

03067  
2 y 4

---

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**COLÉGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO  
ESPECIALIZACIÓN, MESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DEL MAR**

**FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS COMO INDICADORES DE LA ZONA DE OXÍGENO MÍNIMO  
EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS DEL MAR  
(OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA Y PESQUERA)  
PRESENTA**

**LIGIA LUCINA PÉREZ CRUZ**

**CIUDAD UNIVERSITARIA**

**MÉXICO, 1989**

**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.

## INDICE GENERAL

	Pag.
INDICE GENERAL.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	iii
INDICE DE TABLAS Y ANEXOS.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCION.....	2
2. ANTECEDENTES	
2.1 Estudios Previos en el Area.....	5
2.2 La zona de Oxígeno Mínimo.....	7
2.3 Organismos en la Zona de Oxígeno Mínimo.....	9
3. AREA DE ESTUDIO	
3.1 Localización Geográfica.....	14
3.2 Fisiografía y Batimetría.....	14
3.3 Sedimentos.....	19
3.4 Oceanografía.....	21
3.4.1 Vientos.....	21
3.4.2 Circulación de Masas de Agua.....	22
3.4.3 Surgencias.....	25
3.4.4 Temperatura.....	27
3.4.5 Salinidad.....	27
4. METODOLOGIA	
4.1 Estaciones de Muestreo.....	28
4.2 Técnicas de Campo y de Laboratorio.....	28
4.2.1 Determinación de Oxígeno Disuelto.....	28
4.2.2 Obtención de Muestras Sedimentarias.....	35
4.2.3 Foraminíferos.....	35
4.3 Análisis de Factores.....	38
5. RESULTADOS Y DISCUSION	
5.1 Distribución de Oxígeno.....	41
5.1.1 Distribución de Oxígeno en la Columna de Agua.....	41
5.1.2 Distribución de Oxígeno en el Agua de Fondo.....	48
5.2 Foraminíferos Bentónicos y su Relación con Algunos Parámetros Oceanográficos (Oxígeno Disuelto, Profundidad y Tipo de Sustrato).....	55
5.2.1 Oxígeno.....	56

5.2.2 Profundidad..... 65  
5.2.3 Sustrato..... 90  
5.3 Analisis de Factores..... 94

6. CONCLUSIONES..... 105

7. LITERATURA CITADA..... 109

ANEXOS..... 122

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 3.1. Localización del Area de Estudio.....	15
Figura 3.2. Batimetría de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec (Tomada de Carranza-Edwards, 1987; modificada por Morales de la Garza et al., 1988).....	17
Figura 3.3. Perfiles batimétricos frente a los ríos Tehuantepec y Pijijiapan (Tomado de Morales de la Garza et al., 1988).....	18
Figura 3.4. Distribución de sedimentos en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec (Modificado de Carranza-Edwards, 1987).....	20
Figura 3.5. Patrón de circulación superficial en las costas del Pacífico Oriental Tropical (Tomado de Wyrтки, 1966).....	23
Figura 3.6. Dirección de la circulación costera en el mes de diciembre en el Golfo de Tehuantepec (Tomado de Stumpf, 1975).....	24
Figura 4.1. Localización de las estaciones de muestreo en la campaña oceanográfica MIMAR IV.....	29
Figura 4.2. Localización de las esalcciones de muestreo en la campaña oceanografica MIMAR III.....	37
Figura 5.1. Perfiles verticales de distribución de oxígeno en las estaciones: 3, 11, 12, 19, 21 y 36.....	44
Figura 5.2. Perfiles verticales de distribución de oxígeno en las estaciones: 40, 49, 51, 62, 64, 76.....	45
Figura 5.3. Perfiles verticales de distribución de oxígeno en las estaciones: 79, 81, 94, 96, 101 y 117.....	46
Figura 5.4. Perfiles verticales de distribución de oxígeno en las estaciones 119, 121, 122, 123 y 124.....	47

Figura 5.5. Distribución de oxígeno en el agua de fondo (Modificada de Carranza-Edwards, 1988).....	49
Figura 5.6. Distribución del oxígeno disuelto en las aguas del margen del Océano Pacífico Oriental desde 40°N a 40° S. Las curvas de distribución de oxígeno fueron configuradas con los datos de Ingle, 1981; Kaplan y Rittenberg, 1963; Phleger y Soutar, 1973; Stommel, Stroup, Reid y Warren, 1973; Golik y Phleger, 1977; Quintero y Gardner, 1987 y los obtenidos en este estudio (*).....	52
Figura 5.7. Abundancias relativas del género <i>Bolivina</i> , en la plataforma continental del área estudiada.....	57
Figura 5.8. Abundancia relativa de <i>Bolivina plicata</i> , en la plataforma continental del área estudiada.....	58
Figura 5.9. Abundancias relativas de las especies del género <i>Hanzawaia</i> , en la plataforma continental del área estudiada.....	60
Figura 5.10. Abundancias relativas de <i>Cassidulina</i> cf. <i>C. subglobosa</i> y <i>Cancris panamensis</i> , relacionadas con la profundidad.....	74
Figura 5.11. Abundancias relativas de <i>Bolivina tongi filocostata</i> y <i>Hanzawaia bertheloti</i> , relacionadas con la profundidad.....	75
Figura 5.12. Abundancias relativas de <i>Hanzawaia concentrica</i> y <i>H. nitidula</i> , relacionadas con la profundidad.....	77
Figura 5.13. Abundancias relativas de <i>Cibicides mckennai</i> y <i>Cassidulina tortuosa</i> , relacionadas con la profundidad.....	78
Figura 5.14. Abundancias relativas de <i>Epistominella bradyana</i> y <i>Bolivina seminuda</i> , relacionadas con la profundidad.....	81
Figura 5.15. Abundancias relativas de <i>Buccella</i> sp, relacionada con la profundidad.....	82
Figura 5.16. Abundancias relativas de <i>Bolivina plicata</i> y <i>B. pygmaea</i> , relacionadas con la profundidad.....	83

Figura 5.17. Abundancias relativas de las especies del género <i>Bolivina</i> , relacionadas con la profundidad.....	85
Figura 5.18. Abundancias relativas de las especies del género <i>Cassidulina</i> , relacionadas con la profundidad.....	86
Figura 5.19. Abundancias relativas de las especies del género <i>Hanzawaia</i> , relacionadas con la profundidad.....	87
Figura 5.20. Distribución de foraminíferos bentónicos en el Golfo de Tehuantepec en ambientes de bajo contenido de oxígeno. Las distribuciones batimétricas están presentadas en términos del porcentaje del número total de los organismos de cada especie en todas las muestras.....	89
Figura 5.21. Conjuntos de Foraminíferos Bentónicos obtenidos por medio del Análisis de factores modo Q en el Golfo de Tehuantepec.....	95
Figura 5.22. Factor 1. Conjunto de Plataforma Media (entre 100 y 140 m de profundidad). Los pesos de factor están contorneados en áreas con valores mayores de 0.6.....	96
Figura 5.23. Factor 2. Conjunto de Plataforma externa (entre 150 y 200 m de profundidad). Los pesos del factor están contorneados en áreas con valores mayores de 0.6.....	100
Figura 5.24. Representación gráfica de los Factores.....	103

## INDICE DE TABLAS Y ANEXOS

	Pag.
Tabla 4.1. Relación de las Muestras de agua colectadas durante la Campaña MIMAR IV y los valores obtenidos de las determinaciones de oxígeno.....	30
Tabla 4.2. Relación de muestras sedimentarias colectadas durante la Campaña MIMAR III y distintos parámetros oceanográficos.....	36
Tabla 4.3. Matriz "VARIMAX" de Factores.....	40
Tabla 5.1. Concentraciones de oxígeno disuelto en las muestras de agua colectadas durante la campaña oceanográfica MIMAR IV.....	42
Tabla 5.2. Rangos batimétricos reportados por distintos autores para las especies encontradas en este estudio. (Los autores que estudiaron poblaciones totales se distinguieron con *)......	67
Tabla 5.3. Análisis granulométrico de las muestras ...	93
Tabla 5.4. Características ambientales y peso del factor del Conjunto I.....	97
Tabla 5.5. Características ambientales y peso del factor del Conjunto II.....	99
ANEXO I.- Lista de Especies.....	123
Anexo II.- Distribución de Foraminíferos bentónicos en el área de estudio. Los números superiores de cada columna indican valores absolutos y los inferiores abundancias relativas de cada una de las especies en cada estación.....	127



## A G R A D E C I M I E N T O S

Durante la elaboración de esta tesis conté con la colaboración de diversas personas e instituciones a las que quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

A las autoridades del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por las facilidades brindadas para la realización de esta tesis en las instalaciones del mismo.

Este trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Ecología de Foraminíferos y Micropaleontología, recibiendo apoyo de los proyectos: "Evolución Geológica de las Chapopoterías de la Sonda de Campeche, en el Golfo de México" clave UNAM-605 y el proyecto "Investigaciones Geológicas y Químicas de Recursos Minerales Marinos Mexicanos" clave UNAM-CONACYT P221CCONBBO14B, siendo responsable de este último el Dr. Arturo Carranza Edwards, quien amable y desinteresadamente donó las muestras sedimentarias objeto de este estudio y permitió la colecta y análisis de muestras de agua durante la campaña oceanográfica MIMAR IV.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por las becas otorgadas para la realización de mis estudios de Maestría.

A la Dra. Ma. Luisa Machain Castillo por su dirección y decidido apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

A los Dres. Joaquín Eduardo Aguayo Camargo, Arturo Carranza Edwards, Agustín Ayala Castañares y al M. en C. Frank Raúl Gío Argáez, por la cuidadosa revisión del manuscrito y su inapreciable asesoría académica.

Asimismo deseo agradecer a los Dres. Ezat Heydari y Felipe Vazquez Gutiérrez, la revisión crítica del trabajo y sus atinadas observaciones.

A los P. de Q.F.B. Susana Santiago Pérez y Ernesto Ruíz Ramírez, así como a la P. de Biól. Laura Cortes Anaya por su colaboración en el trabajo de campo.

Al Sr. Alejandro Pineda por su ayuda en el trabajo de laboratorio.

Al Fís. Eduardo Sainz, al Biól. J. Gerardo Barrientos Mac Gregor, a los Ings. Antonio Márquez García, Eduardo Morales de la Garza y a la Arq. Adriana Trápaga de M., por su colaboración en el procesamiento de datos y elaboración de figuras.

A la Coordinacion del Proyecto Especializacion, Maestria / Doctorado en Ciencias del Mar por su apoyo.

A la Biol. Adriana L. Ayala Lopez y al M. en C. Arturo Contreras Barreda por su amistad y constante estimulo.

A la tripulacion del buque oceanografico "El Puma", por supuesto.

## RESUMEN

Se analizaron las poblaciones totales de foraminíferos bentónicos en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec dentro de la Zona de Oxígeno Mínimo en 48 muestras de sedimentos superficiales. Se estudiaron los patrones de distribución de los conjuntos y se correlacionaron con diferentes parámetros oceanográficos (oxígeno disuelto, profundidad y tipo de sustrato), de los cuales la profundidad y el oxígeno fueron los más significativos. Para delimitar los conjuntos se utilizó el Análisis de Factores modo Q.

Se detectaron concentraciones de oxígeno por debajo de 0.5 ml/l a profundidades aproximadas de 75 y 100 m. Se observó que estos valores decrecieron con la profundidad alcanzando condiciones cercanas a la anoxia (0.05 ml/l o menos) a 200 m.

Las poblaciones encontradas en zonas con concentraciones con menos de 0.5 ml/l estuvieron caracterizadas por baja diversidad, gran abundancia, buena preservación, tamaño pequeño y testas frágiles.

Se determinaron dos conjuntos de foraminíferos:

Conjunto 1, dominado por especies de *Hanzawaia* y *Cassidulina*, distribuido entre 100 y 140 m de profundidad, en concentraciones de 0.3 a 0.5 ml/l de oxígeno y sustrato predominantemente arenoso y areno limoso, y

Conjunto 2, representado por especies del género *Bolivina* y *Epistominella bradyana*, delimitado entre 150 y 200 m de profundidad, con concentraciones de menos de 0.3 ml/l de oxígeno y sustrato limoso y limo arenoso.

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

El Golfo de Tehuantepec es una región de gran interés oceanográfico, geológico y biológico debido a su posición geográfica y a la dinámica oceánica que presenta. Uno de los aspectos, resultado de dicha dinámica, es la presencia de una zona de oxígeno mínimo relacionada con los patrones de circulación, las surgencias y la productividad primaria del área. Esta zona corresponde al agua que contiene menos de 1 ml/l de oxígeno disuelto, y se localiza generalmente a profundidades intermedias (Wyrcki, 1966; Ingle, 1980). Su concentración y extensión son el reflejo de las altas tasas de surgencias, así como de la producción de desechos orgánicos en las aguas superficiales, junto con una lenta circulación y el consumo de oxígeno disuelto a través de la oxidación de dicho material orgánico.

Esta zona de oxígeno mínimo ha sido referida a lo largo de los márgenes orientales del Pacífico y se presumía su presencia en las costas suroccidentales de México (frente a Guerrero, Oaxaca y Chiapas). Debido a esto, uno de los principales propósitos de este estudio fue detectarla y caracterizarla en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec.

Es de destacarse que ciertas biofacies de foraminíferos bentónicos se encuentran asociadas con zonas de oxígeno

mínimo y se observa que la distribución y abundancia de las especies reflejan la geometría y concentración de dicha zona (Harman, 1964; Phleger y Soutar, 1973; Ingle y Keller, 1980 e Ingle, 1981). Las poblaciones son muy abundantes, caracterizadas por una alta dominancia, baja diversidad y los especímenes son relativamente pequeños, con testas delgadas y frágiles.

Otra de las intenciones de este estudio fue determinar la microfauna de foraminíferos bentónicos asociada a la zona de oxígeno mínimo de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec; y su relación con algunos parámetros oceanográficos en el área de estudio.

### O B J E T I V O S

Con en el fin de distinguir y caracterizar biofísicamente a la Zona de Oxígeno Mínimo se plantearon los siguientes objetivos:

- 1) Determinar la presencia y estructura de la Zona de Oxígeno Mínimo en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec.
- 2) Reconocer y analizar las asociaciones de Foraminíferos Bentónicos en los sedimentos superficiales de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec dentro de la Zona de Oxígeno Mínimo.

3) Analizar la relación que guardan dichas asociaciones con diferentes parámetros oceanográficos (Oxígeno disuelto, Profundidad y Tipo de Sustrato).

## CAPITULO 2

## ANTECEDENTES

El Golfo de Tehuantepec es una región oceanográfica que se encuentra dentro de la Zona Económica Exclusiva Mexicana (Fig. 3.1). Esta región se considera de gran importancia para el país debido a su alto potencial productivo (Secretaría de Marina 1978a); no obstante, el Golfo de Tehuantepec es un área poco conocida y no existen suficientes estudios oceanográficos básicos.

## 2.1 Estudios Previos en el Area

Entre los trabajos que se han realizado en el área de estudio se encuentran, en orden cronológico los siguientes: Hurd (1929), estudió los vientos denominados "Tehuantepecanos" que originan surgencias en los meses fríos. Roden (1961), realizó un estudio de los efectos de los vientos sobre la circulación oceánica. Blackburn (1963), publicó observaciones químicas, físicas, y biológicas en el área, recopiladas durante tres cruceros que se realizaron en los años 1958 y 1959. Stumpf (1975), Stumpf y Legeckis (1977) y Legeckis (1978), detectaron mediante imágenes de satélite, las temperaturas superficiales del mar, así como surgencias localizadas en la parte meridional del Golfo durante los meses de invierno. Cutz (1977) y Jiménez (1978), realizaron estudios sedimentológicos, analizando

cualitativamente la microfauna bentónica del Golfo de Tehuantepec, el primero estudió los sedimentos del área oriental y el segundo los de la zona occidental. Avendaño (1978), realizó el estudio granulométrico de la porción occidental del Golfo de Tehuantepec, clasificando los tipos de sedimento y determinando los ambientes de depósito. La Secretaría de Marina (1978a,b), publicó una serie de trabajos en el área, en donde se presentan los resultados de las primeras investigaciones multidisciplinarias desarrolladas en los campos de la física, química, geología y biología marinas, con base en los datos fisico-químicos se localizaron áreas de surgencias en la parte sureste del Golfo, coincidentes con las zonas de alta productividad. Moulin (1979), determinó la productividad primaria en el área, encontrando que en la región oriente, el Golfo de Tehuantepec presenta una productividad primaria de 1.40 mg/ C/ m<sup>2</sup>/ día y valores de biomasa elevados (6 y 4 g/m<sup>2</sup>). Mata (1980, 1987), analizó la distribución de foraminíferos bentónicos en la parte sureste del Golfo. Sánchez-Barreda (1981), realizó un trabajo detallado sobre la evolución del Golfo de Tehuantepec mediante estudios de geología superficial, datos paleomagnéticos, anomalías de gravedad y perfiles continuos de reflexión sísmica. Ladd y Buffler (1985), elaboraron un Atlas en donde se presentan datos del Golfo de Tehuantepec referentes a batimetría, anomalías de gravedad al aire libre, estructura de velocidad sísmica, rasgos geológicos y tectónicos, datos paleomagnéticos, espesor de sedimentos, litofacies superficiales y litología.



de los pozos perforados por Petróleos Mexicanos.

## 2.2 La Zona de Oxígeno Mínimo

Una característica oceanográfica importante en las aguas intermedias de los márgenes continentales del Pacífico oriental es una zona de oxígeno mínimo (Sverdrup et al. 1942; Emery, 1940; Wooster y Reid, 1963, Smith, 1964; Phleger y Soutar, 1973; Keigwin, 1976; Golik y Phleger, 1977; Ingle, 1981; Kennett, 1982). Esta zona de oxígeno mínimo es definida por algunos autores (Phleger y Soutar, 1973; Ingle y Keller, 1980; Ingle, 1981) como el agua que contiene menos de 1 ml/l de oxígeno; otros la definen (Wyrtki, 1962; Rhodes y Morse, 1971; Demaison y Moore, 1980; Quintero y Gardner, 1987) como el agua que contiene menos de 0.5 ml/l; mientras que otros autores la reportan con concentraciones menores de 0.1 ml/l (Cline y Richards, 1972).

Esta zona está localizada comunmente entre 200 y 1500 m de profundidad; su concentración y extensión son el reflejo de las tasas de surgencias y del resultado de la producción de desechos orgánicos provenientes de la capa de agua superior adyacente, junto con una circulación lenta y un consumo de oxígeno disuelto por esta materia orgánica. Básicamente las vigorosas surgencias y el efecto de Coriolis conducen a una productividad primaria alta en las aguas superficiales, debido a que el agua subsuperficial, rica en nutrientes, es llevada a la superficie. La caída de desechos orgánicos resultante, consume el oxígeno en las capas

intermedias, durante su descomposición y oxidación, por lo que la circulación de las aguas intermedias determina la posición de la capa de oxígeno mínimo, mientras que la intensidad del consumo de oxígeno está en función de la acción bioquímica y de la tasa de suministro de materia orgánica (Wyrski, 1962). Este consumo de oxígeno a su vez está gobernado por las tasas de surgencias reguladas climáticamente. Inversamente, la capa de oxígeno mínimo permite el desarrollo máximo de fosfatos y nitratos debido a la remineralización de la materia orgánica (Riley y Chester, 1979). Así éstos son acumulados en dicha capa y son periódicamente transportados a la zona fótica y a la superficie vía surgencias, completando así el proceso de reciclaje y la intensificación de la productividad primaria.

Aunque no se han realizado estudios sistemáticos relacionados con la capa de oxígeno mínimo en el Golfo de Tehuantepec, se conoce su presencia frente a las costas del Pacífico mexicano.

Cline y Richards (1972), reportan que las concentraciones de oxígeno en la capa de oxígeno mínimo (frente a México y Centroamérica) son del orden de 0.1 ml/l. Ellos encontraron una amplia zona casi anóxica entre los 200 y 800 metros de profundidad, en tres estaciones cerca de la porción sur de México.

En las campañas oceanográficas DAMA I (1981) y ATLAS I (1982), realizadas frente a las costas de Guerrero, se efectuaron prospecciones de la distribución de oxígeno disuelto y se encontró que frente a las costas de Acapulco

la capa de oxígeno mínimo se localizaba entre 50 y 75 m de profundidad (Lózano y Briones, 1981), con una clara tendencia a hundirse hacia el sur, por lo cual, y considerando datos de zonas ecuatoriales, se piensa que en el Golfo de Tehuantepec la capa de oxígeno mínimo, debe localizarse alrededor de los 100 y 150 m de profundidad (Emilsson, com. pers.). Durante la campaña oceanográfica MIMAR III en 1987, se realizaron mediciones de prospección para detectar la zona de oxígeno mínimo y se encontró aproximadamente a los 200 m.

### 2.3 Organismos en la Zona de Oxígeno Mínimo

En la literatura se han reportado diversos grupos de organismos viviendo bajo condiciones de oxígeno mínimo. Phleger y Soutar (1973), encontraron abundante plancton y necton en el Pacífico oriental, con valores de oxígeno de 0.2 ml/l o menos. Schmidt (1925), reportó grandes volúmenes de plancton en aguas del Golfo de Panamá con concentraciones entre 0.1 y 0.2 ml/l de oxígeno. Johnson (en: Sverdrup et al., 1942), encontró abundantes copépodos en el Golfo de California en condiciones casi anóxicas. Wooster (1952), colectó gran número de peces en las costas de Centro América en donde el contenido de oxígeno en las capas de agua era de aproximadamente 0.1 ml/l. Longhurst (1967), reportó abundante zooplancton en zonas de oxígeno mínimo frente a las costas de Baja California.

En cuanto a foraminíferos se refiere: Smith (1964), observó abundantes poblaciones de foraminíferos bentónicos,

tanto vivas como totales, dentro de la zona de oxígeno mínimo de las costas de El Salvador. Berger (1967), encontró abundantes foraminíferos planctónicos en la zona de oxígeno mínimo de las costas de Baja California. Berger y Soutar (1970), reportaron grandes poblaciones de foraminíferos planctónicos muy bien preservados en sedimentos bajo condiciones hipóxicas en la Cuenca de Santa Barbara. Phleger y Soutar (1973), encontraron gran abundancia de foraminíferos bentónicos (2350/20 cm<sup>2</sup>), presentes en la capa somera de oxígeno mínimo en tres áreas del Pacífico oriental (en la Cuenca de Santa Barbara, frente a las costas de Baja California y frente a Perú). Golik y Phleger (1977), estudiaron los foraminíferos bentónicos en el Golfo de Panamá en la zona de oxígeno mínimo.

La ecología de los foraminíferos bentónicos bajo estas condiciones ha sido estudiada por algunos autores (Harman, 1964; Phleger y Soutar, 1973; Douglas y Heitman, 1979; Ingle et al., 1980; Gorean y Garrison, 1981; Schrader et al., 1983; entre otros), ellos encontraron grandes cantidades de foraminíferos bentónicos en zonas de oxígeno mínimo en áreas del Pacífico oriental, señalando que estas poblaciones se caracterizan por una elevada dominancia, baja diversidad e individuos pequeños de testa delgada.

Phleger y Soutar (1973), Ingle (1980), Ingle (1981), Ingle y Keller (1980), Ingle (1981) y Matoba y Yamaguchi (1982), determinaron biofacies de foraminíferos bentónicos en el Pacífico oriental caracterizadas por *Bolivina* seminuda, *B. interjuncta*, *Buliminella exilis tenuata*,

*Suggrunda eckisi*, *Nonionella stella*, *Brizalina argentea*, *Cassidulina tumida* y *C. subcarinata*, asociadas con ambientes hipóxicos. Con base en la distribución y abundancia de estas especies se puede inferir la estructura y el espesor de esta capa.

Otros estudios sobre distribución y ecología de foraminíferos bentónicos importantes para la interpretación de los resultados en este estudio se mencionan a continuación:

Bandy (1953), estudió poblaciones totales de foraminíferos bentónicos del Reciente en las costas de California, a profundidades desde 12 hasta 3520 m. Bandy (1961), analizó la distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos en el Golfo de California, de 0 a 3045 m.

Bandy y Arnal (1957), determinaron la distribución de foraminíferos frente a las costas occidentales de Centroamérica, incluyendo cinco muestras colectadas frente a Acapulco, Guerrero, a profundidades entre 2 y 1880 m.

Uchio (1960), realizó un estudio en el área de San Diego, California, tanto con poblaciones de foraminíferos vivos como totales (vivos + muertos); entre 10 y 1170 m de profundidad.

Phleger (1964), determinó la distribución de los foraminíferos vivos en el Golfo de California a profundidades desde 12 hasta 3000 m; este mismo autor (1965) señaló los patrones de distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos vivos, en el Pacífico oriental, a

profundidades desde 7 hasta 594 m.

Lankford y Phleger (1973), estudiaron foraminíferos vivos en sedimentos superficiales desde Cabo San Lucas, Baja California, México, hasta el estrecho de Juan de Fuca, Washington, en la zona de turbulencia a profundidades menores de 40 m.

Phleger y Soutar (1973), analizaron la distribución de foraminíferos vivos, en tres áreas del Pacífico oriental, en condiciones con bajo contenido de oxígeno.

Golik y Phleger (1977), estudiaron los foraminíferos bentónicos vivos del Golfo de Panamá, en muestras con profundidades entre 10 y 3000 m.

Douglas y Heitman (1979), llevaron a cabo un estudio de la distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos vivos, en el margen continental y en la cuenca de California (entre 50 y 950 m de profundidad).

Con el objeto de realizar reconstrucciones paleobatimétricas, Ingle (1980), analizó las biofacies de foraminíferos y las litofacies en afloramientos del Cenozoico del sur de California e interpretó con criterios paleoceanográficos los límites superiores de profundidad de algunas especies de foraminíferos bentónicos.

Ingle y Keller (1980), con base en análisis cuantitativos de diversos autores, estudiaron las tendencias de los foraminíferos bentónicos en el margen del Pacífico oriental entre 32°N y 40°S; reconociendo las asociaciones de foraminíferos desde la zona nerítica hasta la zona abisal.

Ingle et al. (1980), analizaron poblaciones totales de

foraminíferos bentónicos, frente a las costas de Perú y Chile (entre 33° y 39°S), a profundidades entre 135 y 4500 m.

Resig (1981), definió la distribución de foraminíferos bentónicos al norte de la Placa Nazca y en el margen continental adyacente, abarcando un rango de profundidad entre 82 y 2286 m.

## CAPITULO 3

### AREA DE ESTUDIO

Las comunidades bentónicas dependen de las variaciones regionales y estacionales de los parámetros físico-químicos de las masas de agua, así como de la naturaleza topográfica y sedimentológica del sustrato. Por esto es importante hacer una breve descripción de las características fisiográficas y oceanográficas del área estudiada.

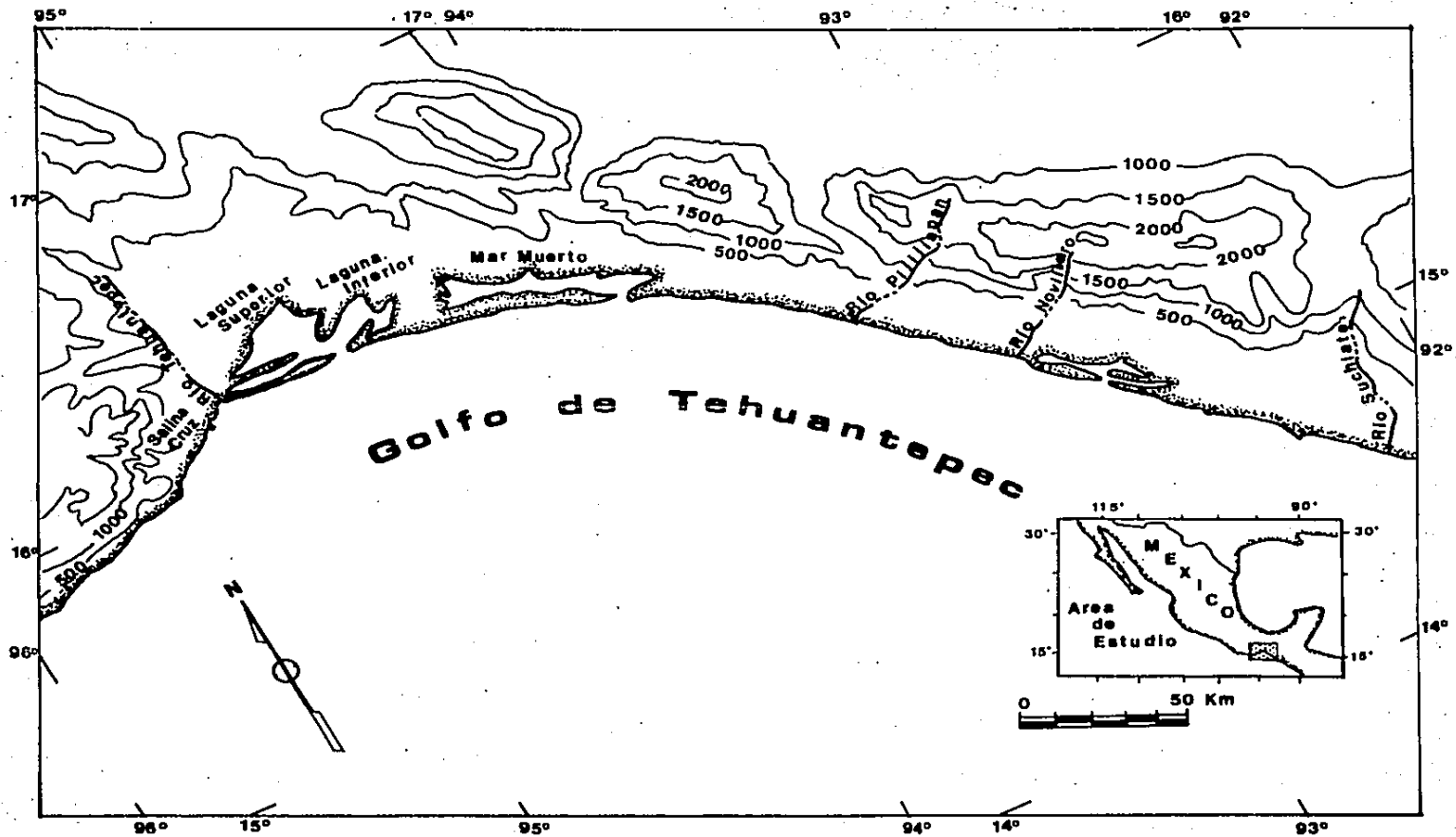
#### 3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

El Golfo de Tehuantepec está localizado al sur del Istmo de Tehuantepec, el cual es un pasaje angosto entre el Golfo de México y el Océano Pacífico. Está situado entre los 14° y 16° de latitud N, y entre los 96° y 92° de longitud W (Fig. 3.1). La superficie total del Golfo de Tehuantepec es de aproximadamente 49,000 km<sup>2</sup> (Wyrski, 1966) y sus costas pertenecen a los estados de Oaxaca y Chiapas.

#### 3.2 FISIOGRAFIA Y BATIMETRIA

Las profundidades del Golfo de Tehuantepec son menores de 1800 m; la línea batimétrica que corresponde a esa profundidad pasa frente a Puerto Angel, a una distancia de 12 millas de la costa y atraviesa el Golfo con ondulaciones hasta llegar a unas 47 millas mar adentro, al sureste de la desembocadura del Río Suchiate (Secretaría de Marina,





1978b).

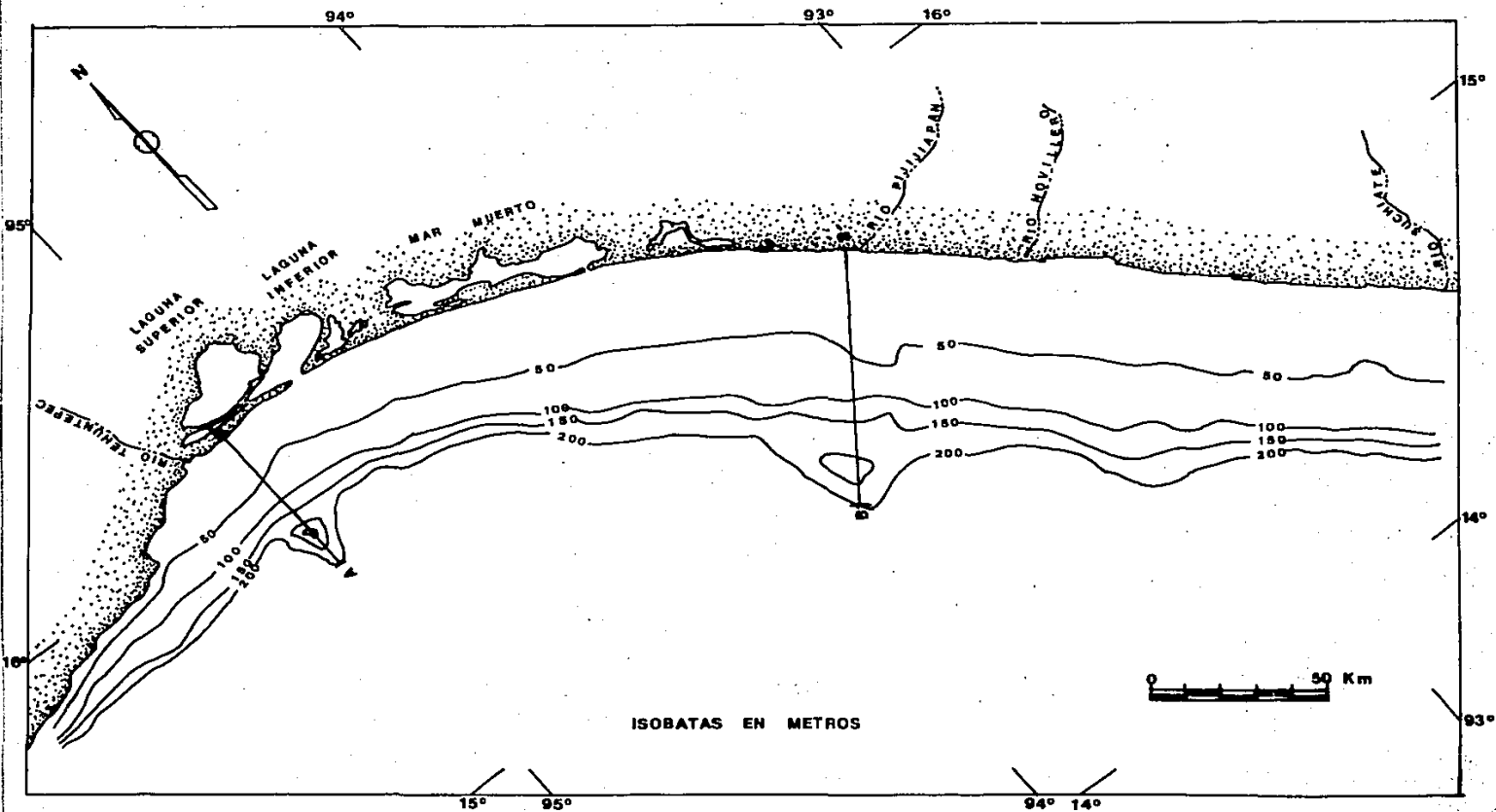
La plataforma continental es amplia hacia la porción oriental y muy estrecha hacia la porción occidental (Fig. 3.2). La pendiente de la plataforma es suave desde 0 a 70 m y a partir de esta profundidad se hace más pronunciada (Carranza-Edwards, 1987).

La zona de turbulencia, o de transición, que comprende de los 0 a los 18 m, es una pequeña franja a lo largo de toda la costa, desde la desembocadura del Río Suchiate en el oriente, hasta Salina Cruz en el occidente. La plataforma interna, que abarca profundidades de 18 a 45 m, tiene una anchura promedio de 30 km en su parte oriental, llegando a medir en su parte media hasta 40 km y en su parte occidental disminuye considerablemente hasta 10 km aproximadamente (Secretaría de Marina, 1978b).

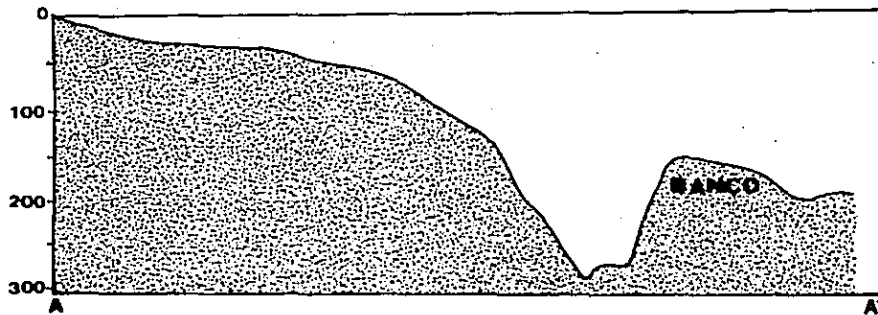
La plataforma media comprende profundidades de 45 a 95 m, y es una franja paralela a la costa excepto frente a la Laguna de Buenavista.

La fisiografía de la plataforma externa, a 200 m de profundidad, cambia debido a la presencia de dos bancos: El primero se localiza frente al Río Tehuantepec con una altura aproximada de 140 m, desde su base hasta la cima, y el segundo localizado frente al Río Pijijiapan con dimensiones menores, aproximadamente 50 m de altura (Fig. 3.3) (Morales de la Garza, et al., 1988). El origen y la composición de estos bancos está actualmente en estudio (Aguayo-Camargo, com. pers.)

Un rasgo fisiográfico importante en la plataforma



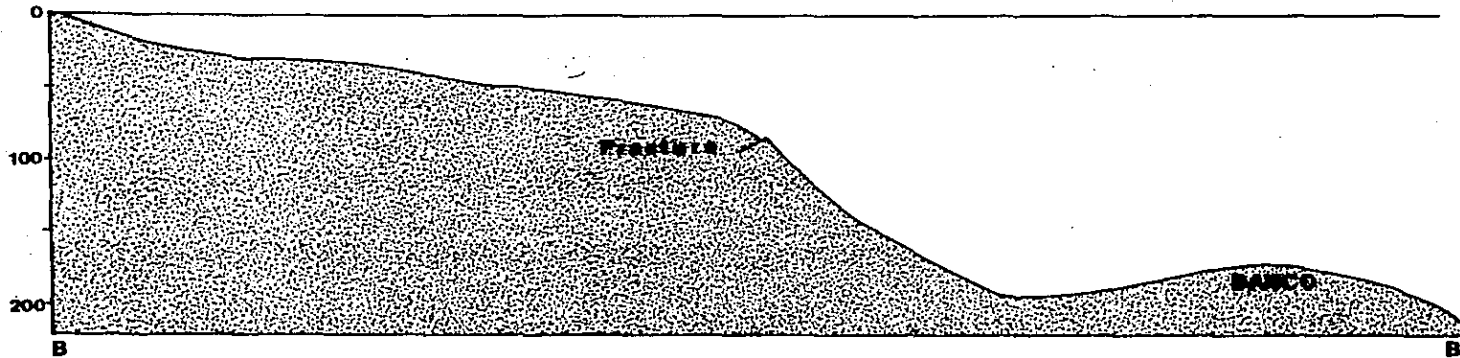
Prof. (m)



Frente al Rio Tehuantepec



Prof. (m)



Frente al Rio Pijijiapan

continental del Golfo de Tehuantepec, a profundidades entre 80 y 90 m (b.n.m.), es una fractura denominada Fractura de Tehuantepec, la cual tiene un salto de unos 20 m y corre paralelamente a la línea de costa y a otras fracturas que se encuentran en la parte continental. Asimismo marca un cambio en la pendiente de la plataforma siendo más pronunciada hacia profundidades superiores a los 80 m (Morales de la Garza et al., 1988).

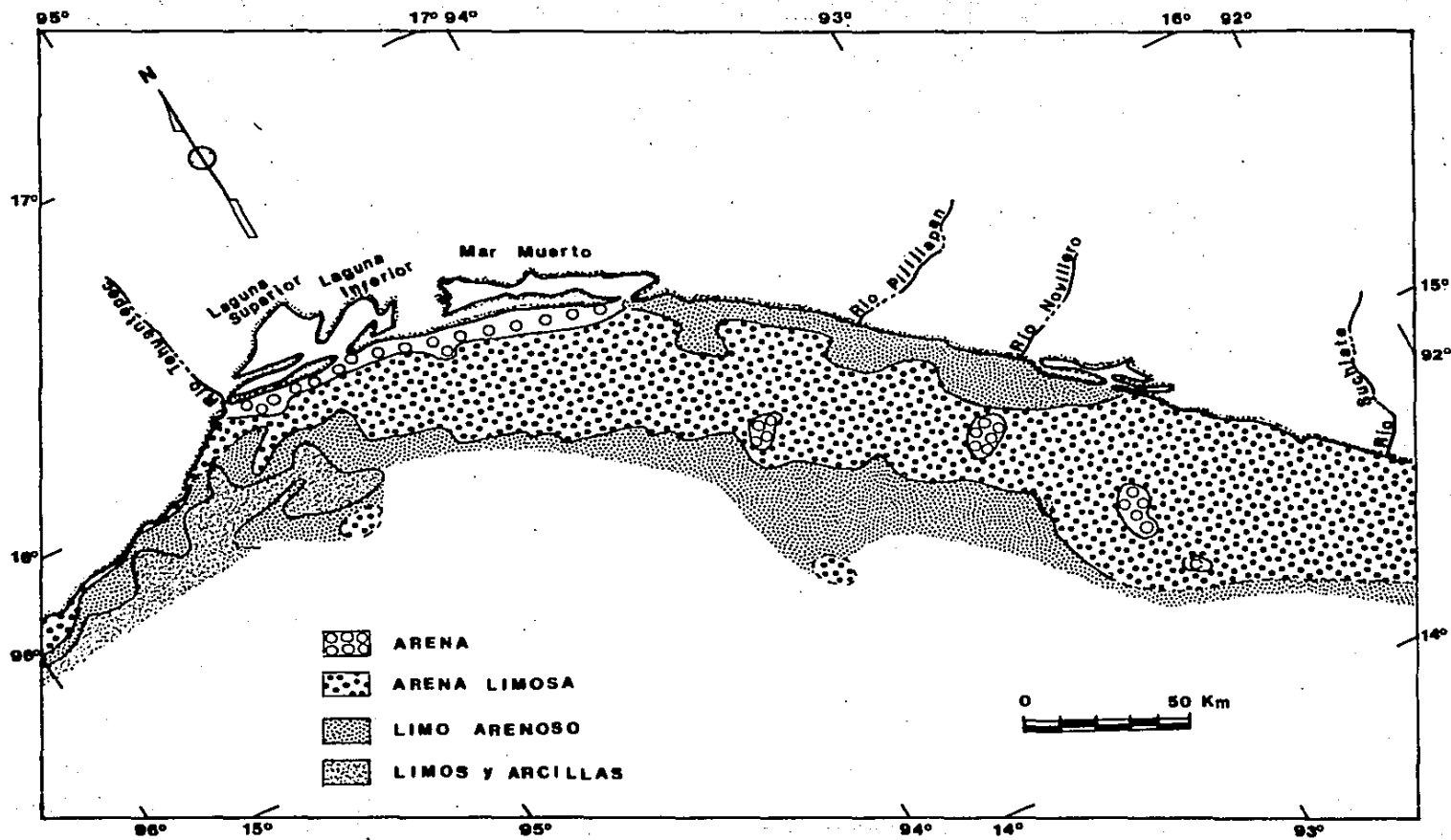
### 3.3 SEDIMENTOS

Los datos sedimentológicos del área de estudio son muy escasos, pero se tiene información preliminar y se ha establecido un patrón general de distribución de sedimentos que se describe a continuación (Fig. 3.4):

Las arenas se encuentran en una pequeña franja junto a la costa entre el Río Tehuantepec y el Mar Muerto, y en pequeños manchones aislados.

Las arenas limosas son las más ampliamente distribuidas en el área de estudio, y constituyen una franja más amplia en la región oriental entre las isóbatas de 20 y 150 m aproximadamente y en pequeños manchones aislados a mayores profundidades relacionados con los bancos.

Los sedimentos limo arenosos se presentan en una franja delgada cerca de la costa, entre el Mar Muerto y la Laguna de Buenavista, y en ocasiones están asociados con sistemas lagunares y los Ríos Pijijiapan y Novillero que portan principalmente arenas medias y limos (Carranza-Edwards, 1980), los cuales pueden estar influyendo en dicha



distribución. Asimismo, se encuentran en la parte occidental en donde la plataforma es más estrecha a una profundidad de 70 m aproximadamente, y presentan su mayor distribución al sur del Golfo (entre la isóbata de 150 y 200 m).

Finalmente, los limos y arcillas presentan una distribución restringida ubicándose únicamente en la parte occidental del Golfo en una lengüeta sinuosa (Carranza-Edwards, 1987).

### 3.4 OCEANOGRAFIA

#### 3.4.1 Vientos

La circulación de los vientos es un factor muy importante en la dinámica oceanográfica del lugar. La dirección de los vientos dominantes en el Golfo de Tehuantepec durante los meses de invierno es de NW-SE, mientras que durante los meses de verano se establece un cambio en la dirección de SE-NW. Durante el invierno vientos fríos originados en el anticiclón del Golfo de México son canalizados a través del Istmo de Tehuantepec hasta el Océano Pacífico Oriental Tropical (Roden, 1961). Estos vientos referidos localmente como "Tehuantepecanos" se reflejan a varios centenares de kilómetros hacia el sur (Hurd, 1929; Roden, 1961; Strong et al., 1972).

El efecto de estos vientos provoca un movimiento de agua superficial hacia el sur, causando una incursión de agua desde los lados y, la generación de surgencias debidas al ascenso de aguas subsuperficiales, lo que conduce a un

decremento en la temperatura superficial en el Golfo de Tehuantepec que puede ser varios grados más baja que la observada en regiones circundantes (Roden, 1961).

### 3.4.2 Circulación de Masas de Agua

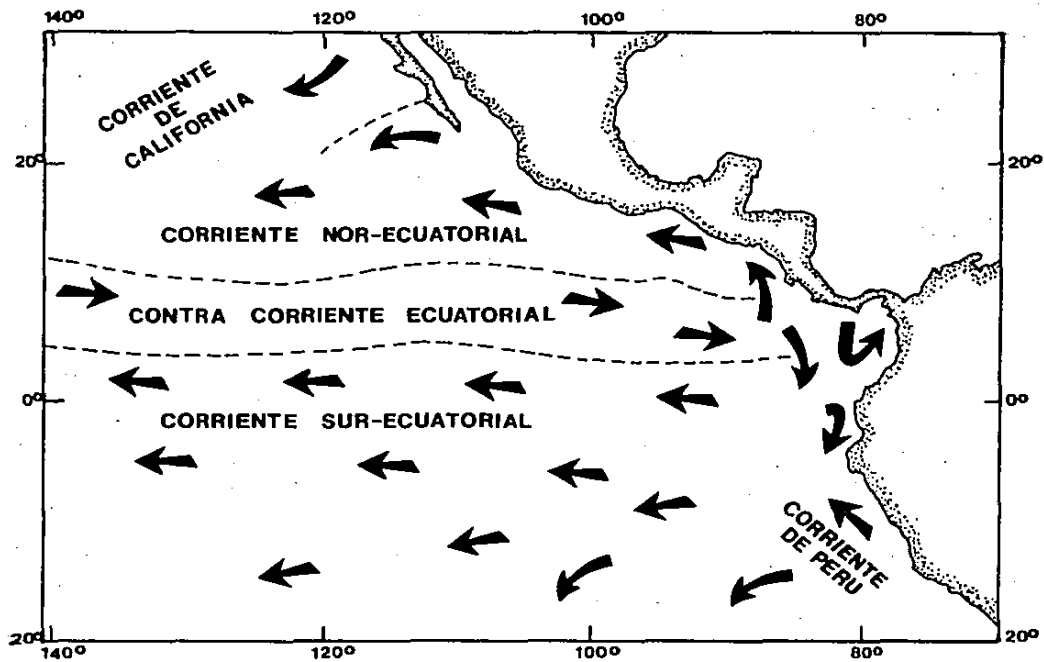
En el Golfo de Tehuantepec la circulación es compleja debido a los cambios en los principales sistemas de vientos, los cuales inciden en las aguas superficiales.

La circulación superficial en la región del Pacífico ecuatorial oriental está dominada por dos grandes giros anticiclónicos, los cuales están conformados en el Pacífico norte por la Corriente de California y la Corriente Nor-Ecuatorial y en el Pacífico sur por la Corriente Sur-Ecuatorial y la Corriente de Perú (Fig. 3.5) (Wyrski, 1966).

Entre las Corrientes Nor y Sur-Ecuatoriales, el flujo con dirección este de la Contracorriente Ecuatorial acarrea aguas hacia lo largo de las costas de El Salvador, Guatemala y México. Estas aguas confluyen con la Corriente Nor-Ecuatorial, la cual fluye hacia el oeste, y aproximadamente a los 20 grados norte, éstas convergen con la Corriente de California. La Contracorriente Ecuatorial es más fuerte de agosto a diciembre, mientras que de febrero a abril este patrón básicamente es el mismo, pero la Corriente de California se intensifica y su influencia se refleja más al sur.

En el Golfo de Tehuantepec el patrón de circulación general es el que a continuación se describe:





Las corrientes cercanas a la línea de costa, están sujetas por lo general a la influencia de los vientos en esta región, especialmente durante los meses de invierno, en los cuales se establece una circulación hacia el suroeste a lo largo de la línea de costa en la parte occidental del Golfo (Fig. 3.6).

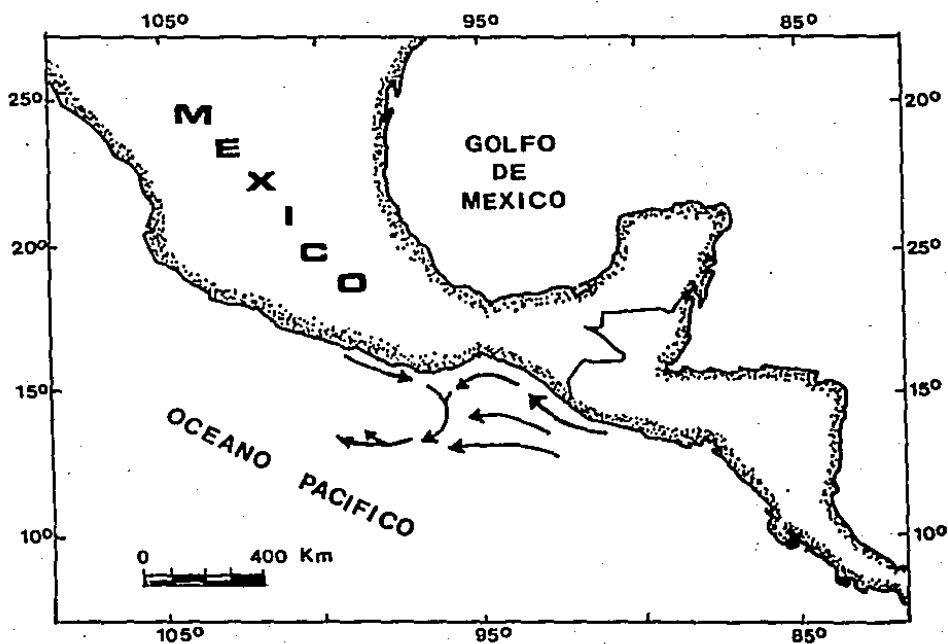


Figura 3.6. Dirección de la circulación costera en el mes de diciembre en el Golfo de Tehuantepec. (Tomada de Stumpf, 1975).

El resto del año la circulación presenta una dirección opuesta y esta alternancia puede explicarse debido a que los vientos durante la época de invierno son de gran fuerza e impulsan el agua superficial hacia el sur y hacia afuera del Golfo. Como es lógico, al disminuir el nivel de las aguas en la parte más interna de éste, se establecen corrientes de relleno a lo largo de ambos márgenes de la línea de costa que, fluyendo hacia el norte restablece el nivel. Cuando los vientos se moderan o cesan, el agua ocupa un nivel más alto internándose en el Golfo, escurriéndose el sobrante a lo largo de ambos márgenes de la línea de costa en dirección sur (Secretaría de Marina 1978a).

Como se mencionó en la sección 3.3.1, el efecto de los vientos no solo incide en la circulación superficial, sino que también causa una mezcla vertical considerable e induce las surgencias de aguas subsuperficiales.

#### 3.4.3 Surgencias

Un aspecto interesante en la dinámica oceanográfica del Golfo de Tehuantepec es el fenómeno de las surgencias.

Las surgencias traen aguas subsuperficiales a la superficie, induciendo con ello la regeneración de nutrientes en la zona fótica y en consecuencia el incremento en la productividad primaria. El suministro de nutrientes generalmente se agota en las capas superficiales, pero si hay un constante transporte ascendente de nutrientes, desde abajo por aguas ricas en ellos, la productividad puede ser

alta y continua (Smith, 1968; Wooster, 1978).

Las surgencias están muy relacionadas con el efecto del viento sobre el agua superficial, en donde además intervienen el Efecto de Coriolis y el Efecto Ekman, los cuales provocan que las aguas superficiales no vayan en la dirección que el viento sopla, sino sufran una desviación; ésta es en general 45 grados a la derecha en el hemisferio norte y 45 grados a la izquierda en el hemisferio sur (Smith, 1968; Ryther, 1969; Pearson y Dow, 1979; Hartline, 1981; Walsh, 1981). En el caso de las zonas costeras, cuando el viento sopla de norte a sur, debido al efecto Ekman, el agua superficial es forzada a alejarse de la zona de costa hacia mar abierto, y su lugar es ocupado por agua de un nivel más profundo. Este fenómeno se observa a lo largo de las costas del Pacífico de México, entre las longitudes 100 y 80 grados oeste (Legeckis, 1978); considerándose, particularmente, al Golfo de Tehuantepec como una de las áreas de prominentes surgencias causadas por los vientos.

Las surgencias pueden alterar significativamente la distribución de propiedades físicas y químicas del agua de mar, lo que va a tener un efecto sobre los organismos y se va a reflejar en los sedimentos (Diester-Hass, 1978; Baturin, 1983).

Las principales características de las masas de agua superficiales en las regiones de surgencias son temperaturas bajas (cerca de 9 grados más baja que los valores normales para la misma latitud); salinidad baja y concentraciones bajas de oxígeno (Smith, 1968).

#### 3.4.4 Temperatura

Las aguas superficiales en el Golfo de Tehuantepec están caracterizadas por una capa mezclada con temperaturas de aproximadamente 30° C desde la superficie hasta 30 m de profundidad; presentándose un decremento en las temperaturas desde noviembre a marzo donde alcanzan valores de 26° a 27° C (Hastenrath y Lamb, 1977). Por otra parte la Secretaría de Marina (1978b) reportó que por debajo de los 30 m, la temperatura decrece ligeramente hasta alcanzar la termoclina en donde se observa un decremento brusco y substancial, con valores entre 15° y 20° C.

#### 3.4.5 Salinidad

Existen muy pocos datos sobre salinidad en el área: Blackburn et al. (1962) reportaron para el Golfo de Tehuantepec rangos de salinidad entre 33.0 y 33.73 en los primeros 20 m y para las aguas más profundas, por debajo de 200 de 34.0 y 34.5; mientras que Wyrski (1966) define a las aguas superficiales como masas de agua con baja salinidad que son el resultado de los niveles excesivos de lluvia comparado con la tasa de evaporación en el área. Cabe mencionar que los datos de salinidad de la Secretaría de Marina (1978b) son generales, y aunque no definen un patrón determinado, indican ciertas tendencias: hasta 50 m de profundidad; los valores de salinidad varían entre 35.0 y 36.0, y por debajo de esta profundidad se observan los valores más altos.

## CAPITULO 4

### METODOLOGIA

#### 4.1 ESTACIONES DE MUESTREO

Las muestras estudiadas son parte del proyecto denominado "Estudio de los Sedimentos y Minerales del Mar en el Piso Océánico del Golfo de Tehuantepec, México" (MIMAR), y fueron colectadas a bordo del buque oceanográfico "El Puma" de la Universidad Nacional Autónoma de México, durante las campañas MIMAR III y MIMAR IV comprendidas del 22 de mayo al 5 de junio de 1987 y del 28 de marzo al 6 de abril de 1988, respectivamente.

#### 4.2 TECNICA DE CAMPO Y DE LABORATORIO

##### 4.2.1 DETERMINACION DE OXIGENO DISUELTO

Como se mencionó en los antecedentes, durante la campaña oceanográfica MIMAR III se hizo una prospección de la zona de oxígeno mínimo en el Golfo de Tehuantepec; con base en los resultados obtenidos se planteó una red de muestreo en la plataforma continental de la región, el que se siguió durante la campaña MIMAR IV. En esta campaña se llevaron a cabo mediciones para determinar las concentraciones y la distribución de oxígeno disuelto en el agua de la plataforma del Golfo de Tehuantepec (Fig. 4.1). Se colectaron muestras de agua de fondo en 60 estaciones con

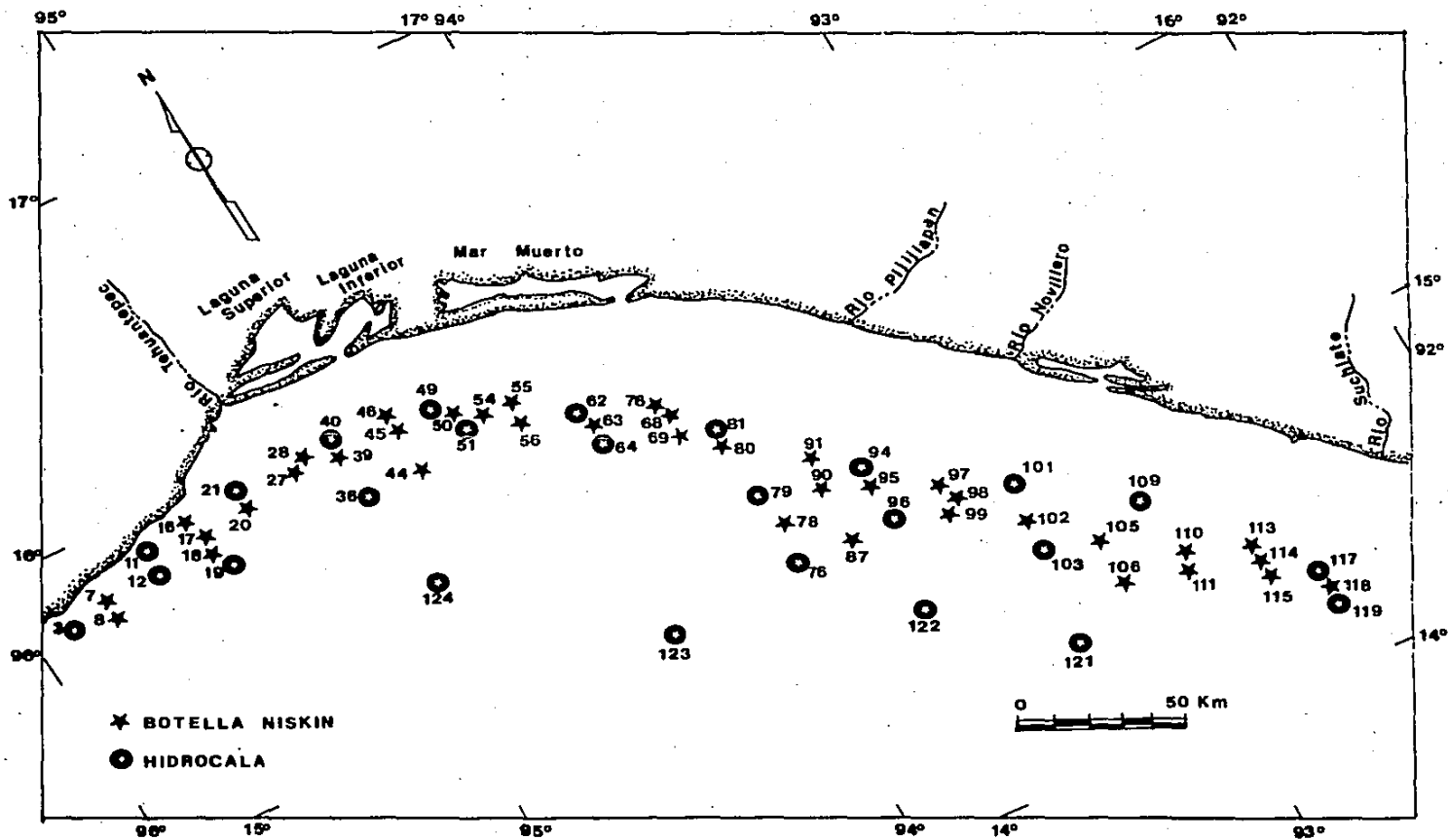


Tabla 4.1.- Relación de las muestras de agua colectadas durante la Campaña MINAR IV (\* Botella Niskin; \*\* Hidrocala).

ESTACION No.	Posicionamiento		Profundidad m
	Latitud N	Longitud W	
03 **	15 44.0	95 54.5	216
07 *	15 49.1	95 45.1	160
08 *	15 46.9	95 45.0	224
11 **	15 53.5	95 35.0	104
12 **	15 47.3	95 35.0	500
16 *	15 54.3	95 25.0	95
17 *	15 50.0	95 25.0	141
18 *	15 48.6	95 25.0	167
19 **	15 45.0	95 25.0	352
20 *	15 51.4	95 15.0	130
21 **	15 54.9	95 15.1	86
27 *	15 54.8	95 03.1	198
28 *	15 55.8	95 05.0	120
36 **	15 45.0	94 55.0	163
39 *	15 54.6	94 55.1	170
40 **	15 57.8	94 55.3	102
44 *	15 45.0	94 44.8	258
45 *	15 55.9	94 45.0	126
46 *	15 57.0	94 44.9	81
49 **	15 54.6	94 37.3	78
50 *	15 51.7	94 34.9	15
51 **	15 49.4	94 34.8	204
54 *	15 49.2	94 29.9	87
55 *	15 48.1	94 29.9	135
56 *	15 45.4	94 25.0	188
62 **	15 42.0	94 14.9	97
63 *	15 41.3	94 14.9	140
64 **	15 36.3	94 14.7	213
69 *	15 34.8	94 05.0	138
70 *	15 36.5	94 05.0	84
76 **	15 00.0	93 54.9	202
78 *	15 09.9	93 54.8	190
79 **	15 14.9	93 54.8	193
80 *	15 27.0	93 54.9	152
81 **	15 28.7	93 54.7	124
87 *	15 00.0	93 44.9	181
90 *	15 11.0	93 45.0	198
91 *	15 17.9	93 44.6	146
92 *	15 21.2	93 44.8	106
94 **	15 13.8	93 34.9	80
95 *	15 10.8	93 35.0	127
96 **	15 00.9	93 34.9	199
97 *	15 05.0	93 25.0	95
99 *	14 54.9	93 25.0	95
101 **	14 55.1	93 14.6	76
102 *	14 48.2	93 15.0	153



cont. TABLA 4.1

---

103 **	14 42.2	93 14.8	210
105 *	14 38.3	93 04.9	162
106 *	14 32.0	93 04.9	205
109 **	14 35.6	92 56.6	118
110 *	14 31.0	92 54.7	162
111 **	14 28.5	92 55.7	202
113 *	14 26.7	92 44.9	104
114 *	14 23.4	92 44.5	145
115 *	14 20.5	92 44.5	191
117 **	14 16.7	92 34.9	103
118 *	14 13.0	92 35.1	147
119 **	14 11.5	92 35.0	177
121 **	14 23.9	93 18.9	505
122 **	14 43.3	93 39.5	246
123 **	14 58.9	94 19.4	543
124 **	15 25.4	94 53.6	540

---

botellas Niskin (Tabla 4.1), las cuales se bajaron tan cerca del fondo como fue posible. También se tomaron muestras de la columna de agua en 24 estaciones en niveles de 1, 40, 60, 80, 100, 150, 200, 350 y 500 m de acuerdo a la profundidad de la misma. La determinación de oxígeno en dichas estaciones se hizo a bordo mediante el método Winkler modificado por Carpenter (1966), el cual consiste esencialmente, en fijar en la muestra una cantidad de yodo equivalente al oxígeno presente.

El yodo se determinó por calibración usando tiosulfato de sodio.

La muestra se trató con una solución concentrada de hidróxido de sodio y yoduro de potasio y posteriormente con una solución concentrada de sulfato manganoso. La adición de sulfato manganoso a la solución de NaOH-KI hace que se precipite el hidróxido de manganeso ( $Mn^{2+}$ ), dando un color blanco.



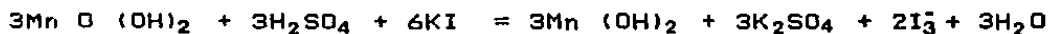
(pp blanco)

El hidróxido de manganeso  $Mn(OH)_2$  es cuantitativamente oxidado por el oxígeno disuelto presente en la solución a un nuevo compuesto de manganeso.

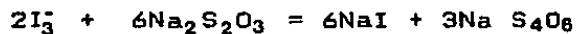


(pp café)

Se acidula la solución con ácido sulfúrico concentrado haciendo que el compuesto de manganeso se disuelva y se oxide cuantitativamente el yoduro a yodo.



El contenido de yodo es equivalente al oxígeno disuelto encontrado originalmente en la solución y se determina por titulación con una solución estándar de tiosulfato de sodio (aproximadamente 0.010 N) usando el almidón como indicador.



Para la obtención de las muestras se siguió el procedimiento que a continuación se describe (modificado de Rosales-Hoz, 1980):

Las muestras de agua se tomaron por triplicado inmediatamente de las botellas muestreadoras. Esto se hizo para minimizar la pérdida o ganancia de oxígeno que puede resultar de un cambio de temperatura o presión en la superficie o acción bacteriana en la materia orgánica.

Se colocó un tubo de vaciado (un trozo de tubo de plástico blando de aproximadamente 20 cm de largo) en el grifo de la salida de la botella muestreadora. El frasco en el que se colectó la muestra se enjuago por lo menos dos veces. Una vez enjuagado se introdujo el tubo de plástico hasta el fondo de éste y se vertió lentamente el agua para evitar la formación de burbujas; a medida que el frasco se

lleno se retiró gradualmente el tubo de plástico manteniendo su extremo siempre por debajo de la superficie de la muestra, permitiendo que el agua rebasara ligeramente.

Al llenarse el frasco se retiró el tubo de vaciado y se le agregaron 1 ml de reactivo de sulfato manganoso y 1 ml de yoduro alcalino. Para prevenir la oxidación del aire se insertó la punta de la pipeta por debajo de la superficie de la muestra. Inmediatamente el frasco se tapó rápidamente, teniendo cuidado de no formar burbujas de aire, verificando que el tapón cerrara herméticamente. Se prosiguió a agitarlo enérgicamente y se esperó a que el precipitado se asentara para volver a agitar nuevamente. La muestra se dejó reposar hasta que dicho precipitado ocupara la tercera parte inferior del frasco. En la parte superior de la solución, donde era perfectamente clara se le agregó 1 ml de  $H_2SO_4$  concentrado de la misma manera que se describió anteriormente y se volvió a tapar y a agitar enérgicamente hasta disolver completamente el precipitado.

Se tomaron 50 ml de la muestra con una pipeta automática y se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 125 ml. Se tituló con tiosulfato de sodio 0.01 N hasta que la solución estuviera casi clara, se le agregaron unas gotas de almidón y se continuó titulando hasta que la solución se tornara clara.

Los datos obtenidos fueron gráficos y configurados, primero para observar la distribución vertical del contenido de oxígeno y después para determinar la distribución de éste en el agua de fondo y la traza superior de la zona de

oxígeno mínimo en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec.

#### 4.2.2 OBTENCION DE LAS MUESTRAS SEDIMENTARIAS

Durante la campaña oceanográfica MIMAR III se colectaron muestras de sedimento superficial en 48 estaciones (Tabla 4.2 y Fig. 4.2), por medio de la draga Smith McIntyre. De la draga se muestreó el primer centímetro superficial y se vaciaron en frascos con capacidad de 45 cci se colectaron dos por estación. Las muestras se llevaron al laboratorio para ser procesadas.

#### 4.2.3 FORAMINIFEROS

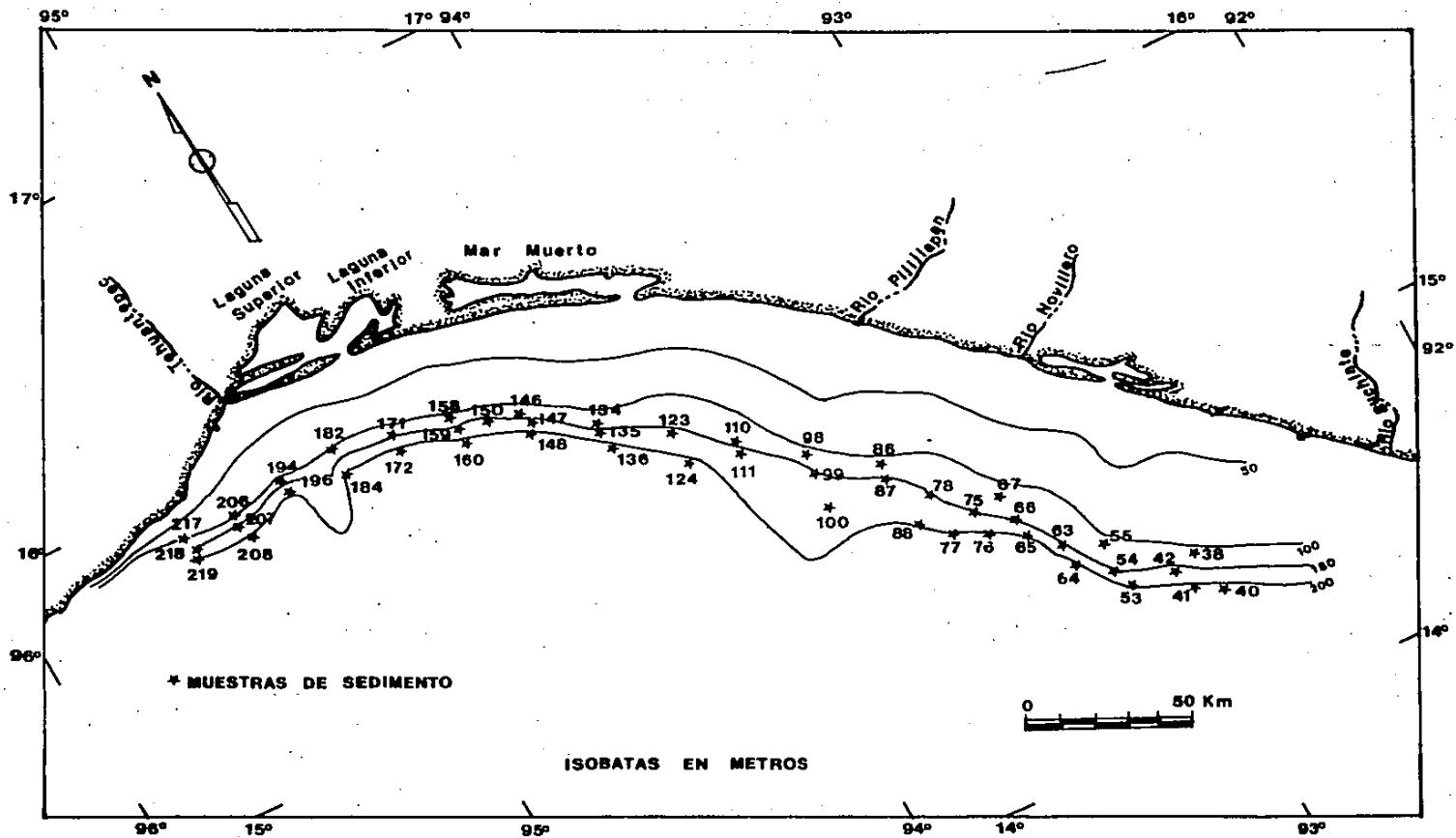
El procedimiento utilizado para la separación de foraminíferos bentónicos se describe a continuación:

Se tomó una cantidad constante de sedimento seco, 50 g, el cual se lavó con agua corriente en un tamiz con abertura de malla de 0.063 mm, con el propósito de eliminar los limos y las arcillas. Posteriormente, el sedimento retenido se vació en una cápsula de porcelana y se secó en el horno a temperatura de 50° C. Una vez seca la muestra, se fraccionó por medio de un cuarteador de tipo Otto hasta obtener una alícuota que contuviera entre 300 y 500 especímenes de foraminíferos bentónicos y se procedió a separarlos en placas micropaleontológicas con ayuda de un microscopio estereoscópico.

Después de preparar las placas se efectuó la determinación taxonómica de los foraminíferos.

TABLA 4.2 Relación de muestras sedimentarias colectadas durante la Campaña MIMAR III y algunos parámetros oceanográficos.

Estación No.	Posicionamiento		Profundidad m	Temperatura C	Oxígeno ml/l	Tipo de Sedimento
	Latitud N	Longitud W				
38	14 35.7	92 55.7	104	19	0.40	Arena limosa
40	14 27.9	92 54.9	209	22	0.09	Arena limosa
41	14 30.3	93 00.1	207	17	0.20	Arena limosa
42	14 34.1	93 01.3	155	16	0.31	Arena limosa
53	14 34.8	93 10.3	202	18	0.22	Arena limosa
54	14 39.0	93 10.6	154	18	0.25	Arena limosa
55	14 43.6	93 10.4	102	21	0.34	Arena limosa
63	14 48.1	93 15.0	149	16	0.35	Arena limosa
64	14 42.3	93 14.9	200	21	0.25	Limo arenoso
65	14 50.5	93 19.9	201	19	0.30	Limo arenoso
66	14 54.4	93 19.9	149	16	0.37	Limo arenoso
67	14 59.9	93 19.9	102	21	0.41	Arena limosa
75	14 59.1	93 25.0	152	21	0.26	Limo arenoso
76	14 54.3	93 25.2	200	17	0.21	Limo arenoso
77	14 57.8	93 30.0	200	18	0.22	Limo arenoso
79	15 04.8	93 30.0	150	19	0.29	Limo arenoso
86	15 13.8	93 34.9	109	19	0.50	Limo arenoso
87	15 10.8	93 35.0	151	18	0.14	Limo arenoso
88	15 00.8	93 35.0	201	17	0.27	Limo arenoso
98	15 21.4	93 44.8	101		0.80	Arena
99	15 18.1	93 44.9	152	19	0.38	Limo arenoso
100	15 11.2	93 45.0	196	16	0.00	Limo arenoso
110	15 28.9	93 54.7	111	19	0.06	Arena limosa
111	15 27.2	93 54.9	150	17	0.13	Limo arenoso
123	15 34.9	94 05.5	152	20	0.18	Limo arenoso
124	15 29.5	94 05.0	202	17	0.05	Limo arenoso
134	15 42.5	94 14.9	110	22	0.21	Arena
135	15 41.2	94 14.9	158	18	0.12	Limo arenoso
136	15 36.3	94 20.0	209	24	0.06	Limo
146	15 49.2	94 25.0	116	22	0.35	Arena lodosa
147	15 48.1	94 24.9	158	17	0.19	Limo arenoso
148	15 45.4	94 25.0	209	18	0.00	Limo
150	15 51.0	94 29.8	152	16	0.27	Limo arenoso
158	15 54.0	94 35.0	107	23	0.27	Arena
159	15 51.7	94 35.0	150	19	0.15	Limo arenoso
160	15 49.3	94 35.0	203	16	0.05	Limo
171	15 55.8	94 45.0	103	17	0.28	Limo arenoso
172	15 52.6	94 45.3	202	22	0.21	Limo
182	15 57.8	94 55.3	104	22	0.12	Limo arenoso
184	15 52.6	94 55.2	202	19	0.13	Limo
194	15 57.6	95 05.0	98	19	0.20	Limo
196	15 53.6	95 04.9	200	17	0.25	Limo
206	15 54.9	95 15.1	97	18	0.32	Limo
207	15 51.4	95 15.0	151	17	0.	Limo
208	15 50.6	95 15.1	210	17	0.28	Limo arenoso
217	15 54.3	95 25.0	100	22	0.50	Limo
218	15 50.0	95 25.0	150	17	0.39	Limo
219	15 48.6	95 25.0	203	17	0.42	Limo



Las abundancias relativas de cada una de las especies se correlacionaron con los valores de los diferentes parámetros oceanográficos (oxígeno, profundidad y tipo de sustrato) en cada una de las estaciones y se dedujeron algunas relaciones ecológicas.

#### 4.3 ANALISIS DE FACTORES

Se aplicó un análisis de factores modo Q a las datos de abundancia relativa, utilizando el subprograma "Factor" del Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) (Kim, 1977; Klován e Imbrie, 1971) en la computadora Burroughs 7800 del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. La matriz de datos comprendió 48 estaciones y 57 especies, aquellas que se presentaron en tres o más muestras y tuvieron una abundancia relativa mayor de 1% cuando menos en una de las muestras. Los factores iniciales fueron calculados por factorización principal con iteración (método PA2 de Kim, 1977), este método utiliza factores inferidos y reemplaza los vectores principales de la matriz de correlación con estimaciones de comunalidad (las correlaciones múltiples completas entre cada variable y el resto de las variables de la matriz). El método PA2 además realiza un proceso de iteración que mejora las estimaciones de comunalidad. Este proceso consiste en la extracción de factores de la matriz de correlación original, reemplazándolos con las estimaciones de comunalidad, y la extracción de nuevos factores de varianza. En este análisis se requirieron 4 iteraciones. Al examinar los valores y sus



porcentajes acumulativos (la cantidad de información explicada por los factores) y considerando su significado, se decidió utilizar 2 factores. Los 2 factores explican el 77.2% de la información de la matriz de datos; factores subsecuentes contribuyen a un entendimiento adicional muy pequeño. Para simplificar y enfatizar la estructura del factor, la matriz del factor fue rotada utilizando el método varimax (ortogonal), el cual simplifica las columnas de la matriz y maximiza la varianza de la carga total de cada columna. Después de la rotación de la matriz, el factor 1 explica el 24.7% de los datos y el factor 2 el 75.3%.

Los pesos de los factores, se configuraron en cada una de las estaciones, la Tabla 4.3 comprende la matriz de transformación utilizada para recalcular los pesos finales de cada factor.

TABLA 4.3.- Matriz "VARIMAX" de Factores.

NO. DE MUESTRA	FACTOR 1	FACTOR 2
38	0.93040	0.02735
40	0.30603	0.77793
41	0.44900	0.69736
42	0.37765	0.58980
53	0.32473	0.90905
54	0.61479	0.56392
55	0.92883	-0.06753
63	0.71535	0.58440
64	0.61915	0.63985
65	0.16813	0.94198
66	0.41165	0.84321
67	0.94294	-0.00724
75	0.44501	0.81206
76	0.25252	0.89219
77	0.14890	0.94398
78	0.32142	0.81847
86	0.80961	0.27238
87	0.27797	0.83503
88	0.09139	0.94804
98	0.48783	0.80397
99	0.33540	0.87211
100	-0.04651	0.78633
110	0.91739	0.24908
111	0.28880	0.82930
123	0.37260	0.89500
124	0.04230	0.90874
134	0.94271	0.05110
135	0.69890	0.63542
136	0.01952	0.85379
146	0.87848	-0.07419
147	0.71581	0.57744
148	0.04812	0.85867
150	0.91834	0.30280
158	0.80336	-0.06684
159	0.92751	0.26285
160	0.21563	0.83253
171	0.93112	0.15733
172	0.45711	0.84880
182	0.83035	0.11319
184	0.14848	0.86536
194	0.13220	0.08108
196	-0.05984	0.79600
206	0.37898	0.35353
207	0.15928	0.84099
208	-0.01448	0.91460
217	-0.07802	0.26507
218	0.19805	0.87666
219	-0.05985	0.81585

## CAPITULO 5

### RESULTADOS Y DISCUSION

Con el objeto de facilitar el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos en este estudio, este capítulo se dividió en tres secciones principales que son:

#### 5.1 Distribución del Oxígeno

5.2 Foraminíferos Bentónicos y su relación con algunos parámetros oceanográficos (oxígeno disuelto, profundidad y tipo de sustrato).

#### 5.3 Análisis de Factores.

### 5.1 DISTRIBUCION DE OXIGENO

La distribución general de oxígeno, tanto para la columna de agua como en el fondo, de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec se determinó a través de los análisis de la concentración del oxígeno en las muestras colectadas en la Campaña MIMAR IV. (Tabla 5.1)

#### 5.1.1 Distribución de Oxígeno en la Columna de Agua.

Al analizar los resultados de las hidrocalas en las Figuras 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 (Tabla 5.1), se observó que, desde la superficie hasta 50 m de profundidad, el oxígeno

Tabla 5.1.- Concentraciones del oxígeno disuelto en las muestras de agua colectadas durante la campaña oceanográfica NINAR IV.

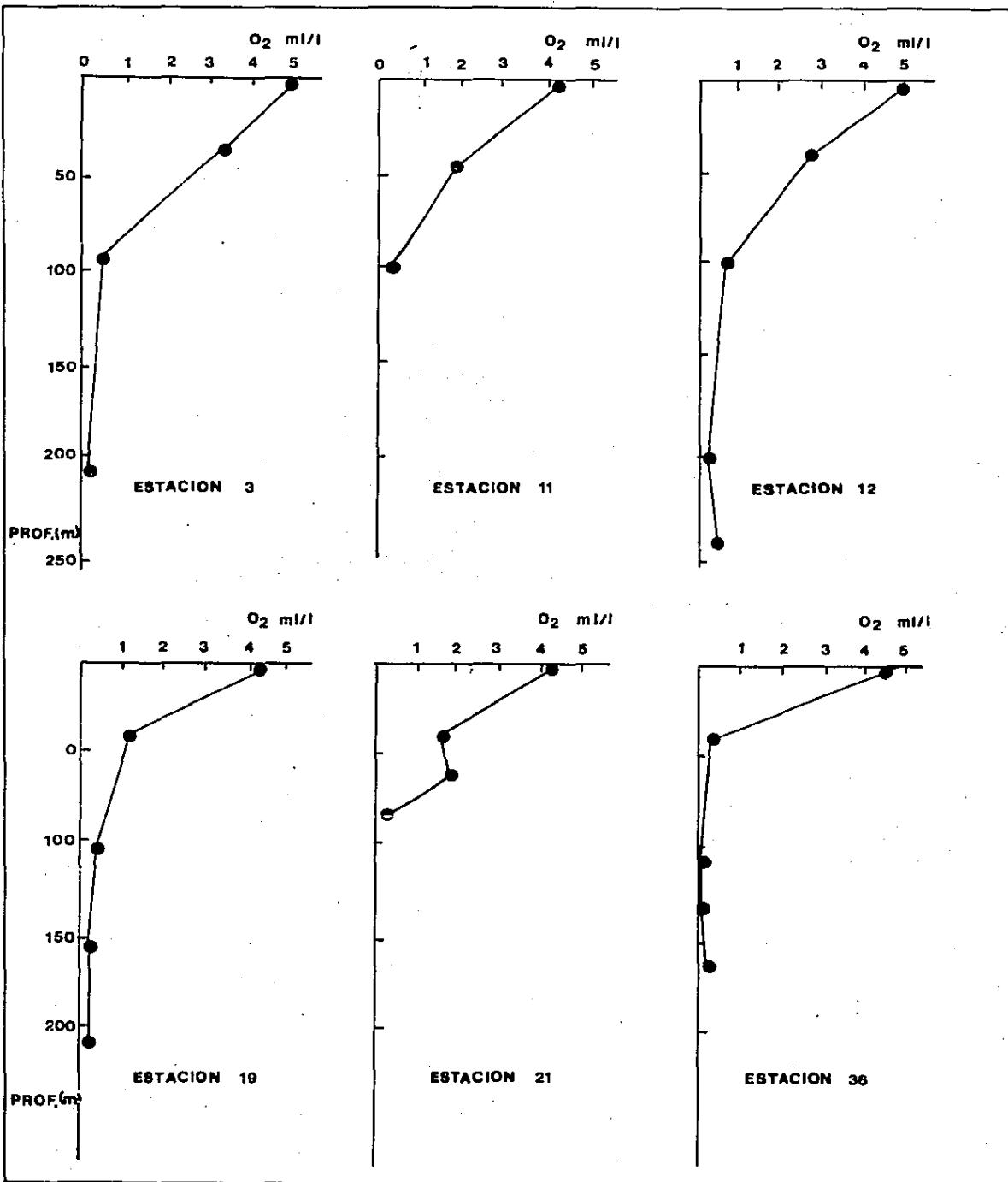
ESTACION NO.	TIPO DE MUESTREO	PROFUNDIDAD (m)	O <sub>2</sub> ml/l	ESTACION NO.	TIPO DE MUESTREO	PROFUNDIDAD (m)	O <sub>2</sub> ml/l	ESTACION NO.	TIPO DE MUESTREO	PROFUNDIDAD (m)	O <sub>2</sub> ml/l				
03	Hidrocala	1	5.03	21	Hidrocala	1	4.15	51	Hidrocala	1	4.02				
		40	3.38			40	1.54			45	3.00				
		100	0.51			60	1.78			105	0.21				
		150	0.40			82	0.31			155	0.15				
		203	0.39							205	0.00				
07	Botella Niskin	155	0.21	27	Botella Niskin	205	0.25	54	Botella Niskin	05	0.38				
08	Botella Niskin	210	0.24	28	Botella Niskin	120	0.21	55	Botella Niskin	135	0.19				
11	Hidrocala	1	4.23	36	Hidrocala	1	4.30	56	Botella Niskin	104	0.00				
		44	2.03			40	0.21								
		64	1.46			100	0.18								
		84	0.78			120	0.10								
		104	0.39			160	0.13								
12	Hidrocala	5	4.78	39	Botella Niskin	170	0.13	62	Hidrocala	1	5.10				
		40	2.75							40	1.18				
		100	0.71			40	Hidrocala			1	4.06				
		200	0.27							40	1.48	63	Botella Niskin	142	0.12
		250	0.42							60	0.55				
		500	0.31							80	0.17				
										100	0.11			64	Hidrocala
				40	1.01										
16	Botella Niskin	75	0.43	44	Botella Niskin	258	0.09			100	0.25				
17	Botella Niskin	140	0.39	45	Botella Niskin	126	0.20			150	0.00				
18	Botella Niskin	165	0.42	46	Botella Niskin	74	0.42			213	0.04				
19	Hidrocala	1	4.28	49	Hidrocala	1	4.27	69	Botella Niskin	130	0.10				
		40	1.20			40	1.26								
		100	0.47			60	0.47			70	Botella Niskin	84	0.30		
		150	0.29			75	0.20								
		200	0.25							76	Hidrocala	1	4.34		
		350	0.30									40	4.03		
20	Botella Niskin	125	0.29	50	Botella Niskin	155	0.15			100	0.14				
												150	0.11		
										202	0.07				
								70	Botella Niskin	170	0.00				

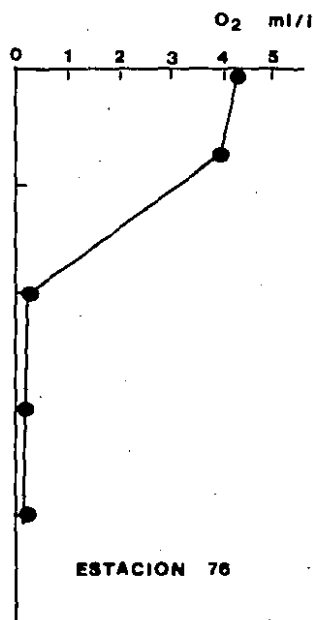
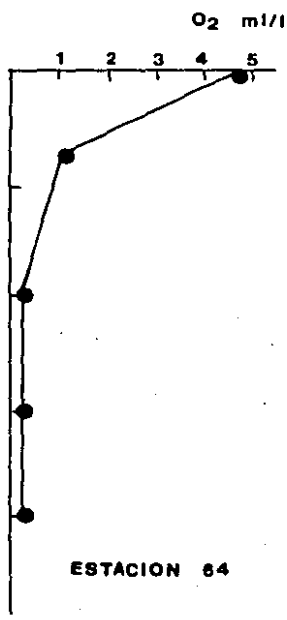
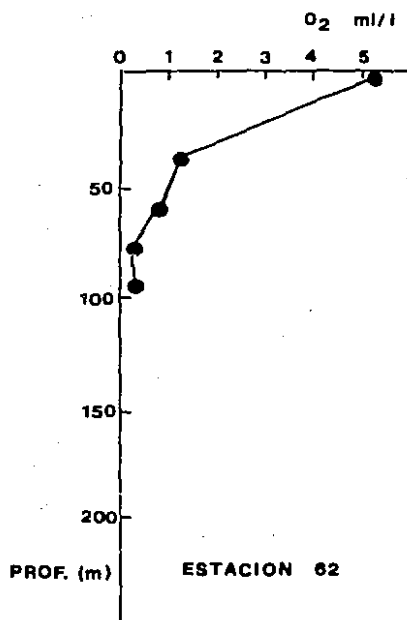
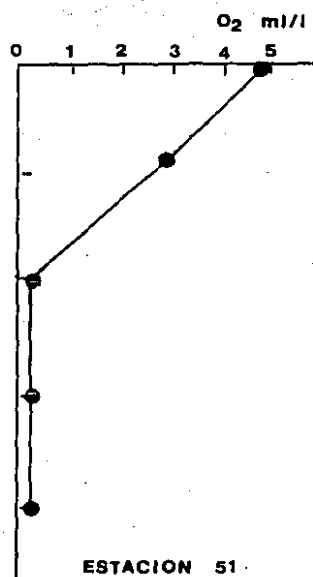
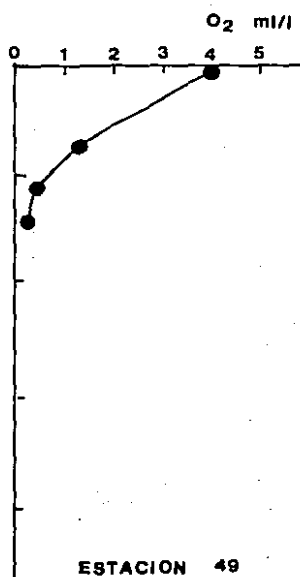
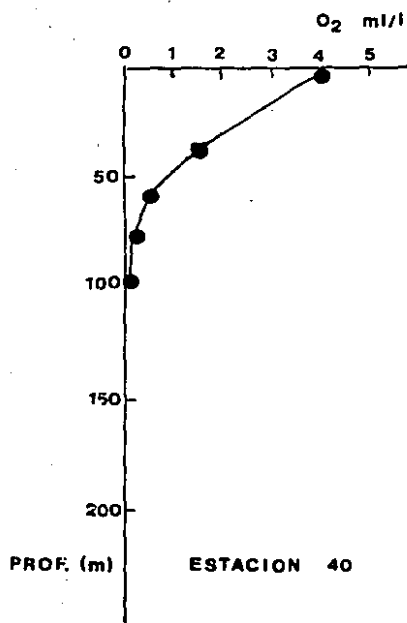
cont. Tabla 5.1.

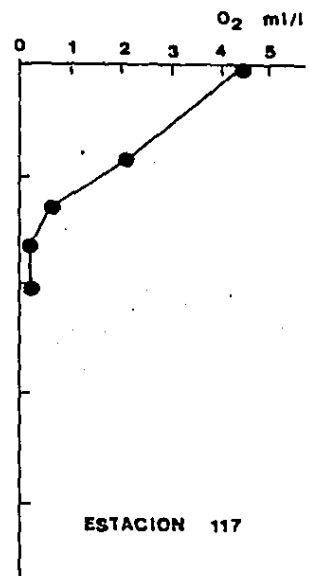
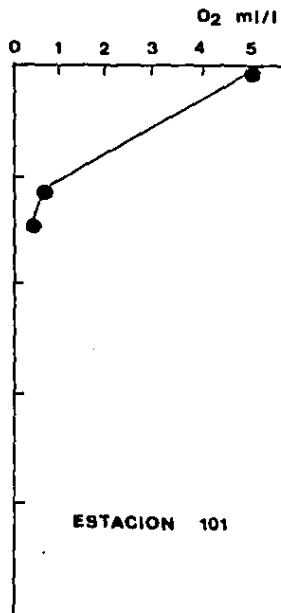
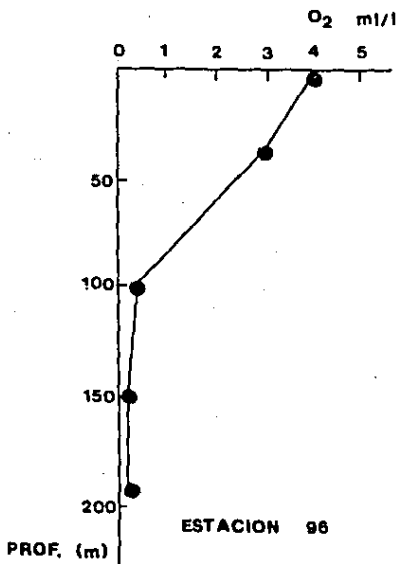
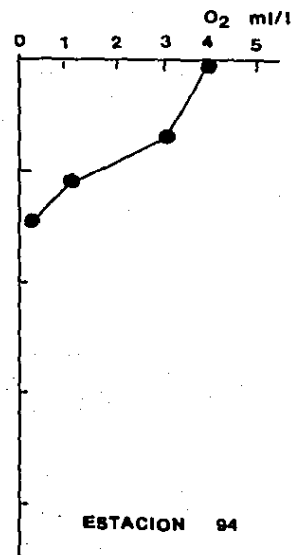
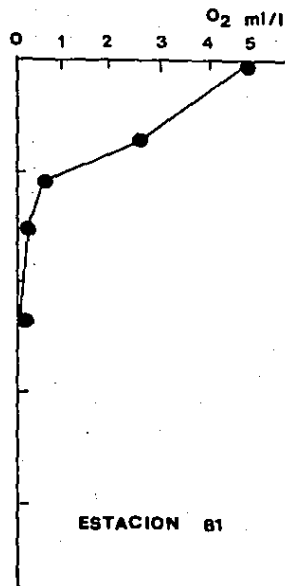
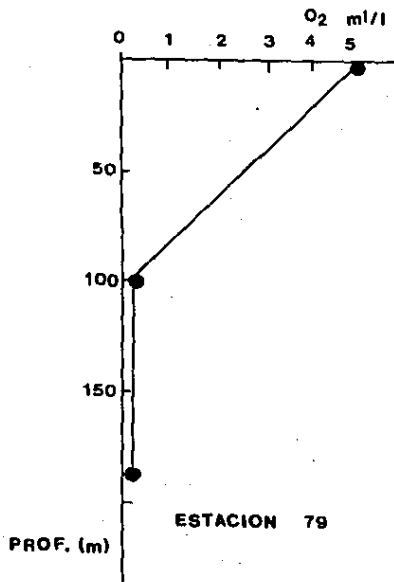
ESTACION NO.	TIPO DE MUESTREO	PROFUNDIDAD (m)	O <sub>2</sub> ml/l
79	Hidrocala	1	4.82
		40	3.12
		100	0.22
		150	0.14
		193	0.12
80	Botella Niskin	152	0.13
81	Hidrocala	1	4.98
		40	2.45
		60	0.50
		80	0.32
		124	0.04
87	Botella Niskin	181	0.10
90	Botella Niskin	198	0.09
91	Botella Niskin	147	0.16
92	Botella Niskin	106	0.04
94	Hidrocala	1	3.74
		40	2.99
		60	1.14
		80	0.32
95	Botella Niskin	127	0.14
96	Hidrocala	1	4.04
		40	2.98
		100	0.47
		150	0.27
		197	0.27
97	Botella Niskin	95	0.39
98	Botella Niskin	147	0.26

ESTACION NO.	TIPO DE MUESTREO	PROFUNDIDAD (m)	O <sub>2</sub> ml/l
99	Botella Niskin	197	0.21
101	Hidrocala	1	5.02
		15	4.03
		40	2.08
		60	0.48
		76	0.47
102	Botella Niskin	153	0.35
103	Hidrocala	1	4.09
		40	2.59
		100	0.30
		150	0.23
		210	0.25
105	Botella Niskin	162	0.33
106	Botella Niskin	205	0.29
109	Hidrocala	1	4.83
		40	2.42
		60	0.93
		80	0.38
		118	0.39
110	Botella Niskin	162	0.00
111	Hidrocala	1	3.75
		40	1.43
		100	0.12
		150	0.11
		202	0.09
114	Botella Niskin	144	0.37
115	Botella Niskin	191	0.42

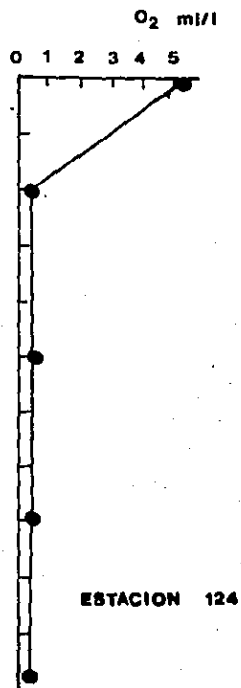
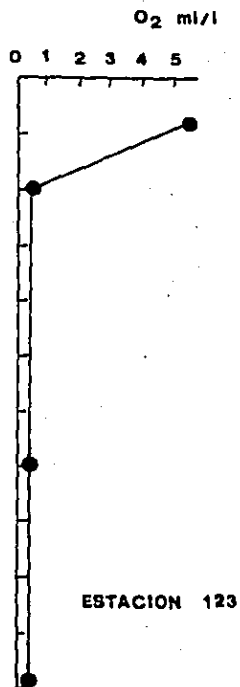
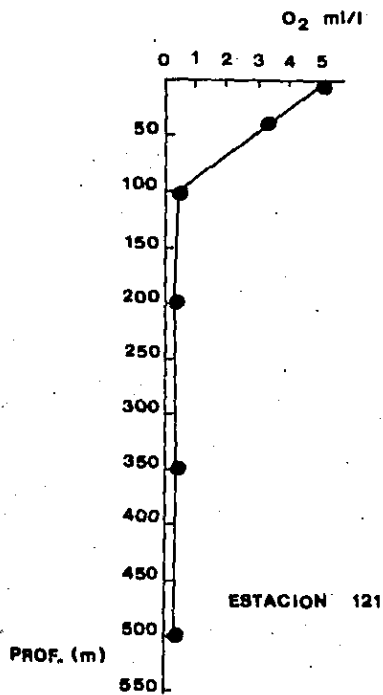
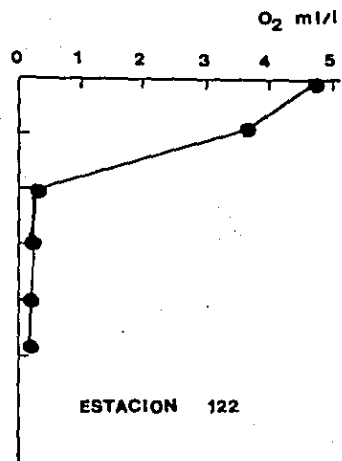
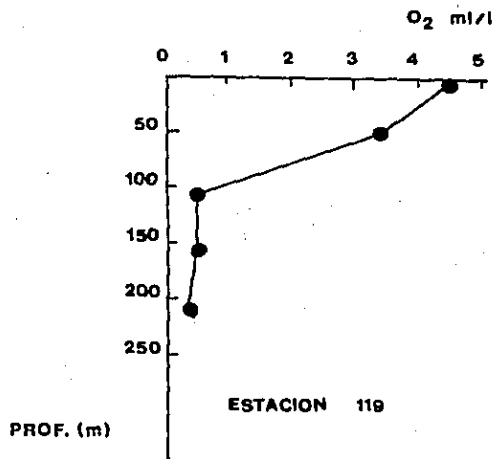
ESTACION NO.	TIPO DE MUESTREO	PROFUNDIDAD (m)	O <sub>2</sub> ml/l
117	Hidrocala	1	4.26
		43	2.10
		63	0.77
		83	0.30
		103	0.39
118	Botella Niskin	147	0.41
119	Hidrocala	1	4.54
		47	3.42
		107	0.57
		157	0.53
		207	0.30
121	Hidrocala	1	5.04
		40	3.25
		100	0.42
		200	0.25
		350	0.20
		505	0.24
122	Hidrocala	1	4.77
		40	3.62
		100	0.29
		150	0.24
		200	0.22
		242	0.24
123	Hidrocala	40	5.39
		100	0.30
		350	0.30
		500	0.25
		543	0.32
124	Hidrocala	1	5.20
		100	0.99
		200	0.47
		350	0.20
		400	0.24









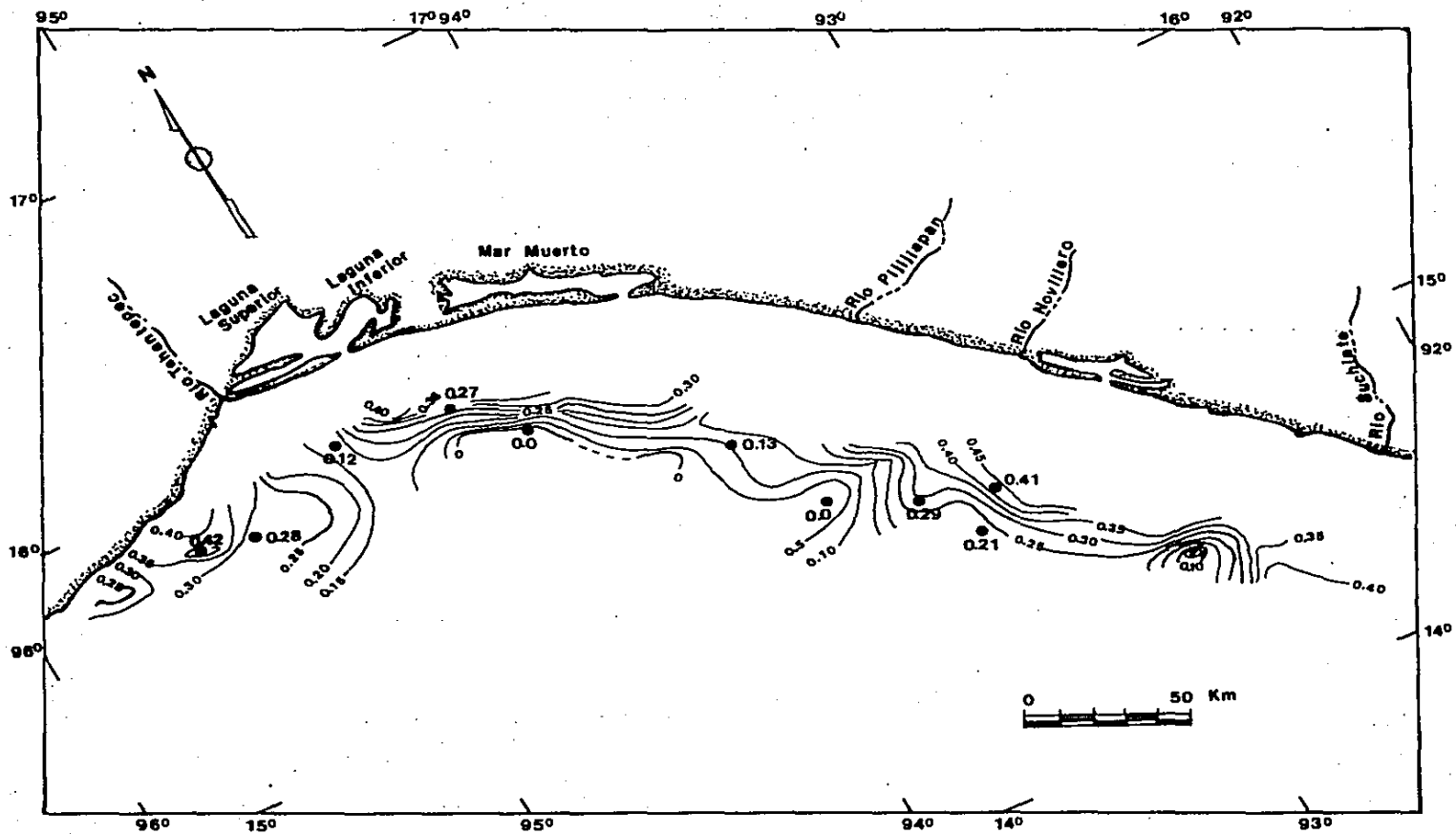


osciló entre 1.5 y 5 ml/l, y que en el límite de los 50 m los valores fueron entre 1.0 y 3.4 ml/l. Mientras que a profundidades entre 75 y 100 m se presentó un punto crítico en donde el contenido de oxígeno disminuye a valores iguales o menores de 0.5 ml/l. Estos valores mínimos (de 0.0 hasta 0.5 ml/l) se mantuvieron hasta los 200 m y se supone que continúan por lo menos hasta 500 m (como lo indican los valores de las 3 estaciones que alcanzaron dicha profundidad). Cabe mencionar que el método utilizado en este estudio para determinar el contenido de oxígeno disuelto (Winckler, modificado por Carpenter, 1966), a partir de concentraciones de oxígeno menores de 0.05 ml/l, pierde definición y marca valores de 0.0; por lo cual no necesariamente significa que las estaciones con valores de 0.0 estén en condiciones anóxicas.

En resumen, se puede decir que generalmente el contenido de oxígeno en las aguas superficiales en la época de muestreo (meses de marzo y abril), está cerca de la saturación y que disminuye al incrementarse la profundidad hasta un valor menor o igual a 0.5 ml/l entre 75 y 200 m.

#### 5.1.2 Distribución de Oxígeno en el Agua de Fondo

La distribución de oxígeno en el agua de fondo se muestra en la Figura 5.5. En ella se puede distinguir que las concentraciones de oxígeno oscilan entre 0.0 y 0.5 ml/l, con una tendencia a disminuir gradualmente al alejarse de la costa. Este patrón cambia en ciertas regiones localizadas aproximadamente frente a los Ríos Tehuantepec, Pijijiapan y



Suchiate. Posiblemente el cambio en la configuración de las isolíneas de oxígeno es el reflejo del cambio en la circulación del agua de fondo debido a la presencia de los accidentes topográficos (bancos), que ocurren frente a la desembocadura de los esos ríos (ver sección 3.1, figuras 3.2 y 3.3) y probablemente frente al Río Suchiate, aunque no se tienen datos batimétricos ni geomorfológicos detallados. Esto se puede explicar al suponer que, al encontrar la corriente oceánica la presencia de los bancos, choque y se desvíe hacia los lados. Este cambio en la circulación repercute a su vez en la distribución del oxígeno en fondo, y por lo tanto se refleja en la configuración.

De acuerdo al patrón de distribución del oxígeno en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, se detectó la presencia de una Zona de Oxígeno Mínimo que se caracteriza por contener menos de 0.5 ml/l de oxígeno disuelto y que se extiende aproximadamente desde los 75 m de profundidad hasta los 200 m en el área de estudio, estimando que esta continúa hasta profundidades mayores de 500 m como es evidenciado por los valores de las estaciones 121, 123 y 124 (Figura 5.4).

Como se mencionó en los antecedentes, zonas de oxígeno mínimo han sido reportadas en los márgenes orientales del Pacífico (Sverdrup *et al.*, 1942; Emery, 1960; Wooster y Reid, 1963; Smith, 1964; Wooster, 1970; Phleger y Soutar, 1973; Warren, 1973, Golik y Phleger, 1977; Ingle *et al.*, 1980; Ingle, 1981); sin embargo, su profundidad y espesor

varían latitudinalmente. En la figura 5.6, modificada de Ingle (1981), se integró información de diferentes autores, así como los datos generados en este estudio; en ella se puede observar la distribución de oxígeno disuelto en el margen continental del Océano Pacífico oriental desde los 40° de latitud N hasta los 40° de latitud Sur.

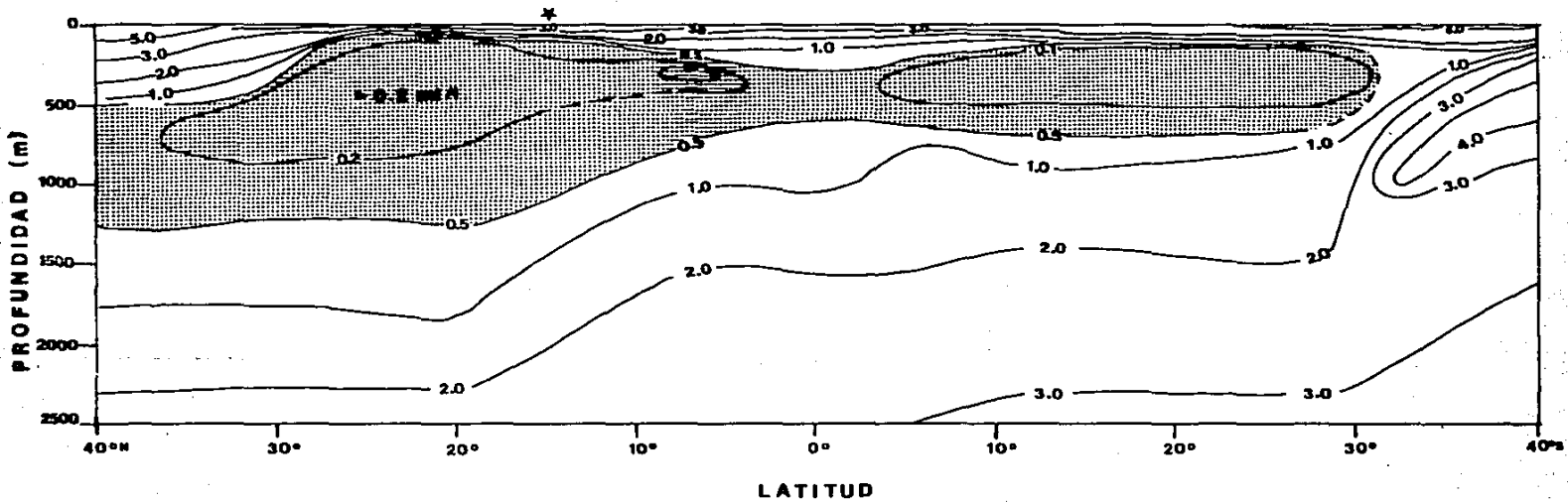
En dicha figura se nota que la zona de oxígeno mínimo en el área del Río Ruso al norte de California, presenta valores menores de 0.5 ml/l y se extiende a lo largo del talud a profundidades aproximadamente entre 500 y 1300 m (Quintero y Gardner, 1987); mientras que en la región sur de California los valores de oxígeno disuelto en el agua oscilan entre 0.1 a 1.1 ml/l en el talud inferior (1300 y 1900 m). El piso de la Cuenca de Santa Barbara, California presenta valores de oxígeno muy bajos (0.1 ml/l) (Kaplan y Rittenberg, 1963; Phleger y Soutar, 1973).

En las costas del Pacífico de Baja California (entre 25° y 26° de lat N), la capa de oxígeno mínimo se presenta desde profundidades muy someras (entre 75 y 100 m) con valores tan bajos como de 0.1 ml/l de oxígeno y se extiende hasta profundidades de 1250 m. En esta región, la capa tiene un espesor de aproximadamente 1100 m (Phleger y Soutar, 1973).

En este estudio se determinó que la capa de oxígeno mínimo en el Golfo de Tehuantepec, se encuentra también a profundidades someras (entre 75 y 100 m), con valores menores de 0.5 ml/l, alcanzando profundidades hasta de 500 m.

En el Golfo de Panamá, en Centroamérica, la capa de

MARGEN PACIFICO ORIENTAL



oxígeno mínimo tiende a hundirse levemente. Los valores menores de 0.5 ml/l de  $O_2$  se encuentran a partir de los 200 m. El espesor de esta capa es de aproximadamente 500 m (Golik y Phleger, 1977) y probablemente mayor.

La capa de oxígeno mínimo frente a las costas de Sudamérica tiene un patrón consistente. Su espesor es de aproximadamente 600 m. Frente a las costas de Perú los valores menores a 0.5 ml/l de oxígeno se encuentran entre 100 y 700 m de profundidad, observándose que el contenido de oxígeno es muy bajo a 180 m (0.1 ml/l) (Phleger y Soutar, 1973). Este patrón se continúa hasta las costas de Chile y a 28° de latitud, se observa un ligero decremento (aproximadamente de 50 m) en el espesor de dicha capa (Stommel, et al., 1973).

En conclusión se puede decir que la zona de oxígeno mínimo en el Golfo de Tehuantepec observa su límite superior a profundidades entre 75 y 200 m. Esta zona, aunque con pocos datos, se pudo detectar hasta 500 m en este trabajo y presenta concentraciones de 0.0 y 0.5 ml/l de  $O_2$ . Estos valores caen dentro de los reportados en la literatura, aunque hay regiones como la Cuenca de Santa Barbara y las costas frente a Perú en donde se observan valores muy bajos (0.1 ml/l). Asimismo se puede considerar que es el resultado del producto combinado de la alta productividad y de la circulación de las masas de agua en el área. El primer factor determina el contenido de oxígeno en la zona y el segundo la extensión o espesor de la misma (Wyrtki, 1962).

Por otra parte la distribución de oxígeno del Golfo puede integrarse dentro de un patrón general de los márgenes del Pacífico oriental, en donde existen diferencias latitudinales en el espesor de la zona de oxígeno mínimo, observando que el espesor de dicha zona entre 30° y 5° N, en el Pacífico Norte, México y Centroamérica, es mayor que frente a las costas de Sudamérica. Esta diferencia en el espesor se puede atribuir a que en Sudamérica la penetración de agua intermedia del Antártico, rica en oxígeno, hacia menores latitudes, inhibe la expansión de oxígeno mínimo a pesar de las altas tasas de productividad en las aguas superficiales; mientras que la lenta circulación del agua intermedia del Pacífico norte permite la expansión del oxígeno mínimo entre 30° y 5° N (Ingle, 1981).

Cabe mencionar que este patrón puede variar estacionalmente con el incremento o decremento de las tasas de surgencias, la productividad y la circulación de las aguas intermedias.

En el siguiente subcapítulo se discutirá la relación que guardan algunas especies de foraminíferos bentónicos con la zona de oxígeno mínimo.



## 5.2 FORAMINIFEROS BENTONICOS Y SU RELACION CON ALGUNOS PARAMETROS OCEANOGRAFICOS (OXIGENO DISUELTO, PROFUNDIDAD y TIPO DE SEDIMENTO).

En las 48 muestras estudiadas, se determinaron 93 especies de foraminíferos bentónicos, pertenecientes a 33 géneros (Anexo I).

En general las poblaciones de foraminíferos bentónicos en el área de estudio son abundantes, con ejemplares relativamente pequeños con testas frágiles bien preservadas. Cabe mencionar que en este trabajo se utilizaron poblaciones totales y aunque no se puede aseverar que el organismo vivía ahí en el momento de la colecta, los intervalos de profundidad y las condiciones de oxígeno de la mayoría de las especies concuerdan con los reportados en la literatura, tanto para poblaciones vivas como totales (Ver sección 5.2.2).

La distribución de los foraminíferos en las muestras estudiadas corresponde al Anexo II. Las especies que típicamente dominan son: *Bolivina plicata*, *B. seminuda*, *Cassidulina* cf. *C. subglobosa*, *Epistominella bradyana* y *Hanzawaia nitidula*.

Asimismo, en el área de estudio se encontraron los géneros: *Bolivina*, *Cassidulina* y *Hanzawaia*, dominando la fauna de foraminíferos bentónicos.

La mayoría de las especies aquí reportadas se

encuentran en toda el área de estudio. Sin embargo, algunas de ellas presentan cierta afinidad con algunos parámetros oceanográficos; ésta se discute a continuación:

### 5.2.1 OXIGENO

En la zona de oxígeno mínimo de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec la fauna de foraminíferos bentónicos presenta el siguiente patrón general de distribución con respecto a las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua:

A concentraciones menores de 0.3 ml/l de oxígeno, la fauna está compuesta principalmente por especies del género *Bolivina*, *Buccella* sp y *Cassidulina corbyi*.

En general, las especies del género *Bolivina* aparecen comunmente y con mayor abundancia en concentraciones de 0.0 a 0.3 ml/l, constituyendo hasta el 63% de la fauna (Fig. 5.7); este patrón es más claro en *Bolivina plicata* (Fig. 5.8), *Bolivina interjuncta bicostata*, y *B. seminuda*, esta última con sus máximas abundancias (14-32%) en concentraciones de 0.0 a 0.06 ml de O<sub>2</sub>/l.

*Buccella* sp, exhibe sus mayores abundancias relativas en concentraciones de oxígeno por debajo de 0.15 ml/l. Notándose que sus valores máximos (4.86-7.84%) están representados en las muestras que contienen entre 0.0 y 0.05 ml/l.

En general, se puede decir que *Cassidulina corbyi* se encuentra mejor representada en las muestras que contienen de 0.0 a 0.06 ml/l de oxígeno, con porcentajes de hasta 3%.

## Bolivina

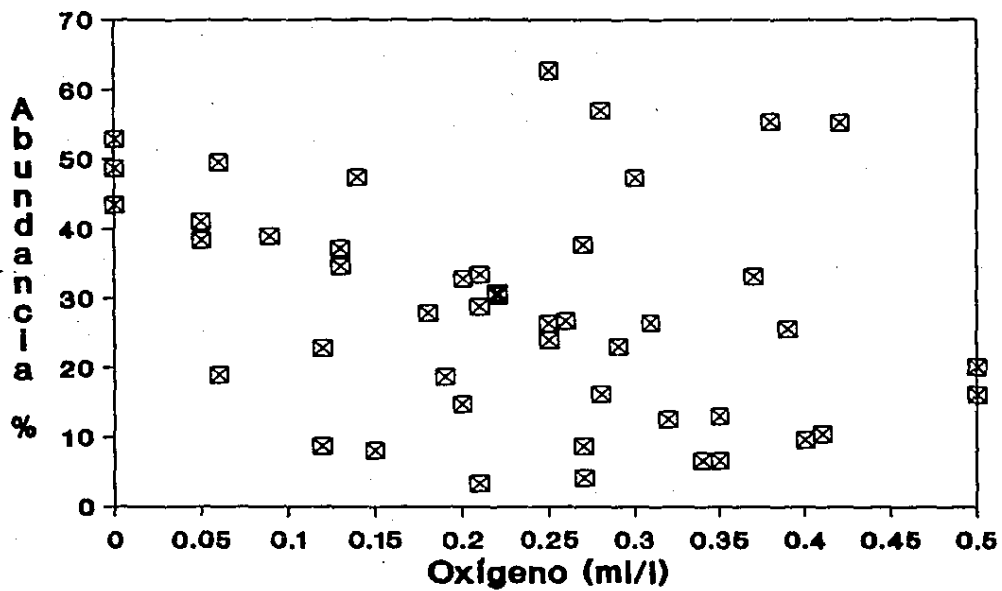


Figura 5.7. Abundancias relativas del género *Bolivina*,  
en la plataforma continental del área estudiada.

*Bolivina plicata*

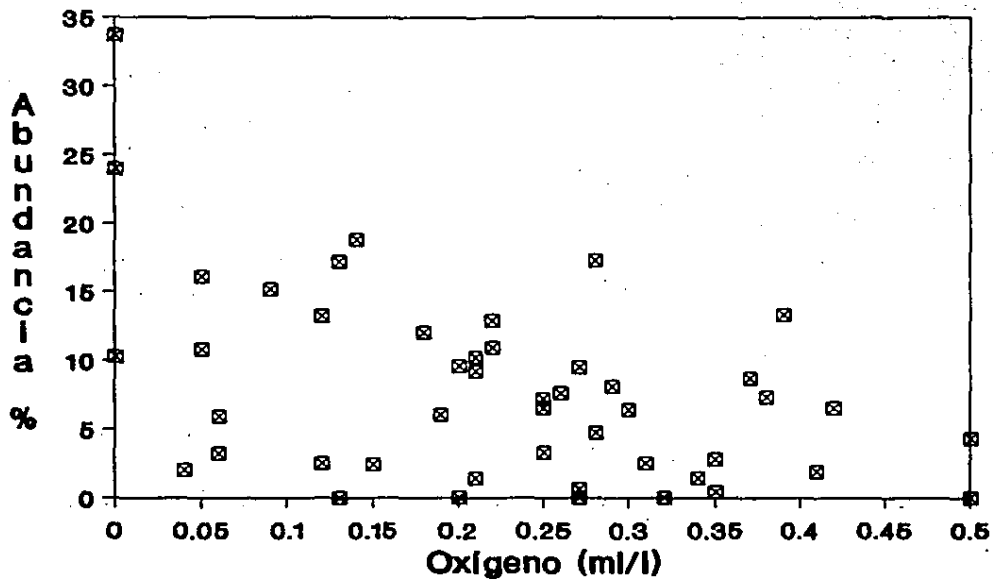


Figura 5.8. Abundancias relativas de *Bolivina plicata*,  
en la plataforma continental del área estudiada.

mientras que en las muestras donde la concentración de oxígeno es mayor alcanza solamente el 1.3%.

Se observó una segunda tendencia: algunas especies de foraminíferos bentónicos fueron predominantes en concentraciones de oxígeno mayores de 0.20 ml/l, tal es el caso de las especies pertenecientes al género *Hanzawaia* (*H. bertheloti*, *H. concentrica*, y *H. nitidula*). Estas especies a partir de concentraciones menores de 0.21 ml/l de oxígeno tienden a disminuir (Fig. 5.9). Así vemos que, por ejemplo, *H. nitidula* entre 0.5 y 0.21 ml de oxígeno por litro, puede llegar a presentar valores hasta del 25.08%, en tanto que en concentraciones por debajo de 0.21 ml/l, el porcentaje máximo que alcanza es de 6.5 %.

Las especies de los géneros *Buliminella* (*B. bassendorffensis*, *B. cf. B. bassendorffensis*, *B. curta* y *B. elegantissima*) y *Cassidulina* (*C. limbata*, *C. cf. C. subglobosa* y *C. tortuosa*), no presentan ningún patrón de distribución definido con respecto a la concentración de oxígeno disuelto.

Asimismo, *Epistominella bradyana*, se distribuye en toda el área, independientemente de las concentraciones de oxígeno.

Harman (1964), Phleger y Soutar (1963), Ingle, et al. (1980) e Ingle (1980, 1981) encuentran una biofacies distintiva de foraminíferos bentónicos caracterizada por *Bolivina seminuda*, *B. interjuncta*, *Buliminella exilis tenuata* y *Suggrunda eckisi* asociada con la capa mínima de oxígeno en el Pacífico oriental y utilizan a esta biofacies para delimitar la extensión geográfica de dicha capa (Fig.

### *Hanzawaia*

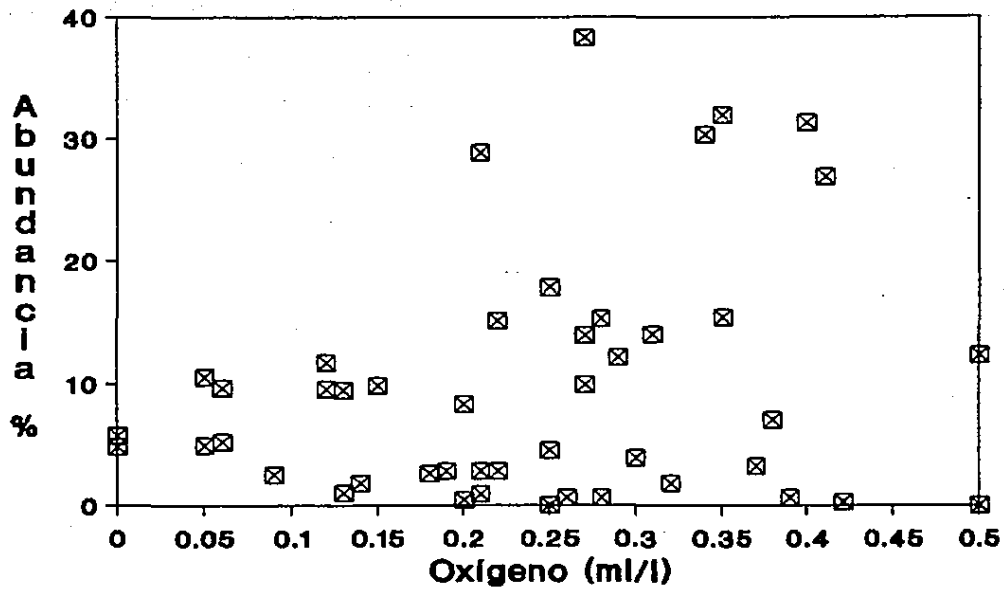


Figura 5.9. Abundancias relativas del género *Hanzawaia*,  
en la plataforma continental del área estudiada.

11). Este mismo conjunto está asociado con diatomitas laminadas del Mioceno en California y Japon (Ingle, 1967; Asano et. al., 1969; Ingle, 1980). Por su parte Matoba y Yamaguchi (1982) consideraron que la frecuencia combinada de *Bolivina humilis* con *B. seminuda* variedades, *Globobulimina pacifica*, *G. obula*, *Suggrunda eckisi* y *Nonionella stella*, pueden indicar condiciones de oxígeno mínimo.

Resig (1981) reportó dos asociaciones de foraminíferos viviendo en la zona de oxígeno mínimo en la plataforma externa y la zona batial superior frente a Perú (82-500 m de profundidad). Una asociación que denominó de plataforma externa (82-152 m), caracterizada por las siguientes especies: *Bolivina costata* (13 al 91%) y *Bolivina seminuda humilis* (5-74%); y otra asociación denominada de la zona batial superior integrada por: *Bolivina seminuda humilis* (8-64%), *Epistominella bradyana* (20-37%), *Bolivina plicata* (5 al 14%), *Uvigerina striata* (7 al 13%), *Epistominella obesa* (6 al 7%), *Bolivina seminuda foraminata* (6%), *Angulogerina carinata* (2 al 5%) y *Cancris carmenensis* (2 al 4%).

Considerando los resultados anteriormente expuestos se observa que la fauna característica en el área de estudio, está integrada por especies similares a las referidas en otras áreas del Pacífico oriental dentro de la zona de oxígeno mínimo.

Tocante a los géneros, en este estudio se encuentran predominantemente: *Bolivina*, *Cassidulina*, *Epistominella* y *Hanzawaia*.

En aguas de fondo pobremente oxigenadas en otras áreas del Pacífico oriental, han sido reconocidas biotas de foraminíferos en las cuales especies de Bolivina, Bulimina y Uvigerina son relativamente abundantes (Phleger y Soutar, 1973). Por su parte Ingle y Keller (1980) caracterizaron una biofacies en una zona de oxígeno mínimo y observaron que aunque la composición de dicha biofacies variaba, estaba comunmente dominada por especies de Bolivina. Quintero y Gardner (1987) coinciden con lo expresado por Ingle (1980) de que los géneros de Bolivina, Bulimina y Globobulimina son característicos de la zona de oxígeno mínimo.

En este estudio el género Bolivina se encontró predominando las zonas de menor concentración de oxígeno junto con Epistominella bradyana, coincidiendo con lo expuesto en la literatura.

Es importante señalar que en el área de estudio se encontraron especies del género Uvigerina tales como U. excellens y U. incilis; sin embargo estas especies son poco frecuentes y no tienen ninguna distribución definida con respecto a las concentraciones de oxígeno disuelto.

Al analizar los foraminíferos bentónicos en el área de estudio, se observo que presentan un tamaño pequeño en comparación con aquellos desarrollados en ambientes en donde la concentración de oxígeno es mayor de 1 ml/l. En un estudio preliminar realizado en la plataforma interna del Golfo de Tehuantepec con foraminíferos bentónicos, fuera de la zona de oxígeno mínimo, estos presentaron mayor talla que aquellos encontrados en la plataforma externa (100 a 200 m



de profundidad) bajo condiciones de poco oxígeno (Machain-Castillo, com. pers.).

El tamaño pequeño de los ejemplares y su gran abundancia son distintivos de los foraminíferos bentónicos en áreas de alta productividad. Este tamaño puede deberse a la rápida reproducción bajo condiciones "óptimas" (Phleger y Soutar, 1973), caracterizadas por abundancia de alimento en estas zonas, como ya se mencionó en la sección 2.1.

Bradshaw (1961) descubrió que las tasas de consumo de oxígeno están en función del tamaño del organismo en condiciones de temperatura constante, con un marcado incremento de las tasas de consumo cuando los especímenes presentaban dimensiones mayores de 250  $\mu$ .

Las altas tasas de consumo de oxígeno en individuos grandes puede restringir el tamaño de las especies que puedan proliferar bajo condiciones donde el aporte de oxígeno es restringido.

Con base en lo anterior se puede inferir que el tamaño pequeño de los individuos en este estudio, es una adaptación al ambiente, para así optimizar el consumo de oxígeno bajo condiciones reductoras (Phleger y Soutar, 1973).

Otra característica que se observó en la fauna del área, fue que los Bolivínidos presentaban formas alargadas y testas, generalmente, muy porosas. Estos rasgos concuerdan con lo reportado por Douglas (1979), quien observó Bolivínidos de forma prolada en ambientes altamente oxigenados y de formas lanceoladas en ambientes con bajo contenido de oxígeno. Este autor sugirió que tales

variaciones morfológicas pueden estar relacionadas a la respiración o intercambio de gas de la célula. El cambio en la forma de la testa de prolada a comprimida corresponde a un incremento en el área superficial, a expensas del volumen de la testa. En condiciones de bajo oxígeno, una mayor superficie probablemente facilita el intercambio de gas. Esta hipótesis se apoya en el descubrimiento de que las mitocondrias, que controlan el intercambio de oxígeno, están concentradas cerca de los poros, próximas a la pared externa de la testa en especies del género Bolivina de ambientes con bajo contenido de oxígeno (Leutenegger y Hansen, 1979); mientras que las mitocondrias están más uniformemente distribuidas en el citoplasma de especies en ambientes con mayor cantidad de oxígeno.

Por otra parte las características antes mencionadas indican que la fauna de foraminíferos que vive bajo condiciones de poco oxígeno (menos de 2.0 ml O<sub>2</sub>/l) está caracterizadas por una baja diversidad, con individuos con testas delgadas, pequeñas y porosas (Bandy, 1961; Harman, 1964; Streeter, 1972; Phleger y Soutar, 1973; Douglas, 1979; Douglas y Heitman, 1979 y Gorean y Garrison, 1981).

En conclusión, las especies que caracterizan la zona de oxígeno mínimo en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec pertenecen esencialmente a los géneros Bolivina, Buccella, Cassidulina, Epistominella y Hanzawaia, más algunos otros poco frecuentes. Se observaron ciertas preferencias hacia determinadas concentraciones de oxígeno, de tal forma que las especies del género Bolivina y Buccella

son más abundantes en concentraciones menores de 0.25 ml de oxígeno/litro, y, por el contrario las especies del género *Hanzawaia*, son más abundantes en concentraciones de más de 0.21 ml/l de oxígeno. Asimismo, se notó que *Epitominella bradyana* y la mayoría de las especies del género *Cassidulina*, se distribuyen indistintamente, así como las especies de *Uvigerina*, que son muy poco frecuentes y se encuentran esporádicamente.

Como ya se mencionó muchas de estas especies ya habían sido referidas en la literatura como características de la zona de oxígeno mínimo en el Pacífico oriental, mientras que otras especies, como las pertenecientes al género *Hanzawaia* (*H. bertheloti*, *H. concentrica* y *H. nitidula*) no habían sido reportadas en ambientes hipóxicos. La presencia de esas especies en el área de estudio se puede explicar debido a que en el Golfo de Tehuantepec el límite superior de la zona de oxígeno mínimo se encuentra a profundidades más someras (plataforma media) que las generalmente reportadas en la literatura, y *Hanzawaia* es característica de ambientes de plataforma interna y media, sin embargo estas especies decrecen notablemente en concentraciones menores de 0.2 ml/l de oxígeno disuelto y tal vez por eso no fueron encontradas por Phleger y Soutar (1973) quienes reportaron la zona de oxígeno mínimo en Baja California a 100 m pero con concentraciones de 0.1 ml/l.

### 5.2.2 PROFUNDIDAD

La zonación batimétrica de foraminíferos bentónicos en

el Pacífico oriental, ha sido estudiada por varios autores (Bandy, 1953; 1961; Bandy y Arnal, 1957, Uchio, 1960; Phleger, 1964; 1965; Lankford y Phleger, 1973; Phleger y Soutar, 1973; Golik y Phleger, 1977; Douglas y Heitman, 1979; Ingle, 1980; Ingle, et. al., 1980; Ingle y Keller, 1980; Resig, 1981, entre otros.).

La existencia de dicha zonación está relacionada al hecho de que algunos o todos los factores que afectan la distribución local de estos organismos -tales como el tipo de sustrato, temperatura, salinidad, luz, presión, oxígeno disuelto, nutrientes y aún factores bióticos- pueden tener una relación con los gradientes de profundidad y verse reflejados en la distribución de las especies (Sen Gupta, 1982).

Estudios realizados con conjuntos de foraminíferos, tanto fósiles como recientes, indican que la circulación de las masas de agua y el tipo de sustrato juegan un papel importante en la distribución batimétrica de las biofacies de foraminíferos bentónicos, tanto en el mar profundo como a lo largo de los márgenes continentales (Phleger, 1960; Douglas, 1973; Streeter, 1973; Lohman, 1978; Douglas y Woodruff, 1981).

En la Tabla 5.2, se pueden observar las distribuciones batimétricas que reportan diversos autores para las especies encontradas en este estudio. Al comparar los rangos de la Tabla con los obtenidos en este trabajo, puede decirse que las especies determinadas se presentan dentro de los intervalos reportados por otros autores, más aún, se

T A B L A 5.2.- Distribuciones batimétricas reportadas por diversos autores para las especies encontradas en este estudio. (‡ indica los autores que estudiaron poblaciones totales).

	BANDY 1953 ‡	BANDY Y ARNAL 1957 ‡	UCHIO 1960 ‡	BANDY 1961 ‡	PHLEGER 1964	
<i>Bolivina interjuncta</i>	---	---	---	75-152	---	
<i>Bolivina pacifica</i>	45-240 (120-210)	---	18-1080 (76-666)	18-1080 (54-81)	18-1524 (73-152)	45-3114 (135-3114)
<i>Bolivina plicata</i>	---	610-1220	---	---	73-1800 (244-366)	---
<i>Bolivina seminuda</i> vars.	---	130-650	---	---	366-610	---
<i>B. longi filocostata</i>	---	130-650	72-234	72-243	37-75	---
<i>Bolivina vaughani</i>	---	35-45	10-180 (18-36)	10-1179 (234-1179)	0-1829 (0-73)	10-135 (90-125)
<i>Bolivinita minuta</i>	---	610-1200	---	---	366-1289 (914-1219)	108-1800 (440-1800)
<i>Brizalina acuminata</i>	45-240 (60-240)	130-650	54-630 (90-198)	36-1170 (90-252)	37-1250 (73-610)	45-882 (720-810)
<i>Brizalina acutula</i>	45-240 (60-240)	50-125	27-135 (27-108)	18-162 (72-90)	18-1254 (37-73)	18-90 (72-90)
<i>Buccella tenerrima</i>	---	---	---	---	0-610 (0-73)	18-90 (72-90)
<i>Bulinina denudata</i>	45-240 (60-240)	35-90	18-432 (144-261)	18-1152 (180-216)	18-1829 (18-366)	18-135 (90-125)
<i>Bulinina marginata</i>	---	---	---	---	37-73	18-180 (72-90)
<i>Bulininella curta</i>	---	2-75	---	---	73-914 (73-152)	---
<i>B. elegantissima</i>	0-108 (36-108)	2-75	18-162 (18-36)	18-1161 (18-81)	18-1829 (18-37)	18-846 (10-36)
<i>Cancris auricula</i>	---	---	---	---	37-72	10-144 (10-90)
<i>Cancris panamensis</i>	---	---	---	---	18-1524 (75-152)	72-198 (72-90)
<i>Cassidulina limbata</i>	12-240 (60-240)	---	54-450 (200-252)	36-1152 (90-252)	0-914 (0-18)	---
<i>Cassidulina subglobosa</i>	---	130-650	36-1170 (36-360)	18-1170 (99-540)	152-1524 (152-244)	---
<i>Cassidulina tortuosa</i>	12-240 (60-240)	50-125	36-153 (45-63)	32-1179 (45-153)	152-1829 (366-610)	---
<i>Cassidulinoides tenuis</i>	---	---	---	---	244-2438 (244-366)	---
<i>Cibicides ncknai</i>	---	50-125	54-432 (108-171)	36-1152 (72-450)	37-1829 (75-152)	54-63 (72-1448)
<i>Epistominella bradyana</i>	---	130-650	---	---	73-1219 (73-152)	---

cont. T A B L A 5.2

	BANBY	BANBY Y ARNAL	UCHIO	BANBY	PHLEGER	
	1953	1957	1960	1961	1964	
	‡	‡		‡	‡	
<i>Florilus basispinatus</i>	0-240 (120-210)	---	18-1080 (18-36)	10-1179 (18-36)	18-610 (18-73)	18-405 (18-45)
<i>Farsenkoleia pontosi</i>	---	---	---	---	---	18-90 (27-90)
<i>Globobulimina pacifica</i>	---	---	36-1170 (162-333)	63-918 (198-216)	---	135-3114 (90-125)
<i>Hanzawaia berthelothi</i>	---	---	---	---	37-914 (37-73)	---
<i>Hanzawaia nitidula</i>	---	2-75	27-450 (36-63)	32-1098 (108-135)	18-1824 (18-152)	10-450 (10-72)
<i>Islandiella norcrossi</i>	---	---	---	---	---	---
<i>Nonionella atlantica</i>	---	2-75	---	---	18-366 (18-37)	---
<i>Nonionella stella</i>	0-240 (12-210)	2-75	18-1080 (54-72)	18-1080 (54-81)	18-366 (18-37)	10-1170 (1270-1440)
<i>Picculina ornata</i>	200-2000 (300-1005)	50-125	---	---	37-1524 (37-75)	---
<i>Pullenia elegans</i>	---	---	---	---	---	---
<i>Q. lasarckiana</i>	200-2000 (300-1005)	---	---	---	0-244 (0-73)	10-45
<i>Suggunda eckisi</i>	---	---	225-702 (261-279)	180-972	73-1529 (366-610)	---
<i>Uvigerina excellens</i>	---	610-1200	---	---	244-366	---
<i>Uvigerina incilis</i>	---	---	---	---	73-914 (73-152)	---
<i>Valvulineria inflata</i>	---	50-125	---	---	152-1829 (152-244)	---

cont. T A B L A 5.2

	PHLEGER 1965	LANKFORD Y PHLEGER 1973	PHLEGER Y SOUTAR 1973	GOLIK Y PHLEGER 1977	DOUGLAS Y HEITMAN 1979
<i>Bolivina interjuncta</i>	---	---	---	---	---
<i>Bolivina pacifica</i>	70-600 (80-300)	21-40 (30-40)	183	65-200	85-1900
<i>Bolivina plicata</i>	---	---	---	65-200	---
<i>Bolivina seminuda</i>	75-600 (125-170)	---	530-590	---	---
<i>B. tongi filocostata</i>	---	---	---	---	---
<i>Bolivina vaughani</i>	35-350 (35-140)	0-40 (12-40)	---	65-200	---
<i>Bolivinita minuta</i>	---	---	---	---	400-950
<i>Brizalina acuminata</i>	80-420 (200-420)	---	---	---	150-500
<i>Brizalina acutula</i>	10-115 (75-115)	0-40 (0-35)	---	---	50-100
<i>Buccella tenerrima</i>	35-185	0-40 (0-12)	---	---	0-50
<i>Bulinina denudata</i>	---	---	---	25-80	50-200
<i>Bulinina marginata</i>	35-210 (35-115)	---	---	25-80	---
<i>Bulininella curta</i>	---	---	---	---	0-50
<i>B. elegantissima</i>	10-600 (75-200)	0-40 (0-12)	---	---	---
<i>Cancris auricula</i>	18-130	---	---	---	50-200
<i>Cancris panamensis</i>	35-200 (45-135)	---	---	65-200	---
<i>Cassidulina limbata</i>	---	0-40 (0-12)	---	---	20-400
<i>Cassidulina subglobosa</i>	75-600	0-240 (12-40)	---	---	20-400
<i>Cassidulina tortuosa</i>	---	---	---	---	20-400
<i>Cassidulinoides tenuis</i>	---	---	---	---	---
<i>Cibicides uckehai</i>	75-270	---	---	---	150-500
<i>Epistominella bradyana</i>	---	---	---	65-200	---

cont. T A B L A 5.2

	PHLEGER 1965	LANKFORD Y PHLEGER 1973	PHLEGER Y SGUTAR 1973	GOLIK Y PHLEGER 1977	DOUGLAS Y HEITMAN 1979
<i>Florilus basispinatus</i>	10-350 ---	0-40 --- (30-40)	---	65-200 ---	50-200 ---
<i>Fersenkoina pontoni</i>	25-110 (70-110)	---	---	---	---
<i>Globobulimina pacifica</i>	---	---	---	---	85-450 ---
<i>Hanzawaia berthelothi</i>	---	---	---	---	---
<i>Hanzawaia nitidula</i>	10-200 (10-60)	---	---	65-200 ---	20-400 ---
<i>Islandiella sorcrossi</i>	---	---	---	---	150-500 ---
<i>Monionella atlantica</i>	---	---	---	---	---
<i>Monionella stella</i>	10-350	7-40 (30-40)	530-590	65-200	50-200
<i>Planulina ornata</i>	30-75	---	---	---	50-100 ---
<i>Pollenia elegans</i>	---	0-38 (0-12)	---	---	---
<i>P. Lamarckiana</i>	---	0-40	---	---	---
<i>Saggrunda eckisi</i>	300-600	---	530-590	---	85-450 ---
<i>Uvigerina excellens</i>	---	---	---	---	---
<i>Uvigerina incilis</i>	---	---	---	---	---
<i>Valvulineria inflata</i>	---	---	---	---	---



cont. T A B L A 5.2

	INGLE 1980 ‡	INGLE Y KELLER 1980 ‡	INGLE Y OTROS 1980	HATA 1980	RESIG 1981
<i>Bolivina interjuncta</i>	150-500 ---	150-500 ---	135-1800 (150-500)	---	501-1000 ---
<i>Bolivina pacifica</i>	150-500 ---	---	---	---	82-150 ---
<i>Bolivina plicata</i>	---	---	151-500	100-115	---
<i>Bolivina seminuda</i> vars.	150-500 ---	---	135-4500 (135-500)	151-500 ---	---
<i>B. longi filocostata</i>	50-100 ---	---	---	52-115	---
<i>Bolivina vaughani</i>	50-100 ---	---	---	52-100 ---	---
<i>Bolivinita minuta</i>	---	---	300-1800 (300-800)	---	---
<i>Brizalina acuminata</i>	150-500 ---	150-500 ---	---	50-115	---
<i>Brizalina acutula</i>	50-100 ---	---	---	20-115	---
<i>Bucella tenerrima</i>	0-50 ---	---	---	20-54	---
<i>Bulinina denudata</i>	---	---	---	---	---
<i>Bulinina marginata</i>	---	---	---	52-100	---
<i>Bulininella curta</i>	0-50 ---	---	---	---	---
<i>B. elegantissima</i>	---	40-50	---	---	---
<i>Cacris auricula</i>	0-50 ---	---	---	20-115	---
<i>Cacris panamensis</i>	---	---	---	52-115	---
<i>Cassidulina limbata</i>	150-500 ---	---	135-500	---	---
<i>Cassidulina subglobosa</i>	150-500 ---	---	135-4000 (135-500)	---	---
<i>Cassidulina tortuosa</i>	150-500 ---	---	---	40-115	---
<i>Cassidulinoides tenuis</i>	---	---	---	---	2001-2286
<i>Cibicides mcconnai</i>	150-500 ---	---	500-4000 (500-1500)	52-117	1001-2000
<i>Epistominella bradyana</i>	---	150-500	---	---	151-500

cont. T A B L A 5.2

	INGLE 1980 £	INGLE Y KELLER 1980 £	INGLE Y OTROS 1980	NATA 1980	RESIG 1981
<i>Fiorilus basispinatus</i>	0-50	40-50	---	20-100	---
<i>Furseakoina pontoni</i>	---	---	---	52-54	---
<i>Globobulimina pacifica</i>	---	---	135-1500 (135-500)	---	---
<i>Hanzawaia berthelothi</i>	---	---	---	41-115	---
<i>Hanzawaia nitidula</i>	50-100	---	---	20-115	---
<i>Islandiella norcrossi</i>	150-500	---	---	---	---
<i>Nonionella atlantica</i>	---	---	---	---	---
<i>Nonionella stella</i>	0-50	---	---	52-54	---
<i>Planulina ornata</i>	50-100	---	135-4000	31-115	---
<i>Pullenia elegans</i>	---	---	---	---	---
<i>P. lamarchiana</i>	---	---	---	20-64	---
<i>Suggrundia eckisi</i>	150-500	---	---	---	---
<i>Uvigerina excellens</i>	---	---	---	21-29	---
<i>Uvigerina incilis</i>	---	---	---	64-115	---
<i>Valvulineria inflata</i>	---	---	135-4000 (135-500)	151-300	---

encuentran a profundidades en que las mismas especies se han encontrado viviendo.

Al analizar la distribución batimétrica de las especies de foraminíferos bentónicos en el área de estudio, se observaron las siguientes tendencias:

La región localizada alrededor de la isobata de 100 m, está caracterizada por: *Cassidulina* cf. *C. subglobosa* (11-27%), *Hanzawaia nitidula* (1.1-25%), *Bolivina tongi filocostata*, *Hanzawaia bertheloti* y *H. concentrica* (0.3 y 9.0), *Brizalina acutula* y *Cassidulina braziliensis*, (1-7.8%), *Cancris panamensis* (0.4-7.3%), *Cibicides mckannai* (1.6-4.55%) y *Cassidulina tortuosa* (2.1-3.9%).

De acuerdo a la Tabla 5.2 se observa que:

*Cassidulina subglobosa* presenta una distribución batimétrica muy amplia desde los 10 a los 2000 m en poblaciones totales y de 10 a 1170 en vivas, y presenta sus mayores abundancias en ambas desde la plataforma interna hasta el talud superior.

*Cancris panamensis* es característica de la plataforma media y externa encontrándose en el Golfo de Tehuantepec a profundidades similares (Fig. 5.10), a los que vive en el Golfo de California.

En este estudio *Bolivina tongi filocostata* (0.0-7.11%), *Hanzawaia bertheloti* (0.0-5.35%) (Fig. 5.11) y *H. concentrica* (0.0-8.89%) (Fig. 5.12) son ligeramente más abundantes a 100 m que a mayores profundidades.

*Bolivina tongi filocostata* es una especie que habita ambientes de plataforma media y externa, lo que se confirma

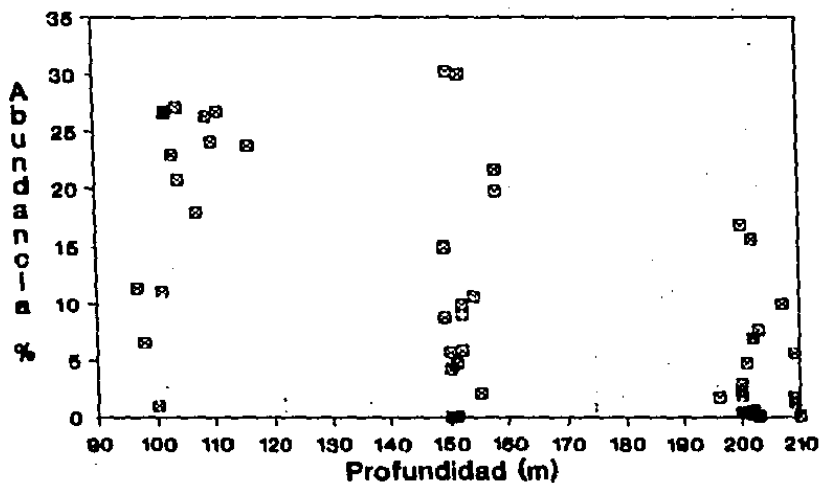
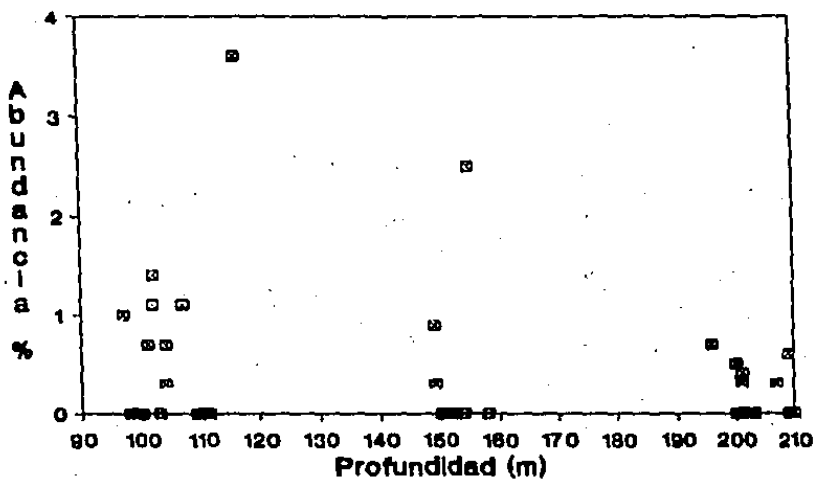
*Cassidulina subglobosa**Ganocris panamensis*

Figura 5.10.- Abundancias relativas de *Cassidulina subglobosa* y *Ganocris panamensis*, relacionadas con la profundidad.

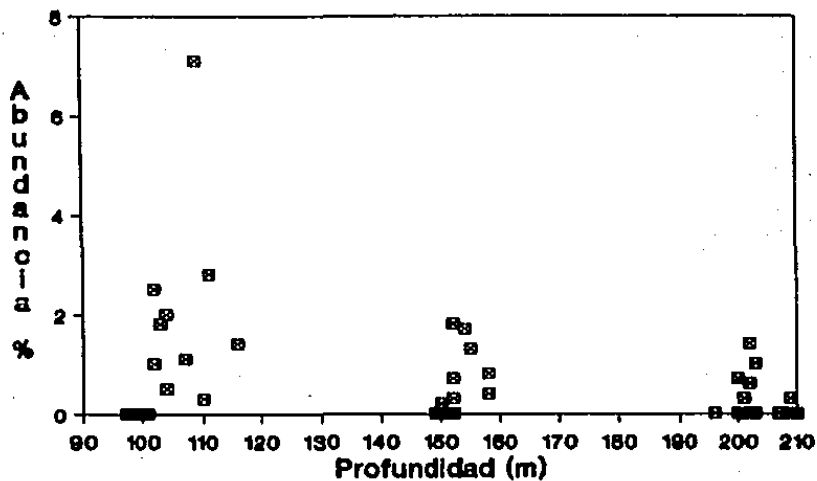
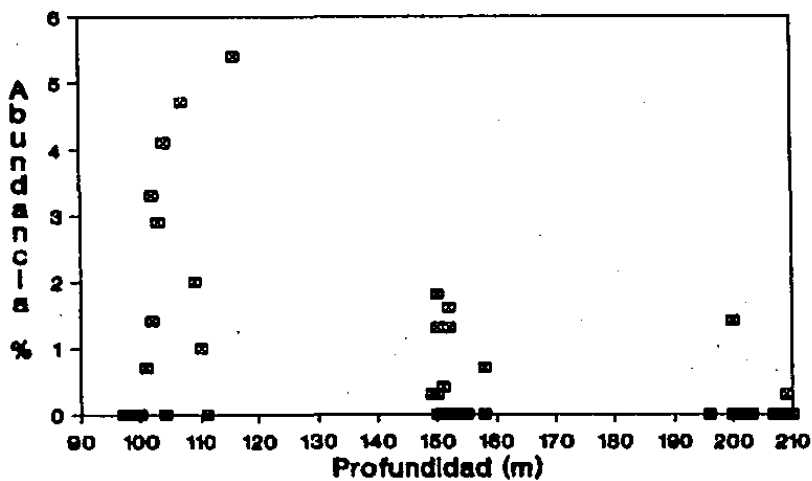
*Bolivina tongi filocostata**Hanzawala bertheloti*

Figura 5.11.- Abundancias relativas de *Bolivina tongi filocostata* y *Hanzawala bertheloti*, relacionadas con la profundidad.

en el Golfo de Tehuantepec; mientras que, *Hanzawaia bentholeti* y *H. concentrica*, aunque presentan una amplia distribución son características de la plataforma.

Otra especie que muestra su mayor abundancia relativa a los 100 m es *Hanzawaia nitidula*, presentando valores hasta del 25%, disminuyendo conforme aumenta la profundidad, a 150 m presenta entre el 1 y el 12% y no se encontró en las estaciones de 200 m (Fig. 5.12).

Examinando la distribución batimétrica que reportan otros autores para *Hanzawaia nitidula* se observa que presenta un rango muy amplio que abarca de los 0 hasta los 1800 m de profundidad, presentando sus mayores abundancias en la plataforma interna y media.

*Cibicides mckannai* es también representativa de este conjunto, alcanzando porcentajes hasta del 4.55%; conforme aumenta la profundidad su abundancia decrece, habiéndose encontrado en algunas estaciones a 150 m con una abundancia relativa menor al 1.5% y estando ausente en muestras a profundidades de 200 m (Fig. 5.13).

*Cassidulina tortuosa* al igual que *Cibicides mckannai* es ligeramente más abundante y común (hasta un 3.9%) en las muestras de 100 m (Fig. 5.13). En muestras más profundas apenas alcanza el 2% con excepción de la muestra 63 a 149 m el 3.7%.

*Cassidulina tortuosa* presenta un rango de profundidad desde los 32 hasta los 1800 m, siendo más abundante dentro de la plataforma continental.

*Cassidulina braziliensis* y *Brizalina acutula* tienen una

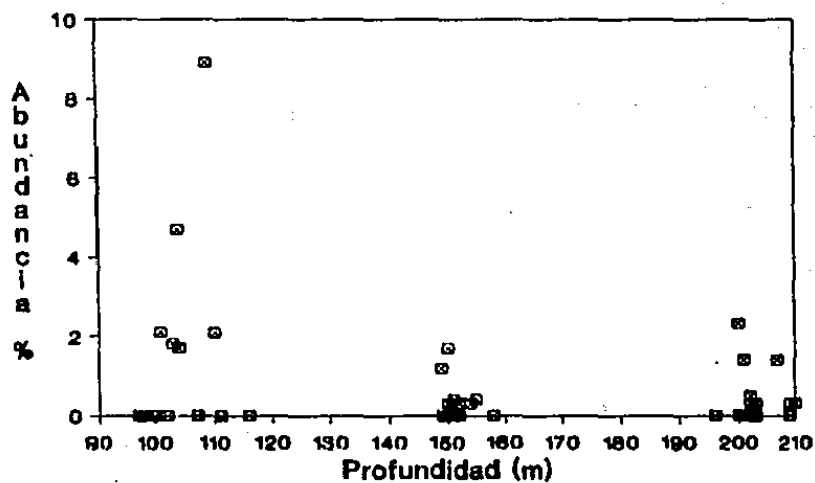
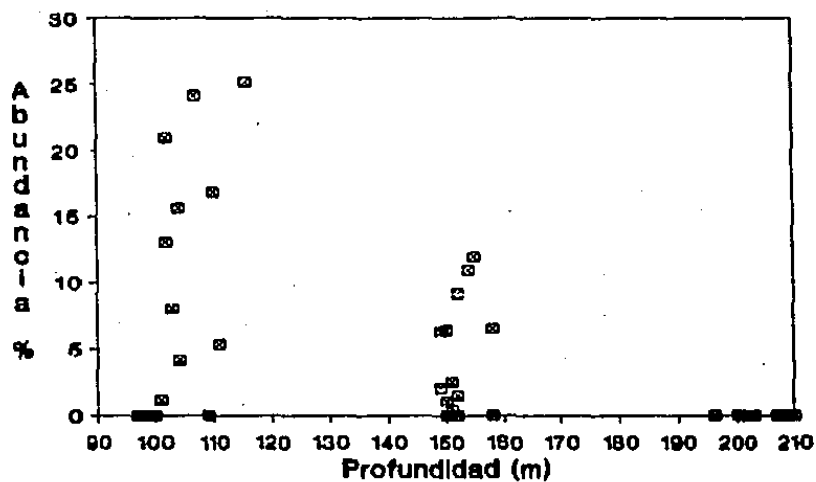
*Hanzawaia concentrica**Hanzawaia nitidula*

Figura 5.12.- Abundancias relativas de *Hanzawaia concentrica* y *H. nitidula*, relacionadas con la profundidad.

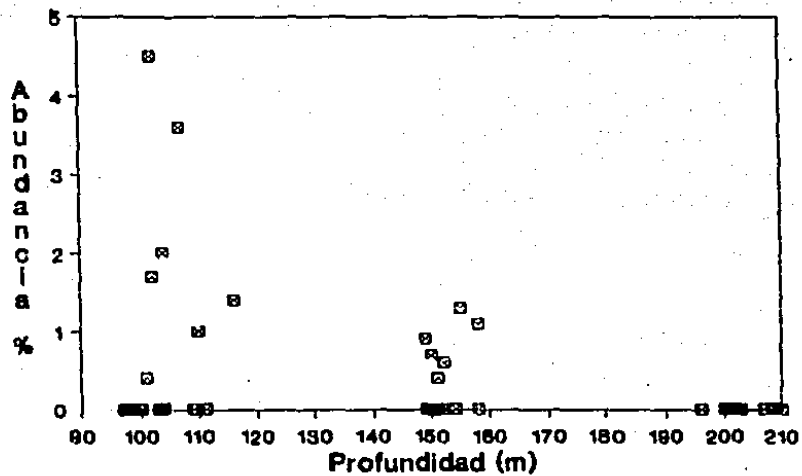
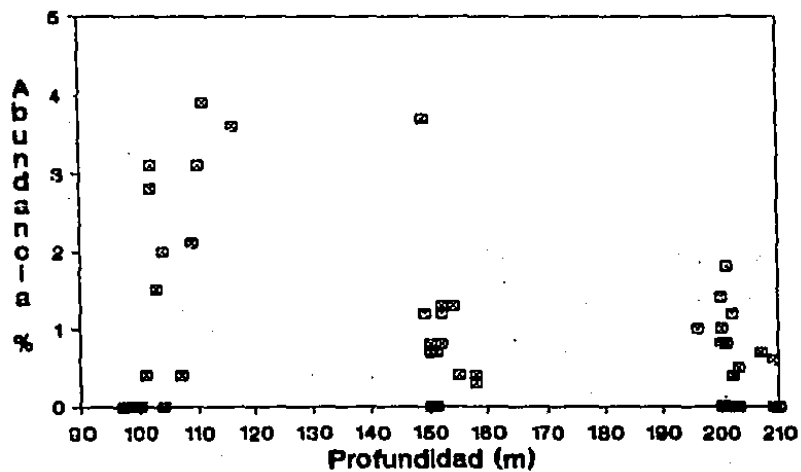
*Cibicides mckennai**Cassidulina tortuosa*

Figura 5.13.- Abundancias relativas de *Cibicides mckennai* y *Cassidulina tortuosa*, relacionadas con la profundidad.



tendencia similar a *Hanzawaia nitidula*, disminuyendo sus abundancias conforme aumenta la profundidad, con sus valores máximos entre el 1 y 7.8% a 110 metros de profundidad.

*Brizalina acutula* es una especie característica de ambientes de plataforma interna y media; lo que se confirma en el Golfo de Tehuantepec. Por su parte *Cassidulina braziliensis*, es más frecuente alrededor de la isóbata de 100 m en el Golfo de Tehuantepec.

Recapitulando se puede concluir que 10 especies de foraminíferos bentónicos dominan la zona entre 100 y 140 m de profundidad en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec. *Cancris panamensis*, *Bolivina tongi filocostata* y *Brizalina acutula* han sido reportadas en la literatura, tanto en estudios con poblaciones vivas como totales, como características de la plataforma media. *Cassidulina subglobosa* y *Cibicides mckonni* presentan rangos batimétricos muy amplios; la primera desde la plataforma interna hasta el talud superior y la segunda de la plataforma media hasta el talud superior. *Cassidulina tortuosa* se distribuye a profundidades desde 32 hasta 1800 m, presentando sus abundancias máximas a través de toda la plataforma. *Hanzawaia nitidula*, aunque también con un rango muy amplio de 0 hasta 1800 m, es una especie característica de la plataforma interna y media. Asimismo *H. bertheloti* y *H. concentrica* son también características de ambientes de plataforma. Por último, *Cassidulina braziliensis*, de acuerdo con la literatura no tiene un patrón de distribución definido, pero en el Golfo de Tehuantepec es más frecuente

alrededor de la isóbata de 100 m.

En la plataforma externa las poblaciones cambian y se presenta un conjunto de especies caracterizado por: *Epistominella bradyana*, *Bolivina seminuda*, *Bolivina plicata*, *Buccella* sp y *Bolivina pygmaea*.

*Epistominella bradyana* se presenta en todas las muestras, a 100 m alcanza un porcentaje no mayor al 13%, a 150 con una abundancia relativa entre el 17 y 38% (a excepción de la muestra 218 localizada en la isóbata de 150 m donde presenta mayor abundancia (69%) y a 200 m con porcentajes entre el 17 y 50% (Fig. 5.14), de acuerdo con la Tabla 5.2, presenta una distribución batimétrica desde los 37 hasta los 1500 m, pero con sus máximas abundancias entre 154 y 500 m; por lo que se le considera típica de la plataforma externa y la zona batial superior.

*Bolivina seminuda* y *Buccella* sp tienen un patrón semejante, presentan sus mayores abundancias a 200 m (37.7% y 7.8 % respectivamente); sus porcentajes son menores a medida que disminuye la profundidad (Figs. 5.14 y 5.15).

*Bolivina seminuda*, como se describe en la Tabla 5.2, se encuentra entre 82 y 800 m de profundidad, pero es característica de la plataforma externa y el talud superior.

*Bolivina plicata*, muestra sus mayores abundancias entre 150 y 200 m y disminuye notablemente a profundidades de 100 m (Fig. 5.16).

*Bolivina plicata* ha sido reportada (Tabla 5.2) desde los 65 hasta los 1800 m de profundidad, pero muestra sus máximas

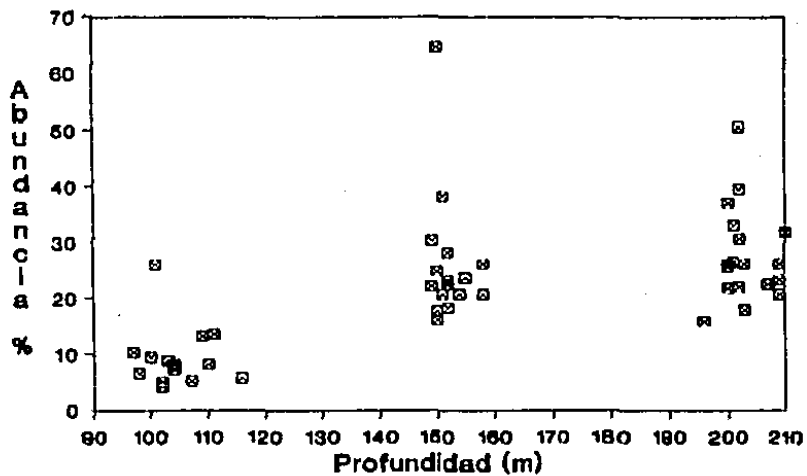
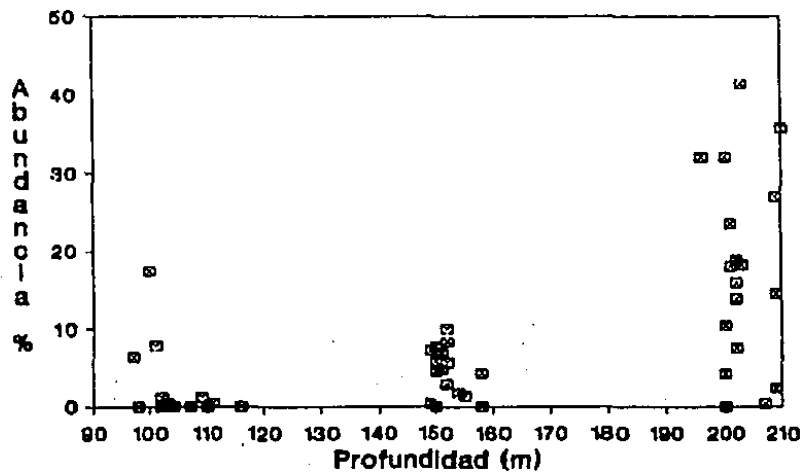
*Epistominella bradyana**Bolivina seminuda*

Figura 5.14.- Abundancias relativas de *Epistominella bradyana* y *Bolivina seminuda*, relacionadas con la profundidad.

*Buccella sp*

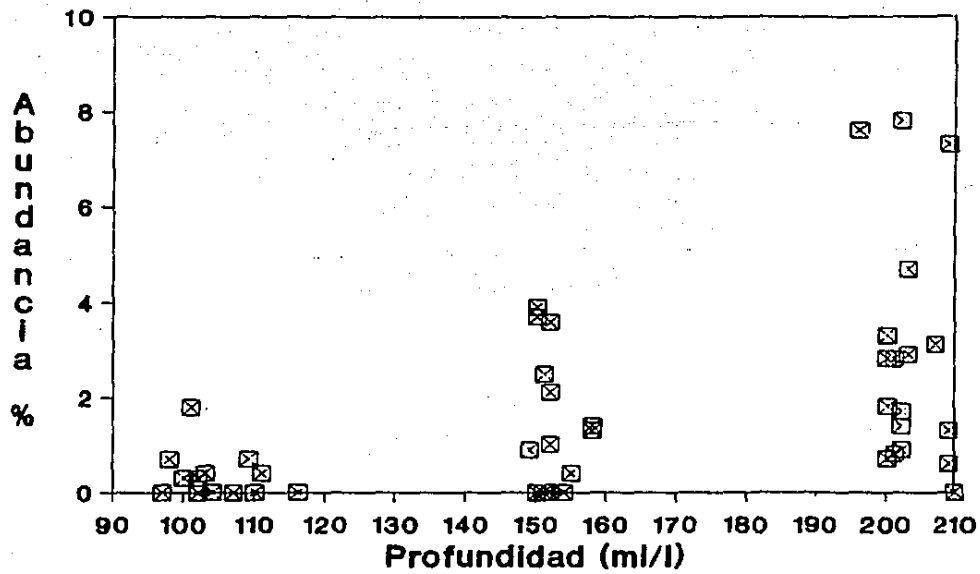


Figura 5.15.- Abundancias relativas de *Buccella sp.*, relacionadas con la profundidad.

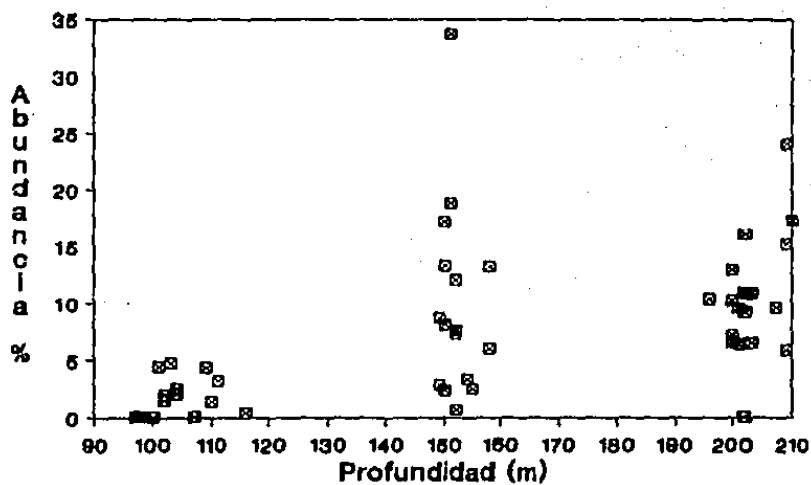
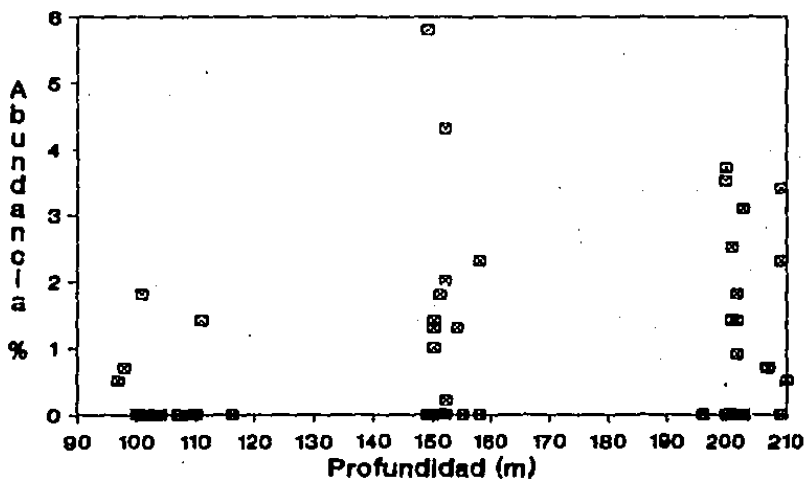
*Bolivina plicata**Bolivina pygmaea*

Figura 5.16.- Abundancias relativas de *Bolivina plicata* y *B. pygmaea*, relacionadas con la profundidad.

abundancias entre 150 y 400 m.

*Bolivina pygmaea* en este estudio es abundante y consistente entre 150 y 200 m, y es muy poco frecuente en las muestras localizadas alrededor de la isobata de 100 m. (Fig. 5.16).

Puede considerarse que 5 especies de foraminíferos bentónicos dominan la plataforma externa del Golfo de Tehuantepec, estas son: *Epistominella bradyana*, *Bolivina seminuda*, *Bolivina plicata*, *Buccella* sp y *Bolivina pygmaea*, y todas ellas se encuentran reportadas en la literatura tanto en poblaciones vivas como totales, principalmente en la plataforma externa y talud superior.

Al analizar los patrones de distribución que presentan algunos géneros, se observan las siguientes tendencias: Las especies del género *Bolivina* son más abundantes a 200 m. En las muestras con dicha profundidad presentan sus porcentajes más elevados (entre 24.5 y 62.7%) (Fig. 5.17).

El género *Uvigerina*, aunque poco abundantes en el área de estudio, se encuentra mejor representado en las muestras localizadas a 150 m mostrando porcentajes entre 10.2 y 24.37% en cinco estaciones, mientras que a 100 y 200 m no alcanza porcentajes mayores del 10% a excepción de 3 estaciones 41, 182 y 184 en donde alcanza 12.6, 17.6 y 17.6%, respectivamente.

Las especies del género *Cassidulina* son generalmente más consistentes y abundantes a 100 m teniendo sus mayores porcentajes con un rango entre 14.2 y 39.8% (Fig. 5.18). Este género muestra una clara tendencia a disminuir conforme

*Bolivina*

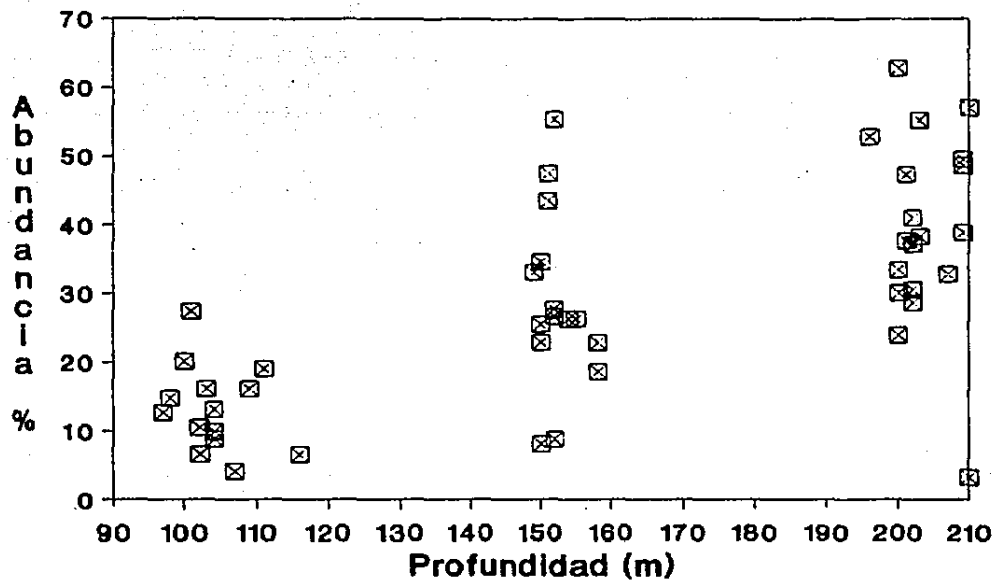


Figura 5.17.- Abundancias relativas de las especies del género *Bolivina*, relacionadas con la profundidad.

## *Cassidulina*

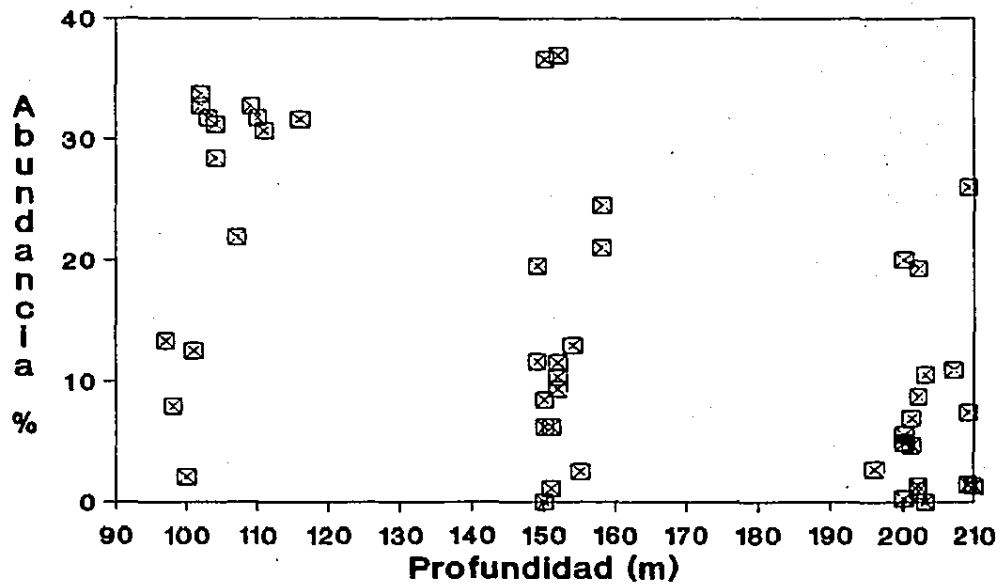


Figura 5.18.- Abundancias relativas de las especies del género *Cassidulina*, relacionadas con la profundidad.



*Hanzawaia*

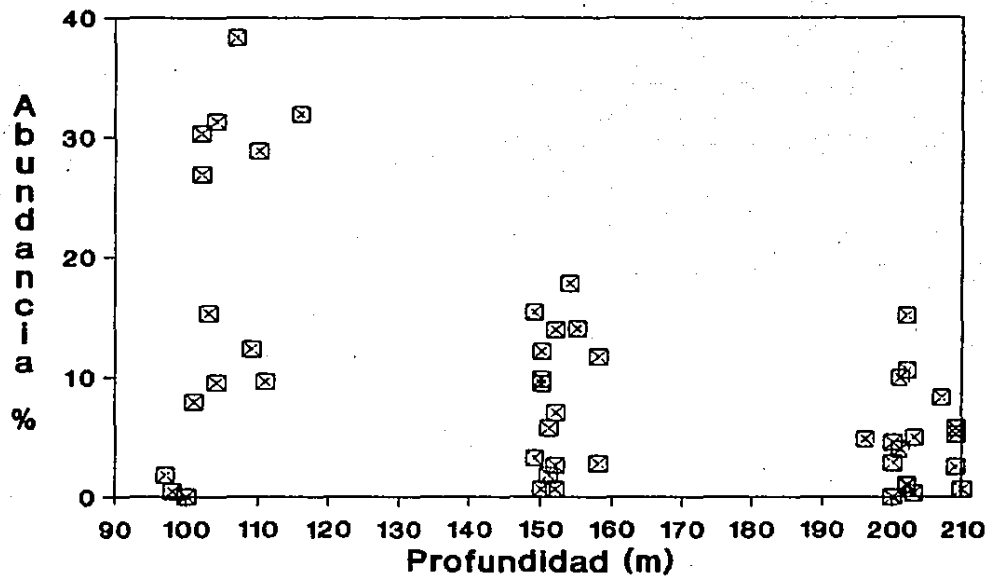


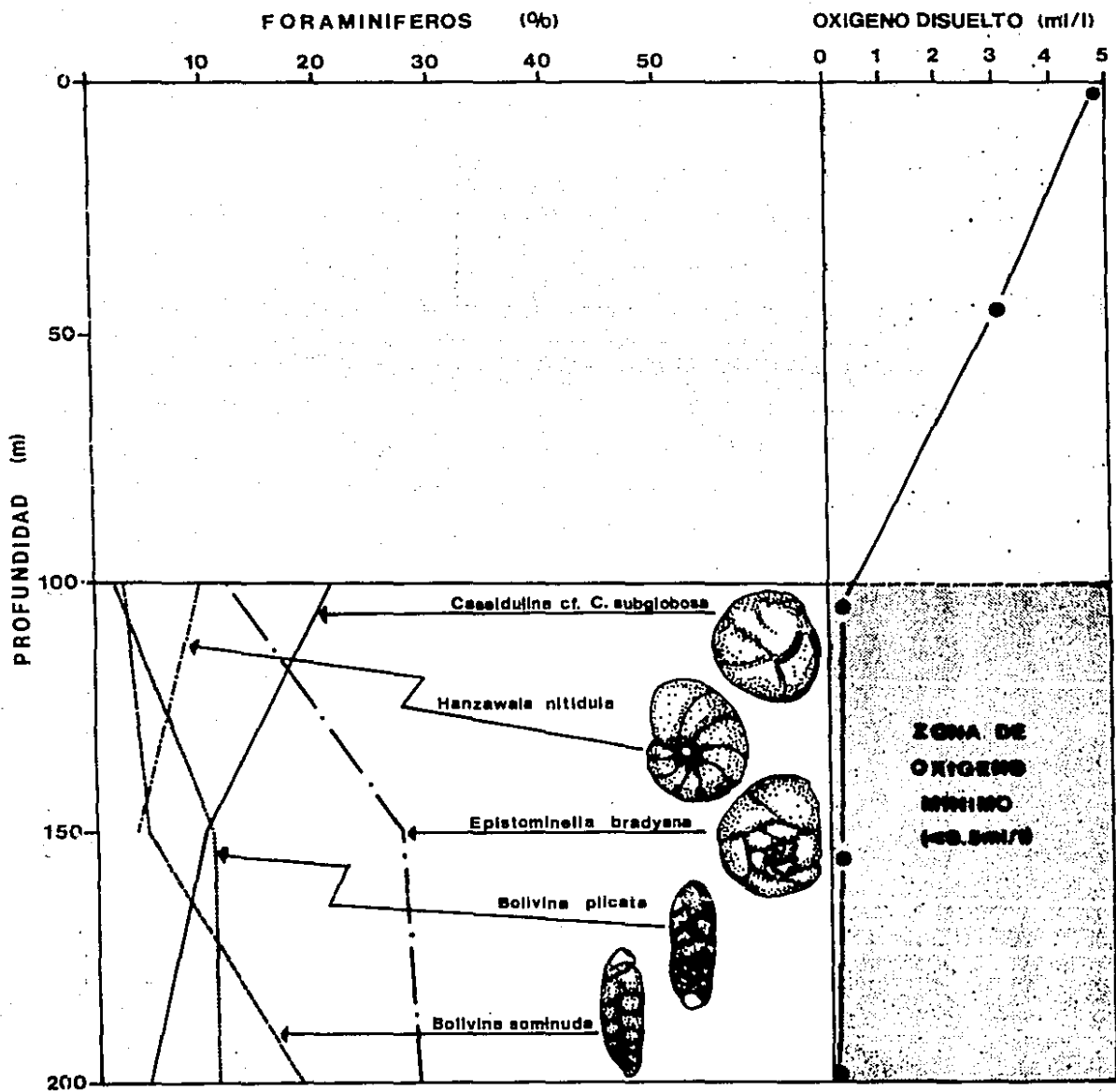
Figura 5.19.- Abundancias relativas de las especies del género *Hanzawaia*, relacionadas con la profundidad.

aumenta la profundidad. Las especies del género Hanzawaia presentan un patrón similar al anterior en donde las abundancias mas altas se encuentran en las muestras a 100 m de profundidad (7.9-46%) mientras que en las muestras de 150 y 200 m disminuye presentando porcentajes inferiores al 18% (Fig. 5.19).

Resig (1981) reportó especies del género Bolivina en la parte externa de la plataforma y en la región batial frente a Perú, bajo condiciones de oxígeno mínimo, lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio. Así mismo Phleger y Soutar (1973) consideran a las especies del género Bolivina junto con las especie de Uvigerina y Bulimina, como características de una zona de bajo contenido de oxígeno en la plataforma y el talud continental, en tres áreas del Pacífico oriental. Quintero y Gardner (1987), reportaron a especies de Bolivina, Bulimina, Buliminella y Uvigerina como miembros dominantes del conjunto faunístico de la zona batial media superior (500-1300 m) correlacionada con un área de oxígeno mínimo (0.5ml/l de O<sub>2</sub>).

Por lo tanto se puede decir que los géneros característicos del área de estudio caen dentro de la profundidades en que han sido reportados por otros autores, tanto para poblaciones vivas como totales.

Para concluir esta sección se puede decir que las asociaciones de foraminíferos bentónicos que aparecen en el área de estudio se relacionan con las variaciones en la batimetría y el contenido de oxígeno disuelto (Fig. 5.20).



No obstante, muchos de los factores que influyen en la distribución de los organismos están interrelacionados y es difícil determinar un factor específico o factores que controlen la distribución de una especie determinada.

### 5.2.3 TIPO DE SUSTRATO

Las características del sustrato ejercen una importante influencia en la distribución de algunas especies de foraminíferos bentónicos, debido a que estos organismos se encuentran viviendo tanto en la epifauna como en la infauna, generalmente en los primeros 5 cm dentro del sedimento, aunque se pueden encontrar hasta los 16 cm de profundidad (Boltovskoy, 1966; Schafer, 1971; Buzas, 1974).

Muchos ejemplos de esta influencia han sido reportados en la literatura, (Parker, 1952; Phleger, 1952, 1960; Boltovskoy, 1966; Schafer, 1971; Gerlach, 1972; Matera y Lee, 1972; Frankel, 1972, 1975; Lankford y Phleger, 1973; Murray, 1973; Buzas, 1974; Brasier, 1975; Golik y Phleger, 1977; Haake, 1977; Hottinger, 1977; Collinson, 1980; Poag, 1982; Sen Gupta y Strickert, 1982), no obstante la causa y el efecto exactos aún no se conocen bien.

En términos generales el sustrato incluye partículas inorgánicas (tales como minerales, etc.), partículas orgánicas (por ejemplo, material vegetal, pellets fecales, detritus, etc.), agua intersticial y aire, y la cantidad de nutrientes disponibles depende frecuentemente del sustrato (Gerlach, 1972)

Las propiedades importantes del sustrato, según Sen

Gupta (1982), para el desarrollo y/o preservación de los foraminíferos bentónicos son: la química del agua intersticial (incluyendo la disponibilidad de oxígeno), el tamaño y la composición de partículas y la cantidad y naturaleza de la materia orgánica (disponibilidad de nutrientes).

Se analizó la relación que guardan las especies de foraminíferos con el tamaño de las partículas del sustrato en el área de estudio, el cual es, en general, limo arenoso y arena limoso (Tabla 5.3).

La mayoría de las especies aquí determinadas se distribuyeron independientemente del tamaño de las partículas del sustrato; sin embargo, algunas de ellas observaron ciertas preferencias, que se presentan a continuación:

*Bolivina vaughani*, en el Golfo de Tehuantepec se encuentra principalmente relacionada con sustrato limo arenoso y arena limoso, presentando sus mayores abundancias en el primero.

Por otra parte *Bolivina pacifica* y *Bolivina* sp B, observan un patrón similar entre ellas, encontrándose principalmente en aquellas muestras con sustrato limoso y limo-arenoso.

*Cassidulina* cf. *C. subglobosa*, *Hanzawaia nitidula*, *Bolivina interjuncta*, *Brizalina acutula* y *Cibicides mckennai*, presentan sus mayores abundancias en las muestras de sustrato arena-limoso. *Hanzawaia nitidula* ha sido reportada viviendo sobre sustrato arenoso, a profundidades entre 65 y

100 m (Sen Gupta, 1982); así como, especies del género *Cibicides* han sido reportadas preferentemente en sustrato arenoso (Phleger, 1952; Parker, 1952; Parker, 1971).

Las especies pertenecientes al género *Hanzawaia* son más abundantes y consistentes en muestras con sustrato areno limoso y conforme disminuye la cantidad de arena la abundancia de las especies de dicho género también disminuye.

Es importante hacer notar que las especies que se encuentran relacionadas con los sustratos arenosos y areno-limoso, tales como *Cassidulina* cf. *C. subglobosa*, *Hanzawaia nitidula* y *Cibicides mckennai* son también especies características de la zona más somera del área de estudio (entre 100 y 120 m). Por lo que ambos factores pueden estar sobrepuestos y la distribución de estas especies en el área de estudio puede estar dada por uno de ellos o por el efecto combinado del tipo de sustrato y la profundidad.

TABLA 5.3 Análisis granulométrico de las muestras.

No. de Estación	% Grava	% Arena	% Limos y Arcillas
38	0.99	66.55	32.46
40	5.03	73.74	21.23
41	0.05	65.21	34.74
42	1.03	72.04	26.93
53	0.48	69.57	29.95
54	1.45	64.66	33.89
55	1.19	87.92	10.89
63	21.50	57.11	40.73
64	0.41	45.24	54.35
65	0.35	25.16	74.49
66	3.42	31.53	65.04
67	1.11	71.41	27.48
75	0.06	23.20	76.74
76	1.40	28.18	70.42
77	2.89	31.20	65.91
78	0.01	22.82	77.17
86	0.24	49.79	49.97
87	0.16	26.47	73.37
88	0.11	32.95	66.95
98	0.04	94.14	05.82
99	0.04	42.30	57.66
100	0.42	27.49	72.09
110	0.06	51.36	48.58
111	1.04	45.79	53.17
123	0.00	30.64	69.36
124	0.51	42.17	57.32
134	0.07	91.34	8.59
135	0.03	32.14	67.83
136	0.00	8.36	91.64
146	0.03	89.48	10.49
147	0.00	29.42	70.58
148	0.00	1.81	98.19
150	0.00	36.95	63.05
158	0.08	96.57	3.35
159	0.02	40.23	59.75
160	0.00	41.20	95.88
171	0.00	33.08	62.92
172	0.00	4.74	95.26
182	0.00	18.57	81.43
184	0.00	1.70	98.30
194	0.00	2.37	97.63
196	0.03	1.87	98.10
206	0.00	1.44	98.56
207	0.50	60.74	38.75
208	0.41	13.62	85.97
217	0.01	2.83	97.17
218	0.00	0.40	99.60
219	0.00	0.63	99.37

### 5.3 ANALISIS DE FACTORES

Los resultados del análisis de factores en modo 0, sugirieron que dos factores son necesarios para explicar la distribución de foraminíferos bentónicos en la plataforma del Golfo de Tehuantepec. Estos se encuentran asociados, principalmente, con la batimetría (Fig. 5.21).

Las muestras incluidas en cada uno de los factores tienen un peso mayor de 0.6 (ver Tablas 5.4 y 5.5).

Se puede decir que hay especies características de cada uno de los Conjuntos, debido a que solo se encuentran en uno de ellos o bien, a que son más abundantes.

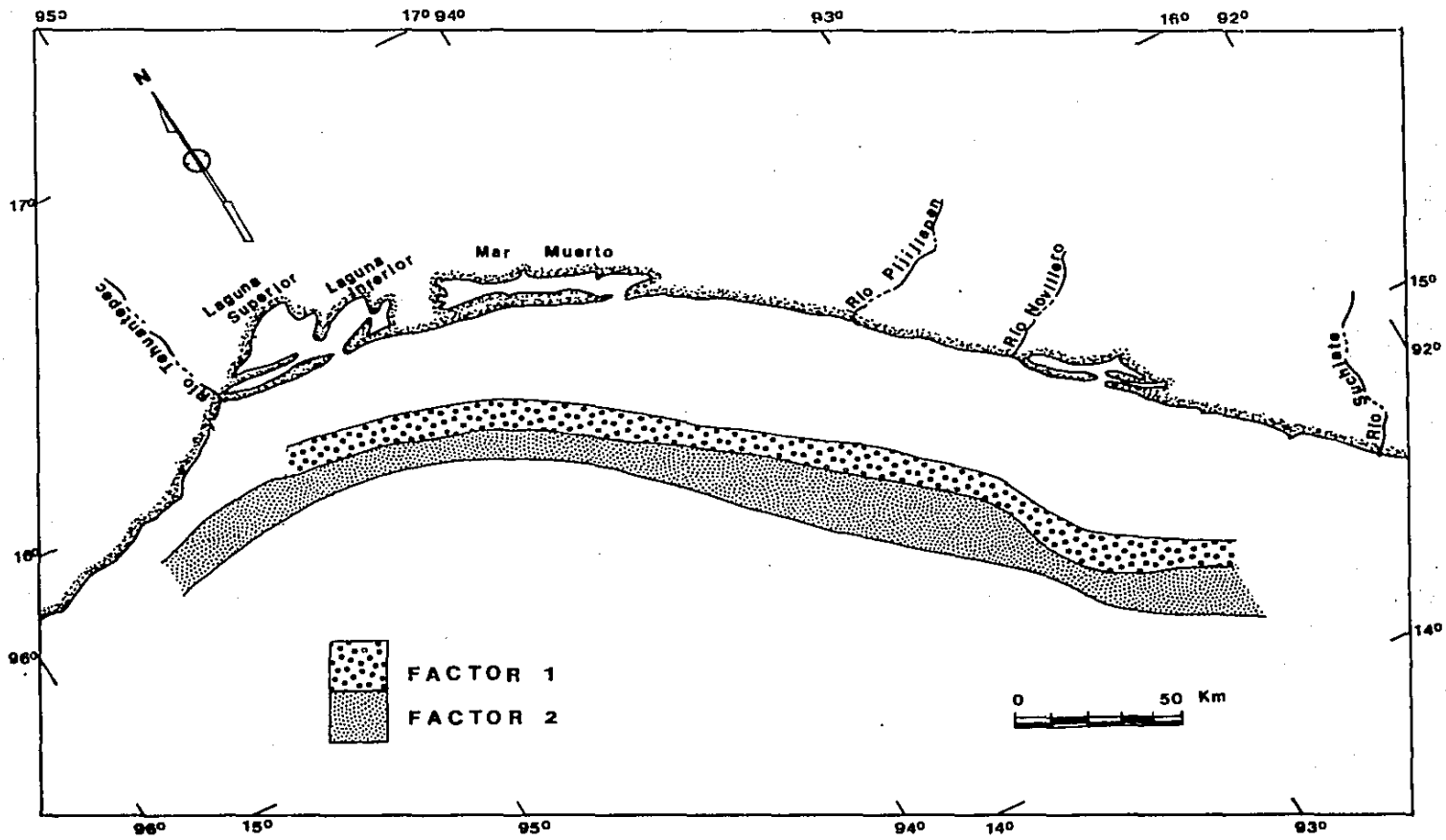
#### 5.3.1 Conjunto I

A este conjunto pertenecen las muestras que se localizan principalmente alrededor de la isobata de los 100 m. Además, dichas muestras se caracterizan por estar conformadas principalmente, por sustrato arenoso y arenoso limoso (Fig. 5.22 y Tabla 5.4).

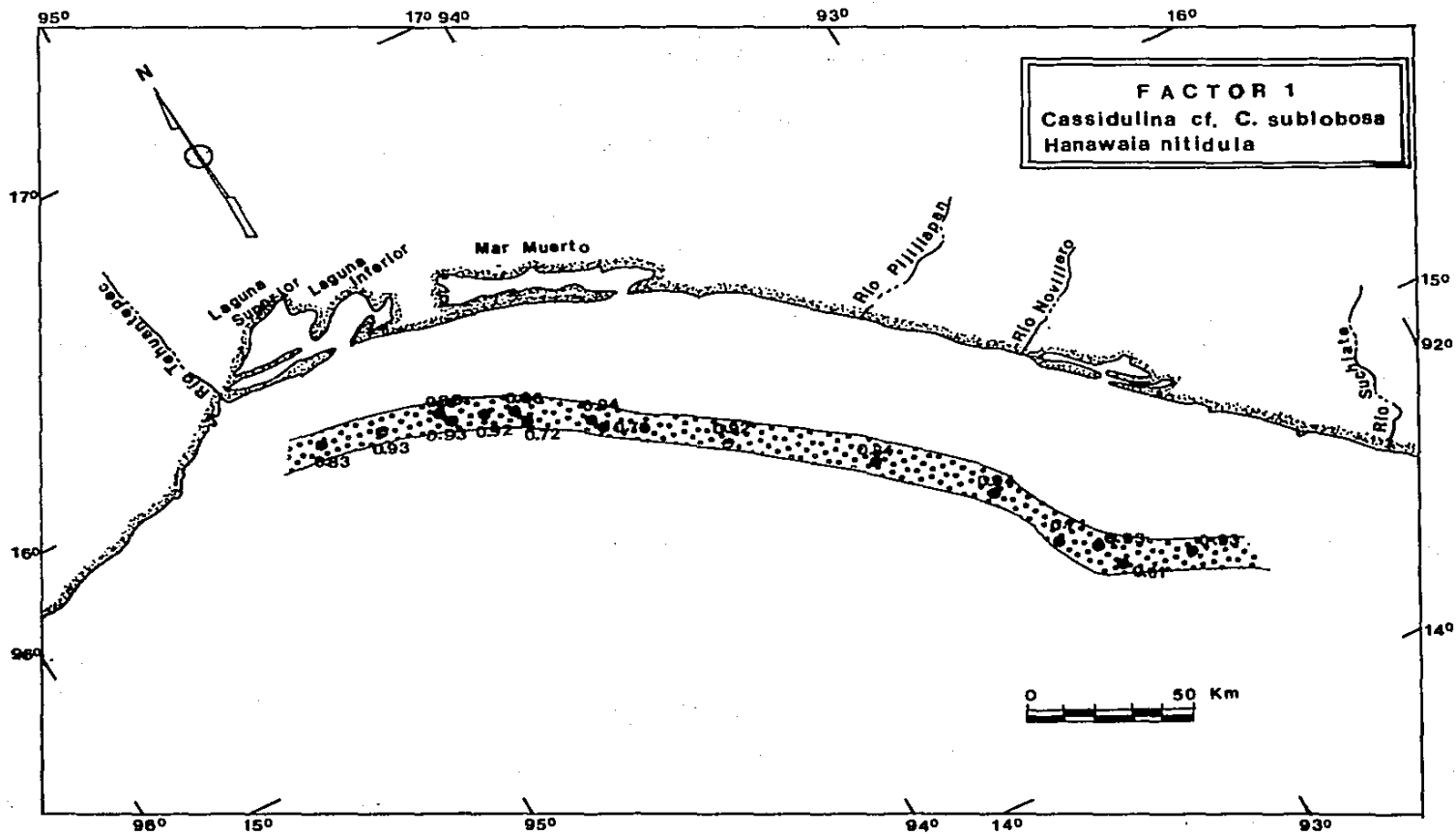
El número de especies encontradas en este conjunto fue de 59; siendo las especies más abundantes: *Cassidulina* cf. *C. subglobosa*, *Hanzawaia nitidula*, *Cassidulina braziliensis* y *Brizalina acuminata*.

*Cassidulina* cf. *C. subglobosa* es la especie más abundante de este Conjunto, con abundancias relativas entre 18 y 30% y un promedio del 23%. *Hanzawaia nitidula* es una especie que también caracteriza a este conjunto, observa





**Figura 5.22. Factor 1. Conjunto de Plataforma Media (entre 100 y 140 m de profundidad). Los pesos del factor están contorneados en áreas con valores mayores de 0.6.**



valores entre el 4 y 25% con un valor promedio del 12%, mientras que en el Conjunto II solo se presenta en la mitad de las muestras con valores desde 1.01 hasta 6.5%, a excepción de la muestra 42 en donde alcanzan valores de 11.9%.

TABLA 5.4.-Características ambientales y pesos del factor del Conjunto I.

Estación	Peso del Factor	Profundidad (m)	Oxígeno (ml/l)	Tipo de sustrato
38	0.93	104	0.40	Arena-limosa
54	0.61	154	0.25	Arena limosa
55	0.93	102	0.34	Arena limosa
63	0.71	149	0.35	Arena limosa
67	0.94	102	0.41	Arena limosa
86	0.81	109	0.50	Limo arenoso
110	0.92	111	0.06	Arena limosa
134	0.94	110	0.21	Arena
135	0.70	158	0.12	Limo arenoso
146	0.88	116	0.25	Arena limosa
147	0.72	150	0.19	Limo arenoso
150	0.92	152	0.27	Limo arenoso
158	0.82	107	0.27	Arena
159	0.90	150	0.15	Limo arenoso
171	0.90	103	0.28	Limo arenoso
182	0.83	104	0.12	Limo arenoso

*Cassidulina braziliensis* es una especie común en este Conjunto y esta presente con un promedio de abundancia del 4%. *Brizalina acuminata*, al igual que *C. braziliensis*, es típica del Conjunto I, con porcentajes desde 0.6 hasta 7.8 % y con un promedio del 3.7%.

Dentro de este conjunto se encuentran, también, otras especies importantes, que aunque no son tan abundantes como las anteriores, su frecuencia de aparición es mayor dentro de este conjunto. Entre estas cabe mencionar a *Cassidulina tortuosa*, *Cibicides mckennai*, *Hanzawaia bertheloti* y *H.*

concentrica, todas con abundancias relativas entre 0.5 y 5 % (ver Anexo II).

*Bolivina tongi filocostata*, *Bulimina marginata*, *Cancris auricula*, *Florilus basispinatus*, *Laterostomella subspinescens* y *Trifarina bella* son también importantes en este conjunto ya que son más comunes y ligeramente más abundantes aquí que en el Conjunto II.

Es importante considerar que estas especies han sido reportadas en la literatura (ver sección 5.2), como características de la plataforma media y en este estudio son más abundantes alrededor de la isobata de 100 m.

Tres especies consideradas en la matriz no aparecen en este conjunto, ellas son: *Globocassidulina subglobosa*, *Islandiella norcrossi australis* y *C. corbyi*. La posible explicación de que estas especies no se encuentren dentro de este conjunto es que son características de ambientes más profundos. Esta inferencia coincide con lo reportado en la literatura; ya que, *Globocassidulina subglobosa*, ha sido frecuentemente descrita en el talud continental superior de la región suroriental de Estados Unidos (Sen Gupta y Kilbourne, 1976; Todd, 1979; Arnold y Sen Gupta, 1981; Culver y Buzas, 1981; Arnold, 1983), así como también en el Golfo de México (Culver y Buzas, 1983). Niensted y Arnold (1988), reportaron a *G. subglobosa* en la Cordillera del Pacífico oriental a profundidades de 788 a 1100 m. Por otra parte Ingle (1980) reporto a *C. norcrossi* como miembro del conjunto característico de la zona batial superior (entre 150 y 1500 m).

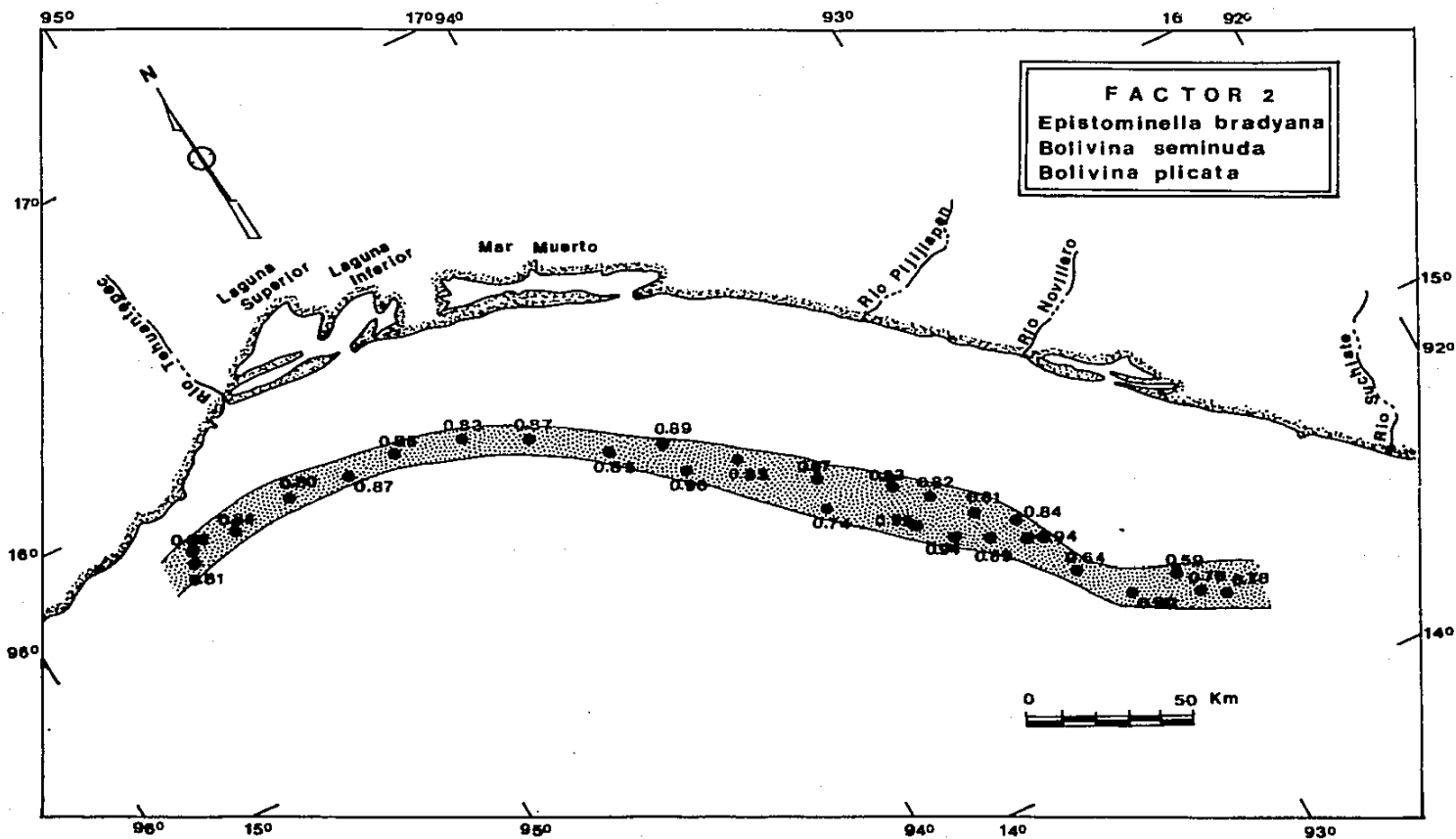
Resumiendo lo anterior se puede decir que el factor 1 describe el conjunto de foraminíferos a 100 m, dominando por *Cassidulina* cf. *C. subglobosa* y *Hanzawaia nitidula*.

### 5.3.2 Conjunto II

El Conjunto II incluye a la mayoría de las muestras ubicadas a 150 m y a todas las de 200 m de profundidad, predominando el sustrato de tipo limoso y limo arenoso (Figura 5.23 y Tabla 5.5).

TABLA 5.5.-Características ambientales y pesos del factor del Conjunto II.

Estación	Peso del Factor	Profundidad (m)	Oxígeno (ml/l)	Tipo de sustrato
40	0.78	209	0.09	Arena limosa
41	0.71	207	0.20	Arena limosa
42	0.60	155	0.31	Arena limosa
53	0.90	202	0.22	Arena limosa
54	0.64	200	0.25	Limo arenoso
65	0.94	201	0.30	Limo arenoso
66	0.84	149	0.37	Limo arenoso
75	0.81	155	0.26	Limo arenoso
76	0.89	200	0.21	Limo arenoso
77	0.94	200	0.22	Limo arenoso
78	0.82	150	0.29	Limo arenoso
87	0.83	151	0.14	Limo arenoso
88	0.95	201	0.27	Limo arenoso
99	0.87	152	0.38	Limo arenoso
100	0.70	196	0.00	Limo arenoso
111	0.83	150	0.13	Limo arenoso
123	0.89	152	0.18	Limo arenoso
124	0.90	202	0.05	Limo arenoso
136	0.85	209	0.06	Limo
148	0.87	209	0.00	Limo
160	0.83	203	0.05	Limo
172	0.85	202	0.21	Limo
184	0.87	202	0.13	Limo
196	0.80	200	0.25	Limo
207	0.84	151	0.00	Limo
218	0.88	150	0.39	Limo
219	0.81	203	0.49	Limo



Las especies que dominan este conjunto son: *Epistominella bradyana*, *Bolivina seminuda* y *Bolivina plicata*.

*Epistominella bradyana*, aunque está presente en todas las muestras, observa sus mayores abundancias en las correspondientes al factor 2, con porcentajes entre el 15 y 65%, con un promedio del 28%. *Bolivina seminuda* alcanza abundancias relativas hasta del 41%, con un valor promedio del 13%.

*Bolivina plicata* es constante y abundante en las muestras pertenecientes a este factor, alcanzando porcentajes hasta del 34%, con promedio del 11%.

*Bolivina pygmaea*, *Buliminella curta* y *Cassidulina corbyi*, son especies importantes, ya que aunque presentan abundancias relativas bajas, generalmente inferiores al 5%, son típicas del Conjunto II, pues se encuentran excepcionalmente en el Conjunto I.

Es importante mencionar que las especies dominantes en el Conjunto II, han sido reportadas como especies características de ambientes de oxígeno mínimo (ver sección 5.2.1). Al analizar los valores de oxígeno que caracterizan cada uno de los conjuntos se observa que en el Conjunto I, los valores en las muestras son heterogéneos presentando valores promedio de 0.3 ml/l; mientras que en el Conjunto II predominan los valores menores a 0.2 ml/l. Es decir que los valores mínimos de oxígeno son más consistentes en las muestras del Conjunto II.

Con respecto al tipo de sustrato se observó que las



muestras que integran el Conjunto I están relacionadas con sustrato arenoso y areno limoso, mientras que en las muestras que pertenecen al Conjunto II predomina el sustrato limoso y limo arenoso. Esta relación que guardan los conjuntos con uno u otro tipo de sustrato puede deberse a que el sustrato favorezca el desarrollo de ciertas especies o a la relación entre el tamaño de partículas con la profundidad, o bien a ambos.

Esta relación se encuentra claramente evidenciada por *Hanzawaia nitidula* y *Bolivina plicata*.

*H. nitidula* es una especie característica del Conjunto I, la cual se encuentra principalmente a 100 m de profundidad y está asociada a sedimentos arenosos y areno limosos, mientras que *B. plicata*, es una especie del Conjunto II que presenta sus máximas abundancias entre 150 y 200 m de profundidad (en la plataforma externa), y que se encuentra relacionada con sedimentos limosos y limo arenosos.

Mediante el Análisis de Factores se determinaron dos conjuntos de foraminíferos bentónicos en el área de estudio. Las estaciones incluidas en cada conjunto se pueden observar en la figura 5.24, en donde se observa la representación gráfica de los factores.

El Conjunto I dominado por *Cassidulina* cf. *C. subglobosa* y *H. nitidula*; notando que las muestras que pertenecen a este conjunto se localizan principalmente alrededor de la isóbata de 100 m y están conformadas comúnmente por sustrato arenoso y areno lodoso, presentando concentraciones de oxígeno desde 0.06 a 0.5 ml/l, con un promedio de 0.3 ml/l de oxígeno, y



el Conjunto II caracterizado por *Epistominella bradyana*, *Bolivina seminuda* y *Bolivina plicata*, incluyendo la mayoría de las muestras localizadas a 150 m y a todas las de 200 m de profundidad, predominando el sustrato lodoso y lodo arenoso con concentraciones de oxígeno generalmente menores a 0.2 ml/l.

Recapitulando los resultados obtenidos en esta sección con los presentados anteriormente, se puede señalar que las variaciones de algunos parámetros oceanográficos, tales como profundidad, contenido de oxígeno disuelto en el agua y tipo de sedimento, pueden asociarse con la abundancia de algunas especies pero, en muchos casos las evidencias son insuficientes para establecer o definir los factores limitantes en la distribución de las mismas. No obstante, en el área de estudio, la profundidad es probablemente el parámetro mas importante en la distribución de las faunas de foraminíferos bentónicos, debido a que como ya se mencionó anteriormente, otros factores (entre ellos el oxígeno y el tipo de sustrato), están directamente asociados con los cambios que ésta presenta.

## CAPITULO 6

## CONCLUSIONES

1) El límite superior de la zona de oxígeno mínimo en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec se presenta a profundidades entre 75 m y 100 m. Esta zona se pudo detectar hasta 500 m y presenta concentraciones de 0.0 a 0.5 ml/l de oxígeno.

2) Se determinaron 93 especies de foraminíferos bentónicos pertenecientes a 33 géneros. En general, las poblaciones están caracterizadas por abundantes especímenes, relativamente pequeños con testas frágiles bien preservadas.

3) Las especies que caracterizan la zona de oxígeno mínimo en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec pertenecen esencialmente a los géneros *Bolivina*, *Buccella*, *Cassidulina*, *Epistominella* y *Hanzawaia*.

4) Se observaron las siguientes tendencias con respecto a las concentraciones de oxígeno:

(a) Las especies del género *Bolivina* y *Buccella* fueron más abundantes en concentraciones menores de 0.25 ml/l de oxígeno.

(b) Las especies del género *Hanzawaia*, fueron más abundantes en concentraciones mayores a 0.20 ml de

oxígeno/litro.

(c) *Epistominella bradyana* y la mayoría de las especies de *Cassidulina*, se distribuyeron indistintamente; las especies de *Uvigerina* que fueron poco frecuentes y que se encontraron de manera esporádica.

5) En cuanto a la distribución batimétrica de las especies se observó lo siguiente:

(a) Principalmente 10 especies de foraminíferos bentónicos dominan la zona entre 100 y 140 m de profundidad. De ellas, 3 son características de la plataforma media (*Cancris panamensis*, *Bolivina tongi filocostata* y *Brizalina acutula*); y las siete restantes (*Cassidulina* cf. *C. subglobosa*, *Cibicides mckennai*, *Cassidulina tortuosa*, *Hanzawaia nitidula*, *H. bertheloti* y *H. concentrica*), presentan rangos de distribución muy amplios, pero todas ellas son más abundantes en ambientes de plataforma interna y media.

(b) Cinco especies dominan la plataforma externa del Golfo de Tehuantepec: *Epistominella bradyana*, *Bolivina seminuda*, *Bolivina plicata*, *Buccella* sp y *Bolivina pygmaea*, todas ellas han sido reportadas en la literatura en ambientes similares.

6) Considerando el tipo de sustrato se establecieron los siguientes patrones:

(a) *Cassidulina* cf. *C. subglobosa*, *Hanzawaia nitidula*, *Bolivina interjuncta*, *Brizalina acutula* y *Cibicides mckennai*,

presentan sus mayores abundancias en las muestras de sustrato areno limoso.

(b) *Bolivina vaughani* está asociada a sustrato arenoso y areno limoso.

(c) *Bolivina pacifica* y *Bolivina* sp B son típicas de sustrato limoso y areno limoso.

7) Mediante el análisis de factores se determinaron dos conjuntos de foraminíferos bentónicos en el área de estudio.

(a) El Conjunto I está dominado por *Cassidulina* cf. *C. subglobosa* y *H. nitidula*. Las muestras que pertenecen a este conjunto se localizan principalmente alrededor de la isóbata de 100 m y están conformadas comunmente por sustratos arenoso y areno limoso, presentando concentraciones de oxígeno desde 0.06 a 0.5 ml/l, con un promedio de 0.3 ml/l.

(b) El Conjunto II se caracterizó por *Epistominella bradyana*, *Bolivina seminuda* y *Bolivina plicata*, incluyendo la mayoría de las muestras localizadas a 150 m y a todas las de 200 m de profundidad, predominando los sustratos limoso y limo arenoso y concentraciones de oxígeno menores de 0.2 ml/l.

(8) Como conclusión general, las variaciones de algunos parámetros oceanográficos, tales como la profundidad, el contenido de oxígeno disuelto en el agua y el tipo de sedimento se relacionan con la abundancia o escases de algunas especies pero, en muchos casos las evidencias no son tan obvias para establecer el, o los factores limitantes de

la distribución de las mismas.

## CAPITULO 7

## LITERATURA CITADA

- APPLIN, E. S., A. C. ELLISOR y H. T. KNIKER, 1925. Subsurface stratigraphy of the coastal plain of Texas and Louisiana. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 9(1):79-122.
- ARNOLD, A., 1983. Foraminiferal thanatocoenoses on the continental slope off Georgia and South Carolina. *Jour. Foram. Res.* 13:79-90.
- ARNOLD A. y B. SEN GUPTA, 1981. Diversity changes in the foraminiferal thanatocoenoses of the Georgia-South Carolina continental slope. *Jour. Foram. Res.*, 11:268-276.
- ASANO, K., 1938. On the Japanese species of *Uvigerina* and its allied genera. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 45(538):609-618.
- ASANO, K., J. C. Jr. INGLE y Y. TAKAYANAGI, 1969. Neogene planktonic foraminiferal sequence in north-eastern Japan. *Proc. First. Intern. Conf. Planktonic Microfossils*, 1:14-25.
- AVENDAÑO, S. S., 1978. Estudio granulométrico de sedimentos de la porción oeste del Golfo de Tehuantepec. Tesis Prof. Esc. Sup. de Ing. y Arq. Inst. Pol. Nal., 42 p.
- BANDY, O. L., 1949. Eocene and Oligocene foraminifera from Little Slave Creek, Clarke County, Alabama. *Bull. Amer. Paleontol.*, 32(131):1-211.
- BANDY, O. L., 1953. Ecology and paleoecology of some California foraminifera. Part 1. The frequency distribution of Recent foraminifera off California. *Jour. Paleontol.*, 27:161-182.
- BANDY, O. L., 1954. Distribution of some shallow-water foraminifera in the Gulf of Mexico. *United States Geological Survey, Professional Paper No. 254-F*: 125-140.
- BANDY, O. L., 1961. Distribution of foraminifera, radiolaria and diatoms in sediments of the Gulf of California. *Micropaleontol.*, 10:81-96.



- BANDY, O. L. y R. E. ARNAL. 1957. Distribution of Recent foraminifera off West Coast of Central America. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 41(9):2037-2153.
- BARKER, R.W., 1960. Taxonomic notes on the species figured by H. B. Brady in his report on the foraminifera dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. *Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Publ.* 2:1-238.
- BATURIN, G. N., 1983. Some unique sedimentological and geochemical features of deposits in coastal upwelling regions. In: Thiede, J. and E. Suess (Eds.). *Coastal Upwelling Its Sediment Record. Part B: Sedimentary Records of Ancient Coastal Upwelling.* 11-27.
- BERGER, W. H., 1967. Foraminiferal ooze: Solution depth. *Science*, 156(3773): 383-385.
- BERGER, W. H. y A. SOUTAR, 1970. Preservation of plankton shells in an anaerobic basin off California. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 81(1):275-282.
- BLACKBURN, M., R. C. GRIFFITHS, R. W. HOLMES y W. H. THOMAS, 1962. Physical, chemical y biological observations in the eastern tropical Pacific Ocean: Three cruises to the Gulf of Tehuantepec 1958-1959. *Spec. Scient. Rep. U. S. Fish. Wildl. Serv. Fish-No.420*, 170 p.
- BLACKBURN, M. 1963. Distribution and abundance of Tuna related to wind ocean condition in the Gulf of Tehuantepec. *FAO Fish. Rep.*, (63):1557-1582.
- BOLTOVSKOY, E., 1966. Depth at which foraminifera can survive in sediments. *Cushman Found. Foram. Res. Contr.*, 12:43-45.
- BRADSHAW, J. S., 1961. Laboratory experiments on the ecology of foraminifera. *Cushman Found. Foram. Res. Contr.*, 12:87-106.
- BRADY, H. B., 1881. Notes on some of the reticularian Rhizopoda of the "Chalenger" Expedition: Part III. *Quart. Jour. Micros. Sci.*, 21:31-71.
- BRADY, H. B., 1884. Report of the Foraminifera dredged by HMS Challenger, during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results of the Exploration Voyage of HMS Challenger. *Zoology*, 9:1-89.
- BRASIER, M. D., 1975. The ecology and distribution of Recent foraminifera from the reefs and shoals around Barbuda, West Indies. *Jour. Foram. Res.*, 5:193-210.

- BUZAS M. A., 1974. Vertical distribution of *Ammobaculites* in the Rhode River, Maryland. *Jour. Foram. Res.*, 4:144-147.
- CARPENTER, J. H. 1966. New measurements of oxygen solubility in pure and natural water. *Limnol. Oceanogr.*, 11:264-277.
- CARRANZA-EDWARDAS, A., 1980. Ambientes sedimentarios recientes de la llanura costera sur del Istmo de Tehuantepec. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. Mexico*, 2(2):13-66.
- CARRANZA EDWARDS, A., 1987. Informe Técnico de la Campaña Oceanografica MIMAR III. *Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Auton. Mexico, Informe Inedito:1-54.*
- CARRANZA EDWARDS, A., 1988. Informe Técnico de la Campaña Oceanografica MIMAR IV. *Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Auton. Mexico, Informe Inedito:1-32.*
- CLINE, J.D. y F.A. RICHARDS, 1972. Oxigen deficient conditions and nitrate reduction in the Eastern Tropical North Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.*, 17 (6):885-900.
- COLLINSON, P., 1980. Vertical distribution of foraminifera off the coast of Northumberland, England. *Jour. Foram. Res.*, 10:75-78.
- CULVER, S. y M. BUZAS, 1981. Recent benthic foraminiferal *Globocassidulina subglobosa* (Brady) in the southeast Indian Ocean. *Jour. Foram. Res.* 11:217-240.
- CULVER, S. y M. BUZAS, 1983. Recent benthic foraminiferal provinces in the Gulf of Mexico. *Jour. Foram. Res.*, 13:21-31.
- CUSHMAN, J. A., 1911. A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean. *U. S. Natl. Museum Bull.* 21. 108 p.
- CUSHMAN, J. A., 1918. The smaller fossil foraminifera of the Panama Canal Zone. *U. S. Natl. Museum Bull.*, 103:45-87.
- CUSHMAN, J. A., 1922. The foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 3, Textulariidae. *U. S. Natl. Museum Bull.*, 104:1-149.
- CUSHMAN, J. A., 1923. The foraminifera of the Atlantic Ocean. *U. S. Natl. Museum Bull.*, 104:228 p.

- CUSHMAN, J. A., 1925. Some Textulariidae from the Miocene of California. Contr. Cushman Found. Lab. Foram. Res., 1:29-35.
- CUSHMAN, J. A., 1926. Some Pliocene Bolivinas from California. Contr. Cushman Found. Lab. Foram. Res., 2:1-45.
- CUSHMAN, J. A., 1927. An outline of a re-classification of the foraminifera. Contr. Cushman Found. Lab. Foram. Res., 3:1-105.
- CUSHMAN, J. A., 1932. Notes on the genus Virgulina. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 8:7-23.
- CUSHMAN, J. A., 1947. New species and varieties of the foraminifera from off southeastern coast of the United States. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 23:86-92.
- CUSHMAN, J. A. y H. B. GRAY, 1946. A foraminiferal family from the Pliocene of Timm's Point, California. Cush. Lab. Foram. Res. Spec. Publ., 12:1-19.
- CUSHMAN, J. A. y HUGHES, 1925. Some Tertiary Cassidulina of California. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 1:11-17.
- CUSHMAN, J. A. e I. McCULLOCH, 1940. Some Nonionidae in the collections of the Allan Hancock Foundation. Allan Hancock Pacific Expeditions, 6(3):1-178.
- CUSHMAN, J. A. e I. McCULLOCH, 1942. Some Virguliniinae in the collections of the Allan Hancock Foundation. Allan Hancock Pacific Expeditions, 6(4):1-230.
- CUSHMAN, J. A. e I. McCULLOCH, 1948. The species of Bulimina and related genera in the collections of the Allan Hancock Pacific Expeditions, 6(5):1-294.
- CUSHMAN, J. A. y D. A. MOYER, 1930. Some Recent foraminifera from off San Pedro California. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 6:49-63.
- CUSHMAN, J. A. y F. L. PARKER, 1937. A monograph of the subfamily Virguliniinae of the foraminiferal family Buliminidae: Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ. 9: 1-220.
- CUSHMAN, J. A. y F. L. PARKER, 1938. Notes on some Pliocene and Pleistocene species of Bulimina and Buliminella. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 14:53-62.
- CUSHMAN, J. A. y R. TODD, 1942. The genus Cancris and its species. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 18:72-94.

- CUSHMAN, J. A. y R. TODD, 1943. The genus *Pullenia* and its species. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 19:1-23.
- CUSHMAN, J. A. y R. TODD, 1945. Miocene foraminifera from Buff Bay, Jamaica. Cushman Lab. Foram. Res. Spec. Publ. 15, 73 p.
- CUTZ, E. N., 1977. Comportamiento Sedimentológico y Orgánico de la Parte Sureste del Golfo de Tehuantepec. Tesis Prof. Esc. Sup. de Ing. y Arq. Inst. Pol. Nat., 80 p.
- DEMAISON, G. J. y G. T. MOORE, 1980. Anoxic environments and oil source bed genesis. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 64(8):1179-1209.
- DIESTER-HAASS, L., 1978. Sediments as Indicators of Upwelling. In: Boje, R. and M. Tomcksack (Eds.). Upwelling Ecosystems. Springer-Verlag, Germany: 261-281.
- d'ORBIGNY, A. D., 1826. Tableau methodique de la classe des cephalopodes. Annales Science Naturelle, Paris Ser. 1, 2:245-314.
- d'ORBIGNY, A. D., 1939a. Histoire Physique, Politique et Naturelle de l'Isle de Cuba. 224 p.
- d'ORBIGNY, A. D., 1839b. Voyage dans l'Amerique Meridionale-Foraminiferes. 5, 86 p. V. Levrault (Strasbourg).
- d'ORBIGNY, A. D., 1939c. Foraminiferes des Illes Canaries. In: Barker-Webb P. and S. Berthelot. Historie Naturelle des Illes Canaries, Paris, 2:119-146.
- DOUGLAS, R. G., 1973. Benthonic foraminiferal biostratigraphy in the central North Pacific, Leg 17, Deep Sea Drilling Project. Init. Rept. Deep Drill. Proj., 12: 607-671.
- DOUGLAS, R. G., 1979. Benthic foraminiferal ecology and paleoecology: A review a concepts an methods. Soc. Econ. Paleontol. Miner. Short Course no 6, Houston: 21-53.
- DOUGLAS, R. G. y H. L. HEITMAN, 1979. Slope and basin benthic foraminifera of the California borderland. Soc. Econ. Paleontol. Miner. Spec. Publ., 27:231-246.
- DOUGLAS, R. G. y F. WOODRUFF., 1981. Deep-sea benthic foraminifera, In: C. Emiliani (Ed.). The Sea. The Oceanic Lithosphere. John Wiley and Sons, New York, 2 :1233-1327.
- EMERY, K. O., 1960. The Sea of southern California. John Wiley and Sons, Inc., New York. 366 p.

- FICHTEL, L. von y J. P. C. MOLL, 1798. *Testacea microscopica, aliquae minuta ex generibus Argonauta et Nautilus, ad naturam picta et descripta (Microscopische und andere klein Schalthiere as den Geschlechtern Argonaute und Schiffer)*. 123 p. (Camesina, (Wien).
- FRANKEL, L., 1972. Subsurface reproduction in foraminifera. *Jour. Paleontol.*, 44:62-65.
- FRANKEL, L., 1975. Subsurface feeding in foraminifera. *Jour. Paleontol.*, 49: 563-565.
- GALLOWAY, J. J. y S. G. WISSLER, 1927. Pleistocene foraminifera from Lomita Quarry, Palos Verdes Hills, California. *Jour. Paleontol.*, 1(1): 35-87.
- GERLACH, S. A., 1972. Substratum: general introduction. In: Kinne, O. (Ed.). *Marine Ecology*, 1 (13):1245-1259.
- GOLIK, A. y F. B. PHLEGER, 1977. Benthonic Foraminifera from the Gulf of Panama. *Jour. Foram. Res.*, 2:83-99.
- GOREAN, F. M. y R. E. GARRISON, 1981. Significance of laminated and massive diatomites the upper part of the Monterey Formation, California. In: Garrison, R. and R Douglas (Eds.), *The Monterey Formation and Related Siliceous Rocks of California*. *Soc. Econ. Paleontol. Miner.*, 181-198.
- HAAKE, F. W., 1977. Living benthic foraminifera in the Adriatic Sea: Influence of water depth and sediment. *Jour. Foram. Res.*, 7:62-75.
- HARMAN, R. A., 1964. Distribution of foraminifera in Santa Barbara Basin California. *Micropaleontol.*, 10:81-96.
- HARTLINE, B. K., 1980. Coastal upwelling: physical factors feed fish. *Science*, 208:38-40.
- HASTENRATH, S. y P. LAMB, 1977. *Climatic Atlas of the Tropical Atlantic and Eastern Pacific Oceans*. The University of Wisconsin Press, 97 charts.
- HERON-ALLEN, E. y A. EARLAND, 1913. Clare Island survey, Foraminifera. *Royal Irish Academy, Proceedings*, 31:1-188.
- HOTTINGER, L. 1977. Distribution of larger Peneroplidae, Borelis and Nummulitidae in the Gulf of Elat, Red Sea. *Utrecht Micropaleontol. Bull.*, 15:35-109.
- HURD, W. E., 1929. Northers of the Gulf of Tehuantepec. *Monthly Waether Rev.*, 52(5):

- INGLE, J. C. JR., 1967. Foraminiferal biofacies and the Miocene-Pliocene boundary in California. Bull. Amer. Paleol., 52(236):1-217.
- INGLE, J. C., JR., 1980. Cenozoic paleobathymetry and depositional history of selected sequences within the southern California continental borderland. Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ., 19:163-195.
- INGLE, J. C., JR., 1981. Origin of Neogene diatomites around the North Pacific Rim. In: Garrison, R. E., Douglas (Eds.). The Monterey Formation and Related Siliceous Rocks of California. The Pacific Section. Soc. Econ. Paleontol. Miner., Los Angeles:159-180.
- INGLE, J. C., JR. y G. Keller, 1980. Benthic foraminiferal biofacies of the Eastern Pacific Margin between 40 S and 32 N. In: Field, M.D, Bouma, A. H., Colburn, I.P. and others (Eds.). Quaternary depositional environments of the Pacific Coast. Pacific Coast Paleogeography Symposium 4. Soc. Econ. Paleontol. Miner., Pacific Section, Los Angeles:341-355.
- INGLE, J.C., JR., G. KELLER y R.L. KOLPAK, 1980. Benthic foraminiferal biofacies, sediments and water masses of the southern Peru-Chile Trench area southeastern Pacific Ocean. Micropal. 24 (2): 113-150.
- JIMENEZ, C., 1978. Estudio Sedimentológico y Microfaunístico del Sureste del Golfo de Tehuantepec. Tesis Profesional. Esc. Sup. de Ing. y Arq., Inst. Pol. Nal., Mexico, 87 p.
- KAPLAN, I.R. y S.C. RITTENBERG, 1963. Basin sedimentation and diagenesis. In: The Sea. New York: Interscience Publishers: 583-619.
- KEIGWIN, L. D. Jr. ,1976. Late Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy and paleoceanography of the Panama Basin. 22:419-122.
- KENNETT, J.P., 1982. Marine Geology. Prentice Hall. Inc. New Jersey, 813 p.
- KIM, J. O., 1978. Factor analysis. In: Nie, N. et al. (Eds.), Statistical Package for the Social Science: 468-514.
- KLOVAN, J. e J. IMBRIE., 1971. An algorithm and FORTAN IV program for large scale Q mode factor analysis. Int. Assoc. Geol., J. 3(1):61-79.

- LADD, J. W. y R. T. BUFFLER, 1985. Middle America Trench off Western Central America, Atlas 2. Ocean Margin Drilling Program, Regional Atlas Series, Marine Sciences International, Woods Hole, Mass. 21 Sheets.
- LANKFORD, R. R. y F.B. PHLEGER, 1973. Foraminifera from the nearshore turbulent zone, western North America. *Jour. Foram. Res.*, 3:101-131.
- LEGECKIS, R., 1978. A Survey of worldwide sea surface temperature fronts detected by environmental satellites. *Lur. Geophys. Res.*, 83 (19):4501-4522.
- LEUTENEGER S. y H. J. HANSEN, 1979. Ultrastructural and radiotracer studies of pore function in foraminifera. *Marine Biology* 54(1):11-16.
- LOHMANN, G. P. 1978. Abissal benthonic foraminifera as hydrographic indicators in the western South Atlantic Ocean. *Jour. Foram. Res.*, 8:6-34.
- LONGHURST, A.R., 1967. Vertical distribution of zooplankton in relation to the eastern Pacific oxygen minimum. *Deep-Sea Res.*, 14(1):51-63.
- LOZANO ALVAREZ, E. y P. BRIONES FOURZAN, 1981. Informe preliminar del crucero DAMA I (Distribución y Abundancia Relativa de los Macrocrustaceos en la plataforma continental de los estados de Michoacán y Guerrero y su relación con los factores abióticos). *Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. Mexico.* 61 p.
- MATA MENDOZA, M. L., 1980. Distribución de los foraminíferos bentónicos de la parte sureste del Golfo de Tehuantepec, México. Tesis Prof. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Auton. Mexico. 11 p.
- MATA MENDOZA, M. L., 1987. Benthic foraminiferal assemblages from Mexican continental shelves. Louisiana State University, Baton Rouge, M. S. Thesis, 207 p.
- MATERA, N. J. y J. J. LEE, 1972. Environmental factors affecting the standing crop of foraminifera in sublittoral and psammolittoral communities of a Long Island salt marsh. *Mar. Biol.*, 14:89-103.
- MATOKA, Y. y A. YAMAGUCHI, 1982. Late Pliocene to Holocene benthic foraminifera of the Guaymas Basin Gulf of California, Sites 177 through 481. In: Curran, J. R. et al. (Eds.). *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, 64 (2):1027-1056.
- MONTFORT, D. DE, 1808. *Conchyliologie systematique et classification methodique des coquilles.* 1, 409 p.

- MORALES DE LA GARZA, E. A., A. Z. MARQUEZ GARCIA, A. CARRANZA-EDWARDS, J. E. AGUAYO-CAMARGO y V. TORRES RODRIGUEZ, 1988. Descubrimiento de una gran fractura en el Golfo de Tehuantepec, México. In: Resúmenes del X Convención Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana.
- MOULIN, J., 1979. Estudio de la Productividad Primaria del Golfo de Tehuantepec, México. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Auton. Mex., 31 p.
- MURRAY, J. W. 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids. Crane, Russak and Company, New York. 274 p.
- NATLAND, M. L., 1938. New species of foraminifera from off the west coast of North America and from later Tertiary of the Los Angeles Basin. Bull. Scripps Inst. Oceanog. Technical Series, 4:137-164.
- NATLAND, M. L., 1950. Report of the Pleistocene and Pliocene foraminifera: 1940, E. W. Scripps cruise to the Gulf of California, Part IV. Geol. Soc. Amer. Mem., 43:1-55.
- NIENSTEDT, J. C. y A. J. ARNOLD, 1988. The distribution of benthic foraminifera on seamounts near the East Pacific Rise. Jour. Foram. Res. 18(3):237-249.
- PARKER, F. L., 1952. Foraminiferal distribution in the Long Island Sound-Buzzards Bay area. Harvard Coll. Mus. Comp. Zool. Bull., 106:427-473.
- PARKER, F. L., 1954. Distribution of the foraminifera in the northeast Gulf of Mexico. Harvard University, Mus. Comp. Zoology, Bull., 111(10):453-588.
- PEARSON, B. y W. G. DOW, 1979. Geochemical analysis of the samples from sites 377 and 398. In: Initial Reports Deep Sea Drilling Project, 42, Part 2. U. S. Government Printing Office, Washington. 533-541.
- PHLEGER, F. B., 1952. Foraminiferal ecology off Portsmouth, New Hampshire. Harvard Coll. Mus. Comp. Zool. Bull., 106:315-390.
- PHLEGER, F. B., 1960. Ecology and distribution of Recent foraminifera. Johns Hopkins Press, Baltimore. 297 p.
- PHLEGER, F. B., 1964. Patterns of living benthonic foraminifera, Gulf of California, In: Van Andel, Tj. H. and G. G. Shore (Eds.), Marine Geology of the Gulf of California. Am. Assoc. Petrol. Geol., Mem. 3:377-394.



- PHLEGER, F. B., 1965. Depth patterns of benthonic foraminifera in the Eastern Pacific. In: Sears, M. (Ed.). Progress in Oceanography, 3:Oxford (Pergamon):273-287.
- PHLEGER, F. B. y F. L. PARKER, 1951. Ecology of foraminifera of northwest Gulf of Mexico. Geol. Soc. Amer, Mem., 44(2):159-184.
- PHLEGER, F. B. y A. SOUTAR, 1973. Production of benthic foraminifera in three East Pacific oxygen minima. Microspaleontol., 19(1):110-115.
- POAG, C. W. 1982. Environmental implications of test-to-substrate attachment among some modern sublittoral foraminifera. Geol. Soc. Amer. Bull., 93:252-268.
- QUINTERO, P. J. y J. V. GARDNER, 1987. Benthic foraminifers on the continental shelf and upper slope, Russian River area, northern California. Jour. Foram. Res., 12(2):132-152.
- RESIG, J., 1981. Biogeography of benthic foraminifera of the northern Nazca plate and adjacent continental margin. Geol. Soc. Amer. Mem., 154:619-665.
- RILEY, J. P. y R. CHESTER, 1971. Introduction to Marine Chemistry. Academic Press, London. 465 p.
- RHODES D. C. y J. W. MORSE, 1971. Evolutionary and ecology significance of oxygen deficient marine basins. Lethaia 4:413-428.
- RODEN, G.I., 1961. On the wind driven circulation in the Gulf of Tehuantepec, and its effect upon surface temperatures. Geofis. Int., 1(3):55-72.
- ROSALES-HOZ, M. T. L., 1980. Manual de Laboratorio de Oceanografía Química. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. p.
- RYTHER, J. H., 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. Science, 166:72-72.
- SANCHEZ-BARRERA, L. A., 1981. Geologic evolution of the continental margin of the Gulf of Tehuantepec in southeastern Mexico: Ph. D. dissertation, Univ. of Texas at Austin. 191 p.
- SCHAFER, C. T., 1971. Sampling and spatial distribution of benthic foraminifera. Limnol. Oceanogr., 16:944-951.
- SCHMIDT, J., 1925. On the contents of oxygen in the ocean on both sides of Panama. Science, 61(1):592-593.

- SCHRADER, H., G. CHENG y R. MAHOOD, 1983. Preservation and disolution of foraminiferal carbonate in an anoxic slope environment, southern Gulf of California. In: Meulenkamp, J. (Ed.). *Reconstruction of Marine Paleoenvironments*. Utrecht:205-226.
- SCHWAGER, C., 1866. Fossile foraminiferen von Kar-Nicobar. *Novara Exped, Geologisch Theil*, 2:187-268.
- SECRETARIA DE MARINA, 1978a. Estudio Oceanografico del Golfo de Tehuantepec. *Biologia Marina, Tomo I, 3a. Parte*. Inv. Ocean/Tehuá 03-78. Direccion General de Oceanografia, Mexico: 1-54.
- SECRETARIA DE MARINA, 1978b. Estudio Oceanografico del Golfo de Tehuantepec. *Fisica y Quimica del Oceano, Tomo II*. Inv. Ocean/Tehuá-04-78. Direccion General de Oceanografia Mexico: 1-60.
- SEGUENZA, G., 1862. Prime recherche intorno ai rizopodi fossili delle argille Pleistoceniche dei dintorni di Catania. *Accademia Gioenia Scienza Natural Catania, Atti, Ser. 2, 18*: 84-126.
- SEN GUPTA, B. K., 1982. Ecology of benthic foraminifera. In: T. W. Broadhead, (Ed.). *Notes for a Short Course. Paleontol. Soc.*:37-57.
- SEN GUPTA, B. K. y R. KILBOURNE, 1976. Depth distribution of benthic foraminifera on the Georgia continental shelf. *Maritime Sediments Spec. Publ.*, 1:25-38.
- SEN GUPTA, B. K. Y D. P. STRICKERT, 1982. Living benthic foraminifera of the Florida-Hatteras slope: Distribution trends and anomalies. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 93:218-224.
- SMITH, P. B., 1963. Recent foraminifera off Central America, quantitative and qualitative study of the family Bolivinidae. *U. S. Geol. Survey, Prof. Paper (429A)*, 39 p.
- SMITH, P.B.. 1964. Ecology of benthonic species: Recent foraminifera off Central America. *U. S. Geol. Survey, Prof. Paper (429-B)*: B1-B51.
- SMITH, R. L., 1968. Upwelling. In: *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 6:11-46.
- STONMEL, H., STROUP, E.D., REID, J. L. y B. A. WARREN, 1973. Transpacific hydrographic sections at latitudes 43 s y 28 S: the SCORPIO Expedition I. Preface. *Deep Sea Res.*, 20:1-7.

- STREETER, S. S., 1972. Living benthonic foraminifera of the Gulf of California, a factor analysis of Phleger's (1964) data. *Micropaleontol.*, 18:64-73.
- STREETER, S. S., 1973. Bottom water and benthonic foraminifera in the North Atlantic-glacial interglacial contrasts. *Quaternary Research*, 3:131-141.
- STRONG, A. E., DeRICKE R.J. y STUMPF, 1972. Satellite detection of upwelling and cold water eddies. Proc. 8th Int. Symp. Remote Sensing of Environment, *Environmental Res. Inst. Michigan, Ann Arbor*: 1069-1081.
- STUMPF, H. P., 1975. Satellite detection of upwelling in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Jour. Phys. Oceanogr.*, 5:383-388.
- STUMPF, H. P. y R. V. LEHECKIS, 1977. Satellite observations of mesoscale eddy dynamics in the eastern tropical Pacific Ocean. *Jour. Phys. Oceanogr.*, 7(5):648-658.
- SVERDRUP, H.U., JHONSON, M. W. y R. H. FLEMING, 1942. *The oceans*. New York: Prentice Hall, Inc.: 1-1087.
- TODD, R., 1979. Depth occurrences of foraminifera along the southeastern United States. *Jour. Foram. Res.* 2: 277-301.
- UCHIO, H., 1960. Ecology of living benthonic foraminifera from the San Diego, California area. *Cushman Found. Foram. Res. Spec. Pub.*, 5:1-72.
- WALSH, J. J., 1981. A carbon budget for overfishing off Peru. *Nature*, 290:300-304.
- WARREN, B. A., 1973. Transpacific hydrographic stations at latitudes 43 S and 28 S, the SCORPIO Expedition II. *Deep. Sea Res.*, 20:9-38.
- WILLIAMSON, W. C. 1848. On the Recent British species of the genus *Lagena*. *Annals and Magazine of Natural History Ser.* 2(1):1-20.
- WOOSTER, W., 1952. Shellback. Exped., *SIO Ref.* 52-63. 14 p.
- WOOSTER, W., 1978. Upwelling research and oceanic affairs. In: Boje, R. and M. Tomcksack (Eds.). *Upwelling Ecosystems*. Springer-Verlag, Germany: 261-281.
- WOOSTER, W. y J. L. REID, 1963. Eastern boundary currents. In: Hill. M.N. (Ed.), *The Sea*. Interscience Publ., 2:253-280.

WYRTKY, K., 1962. The oxygen minimum in relation of ocean circulation. *Deep Sea Res.*, 9:11-23.

WYRTKY, K., 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 4:33-68.

## A N E X O S

## A N E X O I

## Lista de Especies

- Amphycoryna separans* Brady, 1884, P. 500.
- Angulogerina carinata* Cushman, 1927, P. 153, Pl. 4, Fig. 3.
- Bolivina inflata* Heron-Allen y Earland, 1913, P. 68, Pl. 4, Figs. 16-19.
- Bolivina interjuncta* Galloway y Wissler, 1927, P. 70, Pl. 11, Figs. 10-13.
- Bolivina interjuncta bicostata* Cushman, 1926, P. 42.
- Bolivina lowmani* Phleger y Parker, 1951, P. 13, Pl. 6, Figs. 20a, b, 21.
- Bolivina marginata* Cushman, 1918, P. 48, Pl. 10, Fig. 1.
- Bolivina pacifica* Cushman y McCulloch = *Bolivina acerosa* Cushman var. *pacifica* Cushman y McCulloch, 1942, P. 85, Pl. 21, Figs. 2-3.
- Bolivina plicata* d'Orbigny, 1939b, P. 62, Pl. 8, Figs. 4-7.
- Bolivina pygmaea* Brady, 1881, P. 27.
- Bolivina seminuda* Cushman, 1911, P. 34, Fig. 55.
- Bolivina simplex* Phleger y Parker, 1951, P. 14, Pl. 7, Figs. 4, 5a-b, 6.
- Bolivina subaenariensis mexicana* Cushman = *Bolivina subaenariensis* Cushman var. *mexicana* Cushman, 1922, P. 47, Pl. 8, Fig. 1.
- Bolivina tongi filocostata* Cushman y McCulloch = *Bolivina tongi* Cushman *filocostata* Cushman y McCulloch, 1942, P. 214, Pl. 27, Figs. 7-11.
- Bolivina translucens* Phleger and Parker, 1951, P. 15, Pl. 7, Figs. 13, 14a-b.
- Bolivina vaughani* Natland, 1938, P. 146, Pl. 5, Fig. 11.
- Bolivinita minuta* (Natland) = *Bolivina minuta* Natland, 1938, P. 146, Pl. 5, Fig. 10.
- Brizalina acuminata* (Natland) = *Bolivina subadvena* Cushman var. *acuminata* Natland in Cushman y Gray, 1946, P. 34, Pl. 5, Figs. 46 a-c.

- Erizalina acutula* (Bandy) = *Bolivina advena* Cushman var. *acutula* Bandy, 1953, P. 180, Pl. 24, Fig. 7.
- Erizalina alata* (Seguenza) = *Valvulina alata* Seguenza, 1862, P. 115, Pl. 2, Figs. 5, 5a.
- Bulimina denudata* Cushman y Parker, 1938, P. 57, Pl. 10, Figs. 1, 2.
- Bulimina marginata* d'Orbigny, 1826, P. 269, P. 112, Figs. 10-12.
- Buliminella bassendocfensis* Cushman y Parker, 1937, P. 40, Pl. 4, Figs. 13 a-b.
- Buliminella curta* Cushman, 1925, P. 33, Pl. 5, Fig. 13.
- Buliminella elegantissima* d'Orbigny, 1839b, P. 51, Pl. 7, Figs. 13, 14.
- Cancris auricula* (Fichtel y Moll) = *Nautilus auricula* Fichtel y Moll, 1798, P. 108, Pl. 20, Figs. a-c.
- Cancris* cf. *C.* *communis* Cushman y Todd = *Cancris sagra* (d'Orbigny) var. *communis* Cushman y Todd, 1942, P. 79, Pl. 19, Figs. 8-11, Pl. 20, Fig. 1.
- Cancris* cf. *C.* *panamensis* Natland, 1938, P. 148, Pl. 6, Fig. 1.
- Cassidulina braziliensis* Cushman, 1922 P. 130, Pl. 25, Figs. 4, 5.
- Cassidulina corbyi* Cushman y Huges, 1925, P. 14, Pl. 2, Figs. 3a-b.
- Cassidulina limbata* Cushman y Huges, 1925, P. 12, Pl. 2, Fig. 2.
- Cassidulina* cf. *C.* *subglobosa* Brady = *Cassidulina subglobosa* Brady, 1881, P. 430, Pl. 54, Figs. 17a-c.
- Cassidulina tortuosa* Cushman y Huges, 1925, P. 25, Pl. 2, Figs. 4a-c.
- Cassidulinoides tenuis* Phleger y Parker, 1951, P. 27, Pl. 14, Figs. 14a-b, 15-17.
- Cibicides mckennai* Galloway y Wissler, 1927, P. 65, 66, Pl. 10, Figs. 5-6.
- Epistominella bradyana* (Cushman) = *Pulvinulinella bradyana* Cushman, 1927, P. 165, Pl. 5, Figs. 11-13.

- Elocilus basispinatus* (Cushman y Moyer) = *Nonion*  
*Rizarrensis* Berry var. *basispinata* Cushman y Moyer,  
1930, P. 54, Pl. 7, Figs. 18a-b.
- Elocilus mexicanus* (Cushman y McCulloch) = *Nonionella*  
*japonica* Asano var. *mexicana* Cushman y McCulloch, 1940,  
P. 160, Pl. 17, Fig. 10.
- Eurysankona pontoni* (Cushman) = *Virgulina pontoni* Cushman,  
1932, P. 17, Pl. 3, Fig. 7.
- Globobulimina pacifica* Cushman, 1927, P. 67, Pl. 14, Fig,  
12.
- Globocassidulina subglobosa* (Brady) = *Cassidulina*  
*subglobosa* Brady, 1881, P. 60.
- Hanzawaia bertheloti* (d'Orbigny) = *Rosalina bertheloti*  
d'Orbigny, 1839c.
- Hanzawaia concentrica* Cushman, 1918, P. 64, Pl. 21, Fig.  
3a-c.
- Hanzawaia nitidula* (Bandy) = *Cibicidina basiloba* (Cushman)  
var. *nitidula* Bandy, 1953. P. 178. Pl. 22, Fig. 3.
- Hanzawaia strattoni* (Applin) = *Truncatulina americana*  
Cushman var. *strattoni* Applin, in Applin, Ellisor y  
Kniker, 1925, P. 99, Pl. 3, Fig. 3.
- Islandiella norcrossi australis* (Phleger y Parker) =  
*Cassidulina norcrossi australis* Phleger y Parker,  
1951, P. 27, Pl. 14, Figs. 8-10.
- Lagena gracilis* Williamson, 1848, P. 13, Pl. 1, Fig. 5.
- Lagena plumigera* Brady, 1884.
- Lagena spirata* (Bandy) = *Lagena sulcata* (Walker y Jacob)  
var. *spirata* Bandy, 1949, P. 57, Pl. 7, Fig. 18.
- Lagena striata* (d'Orbigny) = *Oolina striata* d'Orbigny,  
1839b, P. 21, Pl. 5, Fig. 12.
- Laterostomella subspinescens* (Cushman) = *Bolivina*  
*subspinescens* Cushman, 1922, P. 48, Pl. 7, Figs.  
10-12.
- Lenticulina cultrata* (Montfort) = *Robulus cultratus*  
Montfort, 1808, P. 215.
- Loxostomum bradyi* (Asano) = *Bolivina bradyi* Asano, 1938,  
P. 603, Pl. 16, Fig. 2.



- Nonionella atlantica* Cushman, 1947, P. 90, Pl. 20, Figs. 1-5.
- Nonionella stella* Cushman y Moyer = *Nonionella miocenica* Cushman var. *stella* Cushman y Moyer, 1930, P. 56, Pl. 7, Figs. 17a-c.
- Elanulina ornata* (d'Orbigny) = *Truncatulina ornata* d'Orbigny, 1839b, P. 40, Pl. 16, Figs. 7-9.
- Eullenia elegans* Cushman y Todd, 1943, P. 23, Pl. 4, Fig. 11.
- Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny, 1839a, P. 189, Pl. 11, Figs. 14-15.
- Ruthefordoides mexicana* (Cushman) = *Virgulina mexicana* Cushman, 1922, P. 120, Pl. 23, Fig. 8.
- Suggrunda eckisi* Natland, 1950, P. 23, Pl. 9, Fig. 12.
- Trifarina bella* (Phleger y Parker) = *Angulogerina bella* Phleger y Parker, 1951, p. 12, Pl. 6, Fig. 13.
- Trifarina reussi* Cushman, 1923, P. 99.
- Uvigerina crassicostata* Schwager, 1866, Pt. 2, P. 248, Pl. 7, Fig. 94.
- Uvigerina excellens* Todd, 1948, in Cushman y McCulloch, 1948, P. 258, Pl. 33, Fig. 2.
- Uvigerina hispidocostata* Cushman y Todd, 1945, P. 51, Pl. 7, Figs. 27, 31.
- Uvigerina hootsi* Rankin, 1934, in Cushman y McCulloch, 1942, P. 22, Pl. 3, Figs. 8-9.
- Uvigerina incilis* Todd, 1948, in Cushman y McCulloch, 1948, P. 260, Pl. 33, Fig. 4.
- Uvigerina peregrina* Cushman, 1923, P. 166, Pl. 42, Figs. 7-10.
- Valvulineria inflata* (d'Orbigny) = *Valvulina inflata* d'Orbigny, 1839b, P. 48, Pl. 7, Figs. 7-9.
- Valvulineria mexicana* Parker, 1954, P. 526, Pl. 9, Figs. 1-3.

AMÉXICO II.- Distribución de las foraminíferos bentónicos en el área de estudio. Los números superiores de cada columna, indican valores absolutos y los inferiores abundancias relativas de cada una de las especies.

No. de Estación	38	40	41	42	53	54	55	63	64	65	66	67	75	76	77	79	86	87	88	90	99	100	110	111	
No. de Ind./Est.	294	355	193	236	347	361	287	323	293	358	345	361	362	284	394	357	281	277	284	280	343	291	281	297	
No. de Especies	29	28	24	28	25	29	30	32	25	29	29	37	28	28	37	29	28	30	33	39	36	28	30	29	
ESPECIES																									
<i>Amyrcoryna separans</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0
<i>Angulogerina carinata</i>	Total	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0.3	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina inflata</i>	Total	0	0	0	0	0	0	1	1	4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	3	1	3	1	21
	X	0	0	0	0	0	0	0.7	0.3	1.1	0	0	0	0.4	0.3	0	0.4	0.4	0	1.4	0.9	0.3	7.5	1.7	5
<i>B. interjuncta</i>	Total	0	58	38	37	21	42	8	2	7	22	7	0	18	5	3	0	6	0	0	12	3	1	19	19
	X	0	16.3	13	15.7	6.1	13.9	2.8	0.6	1.9	6.4	1.9	0	6.3	1.3	0.8	0	2.2	0	0	3.5	1	0.4	6.4	6.4
<i>B. interjuncta bicostata</i>	Total	3	0	25	5	5	6	0	5	4	13	1	5	7	0	9	21	6	4	16	2	16	3	1	1
	X	1	0	8.5	2.1	1.4	2	0	1.5	1.4	3.6	0.3	1.4	2.3	0	2.8	5.9	2.1	1.4	4.4	0.6	5.5	1.1	0.3	0.3
<i>B. leonni</i>	Total	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	4	0	0	0
	X	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	2	1.1	0	0	0
<i>B. marginata</i>	Total	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
	X	0	0.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.7	0	0	0
<i>B. pacifica</i>	Total	0	1	2	5	3	2	0	2	3	0	11	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0.6	0.7	2.1	0.9	0.7	0	0.6	1	0	3.2	0	0	0.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. plicata</i>	Total	6	54	28	6	39	19	4	9	21	23	30	7	23	29	51	29	12	38	27	12	23	30	9	51
	X	2	15.2	9.6	2.5	10.9	3.3	1.4	2.8	7.2	6.4	8.7	1.9	7.6	10.2	12.9	8.1	4.3	18.8	9.5	4.3	7.3	10.3	3.2	17.2
<i>B. pygmaea</i>	Total	0	0	2	0	3	4	0	0	0	9	20	0	13	10	0	5	0	5	4	5	7	0	4	4
	X	0	0	0.7	0	0.9	1.3	0	0	2.5	5.8	0	4.3	3.5	0	1.4	0	1.8	1.4	1.8	2	0	1.4	1.3	1.3
<i>B. summa variedades</i>	Total	0	8	9	3	26	5	0	1	0	84	25	4	17	12	41	16	3	19	51	22	34	93	1	23
	X	0	2.3	0.3	1.3	7.5	1.7	0	0.3	0	23.5	7.2	1.1	5.6	4.2	10.4	4.5	1.1	6.9	18	7.8	9.9	32	0.4	7.7
<i>B. duplex</i>	Total	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	3	0	0	1	0
	X	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0.3	0.7	0	0.4	1.1	0	0	0.4	0
<i>B. subaerensis mexicana</i>	Total	12	15	0	3	5	4	18	27	2	4	3	0	8	12	3	7	1	9	16	2	0	3	5	0
	X	4.1	4.2	0	1.3	1.4	1.7	1.4	5.6	9.3	0.6	1.2	0.8	2.6	0.7	0.7	2	0.4	3.2	5.6	0.7	0	1	1.8	0
<i>B. tongi filicostata</i>	Total	6	1	0	3	2	5	3	0	2	1	0	9	0	2	0	0	20	0	0	0	1	0	0	0
	X	2	0.3	0	1.3	0.6	1.7	1	0	0.7	0.3	0	2.5	0	0.7	0	0	7.1	0	0	0	0.3	0	0	0
<i>B. translucens</i>	Total	0	0	0	0	0	2	0	0	13	0	2	10	6	0	0	0	39	2	9	7	5	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	3.3	2.1	0	0	0	19.8	0.7	2.8	2	1.7	0	0	0
<i>B. vaughani</i>	Total	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	1	1	2	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0
	X	0	0	0	0	0.9	0	0	0	0.8	0	0.3	0.3	0.7	0	0	0	1.1	0	0	0.3	0.3	0	0	0
<i>B. sp A</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.4	0	0	0	0	0
<i>B. sp B</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0
<i>B. spp (Juvéniles)</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina sarrica</i>	Total	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



No. de Estacion	38	40	41	42	53	54	55	63	64	65	66	67	75	76	77	78	86	87	88	98	99	100	110	111	
No. de Ind./Est.	294	365	193	236	347	301	287	323	293	358	346	361	302	284	394	357	281	277	284	281	343	291	281	297	
No. de Especies ESPECIES	29	28	24	28	25	29	30	32	25	29	29	37	28	28	37	29	28	30	33	39	30	28	30	29	
Brizalina acuminata	Total	16	13	5	27	13	15	9	12	7	6	29	9	17	15	14	19	9	19	5	10	2	0	4	0
	X	5.4	3.7	1.7	11.4	3.7	4.9	3.1	3.7	2.4	1.7	8.4	2.5	5.6	5.3	3.6	5.3	3.2	6.9	1.8	3.6	0.6	0	1.4	0
B. acutula	Total	11	0	5	6	0	2	12	2	4	0	2	28	1	0	0	1	15	0	0	7	0	2	0	1
	X	3.7	0	1.7	2.5	0	0.7	4.2	0.6	1.4	0	0.6	7.8	0.3	0	0	0.3	5.3	0	0	2.5	0	0.7	0	0.3
B. alata	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0.4	0.5	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0.4
Buccella sp	Total	0	2	9	1	5	0	0	3	2	3	3	1	11	8	13	14	2	7	8	5	10	22	1	11
	X	0	0.6	3.1	0.4	1.4	0	0	0.9	0.7	0.8	0.9	0.3	3.6	2.8	3.3	3.9	0.7	2.5	2.8	1.8	2.1	7.6	0.4	3.7
Bulimina denudata	Total	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	1	2	1	9	0	1
	X	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0.3	4	0.3	0.3	0	0.7	0.4	0.7	0.3	3.1	0	0.3
B. marginata	Total	1	4	3	2	3	5	1	9	0	5	0	1	0	0	0	4	4	0	0	3	0	1	0	0
	X	0.3	1.1	1	0.9	0.9	1.7	0.3	2.8	0	1.5	0	0.3	0	0	0	1.1	1.4	0	0	1.1	0	0.3	0	0
Buliminella bassendorffensis	Total	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0	0.8	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
B. cf. B. bassendorffensis	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	1	0	0	0.3	0	0.4	0	0	0.4	0	0	0	0
B. curta	Total	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	X	0	0	0	0	0.6	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
B. elegantissima	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
Cancris auricula	Total	0	1	3	2	0	2	4	1	2	0	0	0	0	1	3	1	3	1	2	0	14	3	5	7
	X	0	0.3	1	0.9	0	0.7	1.4	0.3	0.7	0	0	0	0	0.4	0.8	0.3	1.1	0.4	0.7	0	4.1	1	1.8	2.4
C. communis	Total	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	13	5
	X	0.7	0	0	0.9	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.9	0.3	4.6	1.7
C. panamensis	Total	1	0	1	6	0	0	4	3	0	1	1	4	0	0	2	0	0	0	1	2	0	2	0	0
	X	0.3	0	0.3	2.5	0	0	1.4	0.9	0	0.3	0.3	1.1	0	0	0.5	0	0	0	0.4	0.7	0	0.7	0	0
C. spp (Juveniles)	Total	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cassidulina braziliensis	Total	16	2	1	0	2	3	8	3	6	4	6	12	1	0	4	2	12	1	0	3	0	0	0	0
	X	5.4	0.6	0.3	0	0.6	1	2.8	0.9	2	1.1	1.7	3.3	0.3	0	1	0.6	4.3	0.4	1.4	1.1	0	0	0	0
C. corbyi	Total	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	4	2	0	1	3	0	8	0	0	2
	X	0	0.6	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	1.4	1	0.6	0	0.4	1.1	0	2.3	0	0	0	0.7
C. limbata	Total	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	X	0.3	0	0	0	0	1	0	0	0.3	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3
C. cf. C. subglobosa	Total	61	20	29	5	24	32	77	48	49	17	30	96	30	8	7	15	74	13	1	31	20	5	75	17
	X	20.7	5.6	9.9	2.1	6.9	10.6	28.8	14.9	16.7	4.7	8.7	26.6	9.9	2.8	1.8	4.2	26.3	4.7	0.4	11	5.8	1.7	26.7	5.7
C. tortuosa	Total	6	2	2	1	4	4	9	12	3	3	4	10	4	4	3	3	6	2	5	1	4	3	11	2
	X	2	0.6	0.7	0.4	1.2	1.3	3.1	3.7	1	0.8	1.2	2.8	1.3	1.4	0.8	0.8	2.1	0.7	1.8	0.4	1.2	1	3.9	0.7
Cassidulinoides tenuis	Total	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	X	0.3	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0.4	0.5	0	0.4	0	0.4	0	0	0	0	0



No. de Estacion	38	40	41	42	53	54	55	63	64	65	66	67	75	76	77	78	86	87	88	89	99	100	110	111
No. de Ind./Est.	294	355	193	236	347	301	287	323	293	358	346	361	302	284	394	357	221	277	284	281	243	291	281	297
No. de Especies	29	29	24	28	25	29	30	32	25	29	29	37	28	28	37	29	28	30	33	39	30	28	30	29
ESPECIES																								
<i>Cibicides wilsoni</i>	Total	6	0	0	3	0	0	13	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	%	2	0	0	1.3	0	0	4.5	0.9	0	0	1.7	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
<i>Epistominella bradyana</i>	Total	21	93	66	56	137	62	73	76	118	105	18	70	105	101	89	37	57	75	73	77	46	38	53
	%	7.1	25.2	22.5	23.7	39.5	20.6	4.2	22.3	25.9	33	30.3	5	23.2	37	25.6	24.9	13.2	20.6	26.4	22.4	15.8	13.5	17.8
<i>E. sp</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Florilus basispinatus</i>	Total	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	%	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3
<i>F. mexicanus</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Furserkoia portoni</i>	Total	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0
<i>Globobulimina pacifica</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	Total	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0.3	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hanzawaia berthelothi</i>	Total	12	0	0	0	0	4	1	4	0	1	12	0	0	0	1	17	1	0	2	0	0	0	4
	%	4.1	0	0	0	0	1.4	0.3	1.4	0	0.3	3.3	0	0	0	0.3	2	0.4	0	0.7	0	0	0	1.3
<i>H. concentrica</i>	Total	5	0	4	1	1	1	0	4	0	0	0	1	0	9	6	25	0	4	6	1	0	0	0
	%	1.7	0	1.4	0.4	0.3	0.3	0	1.2	0	0	0	0.3	0	2.3	1.7	8.9	0	1.4	2.1	0.3	0	0	0
<i>H. nitidula</i>	Total	46	0	0	28	0	33	60	20	0	0	7	47	0	0	0	0	1	0	3	5	0	15	3
	%	15.6	0	0	11.9	0	10.9	20.9	6.2	0	0	2	13	0	0	0	0	0.4	0	1.1	1.5	0	5.3	1
<i>H. strattoni</i>	Total	29	9	14	4	14	20	21	25	9	14	3	27	1	8	2	36	4	8	24	11	18	14	21
	%	9.9	2.5	4.8	1.7	4	6.6	7.3	7.7	3.1	3.9	0.9	7.5	0.3	2.8	0.5	10.1	1.4	2.9	8.5	4	5.2	4.8	7.1
<i>H. spp (Juvéniles)</i>	Total	0	0	6	0	4	0	2	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	2.1	0	1.2	0	0.7	0	0	0	3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Islandiella nor. aus.</i>	Total	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4	2	4	0	0	1	0	2	0	0
	%	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	1	0.6	1.4	0	0	0.4	0	0.7	0	0
<i>Lagena gracilis</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. plumigera</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. spirata</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3
<i>L. striata</i>	Total	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. sp A</i>	Total	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. sp B</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0

No. de Estacion	123	124	134	135	136	146	147	148	150	158	159	160	171	172	182	184	194	196	206	207	208	217	218	219	
No. de Ind./Est.	301	446	291	365	305	279	282	354	493	274	471	407	274	349	443	437	278	325	399	472	261	268	400	382	
No. de Especies	25	28	32	26	27	26	28	21	36	26	35	28	30	22	29	21	20	21	25	25	21	21	15	11	
ESPECIES																									
<i>Cibicides wckmani</i>	Total	0	0	3	0	0	4	3	0	3	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
	%	0	0	1	0	0	1.4	1.1	0	0.6	3.6	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0
<i>Epistominella bradyana</i>	Total	85	98	24	101	71	16	58	73	90	14	73	73	24	107	36	221	18	71	41	181	121	27	258	100
	%	28.2	22	8.2	26.2	23.3	5.7	20.6	20.6	18.3	5.1	16.2	17.9	8.8	30.7	8.1	50.6	6.5	21.8	10.3	28.3	31.8	9.4	64.5	26.2
<i>E. sp</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Florilus basispinatus</i>	Total	0	0	2	0	0	1	0	0	5	2	0	0	1	0	11	0	0	0	5	0	0	6	0	0
	%	0	0	0.7	0	0	0.4	0	0	1	0.7	0	0	0.4	0	2.5	0	0	0	1.3	0	0	2.1	0	0
<i>F. mexicanus</i>	Total	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3	3	0	0
	%	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0.4	0	0.3	0	0.8	1	0	0
<i>Fursenkoina pontoni</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	30	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.7	0	0.7	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globobulimina pacifica</i>	Total	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0
	%	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0.7	0	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	Total	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0	0	2.8	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hanzawaia berthelothi</i>	Total	4	0	3	0	0	15	2	1	8	13	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	1.3	0	1	0	0	5.4	0.7	0.3	1.6	4.7	1.8	0	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. concentrica</i>	Total	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	21	2	0	0	0	2	1	0	1	1	
	%	0	0	2.1	0	0.3	0	0	0	0	0	0	1.8	0	4.7	0.5	0	0	0	0.4	0.3	0	0.3	0.3	
<i>H. nitidula</i>	Total	0	0	49	25	0	70	0	0	45	66	29	0	22	0	18	0	0	0	12	0	0	0	0	
	%	0	0	16.8	6.5	0	25.1	0	0	9.1	24.1	6.4	0	8	0	4.1	0	0	0	2.5	0	0	0	0	
<i>H. strattoni</i>	Total	4	41	26	20	15	4	6	19	16	26	7	20	7	3	3	2	1	0	7	13	1	0	1	
	%	1.3	10.5	8.9	5.2	4.9	1.4	2.1	5.4	3.2	9.5	1.6	4.9	2.6	0.9	0.7	0.5	0.4	0	1.8	2.8	0	0	0.3	
<i>H. spp (Juveniles)</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Islandiella nor. aus.</i>	Total	0	2	0	0	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	
	%	0	0.4	0	0	4.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lagena gracilis</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>L. plumigera</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>L. spirata</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>L. striata</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>L. sp A</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>L. sp B</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	







No. de Estacion	38	40	41	42	53	54	55	63	64	65	66	67	75	76	77	78	86	87	88	98	99	100	110	111	
No. de Ind./Est.	234	355	193	236	347	301	287	323	293	358	346	361	302	284	394	357	281	277	284	261	343	291	281	297	
No. de Especies	29	28	24	28	25	29	30	32	25	29	29	37	28	28	37	29	28	30	33	39	30	28	30	29	
ESPECIES																									
<i>Trifarina bella</i>	Total	1	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	4	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	X	0.3	0	0	0.4	0	0	0.3	0.6	0.3	0	0	1.1	0	0.4	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0	1.1	0.7
<i>T. reussi</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
<i>T. sp A</i>	Total	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	X	0	0.3	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>T. sp B</i>	Total	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0.7	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urigerina crassicosata</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. excellens</i>	Total	10	28	19	15	7	17	6	19	13	6	13	17	28	14	11	41	7	15	4	28	37	1	1	3
	X	3.4	7.9	6.5	6.4	2	5.6	2.1	5.9	4.4	1.7	3.8	4.8	9.3	4.9	2.8	11.5	2.5	5.4	1.4	10	10.8	0.3	0.4	1
<i>U. hispidocostata</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.4	0	0.4	0	0	0	0
<i>U. hootsi</i>	Total	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0.3	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. incilis</i>	Total	0	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3	5
	X	0	0.6	0	0	0	0	0.3	0	0	0.6	0	0	0	0	0.3	2.2	0	0	0.7	0	0	0	1.1	1.7
<i>U. peregrina</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.7
<i>U. sp A</i>	Total	1	0	18	2	13	13	7	17	11	0	11	0	5	0	9	0	0	10	5	3	14	3	2	0
	X	0.3	0	6.1	0.9	3.7	4.3	2.4	5.3	3.8	0	3.2	0	1.7	0	2.3	0	0	3.6	1.8	1.1	4.8	1	0.7	0
<i>U. sp B</i>	Total	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0
	X	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1.4	0	0.9	0	0	0	0
<i>U. sp C</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>U. sp D</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0
<i>Valvulineria inflata</i>	Total	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	X	0	3.4	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7
<i>V. mexicana</i>	Total	0	0	0	0	0	1	0	0	3	5	2	0	1	5	0	5	0	0	5	0	4	1	2	0
	X	0	0	0	0	0	0.3	0	0	1	1.4	0.6	0	0.3	1.8	0	1.4	0	0	1.6	0	1.2	0.3	0.7	0

No. de Estacion	123	124	134	135	136	146	147	148	150	158	159	160	171	172	182	184	194	196	206	207	208	217	218	219	
No. de Ind./Est.	301	446	291	385	305	279	282	354	493	274	471	407	274	349	443	437	278	325	399	472	381	288	400	352	
No. de Especies ESPECIES	26	28	22	26	27	26	28	21	36	26	35	28	30	22	29	21	20	21	25	25	21	21	16	11	
<i>Trifarina bella</i>	Total	0	0	1	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0.3	0	0	0	0	1.4	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. reussi</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. sp A</i>	Total	0	0	0	4	1	7	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	1.4	0.3	2.5	0	0	0.2	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. sp B</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ungerina crassicostata</i>	Total	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. excellens</i>	Total	9	16	4	14	0	7	0	0	6	2	5	2	6	0	69	0	7	0	0	4	4	13	0	0
	X	3	3.6	1.4	3.6	0	2.5	0	0	1.2	0.7	1.1	0.5	1.2	0	15.6	0	2.5	0	0	0.8	1.1	4.5	0	0
<i>U. hispidocostata</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. hootsi</i>	Total	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
	X	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	2	0	0.7	0	0	0.2	0	0	0	0	0
<i>U. incilis</i>	Total	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0.7	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. peregrina</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. sp A</i>	Total	15	0	1	6	1	0	5	1	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
	X	5	0	0.3	1.6	0.3	0	1.8	0.3	0.2	0	0.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	0	0
<i>U. sp B</i>	Total	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. sp C</i>	Total	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0.3	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. sp D</i>	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Valvulineria infiata</i>	Total	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0
<i>V. mexicana</i>	Total	4	16	0	3	0	0	0	1	0	1	6	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
	X	1.3	3.6	0	0.8	0	0	0	0.2	0	0.2	1.5	0	0	0.5	0	0	0	0	1.3	0	0	0	0	0