

114  
24



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Dinámica Hidrológica (Fisicoquímica) del  
Area Oeste del Golfo de Tehuantepec

T E S I S

QUE PARA OPTAR AL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A

JULIETA LUNA MARTINEZ

MEXICO, D. F.

1991



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION LETRADA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCION

El conocimiento y monitoreo de la diversidad de procesos naturales sean estos físicos, químicos o biológicos que se realizan en el ecosistema marino permiten comprender y preveer de una manera más adecuada el comportamiento de fenómenos eventuales a corto, mediano o largo plazo.

La dinámica marina tiene gran relevancia en la estabilidad de las poblaciones y comunidades y requiere de mayores estudios especialmente biológicos en nuestras costas.

Por otra parte los cambios climáticos (en consecuencia oceánicos) de diferente periodicidad (anuales como huracanes y ciclones, y de mayor plazo como el Niño Oscilación del sur), provocan cambios en la estructura fisicoquímica del agua de diverso grado en la zona costera, que deben ser analizados con detalle para determinar repercusiones y diferenciarse de modificaciones generadas por actividades humanas. En especial el Golfo de Tehuantepec, es un área que ejemplifica lo anterior, a saber: la influencia de vientos del Golfo de México (Tehuantepecanos), las características fisicoquímicas de sus aguas son particulares, su capa anóxica somera, los asentamientos humanos trascienden fuertemente en el medio y los efectos de los fenómenos oceánico-atmósfera (El Niño) son importantes y notorios; tal es el caso del fitoplancton, cuya tasa de producción decrece, afectando en consecuencia el crecimiento y reproducción en los siguientes

niveles tróficos, en tanto que algunas especies incrementan sus poblaciones y otras como las aves migran hacia otras latitudes.

Durante el evento de "El Niño de 1982-1983, se registró un decremento considerable en la producción de la anchoveta peruana, provocando una caída drástica de esta importante industria pesquera. Asimismo se registraron cambios en las poblaciones de langostino, debido probablemente al movimiento de masas de agua que arrastra consigo a la población planctónica, además de la influencia de otros factores como el incremento de la temperatura del mar, el afloramiento costero, descargas de ríos y precipitaciones continuas.

Sin embargo, algunas especies como Argopecten purpuratus (concha abanico). no sólo resistieron el "Niño" sino que inclusive extendieron su radio de acción y como consecuencia se incrementó la población de pulpo que la utiliza como alimento, lo anterior debe modificar la distribución hidrológica en el Golfo.

En consecuencia, el presente trabajo se enfocó al estudio de la estructura fisicoquímica (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y ortofosfatos) de la columna de agua durante el Niño 1982-1983, frente a una zona de escasa influencia antropogénica, con registros de giros o remolinos oceánicos.

## OBJETIVO

Analizar el comportamiento hidrológico (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y ortofosfatos) de cuatro transectos perpendiculares a la costa; entre Puerto Angel y Salina Cruz, Oax. en el Golfo de Tehuantepec, asociado al fenómeno El Niño 1982-83 y con la presencia de giros anticiclónicos y ciclónicos.

## ANTECEDENTES

Actualmente la costa del Pacífico, y en particular la región del Este como lo es el Golfo de Tehuantepec, ha despertado gran interés para la investigación oceanográfica, zona de gran importancia para nuestro país debido a su alta productividad biológica.

El aspecto fisicoquímico del Golfo de Tehuantepec ha sido ampliamente estudiado por diversos autores; Hurd (1929) detalla una descripción del patrón de vientos imperantes. La U.S. Hydrographic Office (1951; citado por Secretaría de Marina, 1974), realiza un estudio de las corrientes superficiales durante un tehuantepacano. Blackburn (1953; citado por Roden, 1961) indica que el Golfo de Tehuantepec se haya sujeto a la acción constante de los vientos del Norte durante el invierno originando una circulación que resulta en una topografía ondulante de la piconclina y finalmente en una eutroficación hipotética, razón por la cual se piensa que esta zona es de gran productividad biológica; el mismo autor (1953) citado por Roden (1961) manifiesta que las temperaturas más bajas se registran hacia el Sur del golfo. En 1952 y 1960 Blackburn realiza observaciones físicas y químicas en el Pacífico Tropical Este. Otros autores ( Schaefer, 1957; citado por Verdi, 1986; Shimada, 1958; Radovich, 1961) analizan la forma en que las temperaturas extremas de la superficie oceánica afectan la distribución del atún.

Cronwell (1958), publica una sinopsis de la información disponible sobre la topografía de la termoclina en el Pacífico Oriental.

Roden (1961) señala las surgencias invernales con temperaturas superficiales menores a las registradas en otras partes de la costa Sur de México, considerando que la principal causa de surgencias en la zona son los vientos.

En cuanto a la circulación superficial, se han registrado (Blackburn, 1962) tres remolinos con dirección NW,SE, y NE, teniendo su principal desarrollo de Octubre a enero y de febrero a abril, su flujo es anticiclónico, cerca de la costa y ciclónico hacia mar abierto, con velocidades de 3 a 90 cm/seg. dependiendo de la fuerza de vientos, latitud y estacionalidad. El análisis de los movimientos de masas de agua, así como el comportamiento zooplanctónico han permitido determinar áreas de alta densidad como lo determina Blackburn (1962 b,1963); este mismo autor asocia la abundancia y distribución de atún con el patrón de vientos y condiciones oceánicas.

Muromtsev (1963) hace una detallada descripción de los patrones de salinidad, temperatura y oxígeno para la zona Sur del Pacífico.

Renner (1963; citado por Verdi, 1986) recopila información sobre la temperatura superficial del mar de la región del golfo en el Periodo 1947-1958, asimismo hace mención de los vientos que soplan sobre las costas de Tehuantepec. Blackburn (1966) resume la información existente sobre las características biológico-



oceanográficas del Pacífico Tropical Oriental hasta esa fecha. Wirtky (1966) refiere la circulación de las aguas en el Golfo de Tehuantepec, asimismo determina que la capa mínima de oxígeno tiene concentraciones menores de 1 ml; y en relación a las corrientes superficiales indica que se presentan 3 períodos principales: en el primero, que ocurre de agosto a diciembre con un intenso desarrollo de la Contracorriente Ecuatorial y un fuerte flujo de ola Sur Ecuatorial al Norte del Ecuador. el segundo es de febrero a abril presentandose durante el desplazamiento de la convergencia Intertropical hacia el Sur y hasta los 3° N, en tanto que la Corriente de California se dirige al Sur con mayor fuerza alimentando a la Corriente Nor-Ecuatorial; de mayo a julio se presenta el tercer patrón, desarrollándose la Contracorriente Ecuatorial por el desplazamiento de la Convergencia Intertropical hacia los 10°N, en tanto que la Corriente Costera de Costa Rica, bordea América Central subiendo hasta Cabo Corrientes, Jal; el debilitamiento progresivo de la Corriente de California es de julio a agosto. Las variaciones en la intensidad y localización de los principales sistemas de vientos, así como la variación en la ubicación de la Convergencia Intertropical, se hayan estrechamente vinculados a los cambios en los patrones circulatorios anteriormente citados.

Sverdrup et al. (1970) hace mención que durante el invierno, la temperatura superficial del mar oscila entre 26°C y 27°C, en tanto que para el verano es de 28°C.

Quin (1974), Weisberg y Parish (1974) y Wyrski; (1977) asocian los cambios en la pesquería de algunas especies y la desaparición de aves, la intensidad de lluvias, y elavación de temperaturas y del nivel del mar. Strimpnel (1975, citado por Verdi, 1986) y (Stumpf, 1975), con base en los patrones de vientos predominantes en el Golfo de Tehuantepec, hacen una división regional; además el segundo autor, a través del análisis de las imágenes de satélite, infrarrojas y de los patrones de la temperatura superficial del mar considera que es un área de surgencias notables en invierno. Hickey (1975) por su parte considera que las fluctuaciones del nivel estacional del mar en la región costera de surgencias, es dependiente de la magnitud de la componente meridional de los vientos alisios del sureste; asimismo detalla la influencia de un evento de "El Niño" sobre el nivel del mar.

Chavéz, et al. (1977) considera que el Golfo de Tehuantepec experimenta una notoria influencia continental a través del sistema lagunar presente en la costa oriental, la cual provoca que durante el otoño exhiba condiciones limnéticas.

En 1977, la Secretaria de Marina (1978) realizó una amplia investigación en el Golfo de Tehuantepec, cubriendo aspectos físicos como temperatura, termoclina arriba de los 100 m de profundidad, densidad, salinidad; químicos oxígeno disuelto, bióxido de carbono, nutrientes y biológicos.

Rasmusson et al. (1983) relaciona la variabilidad climática interanual con la oscilación del sureste y las fluctuaciones en la

presión atmosférica, nivel del mar en los trópicos, precipitación monzónica y circulación invernal en la región de Norteamérica. Ritter (1983) considera que durante el período de lluvias la temperatura del agua y los vientos del Sur, tienden a producir una elevación del nivel del mar, en tanto que éste es abatido en el período de sequía por variaciones en la presión y los vientos del norte.

En especial el fenómeno El Niño, ha sido registrado en las costas del Pacífico Mexicano a través de algunos investigadores como Gallegos et al. (1984) que frente al Estado de Guerrero observaron incrementos en la temperatura (6 °C) y abatimiento de la capa anóxica a más de 100 m de profundidad durante el evento 1982-1983. El diagnóstico para la predicción del evento "El Niño" ha sido realizado por el Climate Analysis Center (1985) por medio del análisis de las variaciones de la temperatura superficial del mar y de los patrones de anomalías climáticas en el Pacífico Tropical.

En 1986, se realizó la "Conferencia Chapman" sobre El Niño en Guayaquil Ecuador, organizada por la Unión Geofísica Americana; en ella se presentaron trabajos que abarcaron diversos aspectos sobre "El Niño" y se evaluaron y discutieron proyectos a largo plazo, además del intercambio de conocimientos y experiencias. Ramos et al. (1986) registran frente a las costas de Guerrero, cambios locales en la distribución de concentraciones de químicos,

resultado de una invasión de las aguas relativamente bajas en nutrientes y su desplazamiento al Norte. Moulin (1988) ha registrado en el Golfo de Tehuantepec la presencia de una masa de agua de tipo ecuatorial, sub-tipo Norpacífico en 1979 a través de fluctuaciones en la salinidad que van de 30.0 ‰ a 35.4 ‰ y para la temperatura intervalos de 27°C a 30°C.

En el marco global oceánico, Lagos et al. (1987) proponen la relación entre las ondas Kelvin en el Océano Pacífico Ecuatorial Occidental y la variabilidad estacional y no estacional de la temperatura superficial del mar, utilizando análisis armónicos de cuadrantes y correlaciones estadísticas de retraso para "El Niño" y no "Niño".

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Golfo de Tehuantepec (Fig. 1) se localiza hacia el SE de la República Mexicana en la zona de Convergencia Intertropical (Roden, 1961), siendo una extensa entrada de la costa entre Puerto Angel, Oax., y la Barra del Río Suchiate, en Chiapas. La cual se sitúa aproximadamente a 463 Km al ESE del Puerto. Presenta una forma triangular, cuya base sería una línea imaginaria que une Puerto Angel, Oax. con la desembocadura del Río Suchiate, Chis. en tanto que su vértice superior comprende a la Barra de San Francisco con los lados sensiblemente curvos. Su superficie aproximada es de 35,188 Km<sup>2</sup>, una base de 522 Km y una altura de 118 Km (Secretaría de Marina, 1974)

La profundidad promedio en el Golfo de Tehuantepec es menor a los 1800 m cuya isobata correspondiente frente a Puerto Angel corre a una distancia aproximada de 22 km de la costa, ondulando hacia el SE de la desembocadura del Río Suchiate a unos 87 Km mar adentro, esta curva que propiamente limita al Golfo de Tehuantepec incluye un banco con extensión de 18 Km X 22 Km delimitado por la isóbata de los 180 m con profundidades mínimas 9 a 11 m.

En general el Golfo de Tehuantepec es unaz zona expuesta a los vientos provenientes del Norte, cuya frecuencia es constante durante el invierno, originando los llamados "Tehuantepecanos" o "Tehuantepequeros" (Blackburn, 1962) teniendo como efecto la transformación y mezcla del estrato superficial de la masa de agua ecuatorial, originada en la zona tropical del Pacífico Central

entre los 50 y 500 m de profundidad (Roden 1956; citado por Secretaría de Marina 1982).

Durante un "norte" dicha agua se orienta hacia el SE formando una corriente ascendente en cada rivera que posteriormente se distribuye hacia el Norte para ocupar el espacio dejado por las aguas desplazadas: tal comportamiento en la circulación, resulta en una topografía ondulante de la pycnoclina, la cual en la superficie alcanza un máximo de elevación de 12.25 m trayendo como consecuencia un enriquecimiento superficial de aguas frías ricas en nutrientes (Blackburn 1962,1963; Secretaría de Marina 1974). No obstante lo anterior, y debido a los cambios en la dirección del viento en combinación con los frecuentes estados de calma, el sistema de corrientes en general es muy irregular, considerándose que estas se ubican al Este y Sureste a lo largo de la línea de costa entre Manzanillo, Col. y Sacrificios, Oax. durante el invierno: y hacia el Oeste y Noroeste durante el verano al provenir los vientos dominantes del Sureste; asimismo, es posible que tenga una anchura de 555 Km, aproximadamente con una contracorriente paralela a la costa (Secretaría de Marina 1974).

En la parte más externa del Golfo de Tehuantepec a través de una línea imaginaria entre Acapulco, Gro., e Isla Motuosa en Colombia, la corriente se fija hacia el Este-Noreste, en tanto que cerca de la costa de Guatemala el establecimiento es hacia el Este o Sureste, lo que influencia marcadamente el comportamiento de las corrientes locales del Golfo (Secretaría de Marina, 1974).

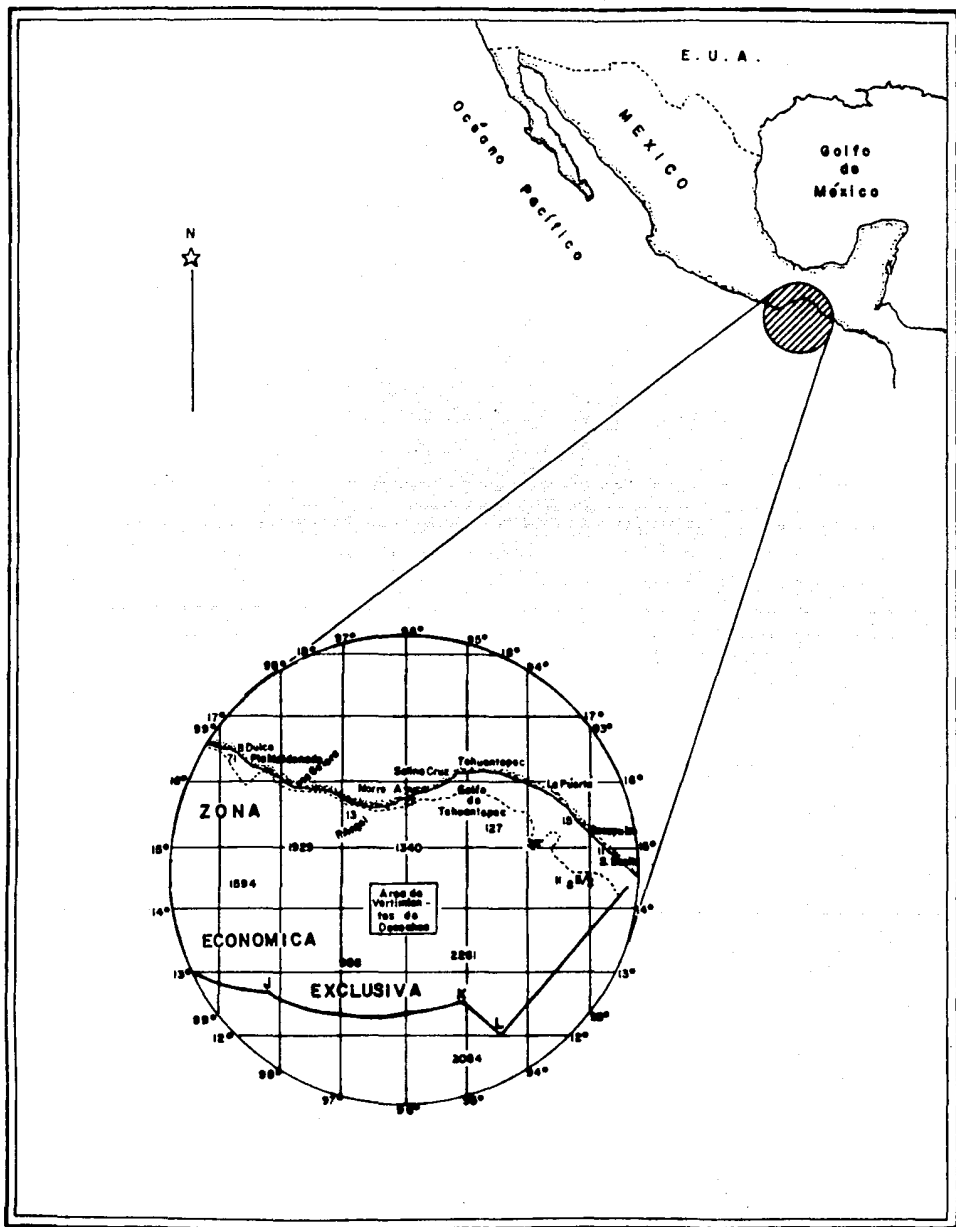


Fig. 1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

En el aspecto geológico, parte de la plataforma Continental del Golfo de Tehuantepec es de origen tectónico (Emery, 1969; citado por Salas, 1984) su talud se extiende hasta el plano abisal de 5950 m con una distancia aproximada de 350 Km y una pendiente relativamente pronunciada entre las profundidades de 100 a 400 m; con la fosa de Acapulco-Guatemala según Fisher (1961) y Revelle (1955), citado por Salas (1984) y de acuerdo a Handshumacker (1976; citado por Salas, 1984) es parte integrante de la trinchera de Centro América y la Placa de Cocos.

Las costas colindantes al Golfo de Tehuantepec, se hallan incluidas en las unidades morfotectónicas VIII y IX (Carranza et al. 1975); según la VIII en la parte correspondiente al Golfo de Tehuantepec se observa una plataforma continental muy angosta y ligeramente ensanchada; en las cercanías del delta del Río Balsas, la línea de costa es paralela a la Fosa México-Mesoamericana. Inman y Nordstrom (1977), las clasifican como costas de colisión continental. En tanto que genética y geomorfológicamente, se consideran como costas primarias de origen diastrófico con fallas (Shepard, 1973; citado por Carranza, 1975).

En cuanto a la Unidad IX, se observa una plataforma continental amplia de talud moderadamente pronunciado Tamayo (1970) y la costa correspondiente se considera como de colisión continental (Inman y Nordstrom 1971) y en conformidad con Shepard (1973) serian costas secundarias por depositación marina y costas de barrera.



Ambas unidades se hayan afectadas tectónicamente por el contacto entre la Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica (Carranza, 1975).

## MATERIAL Y METODO

Para llevar a cabo esta investigación, se efectuaron las siguientes fase:

### I.- Trabajo de Campo.

Para la realización del presente estudio se consideraron 28 estaciones de muestreo distribuidas en 4 transectos perpendiculares a la costa de acuerdo al derrotero previamente establecido en el Plan de Crucero PCM-83-02-GT, (Fig. 2) mismo que se realizó del 15 al 30 de junio de 1983. Las coordenadas geográficas para cada estación, así como el itinerario seguido, se presentan en las tablas 1 y 2, respectivamente. Los puntos de referencia que se tomaron en la costa para cada transecto se describen en la tabla 2.

Debido a las condiciones técnicas y logísticas del buque, no se muestreó homogéneamente a la misma profundidad; en cada variable se señalará el nivel hasta que se alcanzó. La toma de la muestra se llevó a cabo con botellas tipo Niskin con capacidad de 2.0 y 5.0 l.

La temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y la salinidad ( $\text{S}^{\circ}/\text{oo}$ ), se determinaron "in situ" mediante el multianalizador tipo Hydrolab (marca Kahlsico), el cual consiste de varios sensores eléctricos controlados por una cable y unidos a una consola de mando en superficie. Previa calibración del aparato, estos dos parámetros se muestrearon a los 0,5,10,20 y 30 m de profundidad. También se

utilizó un batitermógrafo marca Kahlsico (Kahl Scientific Instrument Corporation), previa calibración del aparato, a los 0, 30, 61,91,122,153,183,213,244 m de profundidad.

## II.- Trabajo de Laboratorio.

La concentración de oxígeno disuelto (ml/l, se determinó por el Método Micro-winkler descrito por Strickland y Parsons, (1972) y por Rosales, (1980) en los niveles de muestreo de 2.5, 100, 500, 900, y 1200 m de profundidad. El análisis se efectuó inmediatamente a bordo del Buque Oceanográfico "Mariano Matamoros" de la Armada de México.

Finalmente, con un Autoanalizador Technicon MT-II, y siguiendo el Método propuesto por Murphy y Ryley (1962) descrito por Strickland y Parsons (1972), se cuantificaron los ortofosfatos ( $\mu\text{g-at/l}$ ) correspondientes niveles 2.5, 100,300,500,900,1200 1500 y 2000 m de profundidad. Debido a la inestabilidad de la embarcación y a las condiciones requeridas para la operación del autoanalizador, la determinación de este parámetro se realizó en las instalaciones del Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Col., dependiente de la Dirección General de Oceanografía Naval de la Secretaría de Marina; mediante la conservación de las muestras en congelación.

## III.- Trabajo de Gabinete.

En esta fase se procedió al ordenamiento de la información obtenida durante el crucero, misma que se resumió en tablas.

Posteriormente se graficaron los valores de temperatura, salinidad,

oxígeno disuelto y ortofosfatos contra profundidad en paquetes de 7 estaciones por gráfica para obtener sus correspondientes perfiles (Figs 3 a 6) e isoclinas (Figs 7 a 14). Además de la elaboración de gráficas tridimensionales para cada parámetro a sus correspondientes niveles de profundidad, y finalmente se realizó el análisis y discusión de resultados, a fin de obtener las respectivas conclusiones.

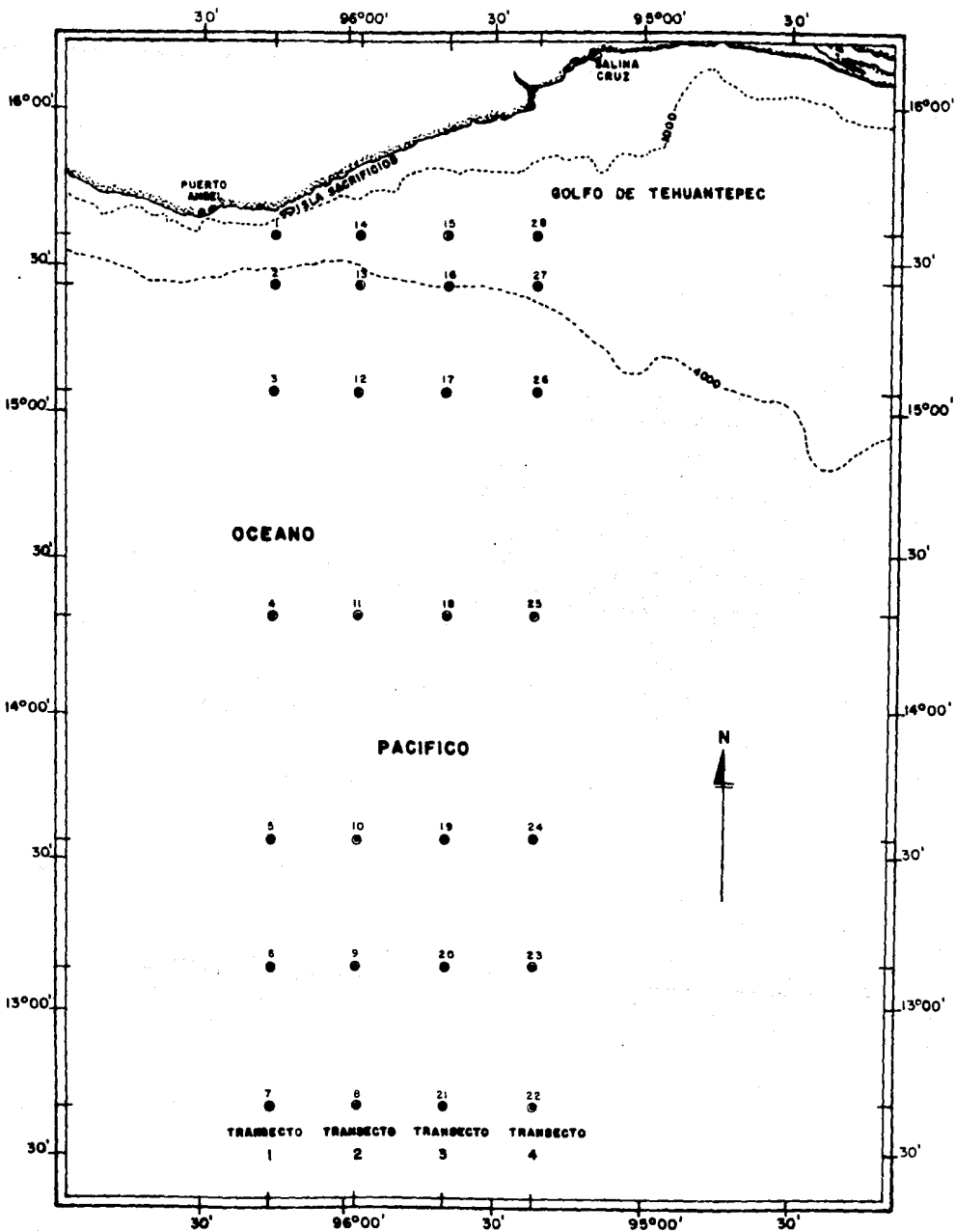


Fig. 2 UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

TABLA No. 1

LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO  
(GOLFO DE TEHUANTEPEC)

ESTACION	LAT. N.	LONG. W.	TRANSECTO	REFERENCIA CONTINENTAL
GT <sub>1</sub>	15° 35'	96° 16'	1	ENTRE PUERTO ANGELES E ISLA SACRIFICIOS, OAX.
GT <sub>2</sub>	15° 25'	96° 16'		
GT <sub>3</sub>	15° 04'	96° 16'		
GT <sub>4</sub>	14° 19'	96° 16'		
GT <sub>5</sub>	13° 34'	96° 16'		
GT <sub>6</sub>	13° 08'	96° 16'		
GT <sub>7</sub>	12° 40'	96° 16'		
GT <sub>8</sub>	12° 40'	95° 58'	2	ENTRE EL POBLADO DE CHACALAPA Y EL RIO COPALITA, OAX.
GT <sub>9</sub>	13° 08'	95° 58'		
GT <sub>10</sub>	13° 34'	95° 58'		
GT <sub>11</sub>	14° 19'	95° 58'		
GT <sub>12</sub>	15° 04'	95° 58'		
GT <sub>13</sub>	15° 25'	95° 58'		
GT <sub>14</sub>	15° 35'	95° 58'		
GT <sub>15</sub>	15° 35'	95° 40'	3	FRENTE AL MORRO DE AYUTA Y LA POBLACION DE COYOL, OAX.
GT <sub>16</sub>	15° 28'	95° 40'		
GT <sub>17</sub>	15° 04'	95° 40'		
GT <sub>18</sub>	14° 19'	95° 40'		
GT <sub>19</sub>	13° 34'	95° 40'		
GT <sub>20</sub>	13° 08'	95° 40'		
GT <sub>21</sub>	12° 40'	95° 40'		
GT <sub>22</sub>	12° 40'	95° 22'	4	ENTRE EL PUERTO INDUSTRIAL DE SALINA CRUZ Y LA BAHIA DE CHIPEHUA, OAX.
GT <sub>23</sub>	13° 08'	95° 22'		
GT <sub>24</sub>	13° 34'	95° 22'		
GT <sub>25</sub>	14° 19'	95° 22'		
GT <sub>26</sub>	15° 04'	95° 22'		
GT <sub>27</sub>	15° 25'	95° 22'		
GT <sub>28</sub>	15° 35'	95° 22'		

TABLA No. 2  
**ITINERARIO DE LAS ESTACIONES MUESTREADAS**  
**(GOLFO DE TEHUANTEPEC)**  
**15-30-JUNIO DE 1983**

ESTACION No.	FECHA	H	O	R	A
		ARRIBO	INICIO	TERMINO	SALIDA
GT 1	15-VI-83	17:45	18:30	20:00	20:10
GT 2	17-VI-83	21:25	21:25	22:30	22:40
GT 3	18-VI-83	01:00	01:00	05:15	06:25
GT 4	18-VI-83	10:45	10:45	14:35	14:50
GT 5	18-VI-83	19:20	19:30	01:05	01:10
GT 6	19-VI-83	03:35	03:45	07:05	07:11
GT 7	19-VI-83	10:00	10:05	13:10	13:15
GT 8	19-VI-83	14:10	14:20	15:55	16:00
GT 9	20-VI-83	15:17	15:21	18:10	18:20
GT 10	20-VI-83	23:00	23:10	01:00	01:10
GT 11	21-VI-83	19:20	20:35	22:00	22:25
GT 12	22-VI-83	02:30	02:45	04:00	04:15
GT 13	23-VI-83	03:45	04:00	05:30	05:40
GT 14	23-VI-83	06:35	06:45	08:00	08:05
GT 15	22-VI-83	22:05	22:10	23:10	11:15
GT 16	23-VI-83	01:00	01:10	02:00	02:10
GT 17	22-VI-83	06:00	06:10	07:20	08:00
GT 18	21-VI-83	16:00	16:05	17:30	17:50
GT 19	21-VI-83	03:00	03:15	05:15	05:30
GT 20	20-VI-83	07:30	07:35	09:20	09:30
GT 21	19-VI-83	17:25	17:35	20:40	20:55
GT 22	19-VI-83	22:50	23:00	00:30	00:40
GT 23	20-VI-83	03:50	03:55	04:50	05:00
GT 24	21-VI-83	06:30	06:40	08:00	05:00
GT 25	21-VI-83	12:35	12:40	14:10	13:40
GT 26	22-VI-83	08:35	09:40	11:40	11:45
GT 27	22-VI-83	14:00	14:30	18:05	16:10
GT 28	22-VI-83	17:20	17:30	20:00	20:10

## RESULTADOS

### TRANSECTO 1

Los resultados obtenidos durante el Crucero Oceanográfico PCM-83-02-GT fueron analizados por parámetro en secciones individuales o transectos perpendiculares a la costa con apoyo de tablas y figuras.

El comportamiento mostrado por la temperatura, permitió observar que en el transecto 1 frente a Puerto Angel e Isla Sacrificios, las superficiales fueron entre 29°C a 31°C y a los 30 m de profundidad entre 28°C a 30.8°C; se observó un gradiente vertical de las isothermas hasta los 30 m, que conforman un posible hundimiento cuyo centro fue a los 154.0 Km ( Est 4 ) de la costa

Las salinidades superficiales variaron de 30.1 ‰ a 35.6 ‰ y a los 30 m de profundidad de 31.1 ‰ a 34.7 ‰ El hundimiento fué más perceptible a los 154.0 Km de distancia, (Fig 5A) y parte de otro más allá de los 286.0 Km (Est 6) de la costa.

El oxígeno disuelto presentó un comportamiento irregular en los primeros 100 m de profundidad, los contenidos, superficiales en el transecto oscilaron entre 3.76 ml/l a 4.04 ml/l y a 2000 m de profundidad de 0.26 ml/l a 1.85 ml/l. Se detectó un hundimiento con su centro a los 70.5 Km (Est 3) (Fig 7A) con un contenido de 4.0 ml/l hasta los 500 m, asimismo parte de un núcleo después de



los 286.0 Km con una concentración de oxígeno disuelto de 5.5 ml/l a la misma profundidad que el hundimiento anterior.

Una gran masa de agua anóxica de 0.5 ml/l se localizó desde la orilla hasta los 286.0 Km con una profundidad comprendida entre los 350 m cerca de la costa, y a los 100 m fuera de ella comprendida hasta los 2000 m de profundidad.

Las concentraciones de ortofosfatos más bajas fueron en el nivel superficial de 0.74  $\mu\text{g-at/l}$  a 2.38  $\mu\text{g-at/l}$ , a los 2000 m de profundidad variaron entre 1.06  $\mu\text{g-at/l}$  a 1.96  $\mu\text{g-at/l}$ . Las isolíneas fueron concéntricas formando un núcleo de 4.0  $\mu\text{g-at/l}$  a los 1500 m localizando a los 70.5 Km de la costa. Se detectaron dos hundimientos (Fig 9A), el primero a los 31.5 Km (Est.2) con una concentración de 2.25  $\mu\text{g-at/l}$  en el centro, alcanzando profundidades hasta los 2000 m y el segundo a los 286.0 Km con 1.04  $\mu\text{g-at/l}$ . Estos giros o hundimientos se localizaron aproximadamente en la misma distancia que para la temperatura y oxígeno en este transecto.

## TRANSECTO 2

En este transecto, ubicado a la altura del poblado de Chacalapa y el Río Copalita, se observó que las temperaturas superficiales oscilaron entre 29.5°C a 32.0°C; a los 30 m de profundidad correspondió a 28.5°C. A comparación del transecto anterior, este señaló una distribución de isotermas con una

tendencia a ser más horizontales; sin embargo también fue posible observar dos hundimientos, el primero a los 85.3 Km (Est 12) y a los 300.6 Km (Est 9) con una isoterma común de 30.5°C (Fig 3B).

En cuanto a la salinidad las isolíneas mostraron una distribución con tendencia paralela a la línea de superficie. Las superficiales oscilaron entre 31.45‰ a 32.5‰; a los 30 m de profundidad correspondió a 33.8‰. Se detectó un atenuado hundimiento a los 169.0 Km (Est 11) con una isohalina de 32.0‰ (Fig 5B).

El oxígeno disuelto mostró en el nivel superficial un contenido de 3.71 ml/l a 3.98 ml/l; a los 1200 m de profundidad correspondió a 0.44 ml/l a 1.79 ml/l. El límite superior de la capa mínima de oxígeno 1.0 ml/l se situó a lo largo de todo el transecto entre los 300 y 400 m, aproximadamente. La capa anóxica 0.5 ml/l se situó por debajo de los 400 m de profundidad hasta los 1150 m en todo el transecto (Fig 7 B).

Para los ortofosfatos las isolíneas se comportaron horizontales; la concentración superficial osciló entre 0.60 µg-at/l a 3.18 µg-at/l; a los 1200 m de profundidad de 1.88 µg-at/l a 2.76 µg-at/l. Los contenidos más altos se encontraron en la parte superficial a partir de la línea de costa de 27.8 Km (Est 14) hasta 252.4 Km (Est. 10). Se observaron dos hundimientos en este transecto; el primero cerca de la costa a los 85.3 Km con una concentración de 2.5 µg-at/l y el segundo a los 300.6 Km con 0.5

µg-at/l (Fig 9 B). El segundo hundimiento se ubicó a la misma distancia que para el transecto uno, correspondiente a temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

### TRANSECTO 3

En este transecto, frente al Morro de Ayuta y la población de Coyal, se determinaron en superficie de 30.0°C a 32.5°C y a los 30 m variaron entre 29.0°C a 30.5°C. Fué posible de nuevo determinar la presencia de dos hundimientos (Fig 4 C), a los 182 Km (Est 18) y 314 Km. (Est 20) con una temperatura superficial de 30.5°C alcanzando hasta 30 m de profundidad en el primero, y 29.5°C en el segundo. Particularmente estos dos giros quedaron comprendidos dentro de la distancia del hundimiento del transecto 1 y 2.

Para la salinidad este transecto presentó un comportamiento vertical, lo mismo que en los transectos anteriores. Las superficiales oscilaron entre 30.4‰ a 32.76‰; a los 30 m de profundidad variaron entre 32.76‰ a 33.5‰. Se observaron dos hundimientos, el primero localizado en la misma área del transecto 1 y 2, con la misma distancia de la costa (aproximadamente); encontrándose a los 182.0 Km, con 31.5‰ de la superficie hasta 25 m de profundidad. El segundo en aguas oceánicas, más allá de los 265.4 Km (Est 19) con una isohalina central de 30.5‰ (Fig 6 C).

Las concentraciones de oxígeno disuelto a lo largo de todo el transecto oscilaron entre 0.17 ml/l a 3.98 ml/l; en cuanto a los contenidos superficiales fueron de 3.80 ml/l a 3.98 ml/l y a los 1200 m de profundidad de 0.22 ml/l a 1.09 ml/l. Se detectaron dos hundimientos (Fig 8 C), el primero con su centro a los 59.4 Km (Est 16) y un contenido superficial de 3.5 ml/l. La localización de este giro fué semejante a los correspondientes de los transectos 1 y 2 aproximadamente, con una diferencia de 17 Km; el segundo se localizó en aguas oceánicas más allá de los 265.4 Km; con su centro a los 314.0 Km y una concentración de oxígeno disuelto de 4.0 ml/l; ambos hundimientos fueron a la misma profundidad con una oxihalina común de 1.0 ml/l. La ubicación de este último puede considerarse semejante al transecto 1; lo mismo para los transectos 1,2 y 3 correspondientes a la temperatura, al igual para la salinidad en los transectos 1 y 3. El límite superior de la capa mínima de oxígeno 1.0 ml/l se situó aproximadamente a lo largo de todo el transecto entre los 350 m y 450 m, excepto a los 182.0 Km (Est 18) en que ascendió hasta los 100 m. La capa anóxica de 0.5 ml/l de oxígeno disuelto se localizó de los 500 a 1200 m de profundidad, entre los 41.0 Km (Est 15) y 182 Km (Fig 8C), de la costa.

Con respecto a los ortofosfatos, éste presentó un comportamiento semejante al transecto 2 del mismo parámetro. Las concentraciones oscilaron entre 0.48  $\mu\text{g-at/l}$  a 2.6  $\mu\text{g-at/l}$ . Los contenidos superficiales variaron entre 0.61  $\mu\text{g-at/l}$  a 2.49  $\mu\text{g}$ -

at/l. Se detectó un ligero hundimiento (Fig 10 C) en aguas costeras con un centro a los 59.4 Km de la costa y una concentración que osciló entre 0.75  $\mu\text{g-at/l}$  a 2.0  $\mu\text{g-at/l}$ . Los niveles más bajos del transecto se localizaron entre los 400 y 700 m de profundidad aproximadamente, con 0.75  $\mu\text{g-at/l}$ ; los más altos tanto a nivel superficial como en el máximo nivel muestreando (1200 m).

#### TRANSECTO 4

En Este transecto, localizado frente al Puerto de Salina Cruz y la Bahía de Chipehua, mostró que las temperaturas superficiales oscilaron de 29.5°C a 31.5°C; a los 30 m de profundidad se mantuvieron en 29.0°C; solo se detectó un hundimiento a los 107.6 Km (Est 26) con una temperatura central de 31.0°C hasta una profundidad de 20 m; dado que no se muestreó más allá de este nivel es posible que éste alcance profundidades mayores como las anteriores (Fig 4 D). La distancia de este hundimiento fué semejante a los transectos 1,2 y 3 aproximadamente.

El comportamiento mostrado por las isohalinas, en este transecto en su mayoría fueron verticales a la línea de superficie, esto mismo se presentó para el transecto 1 y 3 del mismo parámetro.

Las salinidades superficiales se encontraron entre 30.7‰ a 33.0‰; a los 30 m de profundidad variaron entre 33.1‰ a

33.5°/oo. Se observó un amplio hundimiento (Fig 6 D) con su centro a los 191.2 Km (Est 25) de la costa con una concentración de 31.0°/oo. Este hundimiento abarcó el área total de los dos hundimientos de los transectos anteriores, para temperatura y oxígeno.

En cuanto al oxígeno disuelto, los contenidos superficiales fueron de 3.74 ml/l a 4.01 ml/l; a los 1200 m oscilaron de 0.35 ml/l a 1.01 ml/l. Se observó el hundimiento a los 191.2 Km de una concentración de 2.0 ml/l, localizándose en la misma área del transecto 1,2,3 y 4 para temperatura y salinidad.

La capa mínima de oxígeno se encontró entre los 100 m de profundidad a los 274.7 Km (Est 24) de distancia, y a los 800 m a los 191.2 Km de la costa, a lo largo del transecto (Fig 8 D). Las aguas anóxicas de 0.5 ml/l se detectaron entre los 450 m y los 1200 m, desde los 50.1 Km (Est 28) a 374.9 Km (Est 22).

Las concentraciones de los ortofosfatos a lo largo de todo el transecto variaron de 0.54  $\mu\text{g-at/l}$  a 3.80  $\mu\text{g-at/l}$  observándose que fueron los más altos de todo el transecto. Los contenidos superficiales oscilaron entre 0.54  $\mu\text{g-at/l}$  a 0.96  $\mu\text{g-at/l}$ ; a los 1200 m de profundidad de 0.90  $\mu\text{g-at/l}$  a 3.80  $\mu\text{g-at/l}$ . Se detectaron dos hundimientos (Fig 10D); el primero se localizó cerca de la costa con su centro a los 107.6 Km (est 26) alcanzando profundidades hasta 1200 m con una concentración de 2.5  $\mu\text{g-at/l}$ ; el segundo se ubicó más allá de los 323.0 Km, (Est 23) hasta

profundidades cercanas a los 900 m con un contenido de 2.25  $\mu\text{g-at/l}$ . Ambos hundimientos se localizaron en la misma área de los transectos 1 y 3.

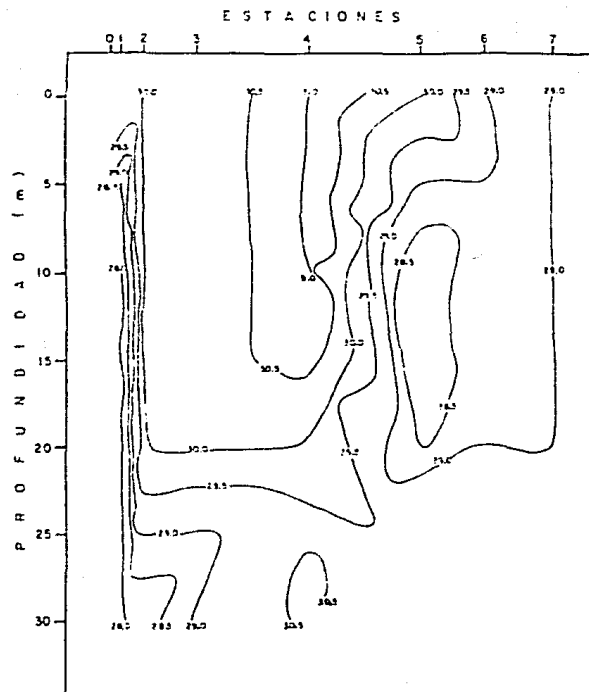
De acuerdo a todos los parámetros de cada transecto, se podría decir que para el primer hundimiento queda comprendido en la misma área de los transectos 1,2,3 y 4 de temperatura y salinidad y para oxígeno disuelto solo los transectos 1,2 y 3. Respecto al segundo hundimiento solo abarcó el área del transecto 4 de temperatura y salinidad. (Tabla No. 3).

**TABLA No. 3. HUNDIMIENTOS DE LAS ISOLINEAS EN RELACION A LA DISTANCIA DE LA LINEA COSTERA.**

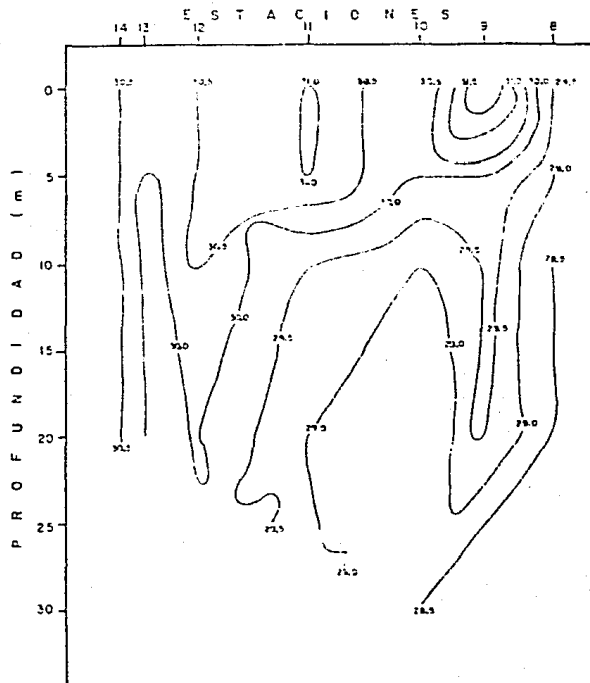
DISTANCIA HUNDIMIENTO	TEMPERATURA		SALINIDAD		OXIGENO DISUELTO		ORTOFOSFATOS (PO <sub>4</sub> )	
	1/6.	2/6.	1/6.	2/6.	1/6.	2/6.	1/6.	2/6.
13.0 Km.								
31.5 Km.					X		X	
70.5 Km.	X				X		X	
154.0 Km.	X		X		X			
237.5 Km.								
288.0 Km.		X		X	X	X		X
338.0 Km.								X

El simbolo X indica presencia de un hundimiento.



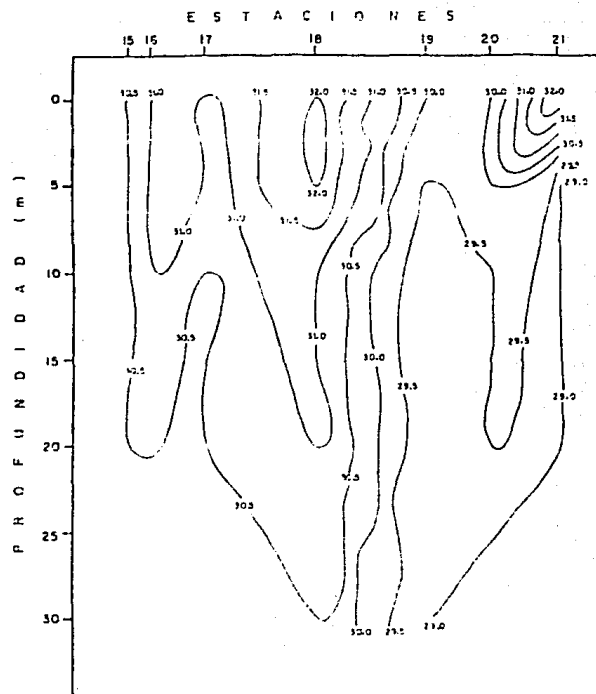


A

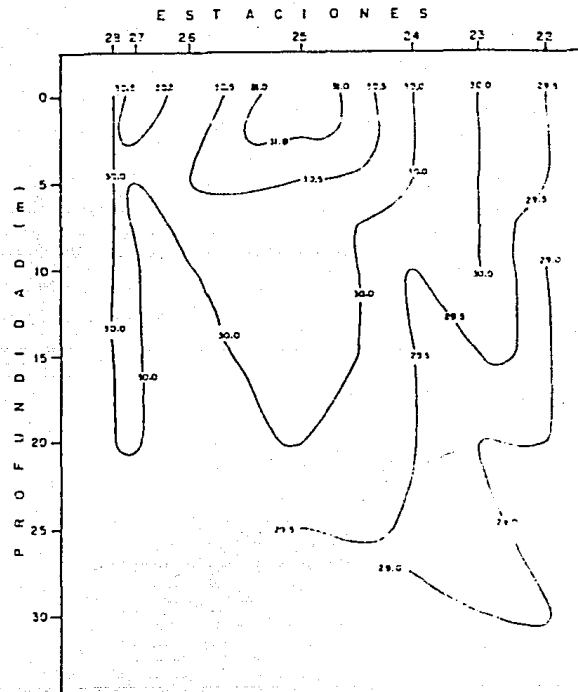


B

Fig. 3 DISTRIBUCION VERTICAL DE LA TEMPERATURA (°C): A) TRANSECTO 1, B) TRANSECTO 2.



C



D

Fig. 4 DISTRIBUCION VERTICAL DE LA TEMPERATURA (°C): C) TRANSECTO 3, D) TRANSECTO 4.

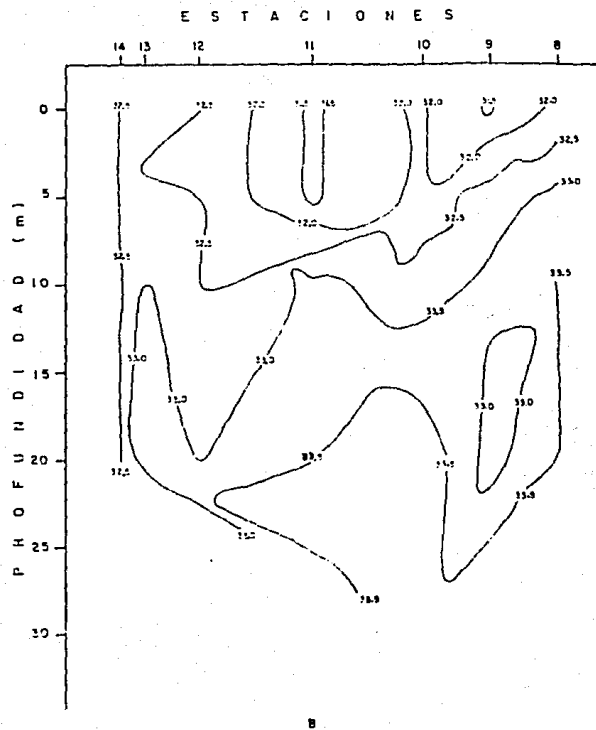
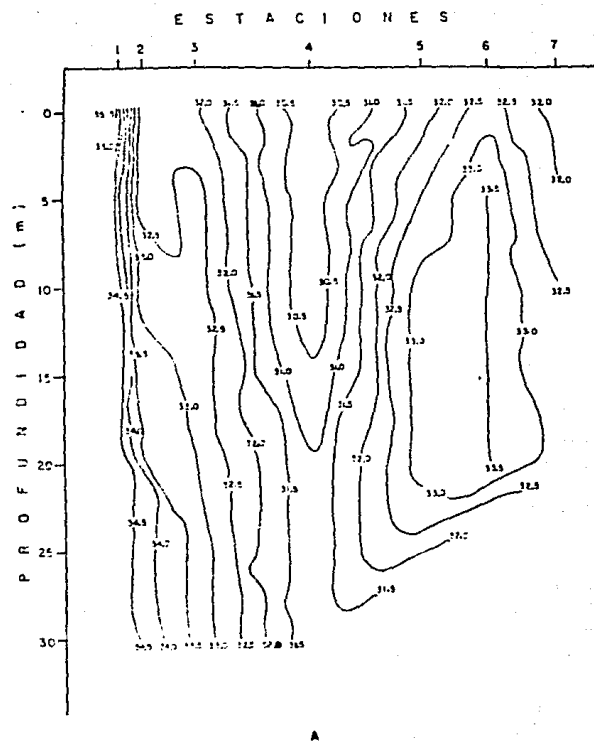


Fig. 8 DISTRIBUCION VERTICAL DE LA SALINIDAD (‰): A) TRANSECTO 1, B) TRANSECTO 2.

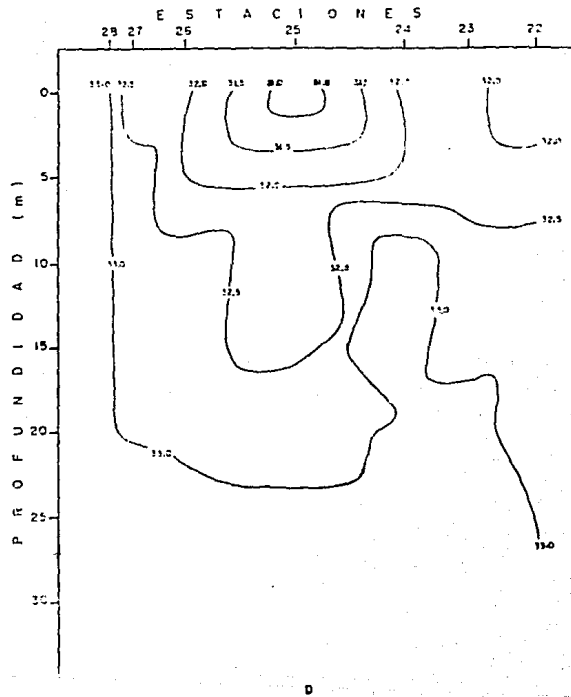
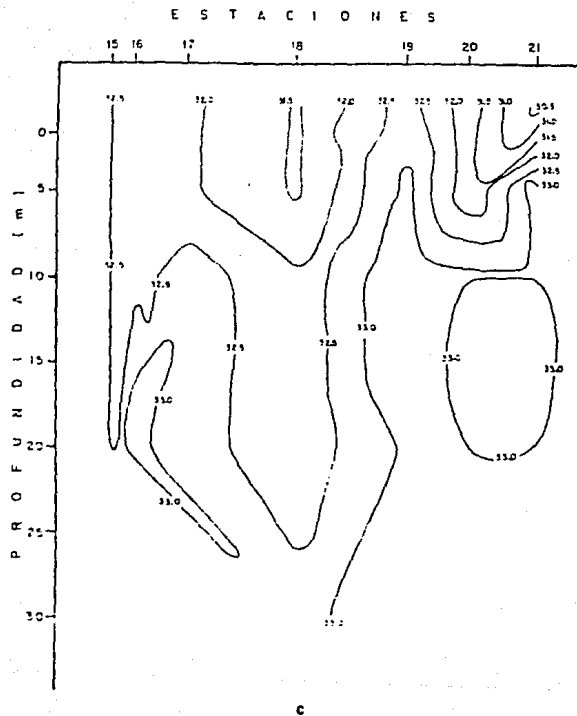


Fig. 6 DISTRIBUCION VERTICAL DE LA SALINDAD (‰): C) TRANSECTO 3, D) TRANSECTO 4.

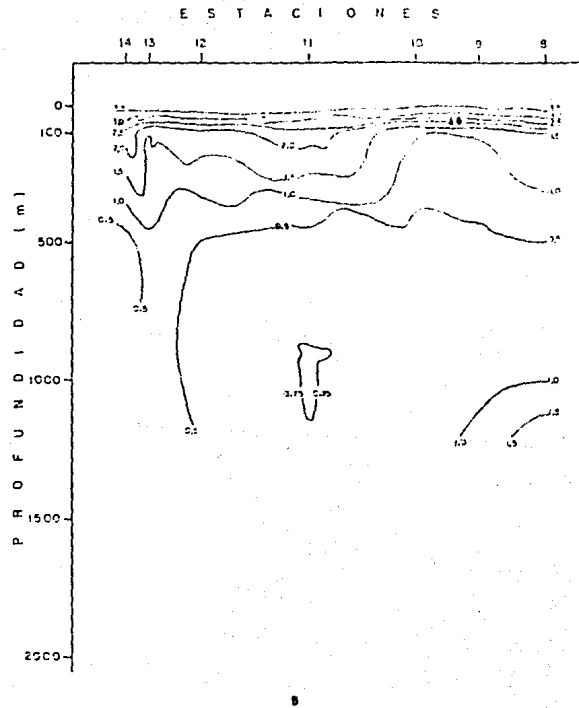
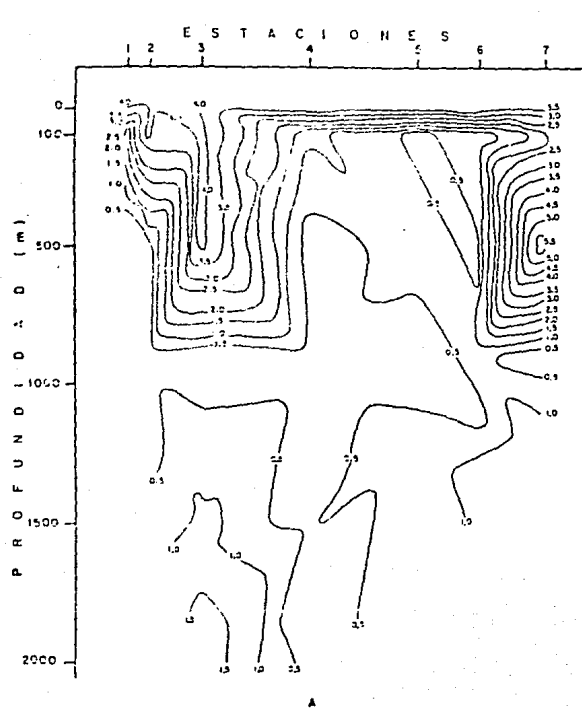
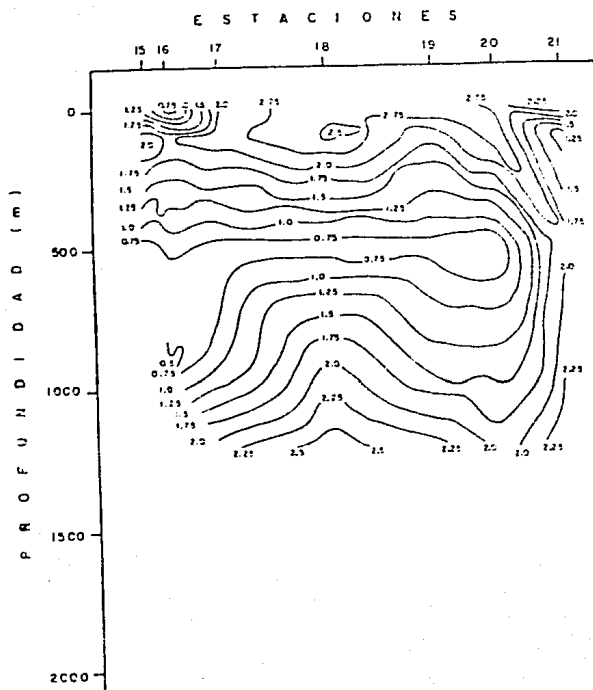


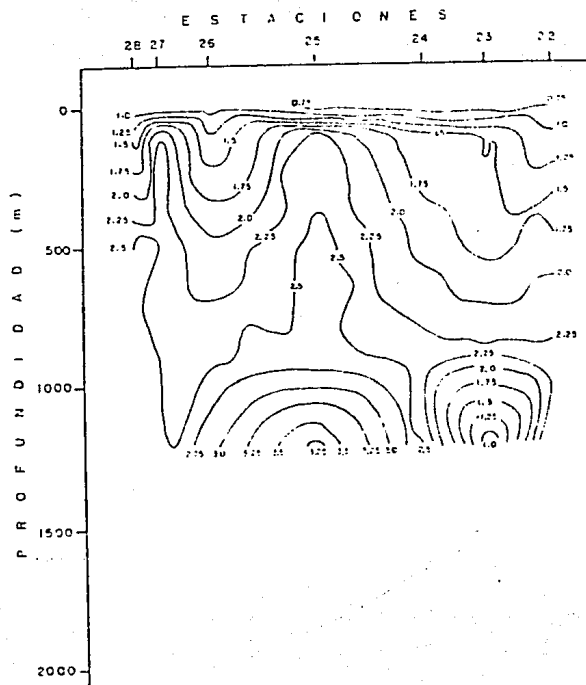
Fig. 7 DISTRIBUCION VERTICAL DE OXIGENO DISUELTO (mi/l): A) TRANSECTO 1, B) TRANSECTO 2.







C



D

Fig. 10 DISTRIBUCION VERTICAL DE ORTOFOSFATOS ( $\mu\text{g-at/l}$ ): C) TRANSECTO 3, D) TRANSECTO 4.



## DISCUSION

De acuerdo a los análisis obtenidos por diversos autores, se establece la importancia del Golfo de Tehuantepec de que es una zona donde se registran fuertes surgencias en el invierno con temperaturas superficiales bajas, resultado del sistema de vientos predominantes en la zona (Roden, 1961) producida por una anticiclón continental proveniente de Norteamérica y que se extiende hacia el sur atravesando el Golfo de México con masas de aire frío que pasan hacia el Océano Pacífico a través del Istmo de Tehuantepec (Godske *et al.*, 1957).

En otra época, las temperaturas superficiales de junio registradas en el presente estudio, oscilaron entre los 29.0°C, y 31.0°C, observándose la diferencia de 1°C respecto a lo determinado por Roden y Groves (1959) quienes mencionan temperaturas superficiales de 28°C a 30.0°C, semejantes a los de la U.S. Hydrographic Office (1947). Por su parte Blackburn (1962) y Reid (1969) registraron de 28.0°C a 31.0°C y de 29.0°C a 30.0°C respectivamente.

Ritten y Guzman (1983, 1984) señalan para Salina Cruz, Oax., un intervalo en superficie de 29.0°C a 31.0°C lo cual concuerda ampliamente con los resultados obtenidos para junio en la presente contribución, en tanto que la Secretaria de Marina (1978) registra de 29.30°C a 30.49°C.

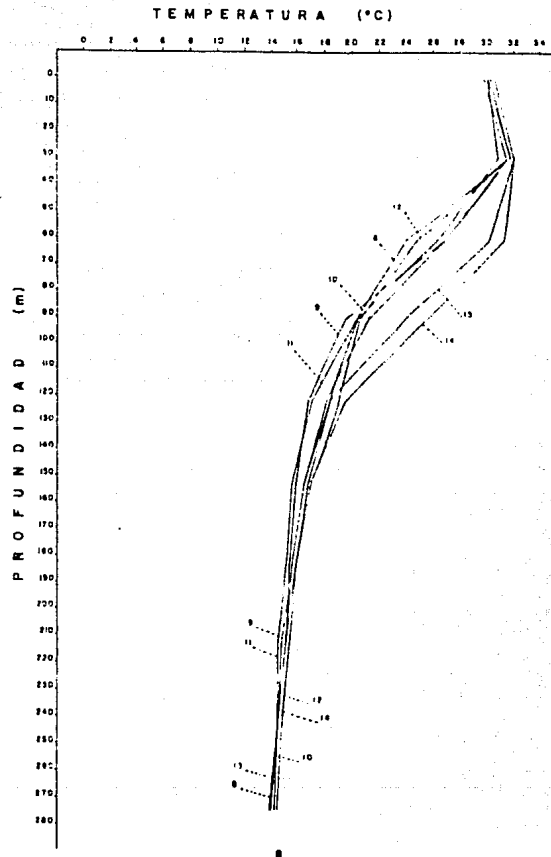
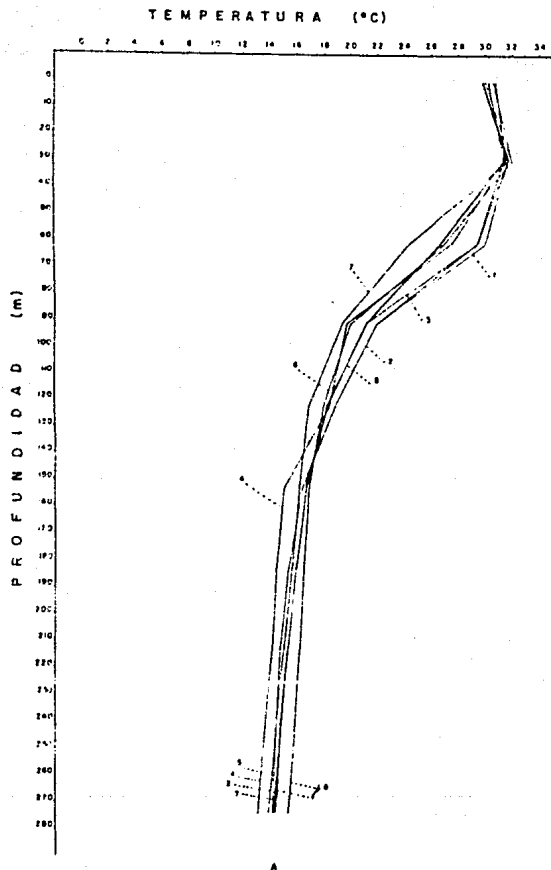


Fig. II PERFILES DE TEMPERATURA (°C): A) TRANSECTO 1, B) TRANSECTO 2 .

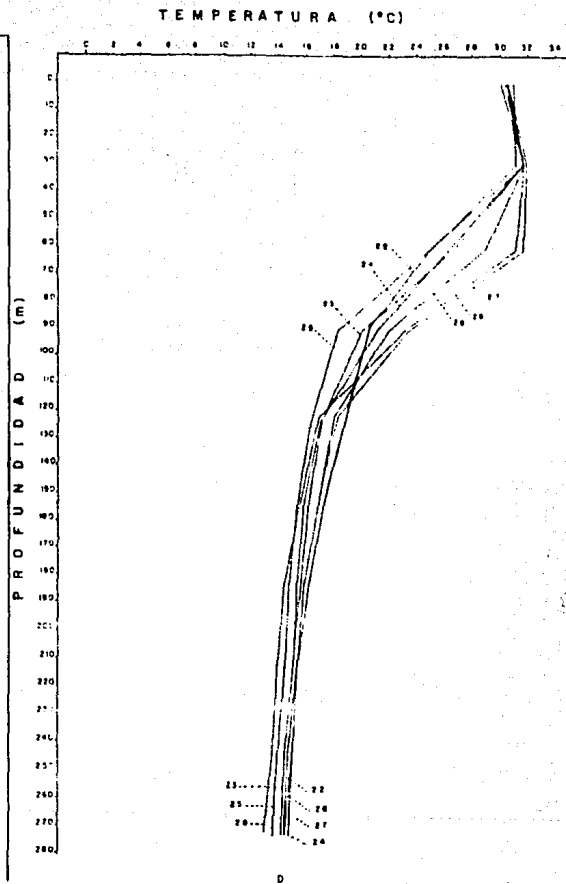
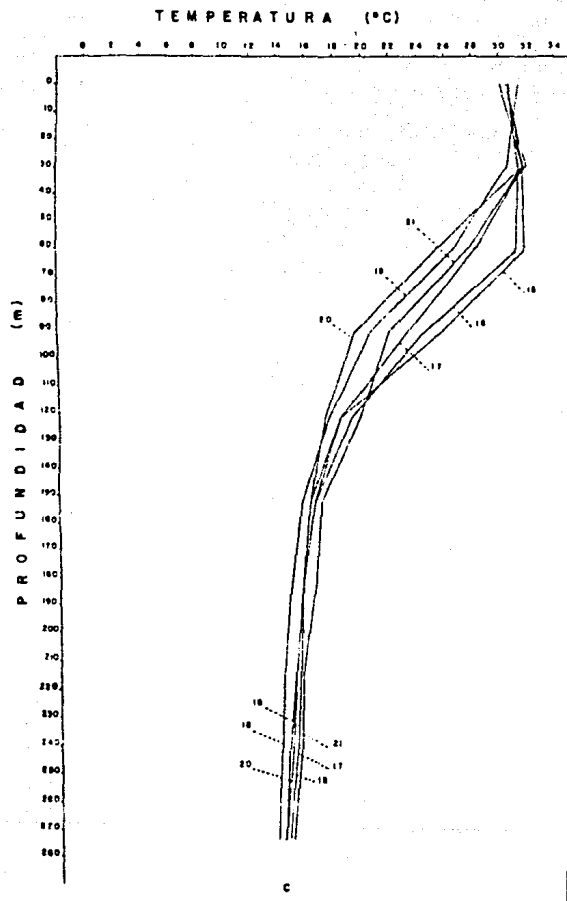


Fig. 12 PERFILES DE TEMPERATURA (°C): C) TRANSECTO 3, D) TRANSECTO 4.

La distribución de la temperatura respecto a la profundidad señaló a los 30 m de 28.0°C a 30.5°C, intervalo en el cual se encuentran los registrados por Blackburn de 29.0°C en 1962, Wyrcki de 29.0°C a 30.0°C en 1964; Secretaria de Marina de 29.0°C a 30.20°C en 1978, y Ritter y Guzman de 29.0°C a 30.20°C en 1984. Sin embargo, los reportados en 1988 por la institución (25.6°C a 27.6°C) difieren notablemente con los obtenidos para el presente estudio.

De lo anterior, se observa en general una escasa diferencia de 1°C superficial que puede corresponder al Niño 1982-1983 y que se apoya con lo reportado por Tropical Ocean Global Atmosphere para esos años en su fase avanzada.

Los perfiles térmicos permiten identificar una termoclina bien desarrollada que se inicia a los 30 m de profundidad y finaliza a los 125 m (Fig 11 A, B y 12 C, D). Considerando la información de otros autores, que no precisan profundidad, la termoclina en el Golfo de Tehuantepec se localiza someramente en especial para la parte Este y mas profunda para la Oeste.

Cabe mencionar que la capa de mezcla y la termoclina están íntimamente relacionadas, como la menciona Wyrcki (1964) quien determinó que la termoclina para el Golfo de Tehuantepec es somera y la capa de mezcla raramente excede los 25 m de profundidad, dependiendo ésta de factores meteorológicos y oceanográficos de la localidad; por otro lado, a mayor tiempo de persistencia de la

termoclina poco profunda, corresponde una mayor estabilidad de productividad oceánica. Seis años antes Cromwell (1958) indicó para el Pacífico Tropical Oriental la capa de mezcla localizada entre los 10 y 30 m, excepto en octubre a diciembre, en que es menor a 10 m.

Sverdrup (1977), señala también que la capa de mezcla para el área en estudio es superficial con temperaturas relativamente elevadas y bajas salinidades y ubica la termoclina entre los 10 m y 60 m, asimismo indica que hay una capa superficial con mayor salinidad y bajas temperaturas, además la presencia de la capa mínima de oxígeno y una deficiencia en nitrógeno como nutriente entre los 100 y 800 m.

En la década de los ochentas Ritter et al. (1982a, 1982b) localizaron la termoclina en el Pacífico Este entre los 10 y 30 m y la capa de mezcla a menos de 40 m. Gallegos et al. (1984) frente a Guerrero mencionan que para febrero de 1982, la termoclina se localizó entre 30 m y 50 m y para abril del mismo año entre 20 m y 35 m, en tanto que para enero de 1983 se abatió más allá de los 100 m por efectos del fenómeno de El Niño 1982-1983.

En 1987 Chávez considera que en el Océano Pacífico Oriental el nivel del mar fue bajo y en consecuencia la capa de mezcla y la termoclina poco profunda en tanto que la concentración de nutrientes más alta por debajo de la termoclina y mucho menor por encima de la misma, a diferencia de la parte occidental, en donde

las aguas cálidas elevaron el nivel del mar, la capa de mezcla y la termoclina profundas.

La capa de mezcla para el presente estudio se localizó aproximadamente a los 30 m de profundidad, con una termoclina que se inició a los 30 m y finalizó a los 125 m de profundidad. Asimismo dicha área se situó en la parte occidental del Golfo de Tehuantepec.

Los trabajos de la Secretaría de marina (1978) señalan que la capa de mezcla para la parte Este es de 10 a 30 m de profundidad; frente a Salina Cruz, Oax. entre los 50 y 90 m y en la zona oeste entre 30 m y 40 m. En general la termoclina se ubica entre los 20 m y 100 m, profundidades semejantes a las obtenidas en el presente estudio (30 m a 125 m), mismas que en términos generales se hallan en concordancia con lo reportado por los autores mencionados anteriormente. Por su parte Moulin (1988) registra en la zona Este una capa de mezcla entre los 20 m y 40 m; de 15 a 25 m para la parte central y en la zona occidental de 10 a 70 m de profundidad, con una termoclina entre los 50 m y 80 m, aproximadamente.

Longhurst y Pauly (1987) señalan que la capa de mezcla para el Océano Pacífico se localiza entre 20 m y 40 de profundidad con una termoclina estrecha. Estos mismos autores mencionan que las corrientes superficiales y profundas de los océanos son producidas por la combinación de la circulación de Eckman que es generada por

el viento, y la circulación termohalina originada por la densidad. Además, que tanto la topografía de la termoclina como la profundidad de la capa de mezcla son factores importantes para la producción de giros anticiclónicos en el Océano Pacífico Norte, los cuales abarcan miles de Kilómetros; ya que son producidos por los vientos alisios y la elevación del piso oceánico. EN tanto que Philander (1985; citado por Longhurst y Pauly, 1987) confirma que las corrientes superficiales en el Océano se generan de Este a Oeste.

En cuanto al Golfo de Tehuantepec, la circulación superficial es inducida por la Corriente de California y la Nor-Ecuatorial, lo que viene a ser una consecuencia del giro anticiclónico del Pacífico Norte (Wyrtki, 1966), siendo variable con la época del año (Secretaría de Marina, 1978).

En este estudio, mediante la utilización de gráficas tridimensionales para temperaturas, se detectó un giro con características anticiclónicas (Temperaturas altas hasta 20 m de profundidad) localizando en la región occidental del Golfo de Tehuantepec y hacia la parte media del área de estudio, mismo que presentó un diámetro superficial aproximado de 88 millas náuticas (163 Km) y que a medida que la profundidad se incrementa, alcanza una amplitud máxima de 122 millas náuticas (226 Km) hasta los 30 m (fig 13 A, B, C y 14 D, E). La localización del giro anticiclónico coincide ampliamente con lo reportado por los siguientes autores.

Stumpf (1974) menciona que en diciembre de 1973, se detecta un giro circular anticiclónico de 200 Km de diámetro cuyo desarrollo se observa cerca de la costa en la parte occidental del Golfo de Tehuantepec, aunque de dimensiones más reducidas y menos desarrolladas, se registraron a finales del mismo mes. A principios de 1974, el mismo autor reporta la presencia de otro giro en esta área, luego de la ocurrencia de un tepehuantepecano. En febrero de 1976 se detectó mediante imágenes de satélite la presencia de un gran giro anticiclónico a 40 Km de la costa con un diámetro aproximado de 280 Km (Stumpf, 1977).

Roden (1961) también detectó un giro anticiclónico en la misma área que Stumpf (1977), es decir cerca de la cabecera del Golfo de Tehuantepec (Salina Cruz), solo que por observaciones a bordo de una embarcación. Estos mismos autores, señalan que durante el invierno, las dos áreas de surgencias más prominentes en el Pacífico, son el Golfo de Tehuantepec y el área cerca al Golfo de Papagayo, Costa Rica. En octubre de 1979 Moulin (1988) registró un giro anticiclónico a los  $95^{\circ}30'$ , que corresponden al área comprendida en este estudio. Cabe destacar el registro del giro en el presente trabajo, pero en junio de 1983.

Es posible que por la geomorfología de el Golfo de Tehuantepec, la presencia de los giros y el grado de avance de El Niño de 1982-1983, se explique la baja diferencia de  $1^{\circ}\text{C}$  en un evento de grado máximo 4, como el registrado en esos años.



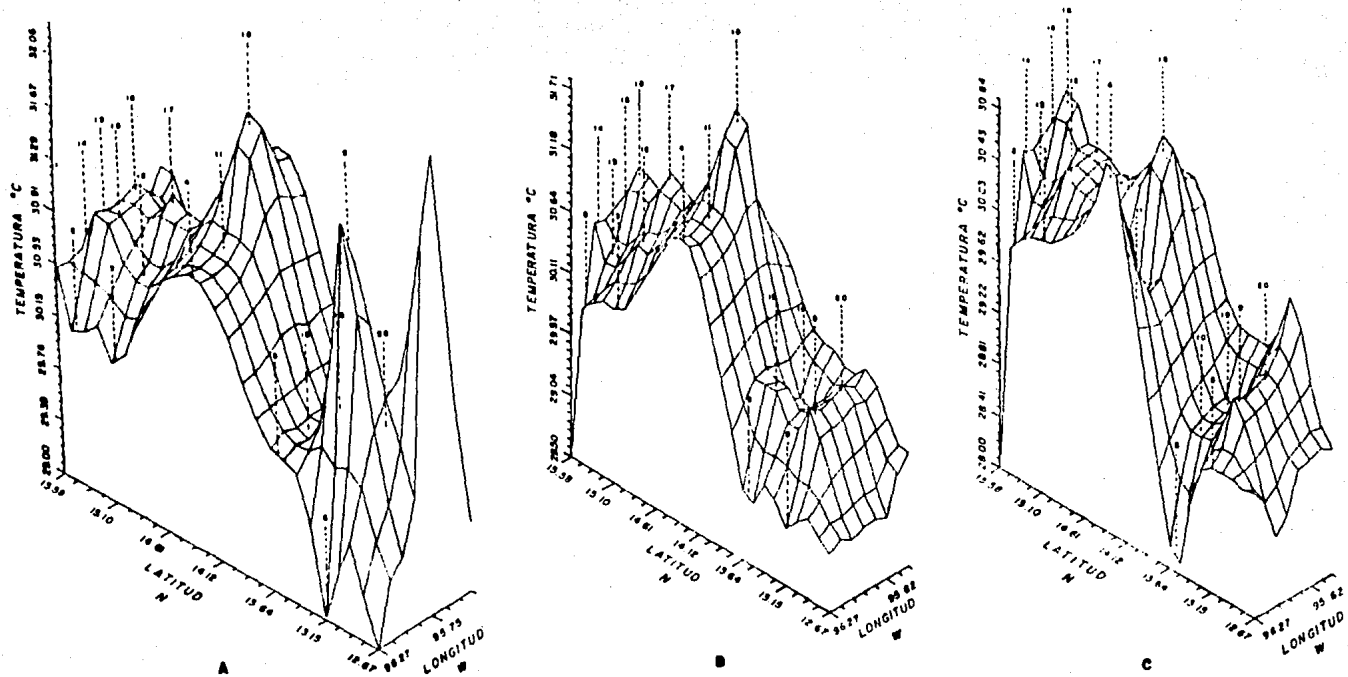


Fig. 13 DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA (°C) POR NIVELES DE PROFUNDIDAD: A) 0m, B) 5 m, C) 10m.

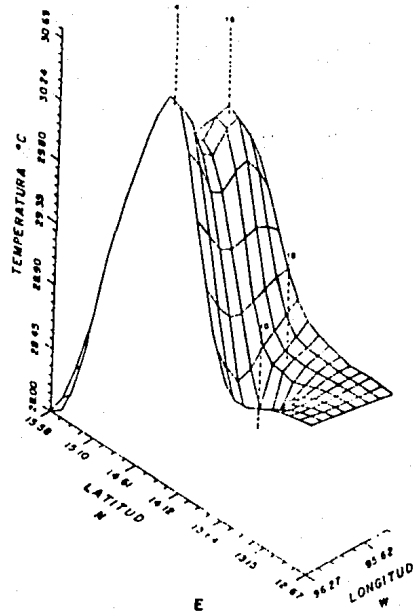
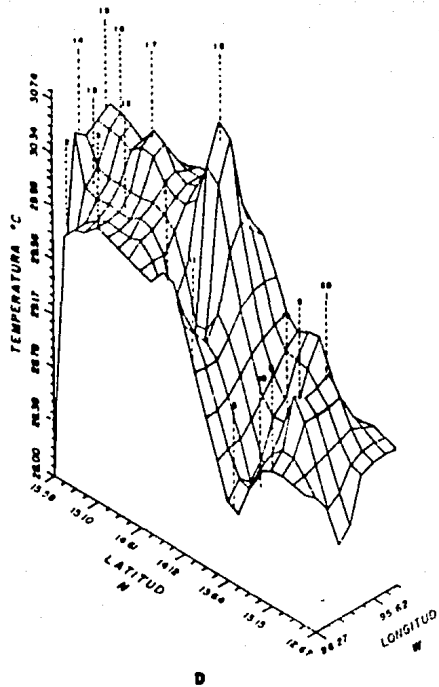


Fig. 14 DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA (°C) POR NIVELES DE PROFUNDIDAD: D) 20 m, E) 30 m.

En cuanto a la salinidad superficial, se observó la variación de 30.1°/oo a 33°/oo con un aumento conforme la profundidad. Dicho intervalo en términos generales, es diferente al observado por Blackburn (1962), quien registró de 34.0°/oo a 34.1°/oo. La Secretaría de Marina (1978), determinó una salinidad superficial entre 33.4°/oo a 33.8°/oo y un aumento en relación a la profundidad. Moulin (1988) cuantificó salinidades superficiales en el intervalo de 31°/oo a 33.0°/oo para el Golfo de Tehuantepec. Sin embargo para el Océano Pacífico Reid (1969) estimó una salinidad superficial de 34.0°/oo para el verano, en tanto que Gallegos et al. (1984) de 33.5°/oo a 34.4°/oo en febrero de 1982 a enero de 1983 para las aguas costeras de Guerrero.

Para el presente estudio las salinidades a 30 m fueron de 31.5°/oo a 34.5°/oo, niveles que quedan comprendidos dentro de los cuantificados por diversos autores como Secretaría de Marina (1978) que registró entre 33.5°/oo a 34.3°/oo, Rivero Beltran (1988) y Moulin (1988) de 32.75°/oo a 34.75°/oo; sin embargo, Blackburn (1962) publicó salinidades en el intervalo de 34.0°/oo a 34.8°/oo; entre los 0 y los 100 m. En tanto que Gallegos et al. (1984) en una zona próxima al área de estudio determinaron un intervalo a los 100 m de 33.5°/oo a 34.9°/oo.

Las salinidades registradas en esta contribución fueron en lo general bajas, debido probablemente a las fuertes precipitaciones que se registraron durante la época del muestreo, y por el mayor

aporte de la descarga de aguas epicontinentales (Ríos Copalita, Tehuantepec y Hondo). Es importante señalar el cambio de condiciones climáticas y oceanográficas que se determinó también por El Niño 1982-1983; consistiendo en el aumento del nivel del mar, aparición de anomalías térmicas en la temperatura superficial del mar, fuertes precipitaciones, salinidades menores de 33.0‰, lo cual se puede atribuir a la advección de aguas del Norte y dilución por precipitaciones locales (Cucalón 1987).

A partir de la costa y hasta aproximadamente 83 millas náuticas (154 Km), en la presente contribución se registró una disminución gradual de la salinidad que incrementó nuevamente hacia mar adentro señalando un giro anticiclónico con un diámetro superficial de 73 millas náuticas, que corresponde a 148 Km (Fig 15 A,B, C y 16 D, E) tal comportamiento es semejante al mostrado por la temperatura, teniendo igualmente su máxima amplitud (130 millas náuticas; 241 Km) a los 30 m. En aguas más oceánicas se registró un giro ciclónico de menores dimensiones, con un diámetro de 73 millas náuticas equivalentes a 148 Km que incrementa a 109 millas náuticas (202 Km) a los 5 m de profundidad, para atenuarse después.

Longhurst y Pauly (1987) estiman que el Golfo de Tehuantepec se caracteriza por la existencia de un giro anticiclónico.

Moulin (1988) informa de la presencia de un giro anticiclónico en la parte Oeste del Golfo y un ciclónico en la parte media del

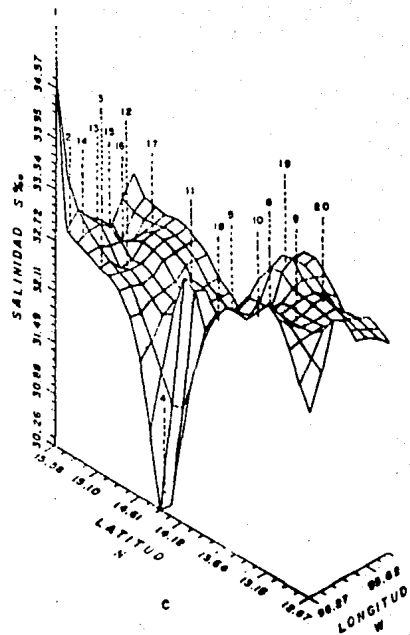
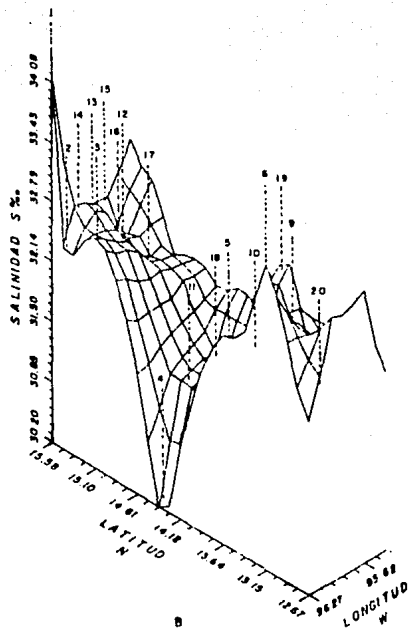
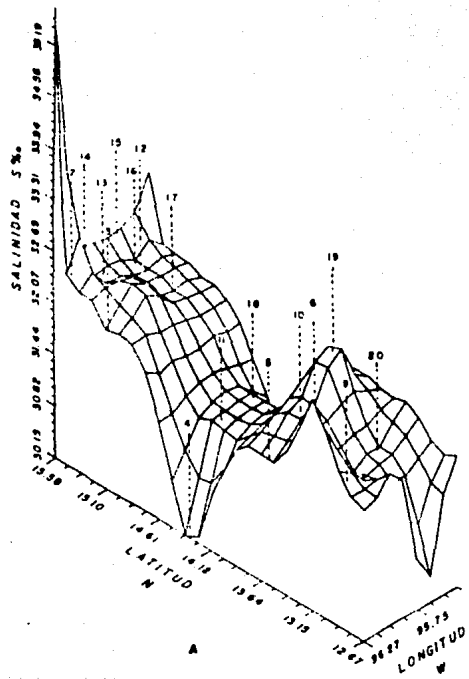


Fig. 18 DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD (S‰) POR NIVELES DE PROFUNDIDAD: A) 0m, B) 5m, C) 10 m.

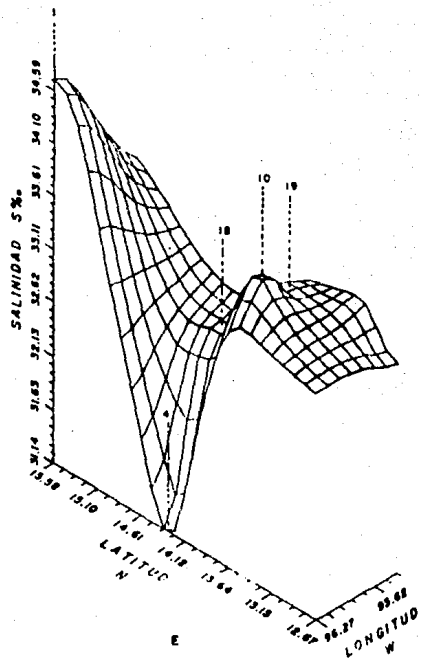
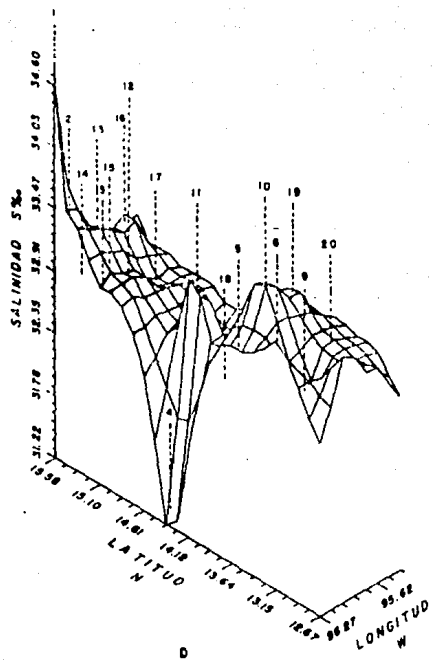


Fig. 16 DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD (S‰) POR NIVELES DE PROFUNDIDAD: D) 20m, E) 30m.

mismo. Estos giros alternos se consideran como un fenómeno generalizado del Golfo de Tehuantepec.

En General se considera que la distribución de oxígeno disuelto en los océanos se atribuye a la dinámica de la circulación de las aguas (Bigelow, 1931; Stronmel 1958; Wyrcki 1961) y en consecuencia caracteriza las regiones.

Las concentraciones de oxígeno disuelto superficial obtenidas para junio de 1983 en la presente aportación oscilaron entre 3.71 ml/l a 4.04 ml/l, semejantes a los señalados por Blackburn (1962) quien determinó un intervalo de 3.5 ml/l a 4.5 ml/l y Moulin (1988) que cuantificó en superficie entre 2.5 ml/l a 5.0 ml/l; sin embargo los de la Secretaría de Marina (1978) fueron de 0.5 ml/l a 5.0 ml/l y Rivero (1988) cuyo intervalo fué de 5.0 ml/l a 6.0 ml/l entre Salinas del Marquez y Bahía Ventosa, Oax. Por su parte Gallegos et al. (1984) estimaron contenidos de 4.0 ml/l a 5.0 ml/l para febrero de 1982; de 4.2 ml/l a 5.2 ml/l en abril del mismo año y de 3.2 ml/l a 3.6 ml/l para enero de 1983 frente a las costas de Guerrero.

Entre los 100 y 200 m de profundidad, se detectó el intervalo de 0.5 ml/l a 4.10 ml/l; la concentración menor, coincide con la registrada por Blackburn (1962). Al parecer esto mismo puede variar ya que Secretaría de Marina (1978) determinó de 0.09 ml/l a 3.0 ml/l, y el registro de Moulin (1988) fué de 0.25 ml/l, 65 Km hacia al Norte y 267 Km hacia el Oeste frente a Guerrero, Gallegos

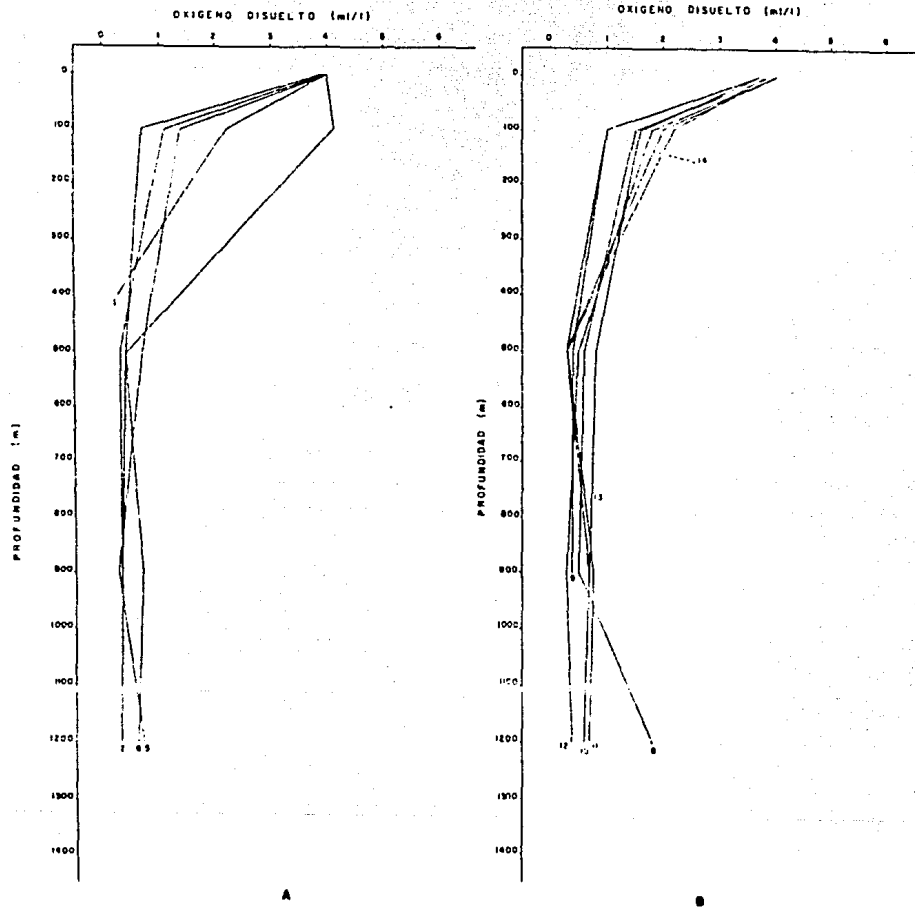


FIG. 17 PERFILES DE OXIGENO DISUELTO (mg/l): A) TRANSECTO 1, B) TRANSECTO 2.



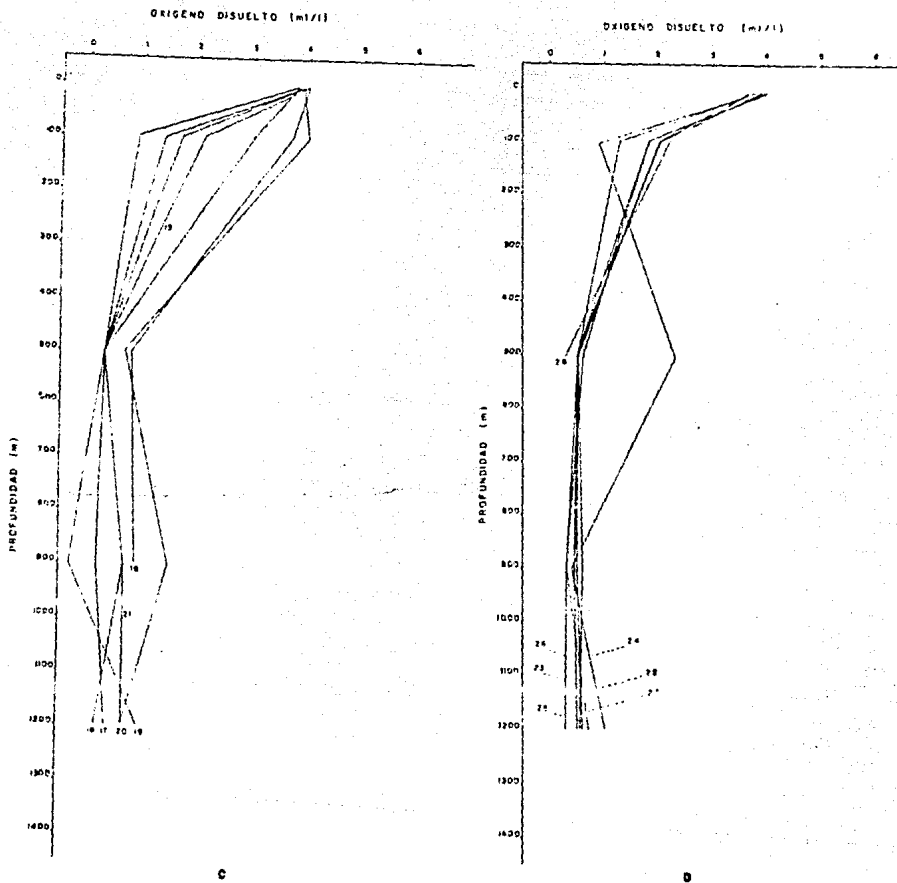


Fig. 16 PERFILES DE OXIGENO DISUELTO (mg/l): C) TRANSECTO 3, D) TRANSECTO 4 .

et al. (1984) detectaron de 5.0 ml/l para febrero y abril de 1982 y entre 2.0 ml/l a 3.5 en enero de 1983, que fueron atribuidos a los efectos producidos por la influencia del fenómeno del Niño de 1982-1983; esta última distribución fué parecida al presente trabajo.

La capa mínima de oxígeno disuelto, fué detectada por encima de los 100 m de profundidad, aproximadamente. En tanmto que Blackburn (1962) la sitúa entre los 50 y 100 m y Gallegos et al. (1984) entre 35 y 55 para febrero y abril de 1982 en las aguas costeras de Guerrero; en general se concuerda con el inicio de la capa mínima de oxígeno (Figs 17 A,B, y 18 A, B)

Es importante señalar que la capa anóxica es interrumpida entre dos hundimientos en donde se encontró por debajo de los 100 m, entre los 168 Km a 318 Km de la costa. Blackburn (1962), considera que la capa anóxica se ubica entre 75 m y 125 m; sin embargo, Sverdrup (1977) para el Golfo de Tehuantepec, la señala entre los 100 y 800 m de profundidad; en forma similar, la Secretaría de Marina (1978) la localizó desde los 50 m a los 1000 m.

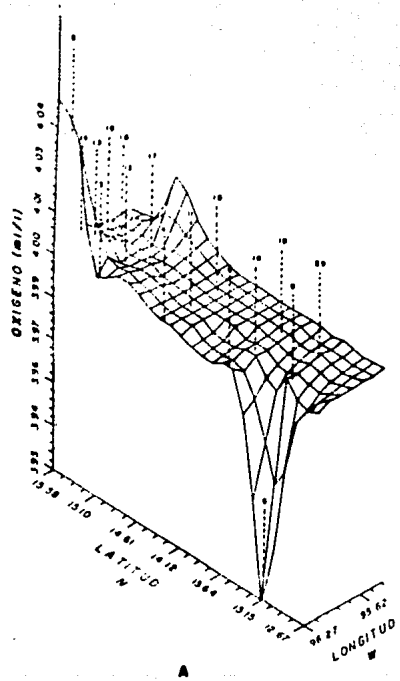
Los giros anticiclónicos señalados por temperatura y salinidad se encuentran asociados a ciclónicos definidos por las isolíneas de oxígeno, (Fig 19 A,B,C y 20 D, E) con un diámetro de 51 millas náuticas (94 Km) en superficie y mayor indefinición a mayor profundidad; su diámetro aproximado a 1200 m fué de 44 millas náuticas, es decir (243 Km) a partir de la costa.

La presencia de este giro difiere con lo mencionado por Moulin (1988) quien indica la ocurrencia de un giro similar en la parte media del Golfo de Tehuantepec pero de menor intensidad, entre los 94° y 95° long W quedando fuera del área de estudio del presente trabajo; una justificación pudiera ser los diferentes meses de registro.

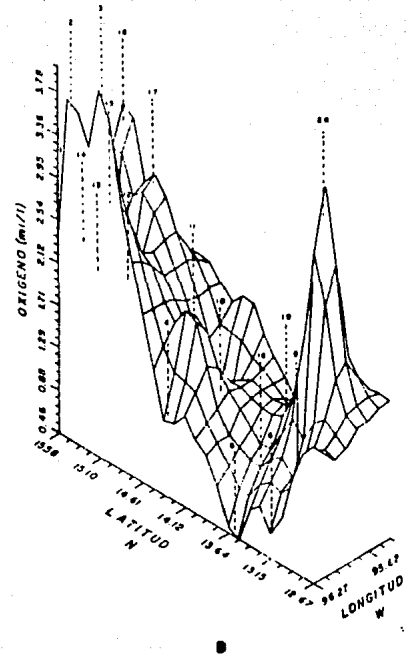
La concentración de ortofosfatos en los océanos juega un papel importante ya que interviene en los procesos bioquímicos (fotosíntesis del ecosistema (Cabrera et al. 1977); pero dada su menor asimilación según la proporción  $C_{104}N_{14}P_1$  puede considerarse como un elemento caracterizador de ambientes (Gallegos et al. 1984).

Las distribuciones superficiales de ortofosfatos obtenidas para junio de 1983 fluctuaron entre 0.54  $\mu\text{g-at/l}$  a 3.18  $\mu\text{g-at/l}$ , mismos que difieren significativamente con los cuantificados por Blackburn (1962) que oscilaron de 0.25  $\mu\text{g-at/l}$  a 0.50  $\mu\text{g-at/l}$ .

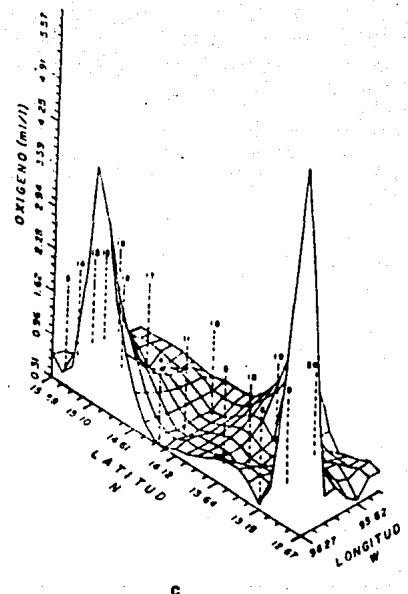
Es importante mencionar que los ortofosfatos están sujetos a los procesos de circulación advectiva (Bigelow, 1931; Wyrki, 1961, 1962) que es responsable de transportar e incrementar los nutrientes a la zona eufótica. La Secretaría de Marina (1978) registró concentraciones de 0.02  $\mu\text{g-at/l}$  a 1.20  $\mu\text{g-at/l}$  que se acercan más a los de este estudio. Esta amplia variación se confirma con lo obtenido por Moulin (1988) quien encontró máximos de 1.0  $\mu\text{g-at/l}$ . Incluso Ramos et al. (1986) frente a Guerrero,



A

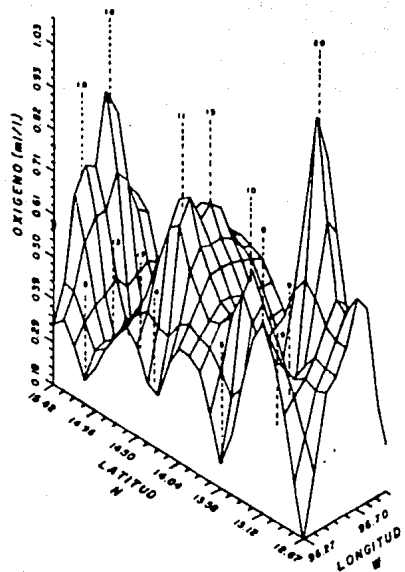


B

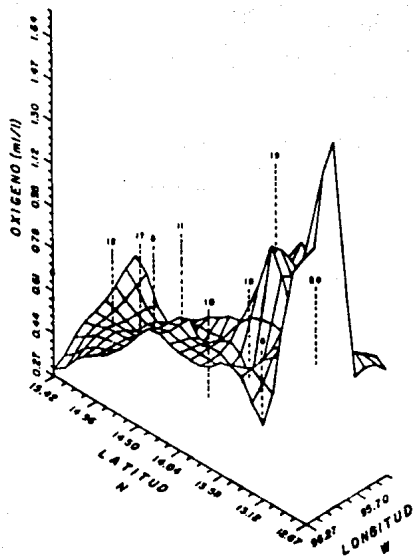


C

Fig. 19 DISTRIBUCION DE OXIGENO DISUELTU (ml/l) POR NIVELES DE PROFUNDIDAD: A) 0m, B) 100, C) 500m



D



E

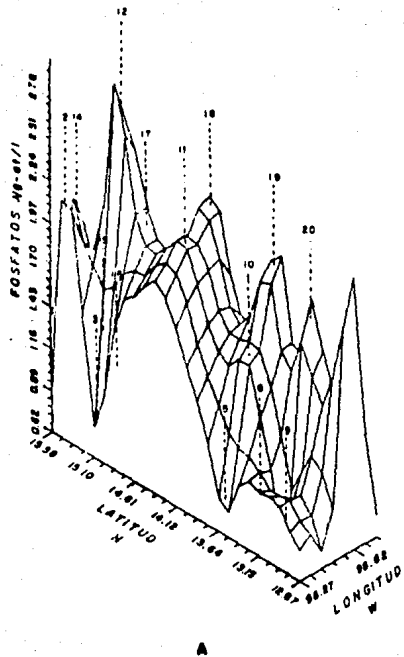
Fig. 20 DISTRIBUCION DE OXIGENO DISUELTO (ml/l) POR NIVELES DE PROFUNDIDAD: D) 900 m E) 1200 m.

cuantificaron de 1.0 ug at/l a 3.0 ug at/l para enero de 1983 que se asemejan a lo aquí detectado.

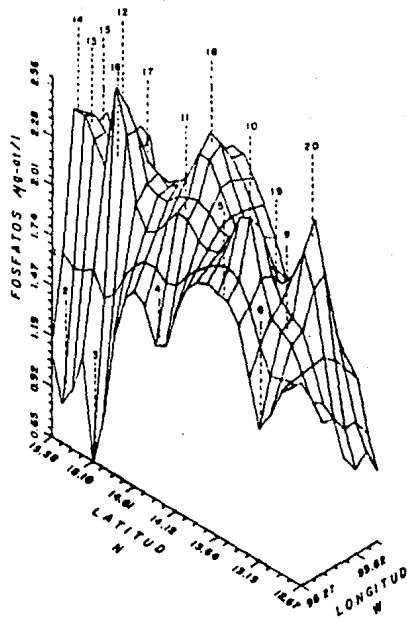
Debido a la escasa información para ortofosfatos, de profundidades que excedan a los 1000 m, la utilizada en esta discusión, es solo entre 100 y 200 m que oscilaron entre 0.60  $\mu\text{g-at/l}$  a 2.5  $\mu\text{g-at/l}$  intervalo en el cual se encuentran la mayoría de los registrados, por ejemplo los de Blackburn (1962) de 2.25  $\mu\text{g-at/l}$  a 2.50  $\mu\text{g-at/l}$  en el año de 1978, la Secretaría de Marina cuantificó de 0.10  $\mu\text{g-at/l}$  a 2.0  $\mu\text{g-at/l}$  y 1988 de 0.5  $\mu\text{g-at/l}$  a 1.5  $\mu\text{g-at/l}$ . Ramos et al. (1986) señala una variación atribuible a efectos como aquellos producidos por el Niño 1982-1983, al aporte de este nutriente por los ríos además de la influencia topográfica.

Las isolíneas de ortofosfatos permitieron también detectar el giro ciclónico ya mencionado (Fig 21 A,B, C y 22 D,E) ubicado aproximadamente a unas 29 millas náuticas de la costa (54 Km) con un diámetro superficial de 88 millas náuticas que equivalen a 163 Km que conforme la profundidad aumentó se hizo cada vez más indefinido hasta alcanzar una profundidad de 1200 m con un diámetro de 69 millas náuticas (128 Km). Este giro colindó con el registrado por Moulin (1988) para octubre de 1979, que lo localizó a los 15 millas náuticas (28 Km) de la costa, cuyo flujo ascendente de las aguas fue de menor intensidad.

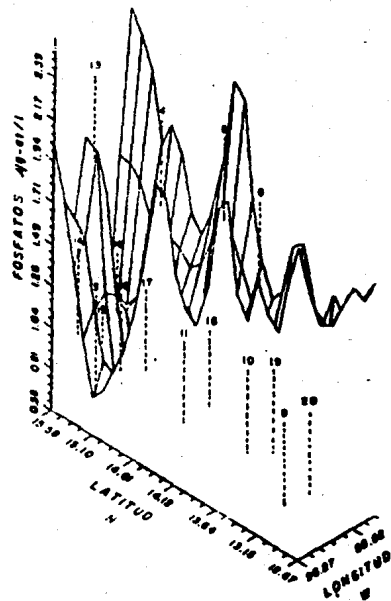
Es conveniente mencionar que este estudio fué realizado al finalizar el evento ENSO 1982-1983 y puede ser la razón de que no



A



B



C

Fig. 21 DISTRIBUCION DE ORTOFOSFATOS ( $\mu\text{g-at/l}$ ) POR NIVELES DE PROFUNDIDAD: A) 0m, B) 100m, C) 500m.

se observaron modificaciones definidas u ostensibles de las variables fisicoquímicas aquí consideradas y que predominaron los giros en estas aguas oceánicas, hundimientos o remolinos, que enmascararan los efectos del fenómeno.



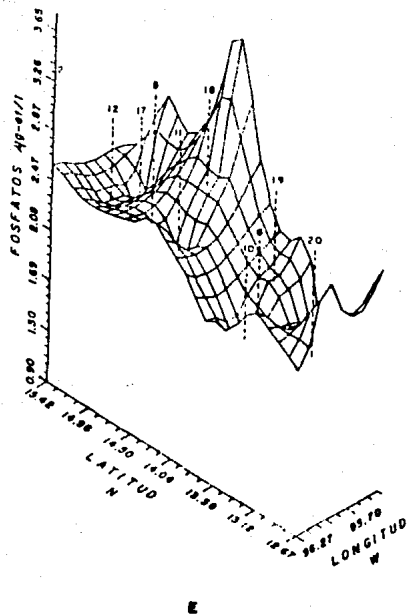
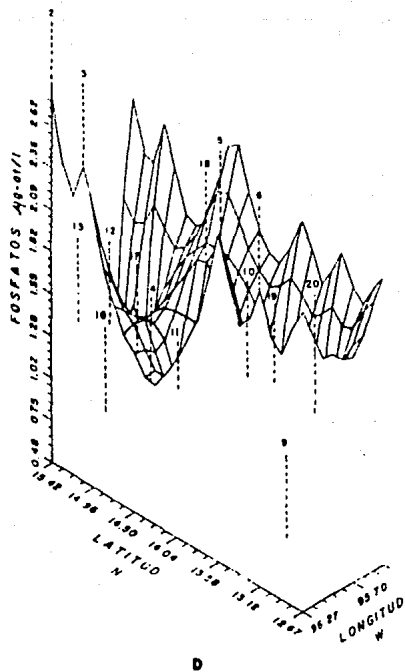


Fig. 22 DISTRIBUCION DE ORTOFOSFATOS (49-01/1) POR NIVELES DE PROFUNDIDAD: D) 900m, E) 1200m.

## CONCLUSIONES.

Como resultado del análisis de los parámetros considerados en el presente estudio, es posible inferir las siguientes conclusiones:

Para junio de 1983, se observó que la capa de mezcla no excedió los 30 m de profundidad, por lo que se confirmó que su posición en general para el Golfo de Tehuantepec es somera, en estrecha relación a la termoclina cuyo inicio se localizó a los 30 m extendiéndose hasta los 125 m de profundidad.

Por otro lado, se observó una modificación en la concentración de la salinidad, cuyos niveles en general fueron bajos. En consecuencia, esto podría atribuirse a la advección de las aguas, a la dilución inducida por las fuertes precipitaciones locales que se registraron durante la época de muestreo y al aporte de aguas epicontinentales hacia el océano.

En cuanto a la distribución de oxígeno, los contenidos mostraron cierta variabilidad, en tanto que la capa mínima de oxígeno se detectó por encima de los 100 m de profundidad y la anóxica se ubicó por debajo de los 100 m hasta los 800 m, siendo interrumpida por dos hundimientos entre los 138 Km a los 168 Km de la costa.

En relación a la distribución de los ortofosfatos, se infiere una estrecha relación entre la capa mínima de oxígeno y la concentración de este nutriente, ya que a menor concentración de

oxígeno, se observó una mayor concentración de los ortofosfatos, situación que fué posible determinar en este estudio.

El manejo de gráficas tridimensionales, permitió conocer la presencia de giros alternos anticiclónicos y ciclónicos en el área de estudio, los cuales se confirman con el comportamiento mostrando por los parámetros analizados.

El giro anticiclónico fue definido principalmente por la temperatura y la salinidad, cuya presencia se ubicó al NW del golfo a una distancia aproximada de 36 millas náuticas (67 Km) a partir de la costa entre Puerto Angel y Salina Cruz, Oax., con un diámetro de 88 millas náuticas (163 Km) por lo que concierne al giro ciclónico, fué más evidente por la distribución de oxígeno disuelto y los ortofosfatos, localizado en aguas más oceánicas a 127 millas náuticas (243 Km) de la costa entre Puerto Angel y Salina Cruz, Oax., con un diámetro aproximado de 51 millas náuticas (94 Km). Esta alternancia de giros, se considera como una situación generalizada para esta parte del Océano Pacífico. La Dinámica de los giros ciclónicos y anticiclónicos, así como la geomorfología y batimetría del Golfo de Tehuantepec amortiguaron el efecto de El Niño 1982-1983 en su lapso final.

LITERATURA CONSULTADA.

- ALDECO, R.J. y T.J. HERNANDEZ. 1988. Características térmicas superficiales en el Golfo de México durante 1987. (Temperatura superficial del mar en la República Mexicana). Est. Invest. Oceanográfica. Dir. Gral. Oceanogr. Nav. Sec. de Marina, Veracruz, Ver. pp. 1-33
- ARDANUY, P.E. 1987. Remote sensing of water vapor convergence, deep convection and precipitation over the Tropical Pacific Ocean during the 1982-1983 El Niño. Journ. of Geophys. Res. Vol. 92 (C13): 14,204-14,216
- BIGELOW, H.B. 1931. Oceanography, its scope, problems and economic importance. Houghton Nuffin, Boston and New York.
- BJERKNES, J. 1961. "El Niño" 1957-58 and its relation to tropical pacific meteorologi. Inter. Amer. Trop. Tun. Comm. Bull. (12): 1-62
- BLACKBURN, M. 1962 a. An oceanographiyc study of the Gulf of Tehuantepec. Spec. Scien. Rep. Fish. (404): 1-28, U.S. Dept. of the Int. Fish. and Wildl. Serv.

- 1962 b. Physical, chemical and biological observation in the Eastern Tropical Pacific Ocean: Three cruises to the Gulf of Tehuantepec 1958-1959 U.S. Fish. and Wildl. Serv. Spec. Scien. Rep. Fish. (420): 1-10,19-21,48-50,70-75,143-170.
- .1963. Distribution and abundance of tuna related to wind and ocean conditions in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. FAD Fish. Repts. 3 (6), Exp. Pap. (33): 1557-1582.
- .1966. Biological oceanography of the Eastern Tropical Pacific: summary of existing information. U.S. Fish. and Wildl. Serv. Spec. Scien. Rep. Fish. (540): 1-18.
- CABRERA-MURO, H.R. et al. 1977. Phosphate-pH relationship in the ocean. In: Manrique, F.A. (Ed.) Memorias V Congr. Nac. de Oceanogr. Guaymas. Son. México: 135-147.
- CARRANZA, E.A. et al. 1975. Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M. 7 (2): 13-66.
- CHAVEZ, E.A. et al. 1977. Estudio hidrográfico de dos lagunas costeras de Oaxaca. In: Manrique, F.A. (Ed.) Memorias V Congr. Nac. de Oceanogr., Guaymas, Son., México: 201-231.

- CHAVEZ, F. 1987. El Niño y la oscialación Sur. Investigación y  
Ciencia (Ed. Esp.) Scient. Amer. (128): 46-55
- CLIMATE ANALYSIS CENTER/NMC. 1985 El Niño/Southern oscillation  
diagnostic advisory. Natl Weath. Serv. NOAA :  
63-65.
- CLINE, J.D. and F.A. RICHARDS. 1972. Oxygen deficient conditions  
and nitrate reduction in the Eastern Tropical  
Nort Pacific Ocean. Limnol. and Oceanogr. 17  
(6): 885-900
- CROMWELL, T. 1958. Thermocline topography, horizontal currents and  
"ridging" in the Eastern Tropical Pacific. Int.  
Amer. Trop. Tun Comm. Bull. 3 (3): 135-164
- CUCALON, E. 1987 Oceanographyc variability off Ecuador associated  
with an El Niño event in 1982-1983. Journ.  
Geophys.Res. 92 (C13): 14 309 14,322
- ENFIELD, D.B. 1987. Introduction to El Niño, An AGU Chapman  
Conference. Journ. Geophys. Res. 92 (C13):  
14,187-14,188
- et al. 1987. The equatorial source of propagating  
variability along the Peru coast during the  
1982-1983 El Niño. Journ. Geophys. Res.
- FISHER, R.L. 1961. Middle american trench: Topography and  
structure. Geol. Soc. Amer. Bull. (72): 703-  
720

- GALINDO Y VILLA, J. 1967. Geografía Sumaria de la República Mexicana (10a. Ed.) Edit. Patria, S.A. México: 31-32, 53-54, 152-153
- GALLEGOS, G.A. et al. 1984. The 1982-83 warm episode in the offshore waters of Guerrero, México (Northeastern Tropical Pacific Ocean). Geofísica. Inst. Panam. Geogr. Hist. México (21): 43-55
- GODSKE, C.L. et al. 1957. Dynamic Meteorology and weather forecasting. Boston, Amer. Meteor. Soc.; 80
- GRIVEL, P.F. 1978. Temperatura y Salinidad de los puertos de México en el Océano Pacífico D.H.I.M.01-78. Dir. Gral. Oceanogr. Sec. Mar. México.: 1-46
- HICKEY, B. 1975. The relationship between fluctuations in sea level, wind stress and sea surface temperature in the equatorial pacific. Journ. of Phys. Oceanogr. 5 : 460-475
- HOLLADAY, C.G. and J.J. O'BRIEN. 1975. Mesoscale variability of sea surface temperatures. Journ. of Phys. Oceanog. 5: 761-772
- HURD, W.E. 1929. Northerners of the Gulf of Tehuantepec. Mont. Weath. Rev. U.S. Dept. of Agr. 57 (5): 192-194
- HUYER, A. et al. 1987. Coastal upwelling off Peru during normal and El Niño times 1981-1984. Journ. of Geophys. Res. 92 (C13): 14,297-14,303

- INMAN, D.L. and C.E. NORDSTROM. 1971. on the tectonic and morphologic classification of coast. Journ Geol. 79 (1): 21
- LAGOS, P., T.P. MITCHELL and J.M. WALLACE. 1987. Remote forcing of sea surface temperature in the El Niño region. Journ. Geophys. Res. 92 (C13): 14,291-14,296
- LONGHURST, R.A. and D. PAULY. 1987. Ecology of tropical oceans. Academic Press, Inc. New York : 27-61
- MOULIN, R.J. 1988. Resultados hidrológicos del Crucero D60-MM-79-01 en el Golfo de Tehuantepec, México. Inv. Ocean./F.Q. 4 (1): 1-36, Sec. Mar. México.
- MURDMTSEV, A.M. et al. 1963. Osnovnyye Cherty gidrologii Atlanticheskogo Okeana (Basic features of Atlantic Ocean Hydrology) Gidrometeoizdat.
- PORRUA EDS. 1986. Diccionario Porrúa: Historia, biografía y geografía de México. (5a. Ed.) Edit. Porrúa, México : 2861-2863
- QUINN, W.H. 1974 Monitoring and predicting El Niño invasions. Journ. of Applied Meteor. 13 (7): 825-830
- et al. 1987. El Niño occurrences over the past four and a half centuries. Journ. of Geophys. Res. 92 (C13) : 14,449-14,461

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



- RADOVICH J. 1961. Relationships of some marine organisms of the northeast Pacific to water Temperatures, particularly during 1957 Through 1959 Calif. Deep Fish. Game Fish. Bull 112: 25-62
- RAMOS, D.F. et al. 1986. Nutrient distributions in the shelf waters off Guerrero, México during the 1982-83 ENSO episode. Geofisica. Inst. Panam. Geogr. Hist. México (21): 157-172
- RASMUSSON, E.M. and J.M. WALLACE. 1983. Meteorological aspects of the El Niño/Southern oscillation. Science 222, : 1195-1202
- REID, J.L. 1969. Sea surface temperature, salinity and density of the pacific ocean in summer and in winter. Deep-sea Res. Suppl. to Vol. 16 : 215-224
- RICHARDS. F.A. 1977. The oxygen minimum in the Eastern Tropical Pacific Ocean. In: Manrique, F.A. (Ed.) Memorias V Congr. Nal. de Oceanogr. Guaymas, Son., México : 535-546
- RITTER, D.W. et al. 1982 a. Sobre la abundancia, distribución y comportamiento del atún aleta amarilla en el Océano Pacifico del Este y su correlación a condiciones físico-ambientales. Geofisica. Inst. Panam. Geogr. Hist. México (17): 5-22

- .1982 b. Efectos meteorológicos y oceanográficos en la productividad del Océano Pacífico del Este. Geofísica. Inst. Panam. Geogr. Hist. México (17): 23-29
- .1983. Nivel medio del mar en Salina Cruz, Dax., México: Causas, efectos y fluctuaciones. Geofísica. Inst. Panam. Geogr. Hist. México (18/19): 71-81
- .1984. Modelo generalizado de producción pesquera con dependencia ambiental, una aplicación al Golfo de Tehuantepec. Geofísica. Inst. Panam. Geogr. Hist. México (20): 21-29
- RIVERO, B.C. y J.A.B. TORRES. 1988. Observaciones hidrológicas de Salina Cruz, Oaxaca y Bahías adyacentes (1984-1985). Est. Invest. Oceanogr. Dir. Gral. Oceanogr. Nav. Sec. Mar. Salina Cruz, Oax. : 87-91
- RODEN, G.I. and G.W. GROVES. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. Journ. Mar. Res. 18 (1): 10-35
- . 1961. Sobre la circulación producida por el viento en el Golfo de Tehuantepec y sus efectos sobre las temperaturas superficiales. Geofísica Internacional. Un. Geofis. Mex. Inst. Geofis. U.N.A.M. 1 (3): 55

- ROSALES, H.L. 1980. Manual de Laboratorio de Oceanografía Química. Cent. Cienc. Mar y Limnol. U.N.A.M. MEXICO : 87-93
- SALAS, F.L.O. 1984. estudio para el establecimiento de una zona de vertimiento de desechos peligrosos en el Golfo de Tehuantepec (Fisicoquímica). Dir.Prev.Cont.Mar. Dir. Gral. Oceanogr. Nav. Sec. Mar. México (Inédito). pp 5-45
- SALAZAR, R.E. 1991. Condiciones climatológicas prevalecientes en el área de la Laguna Superior en el Estado de Oaxaca. Dpto. Meteor. Marít. Dir. Hidrogr. Dir. Gral. Oceanogr. Nav. Sec. Mar. pp.1-15
- SECRETARIA DE MARINA. 1974. Estudio Geográfico de la Región de Salina Cruz, Oax. Dir. Gral. Oceanogr. Señ. Marít. Sec. Mar. México : 38-45, 77-107
- ,1978 a. Derrotero de las costas sobre el Océano Pacífico de México, América Central y Colombia. Dir. Gral. Oceanogr. Sec. Mar. Pub. S.M. No. 102, México : 11-13, 197-208
- ,1978 b. Estudio oceanográfico del Golfo de Tehuantepec. Tomo II. Física y Química del Océano. INV.OCEAN./TEHUA-04-78.Dir. Gral. Oceanogr. Nav. Sec. Mar. : 1-60

- , 1982. Comportamiento de la circulación de las oceánicas en el Golfo de Tehuantepec durante el período de Agosto de 1981. Dir. Prev. Cont. Mar. Dir. Gral. Oceanogr. Sec. Mar.: 1-10
- , 1983. Carta Náutica S.M. 600: México, costa oeste. Punta Maldonado a Puerto Madero. Dir. de Hidrogr. Dir. Gral. Oceanogr. México.
- SHIMADA, B.M. 1958. Diurnal fluctuations in photosynthetic rate of chlorophyll "a" content of phytoplankton from eastern pacific waters. Limnol. Oceanogr. 3: 336-339
- STEPANOV, V.N. 1965. Basic types of water structure in the seas and oceans. Okeanology. U.S.S.R. Academy of Sciences (Transl. from Russian). Amer. Geophys. Union. 5 (5): 21-28
- STOMMEL, H. 1958. The Gulf Stream. A physical and dynamic description. Univ. of Calif. Press. Berkeley.
- STRICKLAND, J.D. and T.R. PARSONS 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Board of Canada, Ottawa. Bull. 167 (2a. Ed.): 185-206
- STUMPF, G.H. 1975. Satellite detection of upwelling in the Gulf of Tehuantepec, México. Journ. of phys. Oceanogr. 5 (April): 383-388

- , and R.V. LEHECKIS. 1977. Satellite observations of mesoscale eddy dynamics in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Journ. of Phys. Oceanogr. 7 (September): 648-658
- SVERDRUP, H.U. et al. 1970. The oceans: Their physics, chemistry and general biology. Prentice Hall, Inc. New Jersey : 98-152, 431-515
- TAMAYO, J.L. 1970. Geografia moderna de México. Edit. Trillas, México : 390
- U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE. 1975. EASTROPAC Atlas. National Oceanic and atmospheric Administration (NOAA). Natl. Mar. Fish. Serv. Circ. 330, Vols. 9,10
- U.S. HYDROGRAPHIC OFFICE. 1947. Atlas of surface currents Northeastern Pacific Ocean. Hydrogr. Office Pub. 570, 12 sheets il.
- U.S. HYDROGRAPHIC OFFICE. 1951. Sailing Directions. West. Coasts of México and Central America. Hydrogr. Office Pub 84 pp 128-306
- VAZQUEZ DE LA CERDA, A.M. 1982 a. Resultados del Crucero Remolino Ciclónico (RECIC). Agosto de 1982 a. Estación Invest. Oceanogr. Dir. Gral. Oceanogr. Sec. Mar. Veracruz, Ver. : 1-18

- . 1982 b. Análisis de la circulación en el Oeste del Golfo de México en Abril de 1978. Est. Invest. Oceanogr. Dir. Gral. Oceanogr. Sec. Mar. Veracruz, Ver.: 1-25
- VERDI L.A.F. 1986. Estudio para el establecimiento de una zona de vertimiento de desechos peligrosos en el Golfo de Tehuantepec (Biología). Dir. Prev. Contam. Mar. Dir. Gral. de Oceanogr. Nav. Sec. Mar. (Inédito) : 6-16, 38-39
- WEISBERG, J. and PARISH, M. 1974. JIntroductory oceanography. McGraw Hill Kogakusha Init. Student Edition: 320
- WHITE, W.B. and J.P. McCREARY. 1974. Eastern intensification of ocean spin-down: Application to El Niño. Journ. of Phys. Oceanogr. 4: 295-303
- WILKERSON, F.P. and R.C. DUGDALE. 1987. Effects of El Niño on new, regenerated, and total production in eastern boundary upwelling systems. Journ. Geophys. Res. 92 (C13): 14,347-14,353
- WYRTKI, K. 1961. The thermohaline circulations in relation to the general circulation in the oceans. Deep-sea Res. 8 : 39-64
- . 1962. The oxygen minima in relation to ocean circulation. Deep-sea Res. 9 : 11-23

- .1964. The thermal structure of Eastern Pacific  
Ocean. Deutsch. Hydrogr. Zeitschr.  
Ergänzungsheft (A) 6 : 84
- .1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific  
Ocean. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 4: 33-68
- .1975. El Niño: the dynamic response of the Equatorial  
Pacific Ocean to atmospheric forcing. Journ.  
of Phys. Oceanogr. 5: 572-584
- .1977. Advection in the Peru current as observed by  
satellite. Journ. of Geophys. Res. 82 (27):  
3939-3943