal. El rango de variación que presentan los valores es de $1.10^{\circ}/_{\text{oo}}$.

3).- Salinidad en el estrato de 10 metros.

La distribución de las isohalinas se muestra en la figura 42.

El valor mínimo que se registró fué de $32.57^{\circ}/_{\text{oo}}$ localizado en la estación 21, y el máximo de $33.63^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación número 2.

Lateralmente se observa un gradiente sólo en la zona del canal Boca Chica con los valores disminuyendo progresivamente hacia mar afuera.

Longitudinalmente los valores presentan un gradiente bien marcado con los valores más altos en el interior de la Bahía y disminuyendo progresivamente hacia mar afuera.

4).- Salinidad en el estrato de 20 metros.

La distribución de las isohalinas se muestra en la figura 43.

El valor mínimo que se registró fué de 32.93‰ distribuido en las estaciones 17, 18, 24 y un valor máximo de 33.73‰ sobre el lado Este de la Bahía en la estación 6.

Lateralmente sólo se presenta gradiente en la zona del canal Boca Grande y longitudinalmente se presenta un gradiente bien definido con los valores disminuyendo progresivamente hacia mar afuera. El rango de valores es de 0.80‰ .

5).- Salinidad en el estrato de 30 metros.

La distribución de las isohalinas se muestra en la figura 44.

El valor mínimo registrado fué de 32.87‰ en la estación 24, y el máximo de 33.63‰ muestreando en las estaciones 8 y 12.

Se observa un gradiente longitudinal marcado con los valores disminuyendo progresivamente del interior de la Bahía hacia mar afuera. No existiendo gradiente en el sentido lateral, y el rango de variación es de 0.76‰ .

6).- Salinidad en el estrato de 40 metros.

La distribución de las isohalinas se muestra en la figura 45.

Se registró un valor mínimo de 33.07‰ en la estación 24 y un valor máximo de 33.73‰ sobre las estaciones 13 y 17.

La distribución de estos valores se encuentran en la zona del canal de Boca Grande, los cuales disminuyen progresivamente desde la bocana hacia mar afuera. El rango de variación es del orden de 0.66‰ .

IV.A.b.- Distribución de Temperaturas

1).- Temperatura Superficial.

Las isotermas se muestran en la figura 46.

El valor mínimo registrado fué de 28.2°C localizado sobre la estación 3.

La temperatura disminuye desde el extremo interno de la Bahía hacia la bocana, y este valor continúa estable en toda la zona del canal de Boca Grande hasta mar abierto, con excepción de las zonas cercanas a las paredes del canal donde la temperatura aumenta ligeramente.

En la zona del canal Boca Chica se observa una distribución de temperatura constante. El rango de variación que presentan los valores es del orden de 1.0°C .

2).- Temperatura en el estrato de 5 metros.

Las isotermas se muestran en la figura 47.

El valor mínimo es de 28.2°C y se registró en la estación 7.

El valor máximo es de 28.7°C registrado en el extremo Oeste del interior de la Bahía en la estación 1.

Los valores disminuyen progresivamente desde el interior de la Bahía hasta la bocana, y este valor se mantiene constante hasta mar afuera. El rango de variación es del orden de 0.5°C .

3).- Temperatura en el estrato de 10 metros.

Las isotermas se muestran en la figura 48.

La temperatura mínima registrada fué de 28.1°C distribuida sobre las estaciones 2, 6 y 16. La máxima registrada fué de 28.38 sobre las estaciones 8 y 13 en el centro de la Bahía.

Las figuras nos muestra una sola isoterma que nos indica que la temperatura es homogénea en toda el área. El rango de variación de los valores es pequeño de 0.28°C .

4).- Temperatura en el estrato de 20 metros.

Las isothermas se muestran en la figura 49.

La temperatura mínima fué de 27.7°C en el extremo Este, en la estación 6, y la máxima de 28.3°C en las estaciones 21 y 22.

La distribución de temperaturas nos muestra una distribución casi homogénea en el sentido longitudinal, y un gradiente más marcado en el sentido transversal en el interior de la Bahía, disminuyendo los valores progresivamente desde el lado Oeste hacia el Este. El rango de variación de los valores es de 0.6°C .

5).- Temperatura en el estrato de 30 metros.

Las isothermas se muestran en la figura 50.

La temperatura mínima que se registró fué de 27.4°C en las estaciones 7 y 12, y la máxima fué de 28.32°C en la estación 21 en la entrada del canal de Boca Chica. Los valores muestran un gradiente en el sentido longitudinal desde el centro de la bahía hacia la bocana, y luego aumenta progresivamente en la zona del canal de Boca Grande hacia mar abierto. En el canal de Boca Chica la temperatura disminuye progresivamente hacia el interior. El rango de variación de los valores es de 0.92°C .

6).- La temperatura en el estrato de 40 metros.

Las isothermas se muestran en la figura 51.

El valor mínimo registrado fué de 27.32°C en la estación

13 y la máxima de 28.0°C en la estación 23.

Los valores muestran un gradiente bien definido en la zona del canal de Boca Grande que va aumentando desde la bocana hasta mar abierto. El rango de variación es de 0.68°C.

IV. A. c. - Distribución de Densidades (σ_t)

1). - Densidad Superficial.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 52.

Se registró un valor mínimo de 20.24 en la estación 2 y un valor máximo de 21.23 en la estación 14.

Lateralmente no se registró ningún gradiente significativo, sólo longitudinalmente los valores presentan una variación para luego disminuir en el canal de Boca Grande. En la zona del canal de Boca Chica se observa una densidad homogénea. El rango de variación de los valores es de 0.99°C.

2). - Densidad en el estrato de 5 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 53.

El valor mínimo registrado fue de 20.33 en la estación 1 y el valor máximo de 21.23 en las estaciones 4, 14 y 16.

Lateralmente se observa un gradiente con los valores más altos del lado Este de la Bahía y longitudinalmente los valores aumentan hacia la bocana para luego disminuir hacia mar afuera. El canal Boca Chica presenta un gradiente lateral con los valores aumentando hacia el interior de la Bahía. El rango de variación de los valores es de 0.90°C.

3). - Densidad en el estrato de 10 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 54.

El valor mínimo registrado fué de 20.61 localizado en la estación 21 y el valor máximo fué de 21.39 localizado en la estación 2, lateralmente sólo se observa gradiente en la zona del canal Boca Grande y el canal Boca Chica, longitudinalmente los valores disminuyen progresivamente, desde el interior de la Bahía hasta mar abierto. El rango de variación de los valores es de 1.06.

4).- Densidad en el estrato de 20 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 55. Se registró un valor mínimo de 20.89 distribuido en las estaciones 17, 18 y 24 y un valor máximo de 21.52 en la estación 19. Longitudinalmente los valores presentan un gradiente disminuyendo progresivamente desde el interior de la Bahía hacia mar afuera. La zona del canal Boca Chica presenta gradiente lateral disminuyendo también la densidad hacia mar afuera. El rango de variación de los valores es de 0.63.

5).- Densidad en el estrato de 30 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 56. Se registró un valor mínimo de 20.84 localizado en la estación 24, y un valor máximo de 21.71 en la estación 12. Lateralmente no se observa ningún gradiente significativo. Longitudinalmente los valores disminuyen progresivamente hacia el canal Boca Grande y continúa hasta mar afuera. El rango de variación de los valores es de 0.87.

6).- Densidad en el estrato de 40 metros.

La distribución de isopíneas se muestra en la figura 67.

El valor mínimo registrado fué de 20.93 localizado en la estación 24, y el máximo registrado fué de 21.79 localizado sobre la estación 13.

Sólo se observa un gradiente longitudinal con los valores mayores en la bocana y disminuyen progresivamente hacia mar afuera. El rango de variación de los valores es de 0.86.

- B).- Distribución de los parámetros de salinidad, temperatura y densidad en el sentido vertical.

IV.B.a).- Distribución de Salinidades.

- 1).- Sección AA' (figura 58).

El valor mínimo registrado es de $32.53^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la estación 2, y el máximo fué de $33.63^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la misma estación a 10 metros de profundidad.

Los valores muestran un gradiente en el sentido vertical aumentando desde la superficie hacia el fondo. En el sentido horizontal. La distribución de las isohalinas es normal a lo largo de la columna de agua. El rango de variación de los valores es de $1.10^{\circ}/_{\text{oo}}$.

- 2).- Sección BB' (figura 59).

El valor mínimo registrado fué de $32.53^{\circ}/_{\text{oo}}$ localizado superficialmente sobre las estaciones 7 y 6, y el valor máximo fué de $33.73^{\circ}/_{\text{oo}}$ localizado a 20 metros de profundidad de la estación 6 sobre el lado Este de la sección.

La distribución de salinidades muestra un gradiente bien marcado en el sentido vertical con los valores aumentando progresivamente de la superficie hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de $1.20^{\circ}/_{\text{oo}}$.

3).- Sección CC' (figura 60).

La sección muestra un valor mínimo de $33.13^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la superficie de la estación 12, y un valor máximo de $33.53^{\circ}/_{\text{oo}}$ a los 40 metros de profundidad de la estación 13.

Los valores muestran un gradiente sólo en el sentido vertical con los valores aumentando progresivamente de la superficie hacia el fondo, con excepción de una pequeña región superficial del lado Este de la sección. El rango de variación de los valores es de $0.60^{\circ}/_{\text{oo}}$.

4).- Sección DD' (figura 61).

En esta sección la salinidad mínima registrada fué de $32.53^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la superficie de la estación 17, y un valor máximo registrado de $33.78^{\circ}/_{\text{oo}}$ a los 20 metros de profundidad de la estación 19.

Los valores muestran gradiente bien definido en los dos sentidos vertical y horizontalmente, en donde se puede apreciar una salinidad característica del lado Oeste de la sección y otra diferente del lado opuesto. El rango de variación de los valores es de $1.25^{\circ}/_{\text{oo}}$.

5).- Sección EE' (figura 62).

La salinidad mínimo registrada es de $32.73^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la superficie de la estación 24, y la máxima de $33.33^{\circ}/_{\text{oo}}$ a 30 metros de la estación 23.

En esta sección los valores muestran gradiente en los dos sentidos, aumentando los valores a partir de la superficie hacia el fondo, y de la costa hacia mar afuera. El rango de variación es de $0.60^{\circ}/_{\text{oo}}$.

IV.B. b).- Distribución de Temperaturas.

1).- Sección AA' (figura 63).

El valor mínimo de temperatura registrada es de 28.1°C a los 10 metros de profundidad en la estación número 2, y el máximo fué de 29.2°C en la superficie de la estación 3. Los valores muestran sólo un gradiente en el sentido vertical con los valores más altos en la superficie y disminuyendo a medida que aumenta la profundidad. El rango de variación de los valores es del orden de 1.1°C .

2).- Sección BB' (figura 64).

El valor mínimo registrado fué de 27.7°C a 20 metros de profundidad en la estación 6, y el máximo fué de 28.74°C en la superficie de la estación 9.

Se puede observar un gradiente significativo sólo en el sentido vertical, con una distribución normal de temperaturas más bajas hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 1.04°C .

3).- Sección CC' (figura 65).

El valor mínimo que se encontró fué de 27.32°C a los 40 metros de profundidad de la estación 13 y el valor máximo de 28.68°C en la superficie de la estación 12.

El gradiente que se observa es claro en el sentido vertical con los valores mayores en la superficie y aumentan progresivamente hacia el fondo. El rango de variación es de 1.26°C .

4).- Sección DD' (figura 66).

Se registró un valor mínimo de 28.0°C a 30 metros de profundidad de la estación 18, y un valor máximo de 28.9°C en la superficie de la estación 19.

Se encuentra una distribución homogénea en el sentido horizontal con una estratificación normal hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 0.9°C .

5).- Sección EE' (figura 67).

Se registró un valor mínimo de temperatura de 27.3°C a los 50 metros de profundidad de la estación 24, y un valor máximo de 28.4°C distribuidos sobre la superficie de toda la sección. Los valores muestran una estratificación normal hacia el fondo, es decir el gradiente sólo en el sentido vertical, la termoclina que aparecía aquí en octubre ahora es muy poco pronunciada. El rango de variación es de 1.1°C .

IV.B.c).- Distribución de Densidades (σ_t).

1).- Sección AA' (figura 68).

Se registró un valor mínimo de 20.24 en la superficie de la estación 2, y un valor máximo de 21.39 a los 10 metros de profundidad de la misma estación 2.

No se observa ningún gradiente significativo lateralmente en cambio verticalmente se observa una secuencia normal de estratificación con las densidades menores en la superficie y van aumentando hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 1.15.

2).- Sección BB' (figura 69).

Se registró un valor mínimo de 20.56 en la superficie de la estación 11, y un máximo de 21.47 del lado Este de la sección a 20 metros de profundidad de la estación 6.

Solo se observa gradiente vertical en una secuencia normal de estratificación, aumentando la densidad conforme aumenta la profundidad. El rango de variación es de 0.91.

3).- Sección CC' (figura 70).

El valor mínimo registrado fué de 20.66 en la superficie de la estación 12, y el máximo de 21.73 a 40 metros de profundidad de la estación 13.

Lateralmente no presenta gradiente significativo, sólo en el sentido vertical los valores aumentan progresivamente hacia el fondo en una estratificación normal de densidades aumentando la variación de los 25 metros de profundidad en adelante. El rango de variación de los valores es de 1.07.

4).- Sección DD' (figura 71).

Se registro un valor mínimo de 20.40 en la superficie de la estación 18, y un valor máximo de 21.52 a 20 metros de profundidad de la estación 19.

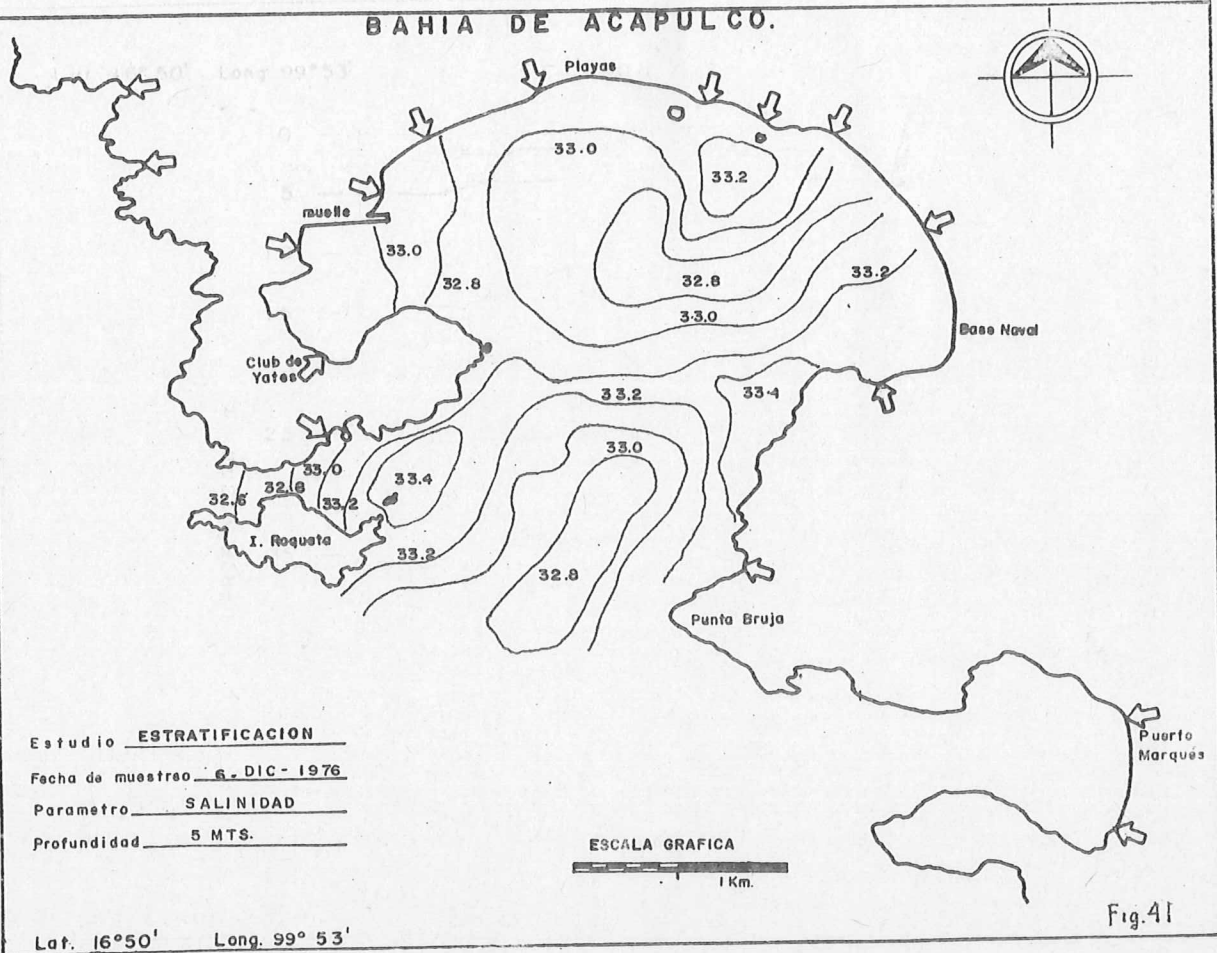
Se presenta un gradiente lateral debido a que los valores varían más bruscamente en los primeros 20 metros de profundidad en el lado Oeste de la sección, (esto es consecuencia de las variaciones de salinidad que se observa en la figura 61) mientras que al lado Este esa misma variación se presenta a 40 metros de profundidad, verticalmente las densidades mayores se encuentran hacia el fondo. El rango de variación de los valores es de 1.12.

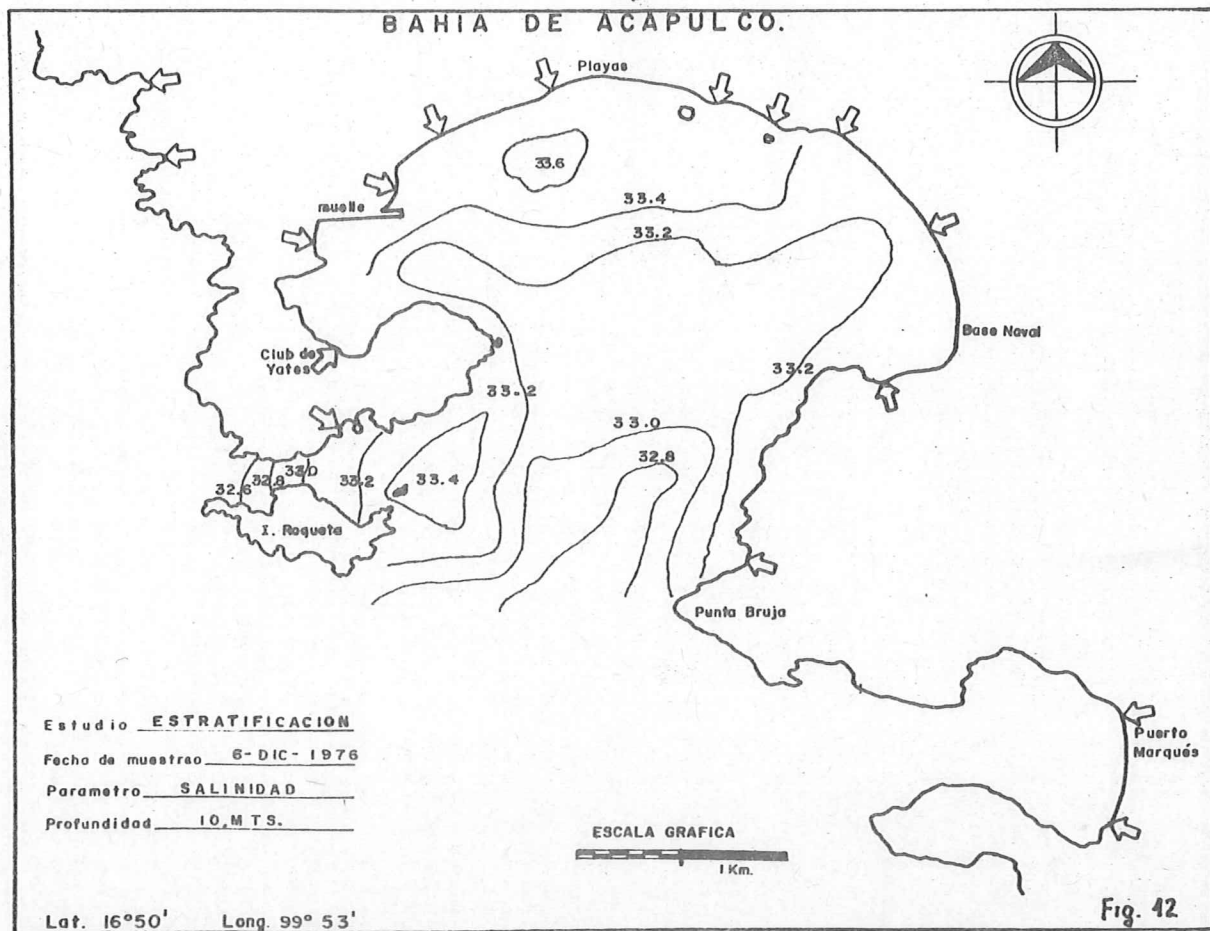
5).- Sección EE' (figura 72).

El valor mínimo registrado fué de 20.73 en la superficie de la estación 24 y distribuido hasta los 10 metros de profundidad; el máximo fué de 21.15 a los 50 metros de profundidad de la estación 24.

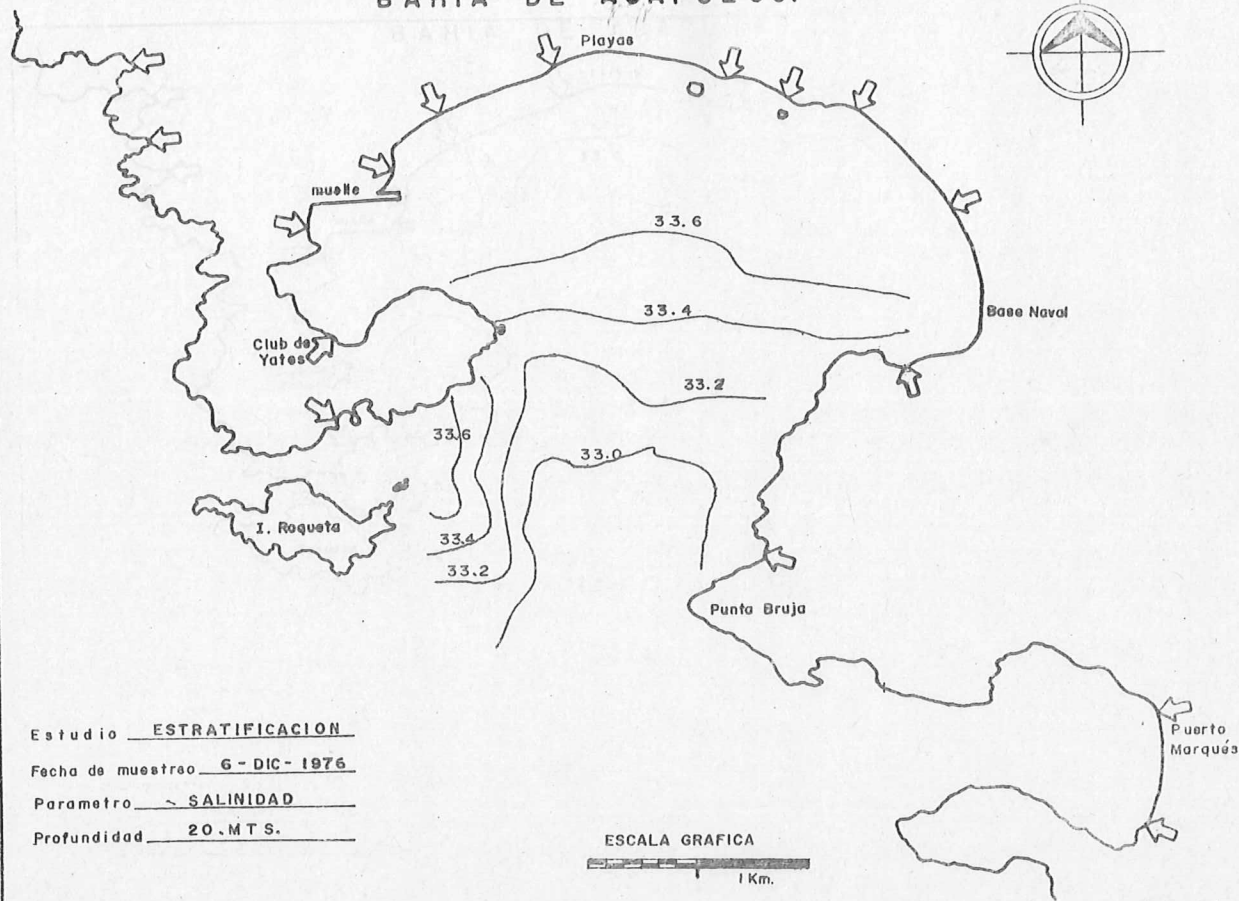
La distribución de densidades es muy homogénea presentando solo variaciones en el sentido vertical con un rango de 0.42.

BAHIA DE ACAPULCO.





BAHIA DE ACAPULCO.



Estudio ESTRATIFICACION

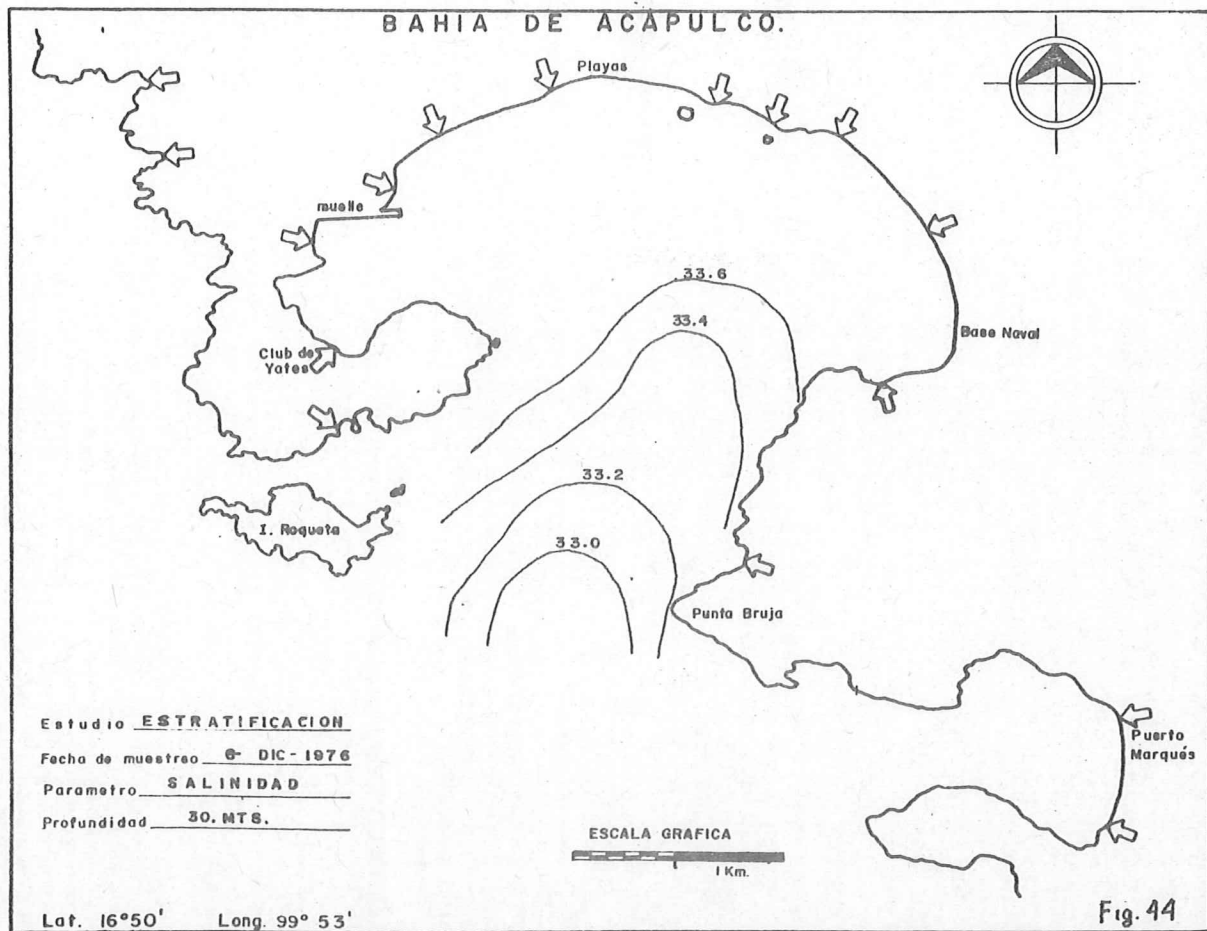
Fecha de muestreo 6-DIC-1976

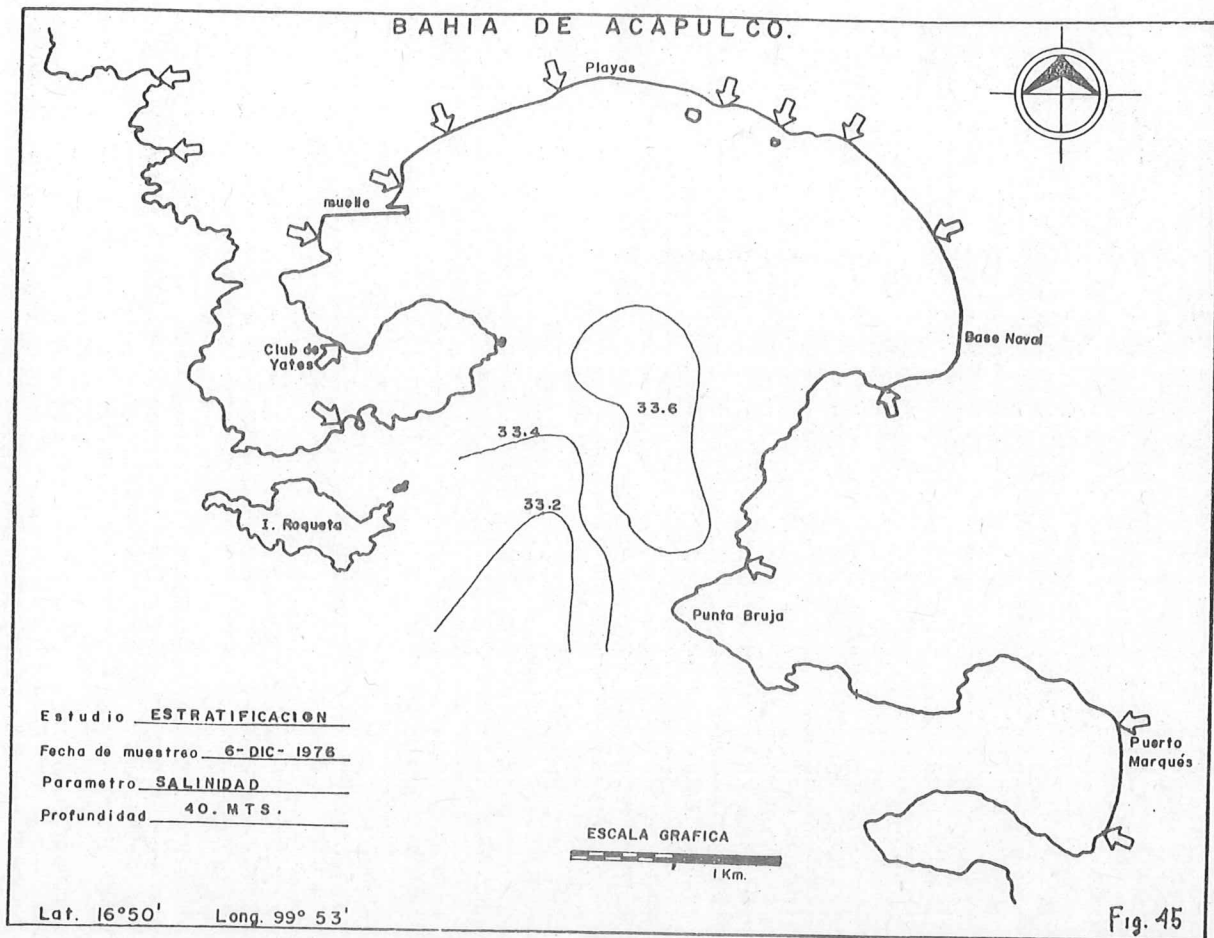
Parametro SALINIDAD

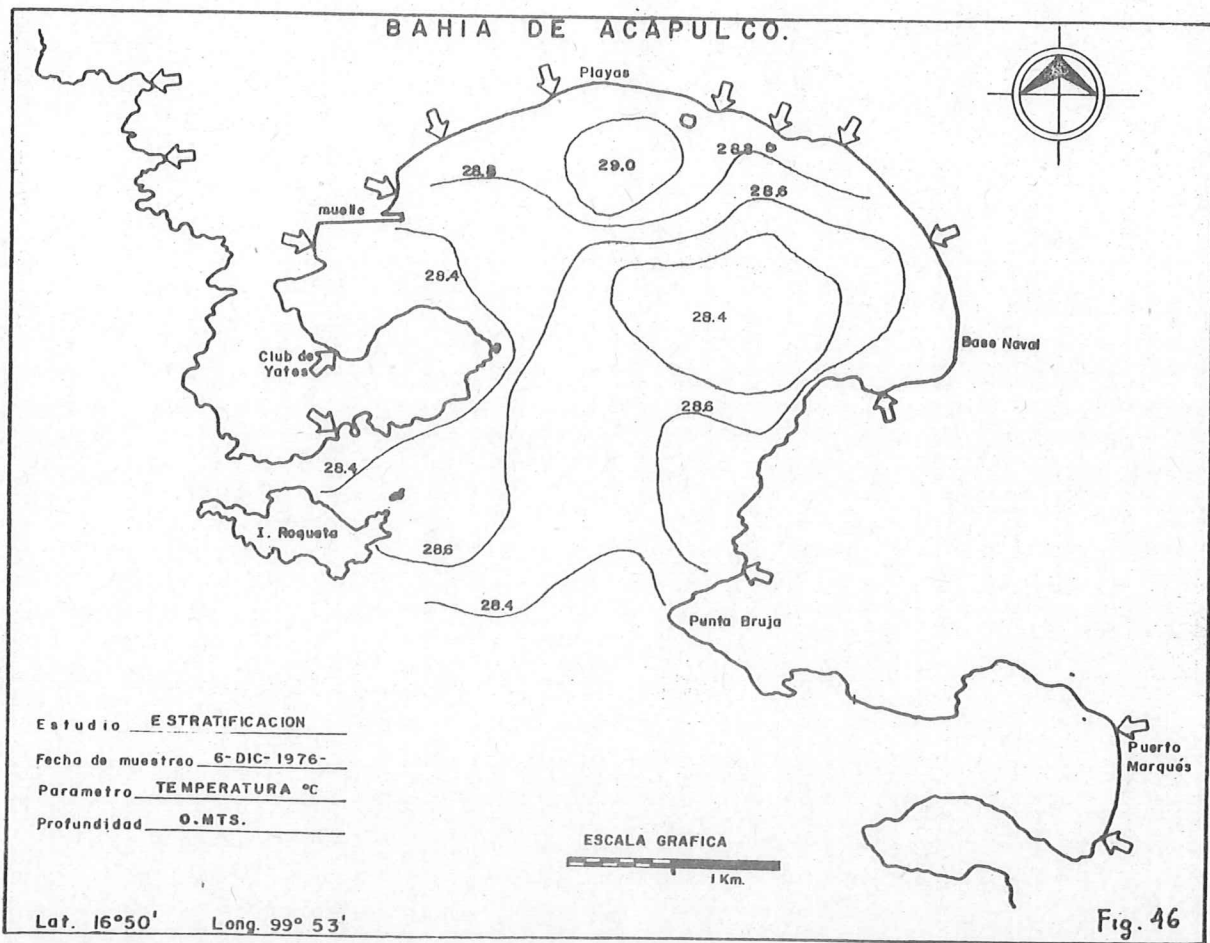
Profundidad 20. MTS.

Lat. 16°50' Long. 99° 53'

Fig. 43







BAHIA DE ACAPULCO.

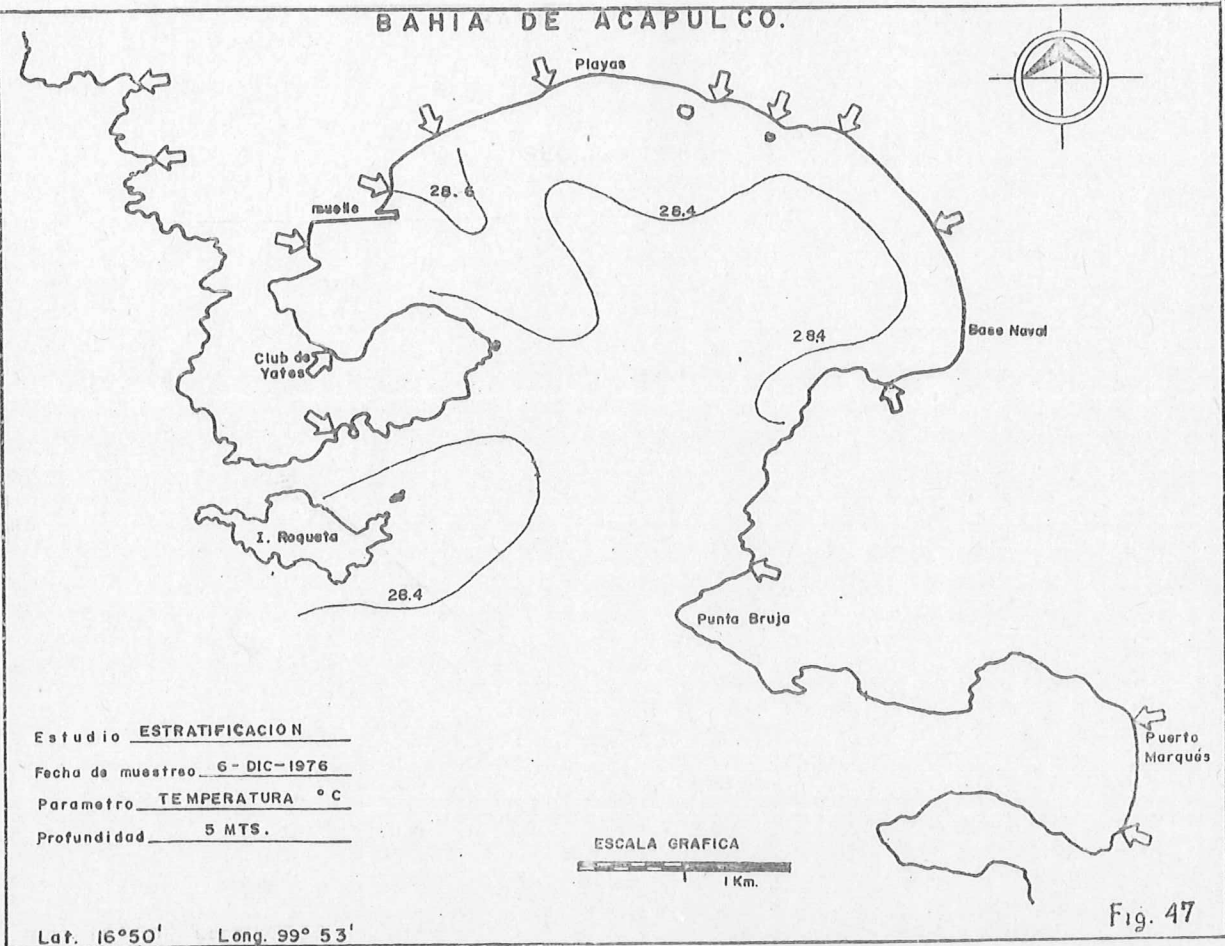
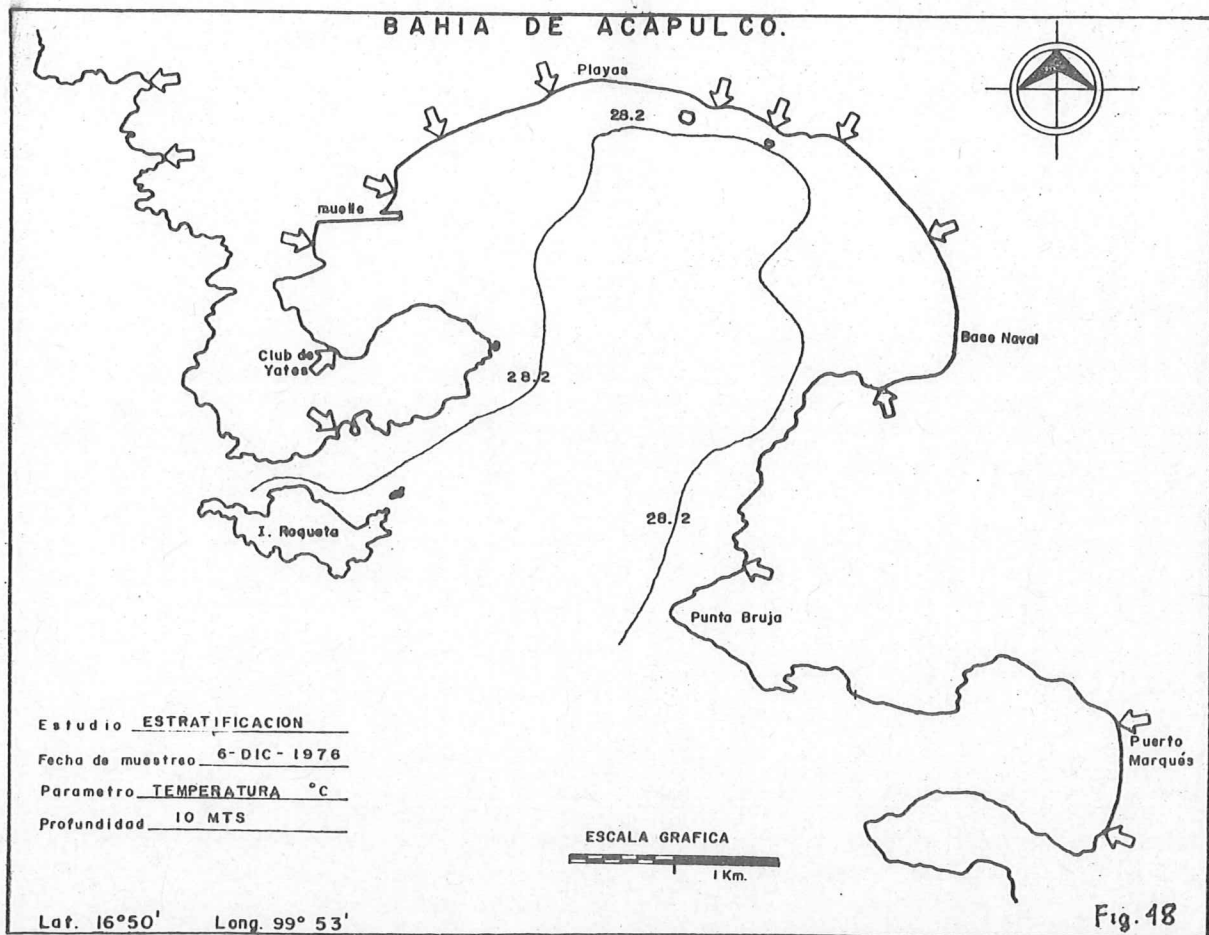
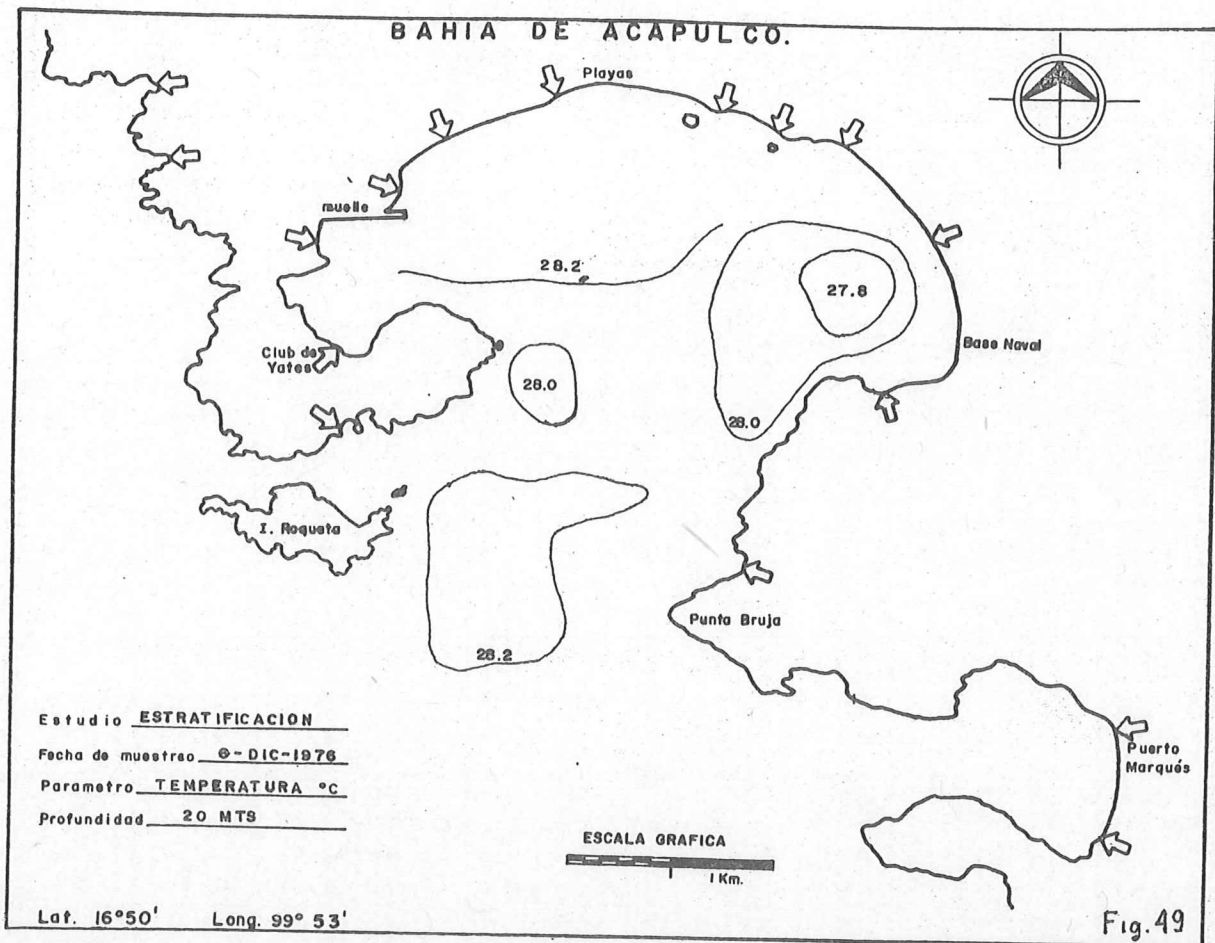
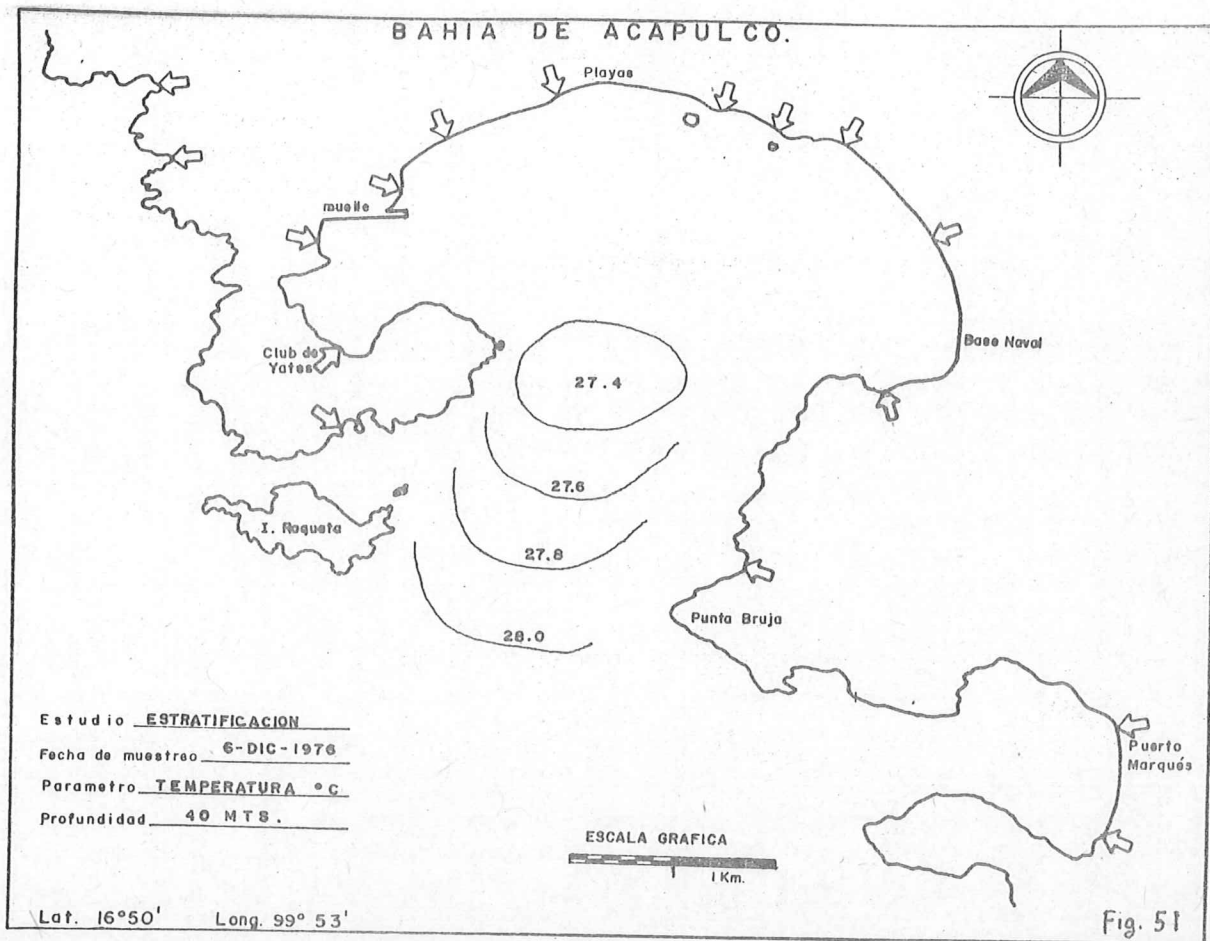
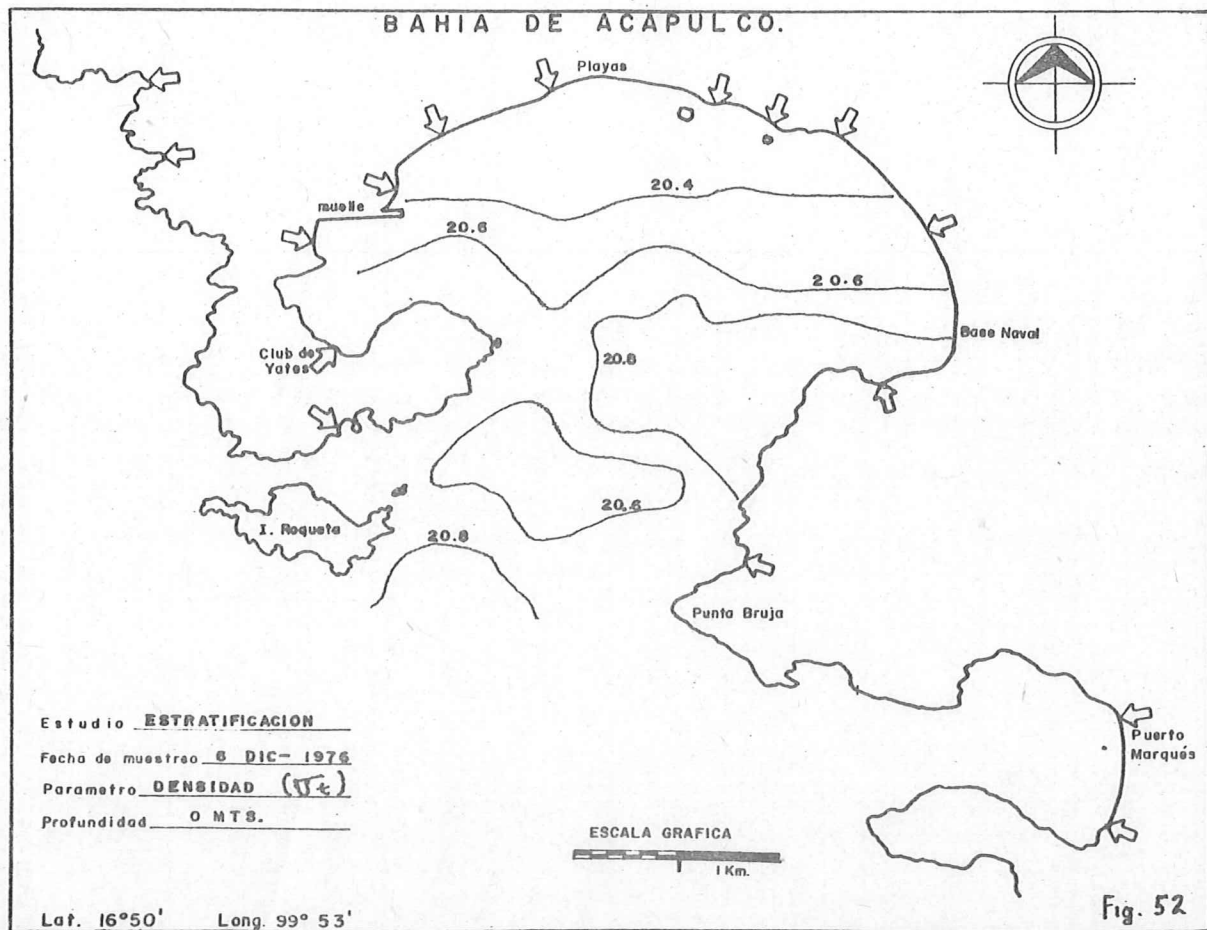


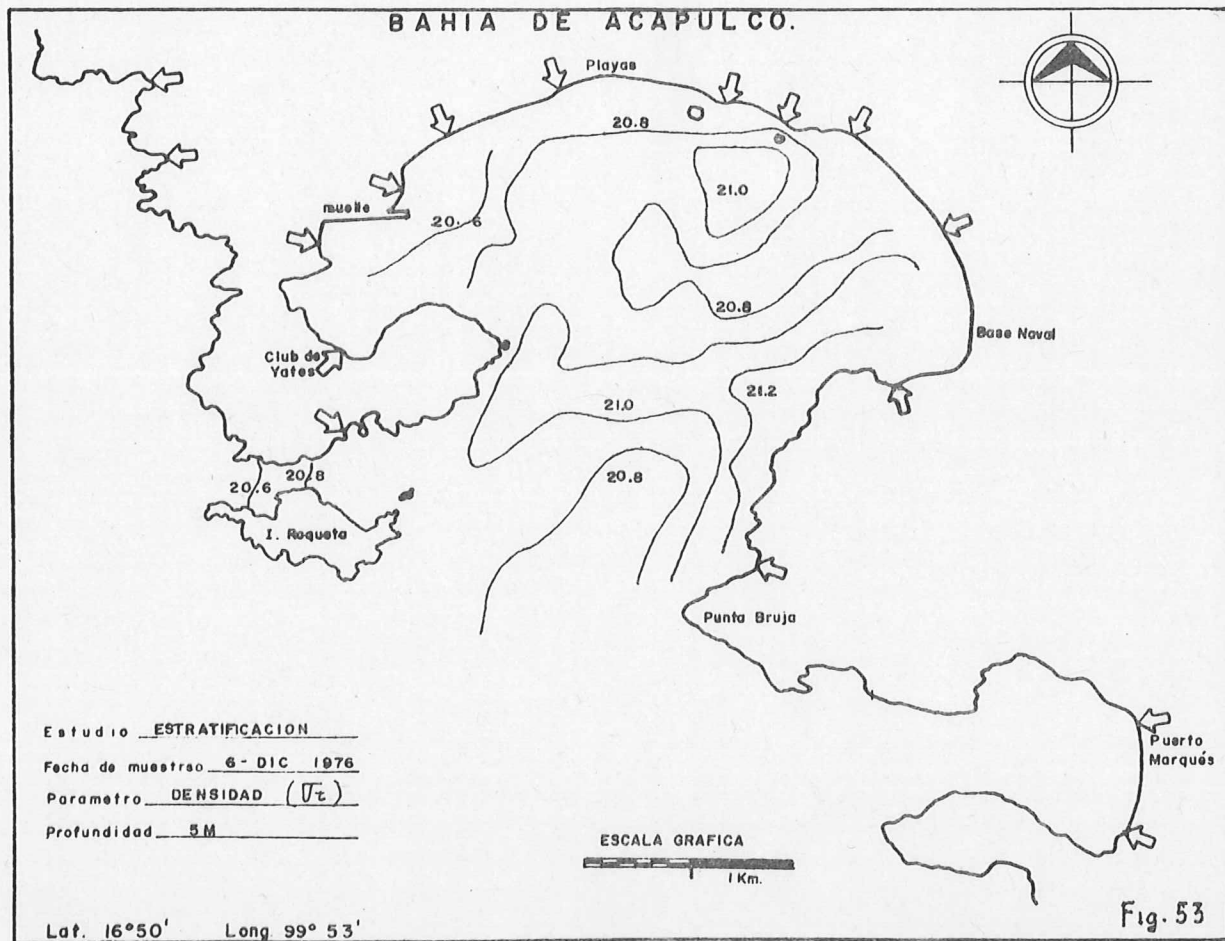
Fig. 47

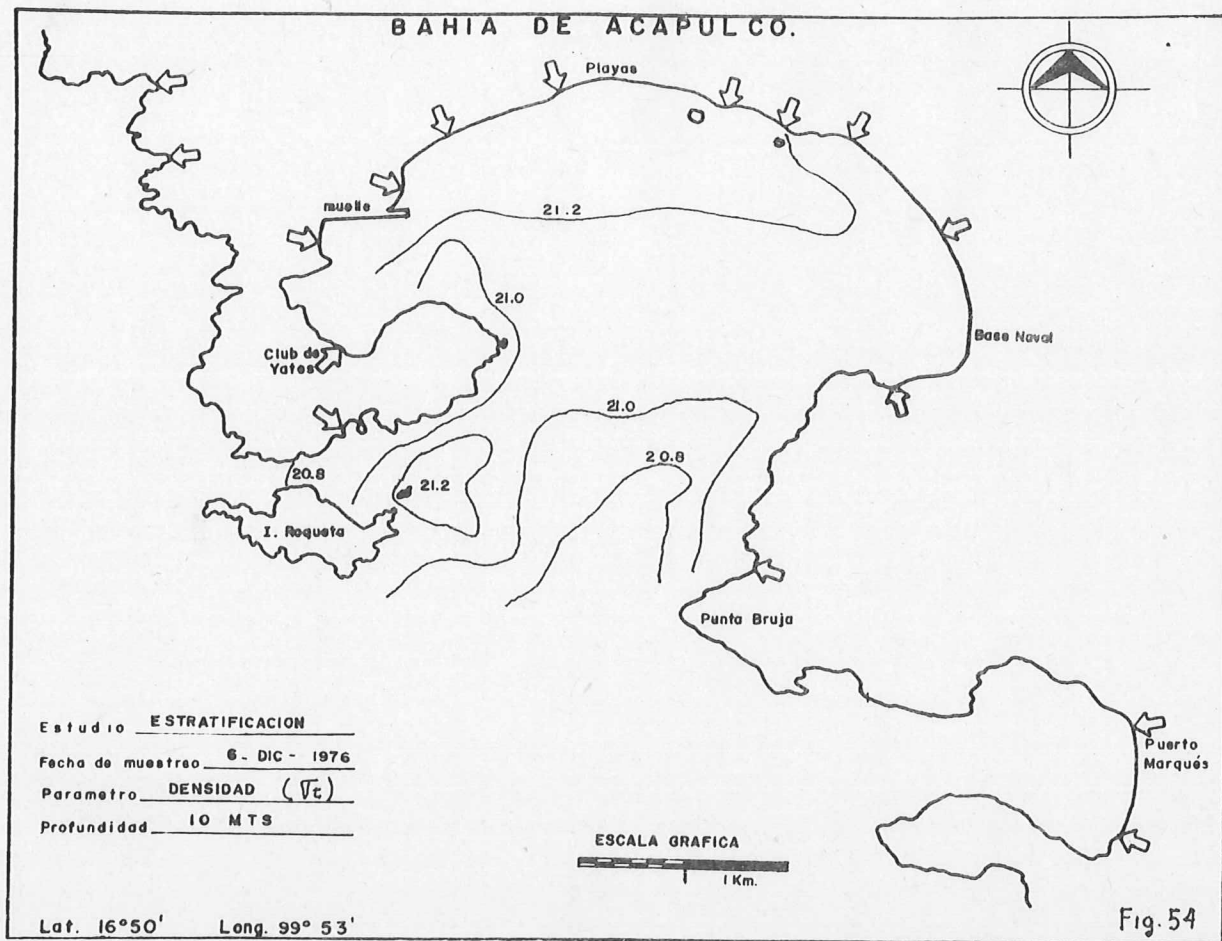


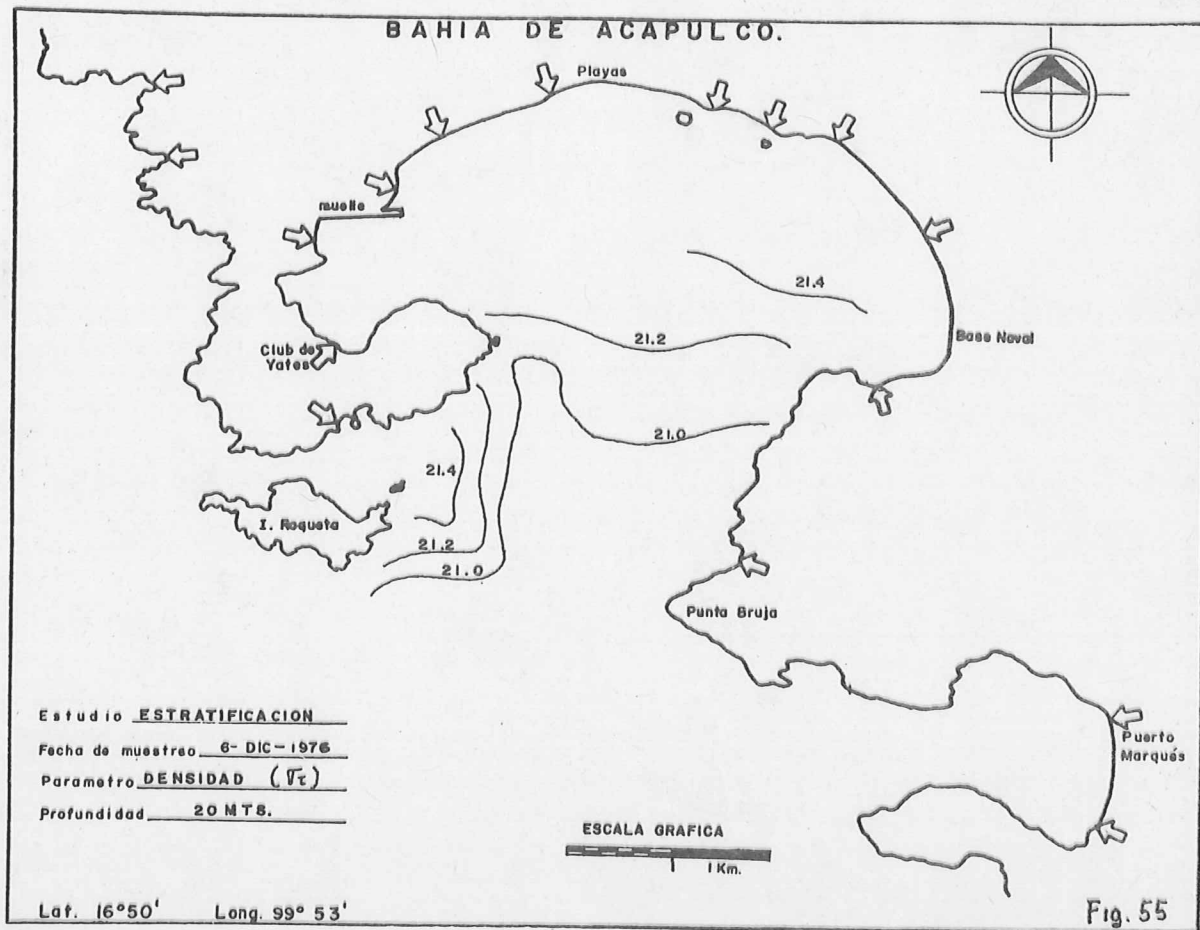


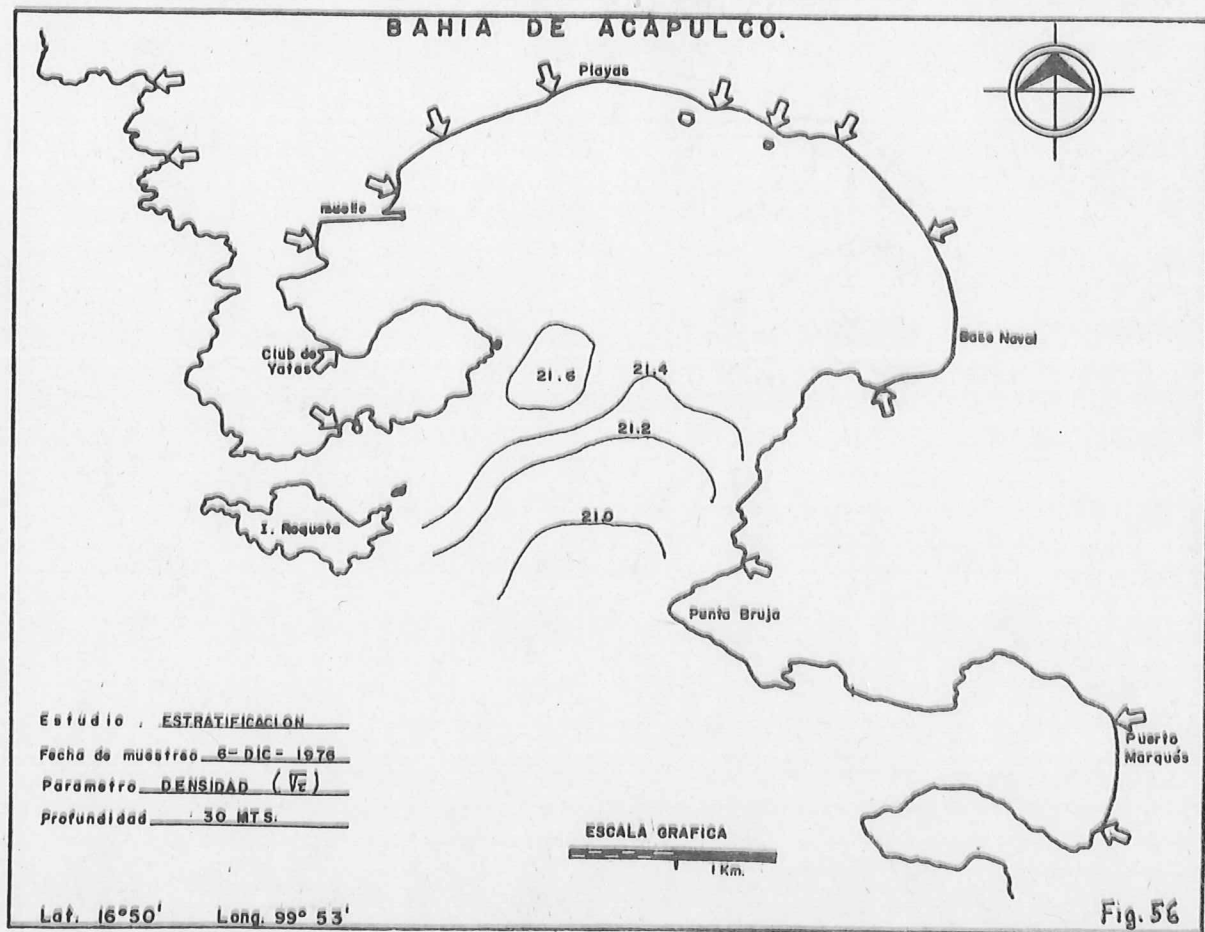


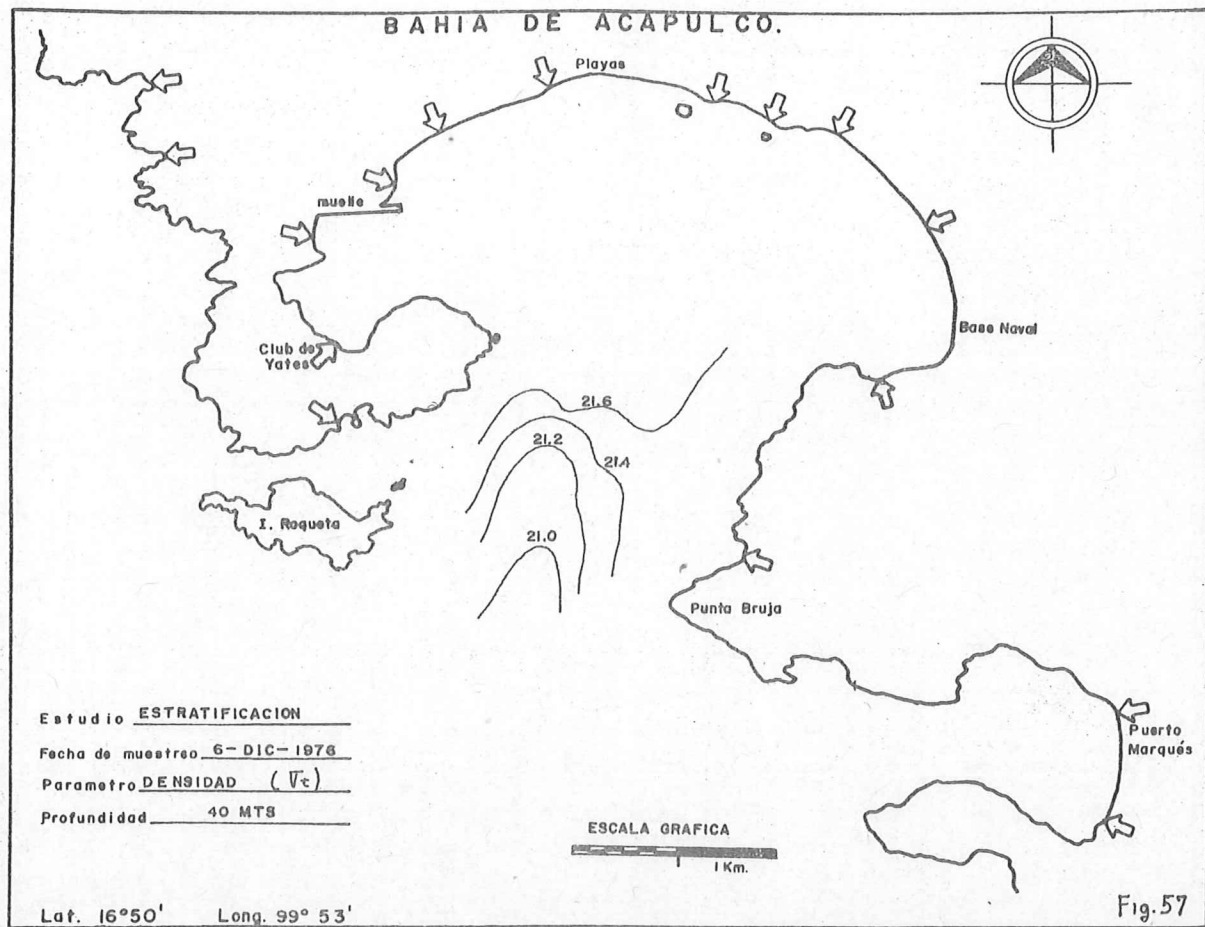








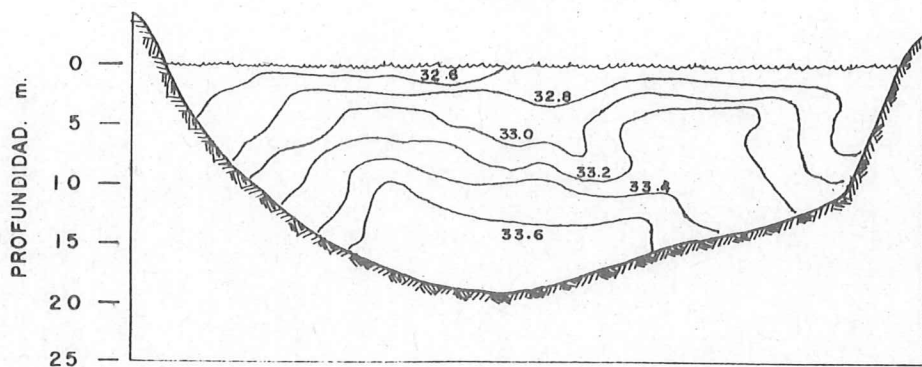




BAHIA DE ACAPULCO.

0 ——— E

SECCION A-A'



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6-DIC-1976

Parámetro SALINIDAD

ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

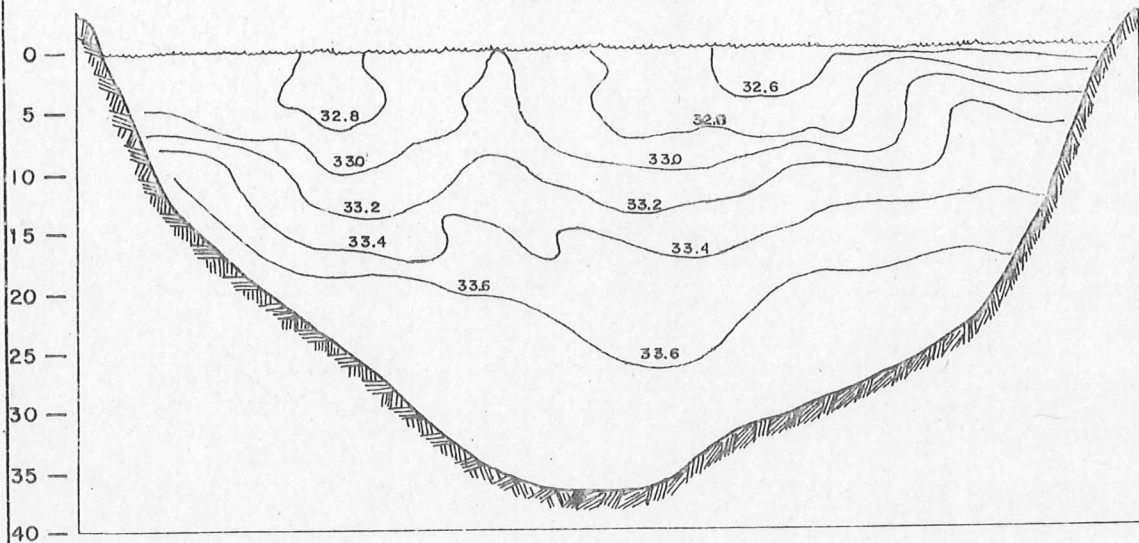
Lat. $16^{\circ} 50'$ Long. $99^{\circ} 53'$

Fig. 58

BAHIA DE ACAPULCO

0 ——— I ——— E

SECCION B-B'



PROFUNDIDAD

Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6- DIC 1976

Parámetro SALINIDAD

ESC. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

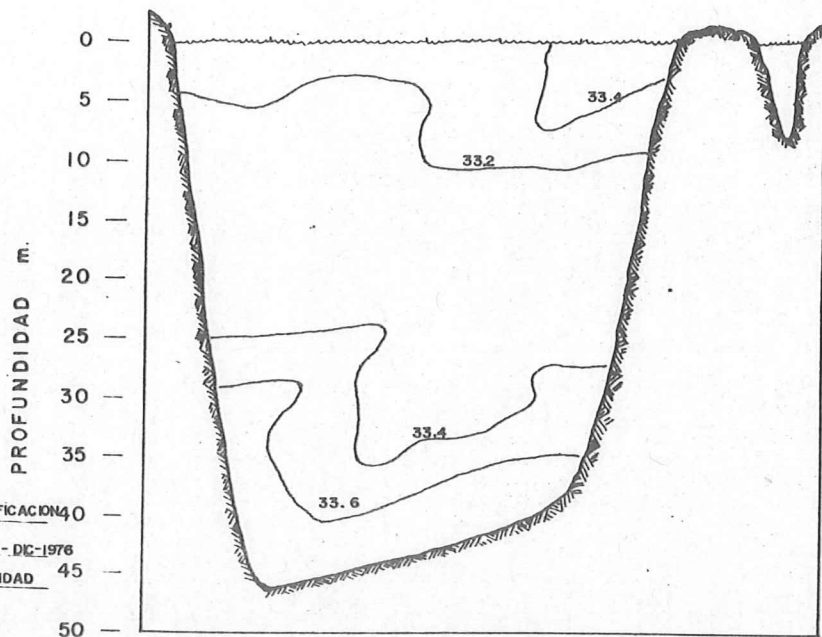
Lat. $16^{\circ} 50'$ Long. $99^{\circ} 53'$

Fig. 59

BAHIA DE ACAPULCO

0 ——— E

SECCION C-C'



ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 2- DIC-1976

Parámetro SALINIDAD

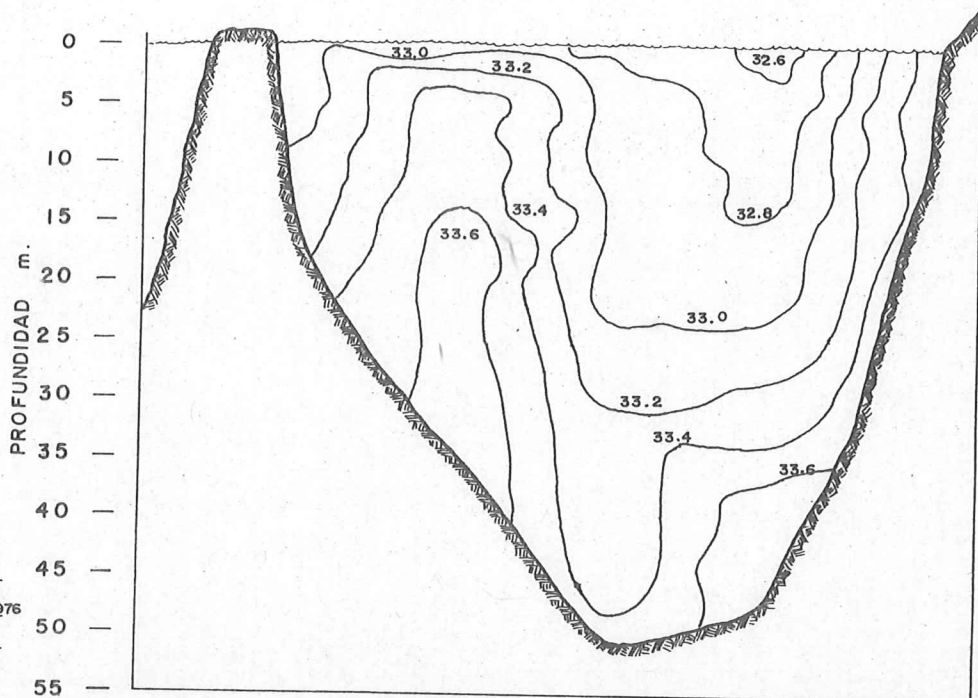
Lat. 16°50' Long. 99°53'

Fig. 60

BAHIA DE ACAPULCO

SECCION D-D'

0 ——— E



Estudio ESTRATIFICACION

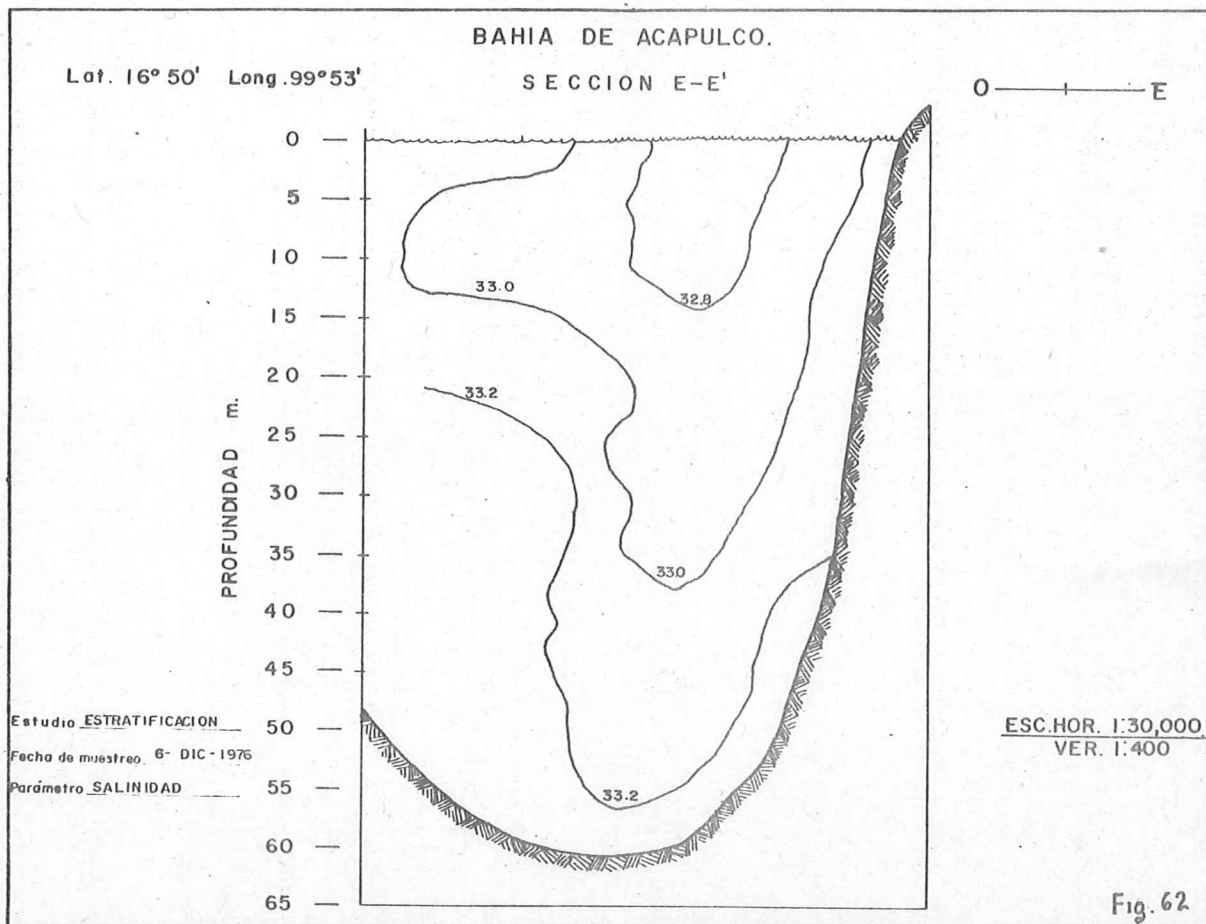
Fecha de muestreo 6 DIC-1976

Parámetro SALINIDAD

ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

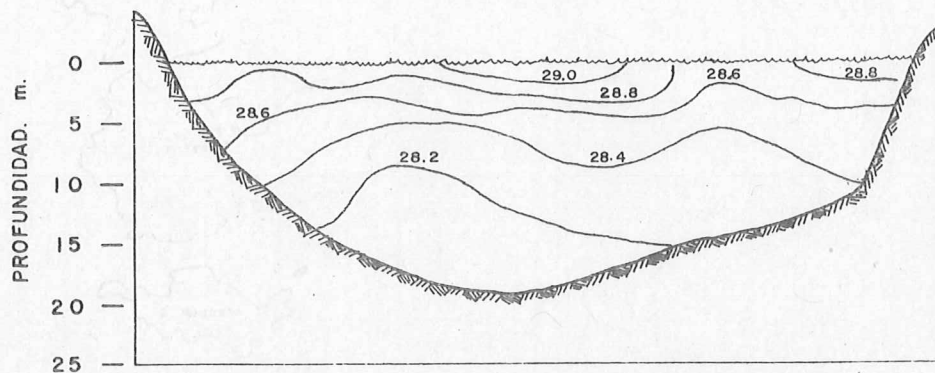
Fig. 61



BAHIA DE ACAPULCO.

O ——— E

SECCION A-A'



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6- DIC. 1976

Parámetro TEMPERATURA °C

E S C. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

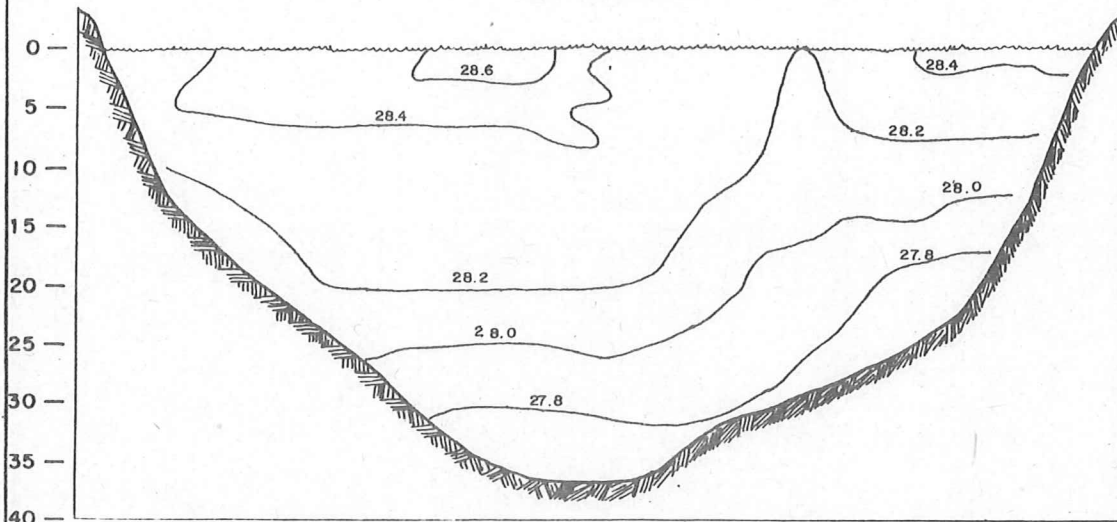
Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

Fig. 63

BAHIA DE ACAPULCO

0 ——— E

SECCION B-B'



PROFUNDIDAD E

Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6- DIC-1976

Parámetro TEMPERATURA °C

ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

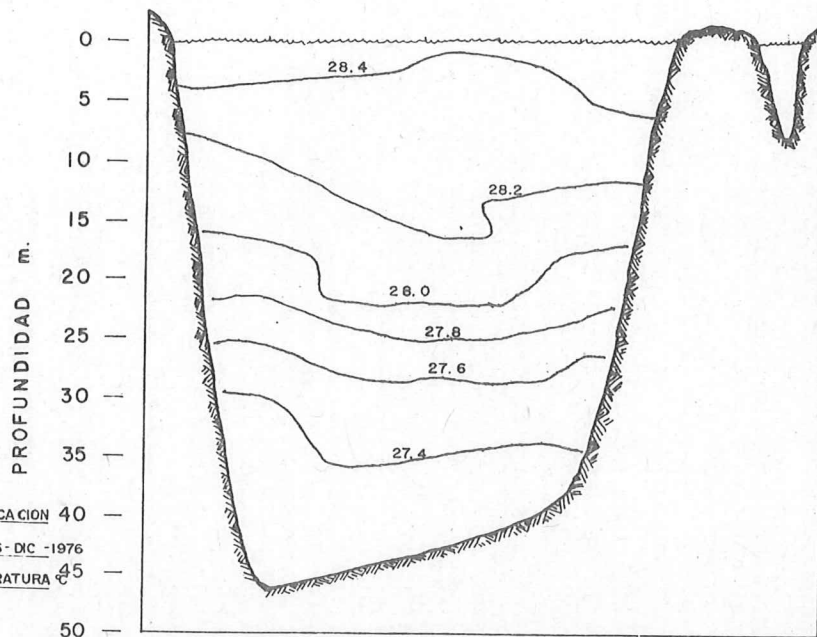
Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

Fig. 64

BAHIA DE ACAPULCO

O ——— E

SECCION C-C'



ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6 DIC - 1976

Parámetro TEMPERATURA

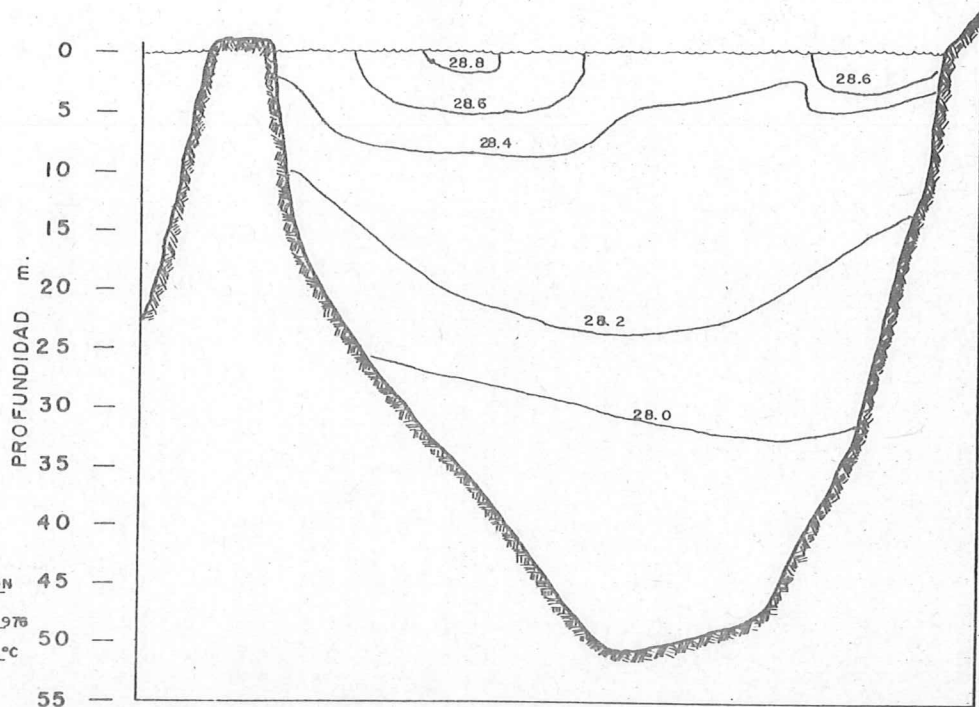
Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

Fig. 65

BAHIA DE ACAPULCO

SECCION D-D'

0 ——— E



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6-DIC-1976

Parámetro TEMPERATURA °C

ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

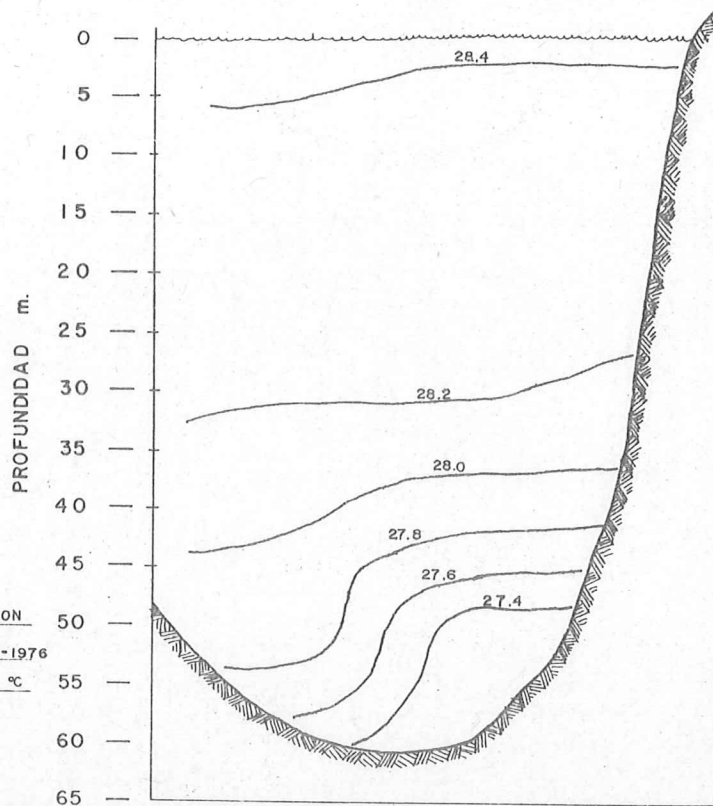
Fig. 66

BAHIA DE ACAPULCO.

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

SECCION E-E'

0 ——— E



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6 DIC-1976

Parámetro TEMPERATURA °C

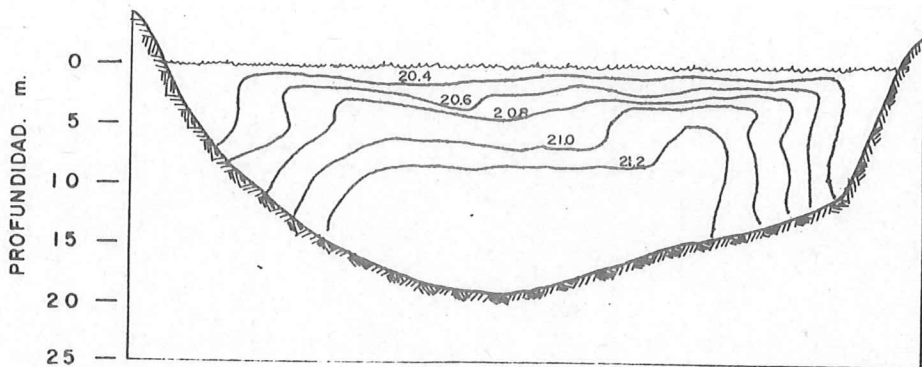
ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Fig. 67

BAHIA DE ACAPULCO.

0 ——— E

SECCION A-A'



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6-DIC-1976

Parámetro DENSIDAD (σ_t)

E S C. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

Lat. $16^{\circ} 50'$ Long. $99^{\circ} 53'$

Fig. 68

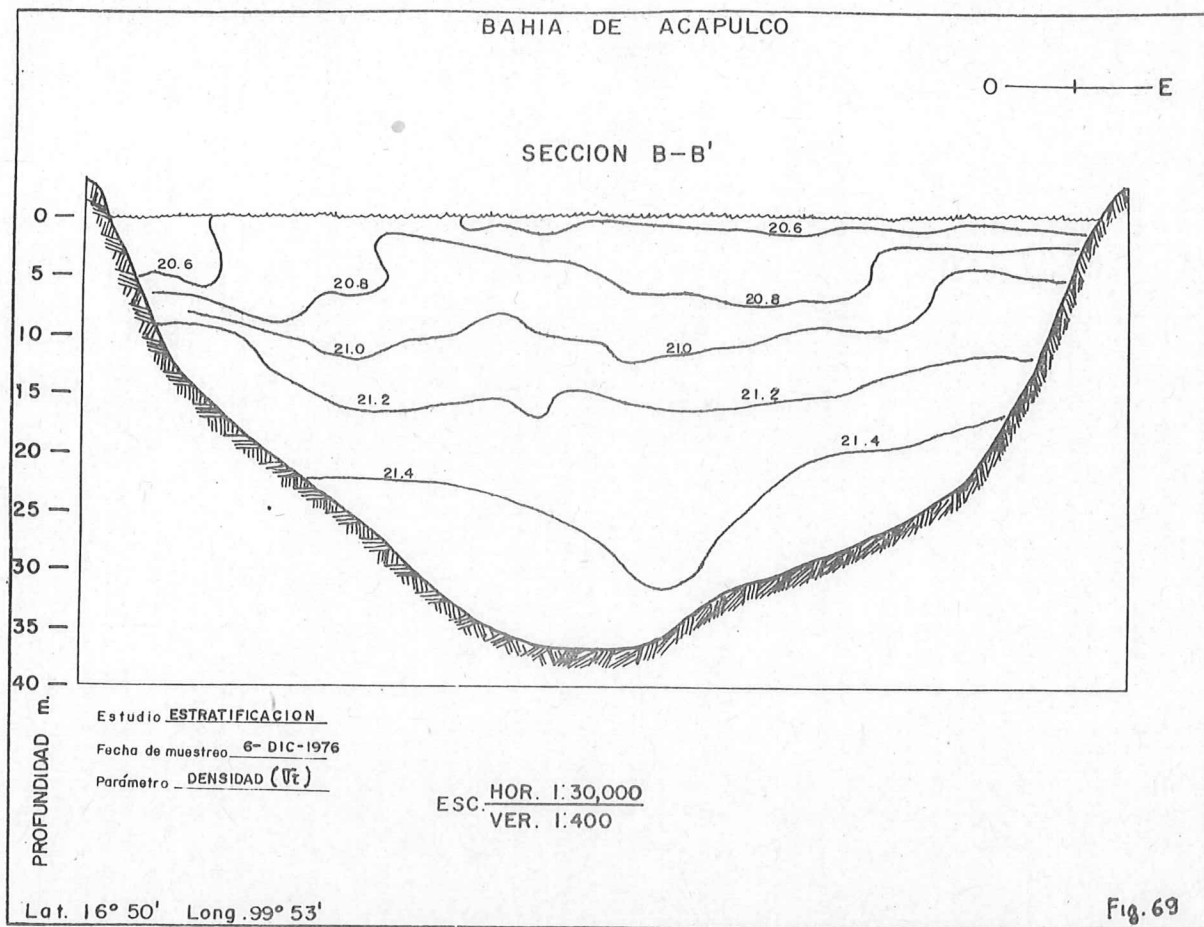
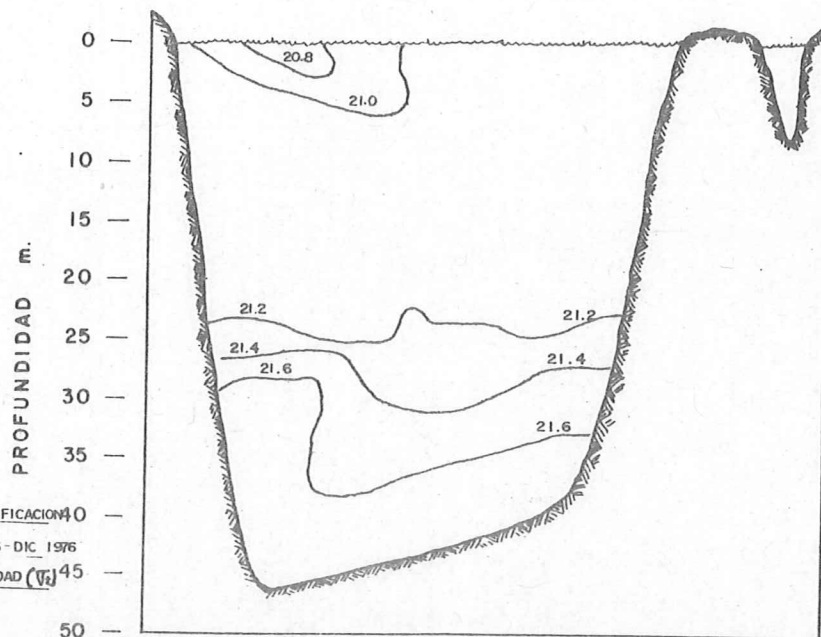


Fig. 69

BAHIA DE ACAPULCO

0 ——— E

SECCION C-C'



ESC. $\frac{\text{HOR. 1:30,000}}{\text{VER. 1:400}}$

Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo, 6 DIC 1976

Parámetro DENSIDAD (σ_t)

Lat. 16° 50' Long. 99° 53'

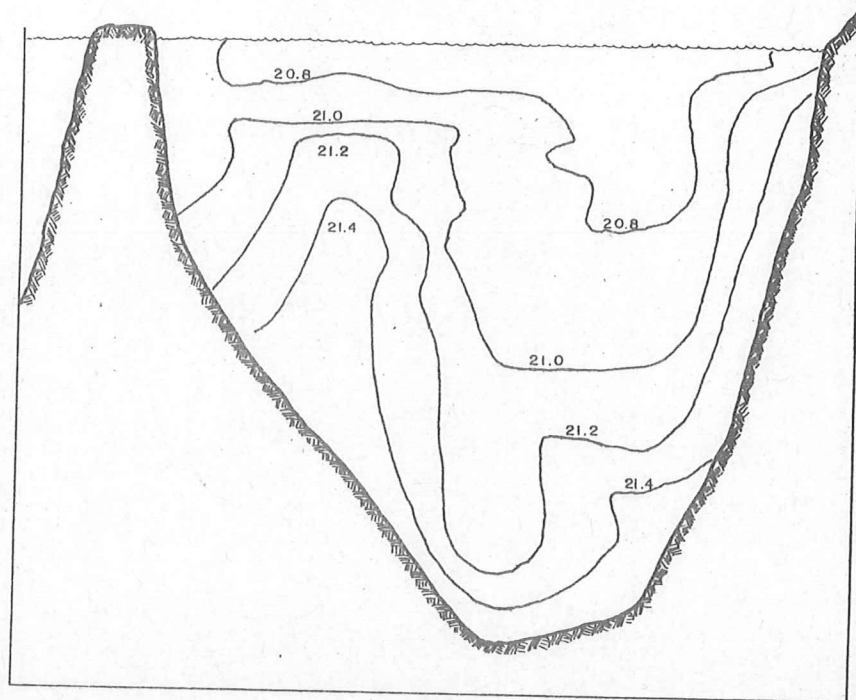
Fig. 70

BAHIA DE ACAPULCO

SECCION D-D'

0 ——— E

PROFUNDIDAD
M.
0 —
5 —
10 —
15 —
20 —
25 —
30 —
35 —
40 —
45 —
50 —
55 —



Estudio ESTRATIFICACION

Fecha de muestreo 6-DIC-1976

Parámetro DENSIDAD (σ_t)

Lat. $16^{\circ}50'$ Long. $99^{\circ}53'$

ESC. HOR. 1:30,000
VER. 1:400

Fig. 71

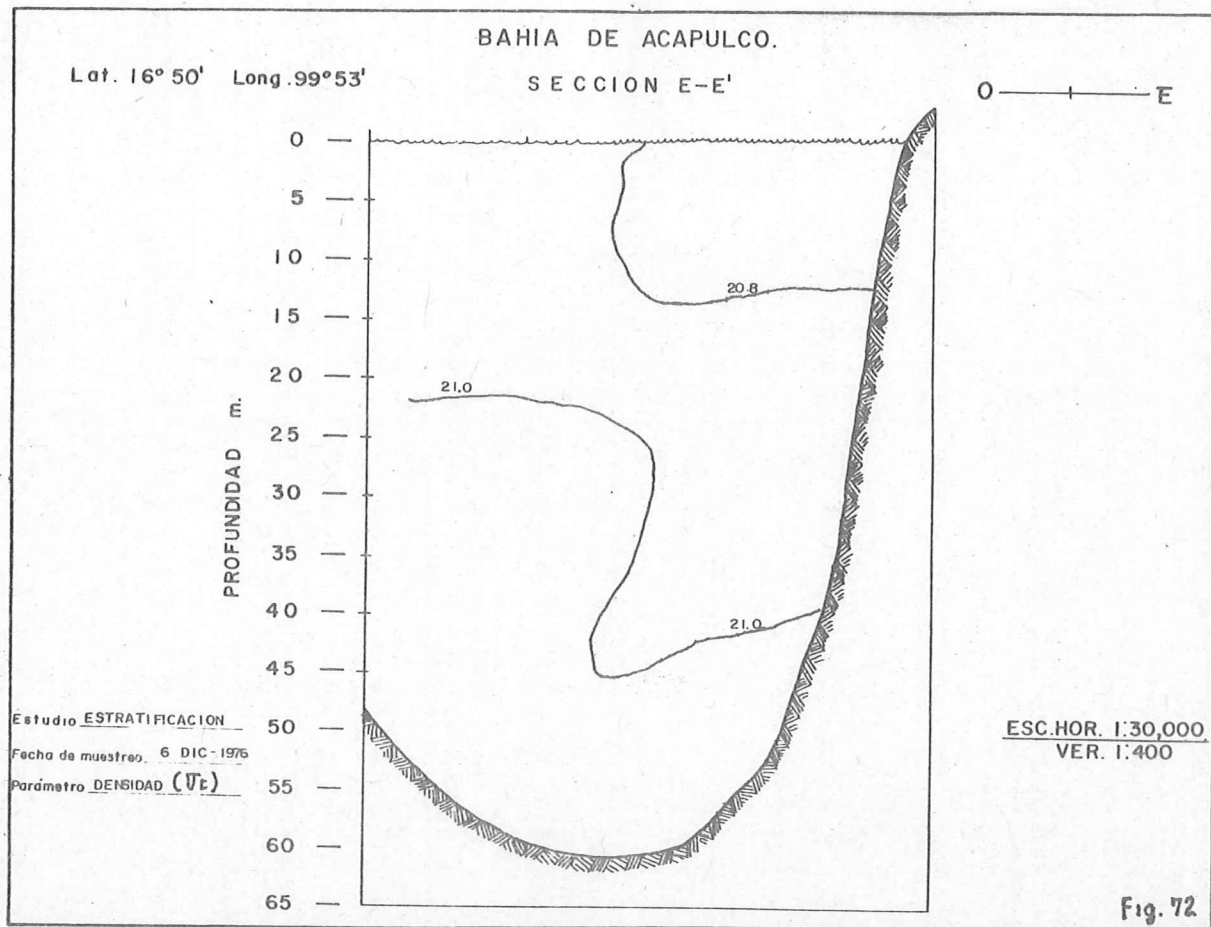


TABLA DE COMPARACION ESTACIONAL DE LOS RESULTADOS
 BAHIA DE ACAPULCO, GRO.

Estación	PROF. (mts.)	OCTUBRE	DICIEMBRE	OCTUBRE	DICIEMBRE	OCTUBRE	DICIEMBRE
		TEMPERATURA °C	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ‰	SALINIDAD ‰	DENSIDAD σ _t	DENSIDAD σ _t
1	0	29.50	28.9	32.2	32.57	19.98	20.28
	5	29.12	28.7	32.2	32.63	19.98	20.33
2	0	29.5	28.9	32.5	32.53	20.22	20.24
	5	29.12	28.4	32.6	33.13	20.31	20.99
	10	29.02	28.1	32.7	33.63	20.38	21.39
3	0	30.06	29.2	32.4	32.63	19.81	20.33
	5	29.12	28.5	32.4	32.83	20.15	20.82
	10	29.0	28.3	32.72	33.53	20.40	21.31
4	0	29.6	28.7	32.6	32.63	19.97	20.33
	5	29.16	28.4	32.6	33.43	20.31	21.23
	10	28.92	28.3	32.8	33.53	20.47	21.31
5	0	29.60	28.9	32.4	32.63	20.15	20.33
	5	29.80	28.5	—	32.63	—	20.33
6	0	30.0	28.42	32.72	32.53	20.06	20.58
	5	29.12	28.3	32.74	33.23	20.41	21.08
	10	28.84	28.1	32.74	33.33	20.41	21.15
	20	29.0	27.7	32.6	33.73	20.31	21.47
7	0	30.1	28.2	32.72	32.53	20.06	20.58
	5	29.02	28.2	32.78	32.63	20.44	20.66
	10	28.94	28.2	32.82	33.23	20.47	21.08
	20	29.0	27.9	32.8	33.64	20.46	21.40
8	0	30.08	28.36	32.44	32.62	19.83	20.64
	5	29.14	28.3	32.46	32.68	20.18	20.70
	10	29.16	28.38	32.48	33.0	20.21	20.96
	20	28.5	28.2	32.78	33.54	20.44	21.31

FIG. 73

Estación	PROF. (mts.)	OCTUBRE	DICIEMBRE	OCTUBRE	DICIEMBRE	OCTUBRE	DICIEMBRE
		TEMPERATURA °C	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ‰	SALINIDAD ‰	DENSIDAD σ _t	DENSIDAD σ _t
9	0	30.0	28.74	32.36	33.0	19.77	20.56
	5	29.1	28.5	32.4	33.03	20.15	20.91
	10	29.28	28.2	32.42	33.23	20.15	21.08
	20	28.8	28.2	32.24	33.60	20.01	21.37
10	0	30.12	28.24	32.0	32.73	19.02	20.73
	5	29.11	28.42	32.14	32.73	19.93	20.73
	10	28.90	28.24	32.3	33.0	20.06	20.96
	20	28.50	28.2	32.4	33.63	20.48	21.39
11	0	30.12	28.9	—	32.93	—	20.56
	5	28.80	28.6	—	33.0	—	20.56
	10	28.84	28.2	—	33.6	—	21.37
	20	28.86	28.58	32.78	33.13	20.10	20.66
12	5	29.42	28.3	32.78	33.23	20.44	21.07
	10	29.24	28.2	32.6	33.23	20.30	21.07
	20	29.00	27.9	32.9	33.13	20.54	20.99
	30	28.00	27.4	32.8	33.63	20.80	21.71
	40	27.00	27.34	32.9	33.53	21.19	21.63
	5	30.2	28.44	32.68	33.23	20.03	21.07
13	5	29.56	28.3	32.7	33.23	20.04	21.07
	10	28.92	28.38	32.74	33.23	20.41	21.07
	20	28.7	28.14	32.84	33.28	20.50	21.11
	30	27.0	27.5	32.9	33.28	21.19	21.39
	40	27.0	27.32	33.08	33.73	21.27	21.79
	5	30.46	28.4	32.7	33.43	20.04	21.23
14	5	29.36	28.4	32.7	33.43	20.38	21.23

FIG. 74

Estación	PROF. (mts.)	OCTUBRE	DICIEMBRE	OCTUBRE	DICIEMBRE	OCTUBRE	DICIEMBRE
		TEMPERATURA °C	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ‰	SALINIDAD ‰	DENSIDAD σ _t	DENSIDAD σ _t
14	10	29.02	28.3	32.7	33.23	20.38	21.07
	20	29.00	27.94	32.8	33.23	20.47	21.07
	30	28.00	27.44	32.8	33.43	20.80	21.55
15		—	—	—	—	—	—
16	0	29.70	28.86	32.4	33.43	19.80	20.90
	5	29.60	28.26	32.4	33.43	19.80	21.23
17	0	29.58	28.5	32.54	32.53	19.91	20.57
	5	29.38	28.3	32.5	32.63	20.22	20.66
	10	29.54	28.24	32.5	32.73	19.88	20.73
	20	29.0	28.2	32.4	32.93	20.15	20.89
	30	28.0	28.1	32.5	33.23	20.75	21.07
	40	27.0	28.0	—	33.73	—	21.47
18	0	29.78	28.54	32.2	32.73	19.64	20.40
	5	29.70	28.4	32.4	32.93	19.81	20.89
	10	29.32	28.34	32.5	32.93	20.22	20.89
	20	29.0	28.24	32.22	32.93	19.99	20.89
	30	28.0	28.0	32.24	33.20	20.34	21.04
	40	25.0	27.9	—	33.26	—	21.09
19	50	22.0	27.72	—	33.43	—	21.23
	0	29.54	28.9	32.4	32.97	19.81	20.60
	5	29.34	28.6	32.3	33.53	20.06	20.98
	10	28.92	28.3	32.28	33.53	20.04	21.31
	20	28.0	28.2	32.0	33.78	20.13	21.52
	30	27.0	—	—	—	—	—

FIG. 75

Estación	PROF. (mts.)	TEMPERATURA °C	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ‰	SALINIDAD ‰	DENSIDAD σ _t	DENSIDAD σ _t
20	0	29.7	28.4	32.6	32.93	20.63	20.89
	5	29.12	28.4	32.6	32.93	20.30	20.89
	10	29.02	28.2	32.6	33.04	20.30	20.82
21	0	30.1	28.4	32.64	32.87	19.99	20.84
	5	29.32	28.24	32.7	32.43	20.38	20.50
	10	29.16	28.22	32.7	32.57	20.38	20.61
22	20	28.0	28.3	32.7	33.18	20.71	21.02
23	0	29.78	28.4	32.64	33.13	19.72	20.89
	5	29.06	28.4	32.7	32.93	20.09	20.89
	10	29.08	28.3	32.7	32.93	20.15	20.89
	20	28.0	28.2	32.7	33.13	20.48	20.99
	30	27.0	28.2	32.3	33.33	20.71	21.15
	40	27.4	28.0	32.4	33.26	20.80	21.09
	50	21.5	27.9	32.5	33.26	22.62	21.09
24	0	29.9	28.4	32.4	32.73	19.81	20.73
	5	29.20	28.38	32.42	32.73	20.15	20.73
	10	29.18	28.28	32.44	32.73	20.17	20.73
	20	28.0	28.24	32.4	32.93	20.48	20.89
	30	28.0	28.2	32.4	32.87	20.48	20.84
	40	28.0	27.9	32.46	33.07	20.51	20.93
	50	20.0	27.3	32.5	33.07	22.89	21.25

FIG. 76

V.- DISCUSION PARA LOS RESULTADOS EN EPOCA DE LLUVIAS.

V.A.a).- Salinidad

La salinidad mínima registrada fué de 32.0 ‰ en la superficie, y la máxima de 33.08 ‰ a los 40 metros de profundidad por lo que el rango máximo de variación es de 1.08 ‰ lo cual nos indica una situación bien mezclada de agua dulce que proviene de la precipitación pluvial y de los escurrimientos, con la salada de mar abierto presentando características de homogeneidad en todo el cuerpo de agua de la bahía.

El muestreo se hizo intensivamente y los valores se graficaron detectándose gradientes en la dirección de los tres ejes, longitudinal, lateral y verticalmente (X, Y, Z).

En el sentido longitudinal los valores de salinidad aumentan desde el interior de la bahía hacia la bocana para luego disminuir hacia mar afuera en los estratos superficiales de 0 y 5 metros (Fig. 7 y 8) esto significa que la zona Oeste del interior de la bahía está afectada por el escurrimiento de agua y que la región de la bocana contiene las aguas que han permanecido durante más tiempo en el interior y han sufrido un proceso de evaporación. De los 10 a los 40 metros de profundidad el gradiente longitudinal se presenta en un solo sentido con las salinidades más altas en el interior de la bahía y disminuyendo progresivamente

hacia mar afuera (Figs. 9, 10, 11 y 12) con lo que se pueda señalar que las capas superficiales son las que varían más en sus propiedades, debido a las condiciones meteorológicas, escurrimientos de agua dulce etc. El rango máximo de variación del gradiente en éste sentido es de 0.90 ‰ en el estrato de 20 metros. (Fig. 10).

Lateralmente los valores de salinidad son más altos en el lado Este de la bahía hacia la zona de la base naval de Icacos y se presenta bien definido desde la superficie hasta los 30 metros de profundidad (Fig. 7 a la 11). La zona del canal Boca Chica presenta un gradiente principalmente en los estratos de 20 y 30 metros de profundidad (Fig. 10 y 11). Esto significa que la masa de agua (0-30 metros) tiene un desplazamiento neto hacia el lado Este, afectado posiblemente por la dirección del viento, el flujo de marea, la fuerza de coriolis y la topografía del fondo. (Esto se tratará de comprobar con estudios posteriores). Los estratos inferiores presentan más estabilidad y son menos afectados por los movimientos superficiales. - Utilizando la salinidad como un trazador natural (15)* se puede considerar las aguas del lado Oeste como - - "nuevas" y las del lado Este, como las que han permanecido más tiempo en el interior de la bahía y han sufrido mayor evaporación y un aumento de salinidad como consecuencia de que el flujo de agua que entra se desvía hacia el lado derecho en el sentido de las manecillas del reloj para posteriormente mezclarse de nuevo con las aguas de mar abierto en la zona del canal

Boca Grande. El rango máximo de variación de los valores en este sentido fué de $0.60 \text{ }^{\circ}/_{\text{oo}}$.

Verticalmente los valores de salinidad presentan una estratificación con los valores menores en la superficie y aumentando progresivamente hacia el fondo. Las secciones BB' y DD' presentan un gradiente lateral bien marcado. (Fig. 26 y 28).

Las secciones CC' y EE' que es donde se efectúa la entrada y salida de toda el agua presentan una distribución homogénea horizontalmente lo que indica que este mecanismo se efectúa sin asimetrías laterales. (Fig. 27 y 29). El rango máximo de variación de los valores en el sentido vertical es de $0.60 \text{ }^{\circ}/_{\text{oo}}$ en la sección AA'.

V.A.b).- Temperatura

La temperatura mínima registrada fué de 20.0°C . a 50 metros de profundidad y la máxima de 30.46°C . sobre la superficie, con lo que el rango máximo de variación de los valores es de 10.46°C . La temperatura presentó gradientes en la dirección de los tres ejes siendo el vertical el más significativo, luego el longitudinal y finalmente el lateral.

Longitudinalmente la temperatura aumentó progresivamente hacia la bocana para luego disminuir hacia mar abierto, esto ocurrió en los estratos superficiales de 0 a 10 metros de profundidad donde se localiza mayor movimiento e intercambio de propiedades (figuras 13, 14 y 15). En los estratos

de 20 metros y los inferiores a éste (figuras 16, 17 y 18), la temperatura muestra el gradiente en un solo sentido con — los valores altos en el interior y los mínimos hacia mar afuera. El rango máximo de variación del gradiente en éste sentido es de 3.0°C. en el estrato de 40 metros. (figura 18).

Lateralmente los valores de temperatura se distribuyen uniformemente con excepción de los estratos de 5 a 10 metros, donde los valores son ligeramente mayores del lado Este de la bahía. Verticalmente los valores observan una estratificación normal con los valores más altos en la superficie y disminuyen uniformente hacia el fondo. No se registró ningún cambio brusco de temperatura en el interior de la bahía, solo en la sección DD' y EE' (figuras 33 y 34) a los 30 metros de profundidad, la temperatura disminuyó aproximadamente 1°C. por cada ²~~30~~ metros, (en promedio).

Verticalmente la temperatura presenta su gradiente más significativo, con un rango de variación en los valores de 9.90°C. Esto nos indica que éste parámetro es afectado principalmente por la profundidad y que en el interior de la bahía la temperatura muestra una distribución casi homogénea en todos lossentidos, con excepción del estrato de 30 metros de profundidad hasta el fondo en las secciones DD' y EE'.

Tomando en cuenta que el muestreo se localizó en marea bajay observando los cortes de las secciones CC' y EE' (figuras 32 y 34) donde se realiza la entrada y salida del flujo deagua se determina que éste flujo se realiza sin asimetría, — pues la temperatura es uniforme lateralmente.

VA.c. Densidad (ρ).

La densidad mínima registrada fué de 19.02 localizada sobrela superficie, y la máxima de 22.89 a los 50 metros de profundidad, siendo el rango máximo de variación de 3.87, esto—

nos indica que aunque es poca la variabilidad presenta una estratificación de la masa de agua observándose gradientes en los tres sentidos.

En el sentido longitudinal los valores de densidad disminuyen progresivamente desde el interior de la bahía hacia mar afuera (figuras 19 y 20), observándose que en las capas superficiales de 0 a 5 metros el gradiente en éste sentido no está muy bien definido, pues se vé afectado por la variación de densidad en el sentido lateral que es predominante, en cambio del estrato de 10 metros hasta el de 40 metros (figuras 21, 22, 23 y 24), el gradiente longitudinal es bien definido con las densidades más altas en el interior de la bahía. El rango máximo de variación de los valores es de 0.85 en el estrato de 30 metros.

Lateralmente solo se presenta gradiente en los estratos de 0 y 5 metros de profundidad donde se observa que la variación de densidad es predominante en éste sentido con las densidades mayores del lado Este de la bahía. Los estratos inferiores no presentan gradiente lateral, lo que significa que el movimiento del agua en éste sentido solo se observa en las capas superficiales. El rango máximo de variación de los valores es de 1.08 en la capa superficial.

Verticalmente se presenta una estratificación bien definida con las densidades menores en la superficie y aumentan progresivamente hacia el fondo. Solo en la sección EE' (figura 39) se registró un cambio brusco de densidad, a los 40 metros de profundidad pudiendo considerar a ésta capa como una picnoclina. En las secciones CC' y EE' (figuras 37 y 39) se presenta una distribución horizontal homogénea sin asimetrías laterales

lo que significa que la densidad es homogénea al entrar y salir el agua por éstas secciones.

El rango de variación en éste sentido es de 3.17 localizándose en la sección EE'.

VI.- DISCUSION PARA LOS RESULTADOS EN EPOCA DE SEQUIA.

VI.A.a).- Salinidad

La salinidad mínima registrada fué de 32.43 ‰ en el estrato de 5 metros de profundidad, y la máxima de 33.78 ‰ en el estrato de 20 metros, por lo que el rango de variación es de — 1.35 ‰, significando con esto que la poca variación de los valores representa una situación bien mezclada de la poca agua dulce que escurre a la bahía en ésta época, con la salada de mar abierto.

Aún cuando se considera una situación bien mezclada y homogénea en comparación con otros cuerpos de agua protegidos, las condiciones particulares de la bahía de Acapulco nos lleva a tratar de detectar las pequeñas fluctuaciones de los valores, obteniendo tres gradientes en las direcciones de los tres ejes coordenados, siendo los ejes horizontales los que presentan rangos más altos. Esto nos indica que los procesos de mezcla y turbulencia se efectúan mejor verticalmente.

Los estratos inferiores ~~que~~ se encuentran afectados solo por el flujo de agua en el sentido longitudinal lo que da una mayor estabilidad. Los movimientos de las capas superficiales debido a la acción del viento y mareas, así como su contacto con la atmósfera no influye significativamente en los estratos inferiores. (Es importante comprobar con estudios posteriores si esto se presenta durante todo el año).

El gradiente en el sentido longitudinal varía, aumentando los valores progresivamente desde el interior de la bahía hasta la zona de la bocana para luego disminuir hacia mar afuera en los estratos superficiales de 0 y 5 metros (figura 40 y 41). En la región de la bocana y hacia el lado Este, la evaporación es

la responsable del aumento en la salinidad y en el canal de Boca Grande la influencia del mar abierto vuelve a -- disminuirla.

En los estratos de 10 metros de profundidad en adelante el gradiente longitudinal se efectúa en un solo sentido, con los valores más altos en el interior de la bahía y -- disminuyendo progresivamente hacia mar afuera, lo cual -- indica que las capas superficiales son más afectadas en sus propiedades.

El gradiente en el sentido lateral afecta principalmente las partes más anchas de la bahía donde se localiza la -- sección BB' y la sección DD' (figuras 59 y 61). Los va -- lores de salinidad mayores se localizan hacia el Este de la bahía, y se presenta ,éste gradiente bien definido des -- de la superficie hasta los 20 metros de profundidad. En -- el canal Boca Chica el gradiente lateral se presenta en -- los estratos de 5, 10 y 20 metros (figuras 41, 42 y 43) disminuyéndo progresivamente los valores hacia mar afue -- ra.

En general el gradiente longitudinal fué menor que el la -- teral, siéndo el rango máximo de variación de $0.90 \text{ } \text{‰}$ -- en el primer sentido y de $1.10 \text{ } \text{‰}$ en el segundo.

Verticalmente los valores de salinidad presentan una es -- tratificación con los valores menores en la superficie y aumentádo progresivamente hacia el fondo, con excepcio -- n de la sección DD' (figura 61) donde las isohalinas pre -- sentan una configuración irregular en el sentido verti -- cal.

En los cortes de las secciones CC' y EE' (figura 60 y -- 62) que es donde se efectua la entrada y salida de agua

a la bahía se observa una estratificación normal sin asimetrías laterales. El rango máximo de variación en este sentido es de $1.25 \text{ }^{\circ}/_{\text{oo}}$ y se presenta en la sección DD'.

VI.A.c).- Temperatura.

La temperatura mínima registrada fué de 27.32°C a los 40 metros de profundidad, y la máxima de 29.2°C en la superficie, lo que representa un rango máximo de variación de los valores de 1.88°C lo que nos da una idea de la poca variación que sufre la temperatura, considerándose así una distribución homogénea para la bahía sin cambios bruscos ó discontinuos.

La distribución de temperatura muestra gradientes en los 3 sentidos; longitudinal, lateral y verticalmente. En el sentido longitudinal las temperaturas mayores se encuentran cerca de la playa en el interior de la bahía y disminuyen progresivamente hacia mar afuera de una forma normal, lo cual nos indica que la temperatura en el interior nos es afectada por escurrimiento de agua dulce ó cualquier otro factor semejante. Presenta una distribución muy homogénea, más marcada que para época de lluvias, en especial en los estratos superiores de 0 a 20 metros de profundidad, (Fig. 46, 47, 48 y 49). El rango de valores en este sentido es de 1°C . como máximo.

En el sentido lateral los gradientes de la temperatura son realmente insignificantes pues los valores tienen un rango de variación del orden de 0.4°C como máximo en ese sentido lo que indica que la desviación del flujo de agua hacia el lado Este de la bahía no afecta el cambio de temperatura, sino que se efectúa uniformemente debido a la radiación solar que recibe.

La zona del canal Boca Chica presenta una distribución homogénea de temperatura, con excepción del estrato de 30 metros, (Fig. 50) muy cerca del fondo donde presenta un gradiente con los valores más altos hacia mar afuera. Verticalmente la temperatura muestra el gradiente más significativo con un rango de variación de 1.26°C como máximo, lo que indica que la temperatura es afectada principalmente por la profundidad. En los diferentes cortes se puede observar una estratificación normal, con los valores más altos en la superficie y van disminuyendo progresivamente hacia el fondo. No se observa ningún gradiente lateral.

No se detecto ningún cambio brusco en ninguna de las secciones - lo cual denota la inexistencia de la termoclina en el interior de la bahía.

VI.A.c).- Densidad (σ_t).

La densidad mínima registrada fué de 20.24 en la superficie, y la máxima de 21.79 a los 40 metros de profundidad, siendo el rango máximo de variación de 1.55, menor en comparación con el de época de lluvia, lo que indica todavía una mayor estabilidad de la masa de agua para esta época.

En el sentido longitudinal se registró un gradiente leve con los valores aumentando del interior de la bahía hacia la bocana para luego disminuir hacia mar abierto, ésta situación ocurre solo para los estratos superficiales de 0 y 5 metros, (Figs. 52 y 53)— en cambio para los estratos inferiores los valores disminuyen progresivamente desde el interior de la bahía hasta mar afuera, con secuencia de que las capas superficiales son las que sufren mayor variación en sus propiedades y las del fondo conservan mayor estabilidad. El rango máximo de variación en este sentido es de 1.06

en el estrato de 10 metros de profundidad (Fig. 54). Lateralmente solo se observa gradiente en el interior de la bahía a los 5 metros de profundidad, (Fig. 43) en cambio en el canal Boca Chica y Boca-Grande se presenta este gradiente hasta los 20 metros de profundidad (Fig. 55) como consecuencia de una mayor estabilidad dentro de la bahía. Los estratos inferiores, desde los 10 metros en adelante no presentan gradiente en este sentido, predominando únicamente el longitudinal. Las densidades mayores se presentan siempre del lado Este de la Bahía. El rango máximo de variación en este sentido es de 0.73 en el estrato de 5 metros.

Verticalmente se observa una estratificación normal con las densidades menores en la superficie y las mayores hacia el fondo. En los cortes no se observa variación lateral con excepción de la sección DD' donde presentan una configuración sinuosa las isopícnas, (Fig. 71). En toda la columna de agua no se observa ningún cambio brusco de densidad, ni discontinuidad significativa en la estratificación. El rango máximo de variación de los valores en este sentido es de 1.15 localizado en la sección AA' (Fig. 68) donde se observa la mayor variación de los valores.

VII.- CONCLUSIONES:

- 1).- La bahía de acapulco presenta condiciones diferentes en épocas de lluvia y sequía. La salinidad en la bahía es menor en época de lluvias debido fundamentalmente a que la precipitación pluvial es mayor que la evaporación, en cambio para la época de sequía la evaporación excede a la precipitación.
- 2).- La estructura salina de la bahía es una interacción de agua dulce que proviene de la precipitación y los escurrimientos pluviales con el agua salada de mar abierto. Analizando los resultados, nunca se obtuvo un rango de variación de los valores mayor de 1.35 ‰, lo que indica que a pesar del aporte considerable de agua dulce en época de lluvias presenta una situación bien mezclada.
- 3).- Se determinó que las capas superficiales de 0.0 y 5.0 metros son las que con frecuencia sufren mayor intercambio de propiedades con la atmósfera, con las aguas de mar afuera y con los escurrimientos pluviales. Los estratos de 10 metros en adelante presentan una mayor estabilidad en sus propiedades.
- 4).- Utilizando la salinidad como un trazador natural, se observa que al entrar el agua a la bahía, sufre un movimiento hacia el lado Este, producido posiblemente por la dirección del viento, por la topografía del fondo y por la fuerza de coriolis. Las salinidades, y densidades principalmente son siempre mayores -

del lado Este (zona de Icacos), debido a que esta masa de -
agua ha permanecido más tiempo en el interior de la Bahía y es
más afectada por la evaporación, presentando así, una estrati-
ficación lateral que afecta hasta las capas de 30 metros de -
profundidad.

5).- En toda la columna de agua no se detectó ningún cambio brusco-
en la salinidad, pues se encuentra estratificada. En los cortes
CC' y EE' donde se realiza la entrada y salida de agua a la Ba-
hía no se detectan asimetrías laterales de los valores.

6).- La zona del canal Boca Grande presenta termoclina (variación-
brusca de temperatura) de 1°C . por cada 2 metros de profundi-
dad. Esta situación solo se presenta en épocas de lluvias, re-
gistrándose éste cambio brusco de temperatura a los 30 metros-
de profundidad.

En general la temperatura superficial fué más alta en Octubre-
que en Diciembre; y el gradiente que presenta éste parámetro -
es más acentuado en el sentido vertical.

7).- Graficando las densidades, se observa que no se presenta ningun-
a situación con valores invertidos en dirección vertical, tan-
to para época de lluvias como para sequía, denotando que la co-
lumna de agua se encuentra estratificada.

- 8).- Se registró en la sección EE' de la zona del canal Boca Grande y a 40 metros de profundidad, una variación brusca de la densidad, considerándola como una picnoclina. Esta situación se observa en época de lluvias.

Esta picnoclina se debe preferentemente a la variación de temperatura ya que la salinidad no presenta variaciones verticales de importancia.

- 9).- En el interior de la bahía la densidad se encuentra estratificada normalmente con los valores menores en la superficie y aumentando progresivamente hacia el fondo sin detectarse ninguna discontinuidad ó variación brusca.

VIII.- RECOMENDACIONES:

- 1).- La termoclina y la piconclina se presentan a los 30 y 40 metros de profundidad, en la zona del canal Boca Grande, por lo que se recomienda que se instale un emisor submarino, - el punto de descarga se localice abajo de ésta profundidad, - pues de lo contrario, el material desalojado tendrá una mezcla vertical que alcanzará la superficie y producirá una mancha que degradará el aspecto estético del agua de la bahía, y sus posibles consecuencias ecológicas.
- 2).- Se recomienda continuar con éste estudio, haciendo más intensivo el número de muestreos para dejar bien caracterizado su comportamiento en época de lluvias y de sequía, tomando como mínimo 6 muestreos para época de lluvias y 6 para época de sequía, para obtener conclusiones con mayor grado de confiabilidad.
- 3).- Otros de los factores oceanográficos que afectan el comportamiento de los desechos en el mar que se recomiendan estudiar son:
 - a).- La influencia de la marea en la dinámica de la masa de agua - de la bahía.
 - b).- Mediciones de corrientes por el método de Lagrange.
 - c).- Mediciones de corrientes a lo largo de toda la columna de —

agua por el método de Euler.

d).- Estudios de difusión, utilizando trazadores fluorescentes como Rodamina B, WT, u otros.

4).- Ajustar un modelo numérico tridimensional de la circulación en la -
bahía.

BIBLIOGRAFIA.

- 1).- S.R.H. (1974).- Estudio de la circulación de las masas de agua en la bahía y zona de descarga en Acapulco, Gro.
- 2).- Secretaría del Patrimonio Nacional CIFSA (1972).- Estudios de - proyecto de Emisores de Aguas Negras y Pluviales en Acapulco, - Gro., México D.F.
- 3).- Consulotres en Ingeniería Fluvio-marítima CIFSA (1973).- Estudios de campo y proyectos para los emisores submarinos de Playa - - Garrobo, Playa Olvidada y Costa Azul en Acapulco Gro.
- 4).- C.I.E.P.S. (1969).- Planeación General del desagüe pluvial de la ciudad de Acapulco, Gro. Segundo informe para la S.R.H.
- 5).- S.R.H. (1969).- Resultados de los estudios Bacteriológicos en la bahía de Acapulco.
- 6).- Secretaría de Recursos Hidráulicos (1972).- Estudio de la calidad del agua de la Bahía de Acapulco. Dirección General de usos del agua y prevención de la contaminación, Etapas 1,2,3,4,5.
- 7).- Zats V.I. (1965).- The effecto of Oceanographic factors on the contamination of coastal waters. Academy of sciences of the — USSR. Oceanology Vol. 5, No. 3.
- 8).- Rawn A.M., Bowerman F.R. and Brooks N.H. (1960).- Diffusers for disposal of sewage in sea water. J. Sanitary Engr. Division, Amer. Soc. of civil Eng.

- 9).- Pomeroy R. (1959).- The Empirical Approach for determining the required length of an ocean outfall. Proc. 1 International conference on waste disposal in the marine environment. Univ. of California, Berkeley.
- 10).- Brooks N.H. (1962)-Utilisation of ocean Thermoclines for prevention of pollution of surface waters J. Geophys. Res., 67, No. 9.
- 11).- Beckman Instruments Inc. (1971).- Portable Salinometer RSS-3 - Instruction manual.
- 12).- McLellan H.J. (1975).- Elements of Physical Oceanography, - - Pergamon Press, London Eng.
- 13).- Knudsen Martin (1962).- Hydrographical tables, G. M. Manufacturing Company, New York.
- 14).- Secretaría de Recursos Hidráulicos (1972).- Datos meteorológicos de la Bahía de Acapulco, Gro. Dirección General de Hidrología.
- 15).- Weidemann H. and Sendner H. (1972).- Diffusion and dispersion of pollutants by physical Processes Marine Pollution and sea Life, FAO.