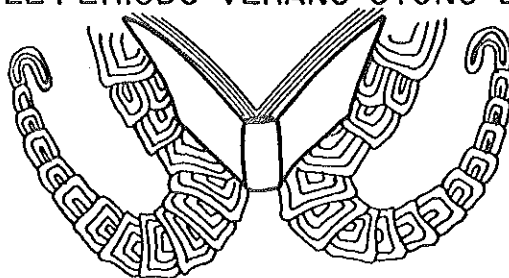


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS



ESTUDIO BACTERIOLOGICO EN LA ZONA DE
LAS BAHIAS DE MANZANILLO Y SANTIAGO, COL.
DURANTE EL PERIODO VERANO-OTOÑO DE 1984.



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

O C E A N O L O G O

P R E S E N T A

JUAN CARLOS VELASCO ALVARADO

ENSENADA , B. C. , OCTUBRE DE 1986

RESUMEN

Se efectuáron muestreos mensuales de agosto a diciembre de 1984 , en la franja costera , a uno y a dos Km. perpendiculares a la costa ; en las bahías de Manzanillo y Santiago así como en las lagunas aledañas , con la finalidad de determinar la calidad bacteriológica del agua y localizar las zonas más afectadas por la introducción de materia orgánica procedente de descargas de agua residual.

Se cuantificó grupos de bacterias coliformes totales y fecales , así como la determinación de D.B.O., turbidés, color , corrientes superficiales y de fondo.

Los resultados obtenidos ; indican que las descargas , mantienen poblaciones de bacterias coliformes con concetraciones que rebasan los límites permisibles por la Legisla--ción Ambiental Mexicana. Encontrandose una relación directa entre la abundancia de bacterias y los meses de mayor turismo. La zona más contaminada , es la laguna de Cuyutlán (laguna chica) siguiendole la Bahía de Manzanillo, en donde el mayor efecto contaminante se presenta en la desembocadu--ra del río Salahua y en las dársenas portuarias. Se encon--tró que la zona de rompiente está más contaminada que a dos Km. de la costa.

"ESTUDIO BACTERIOLOGICO EN LA ZONA DE
LAS BAHIAS DE MANZANILLO Y SANTIAGO , COL.
DURANTE EL PERIODO VERANO-OTOÑO DE 1984."

T E S I S

QUE PRESENTA:

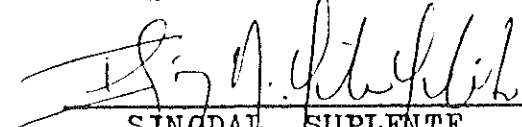
JUAN CARLOS VELASCO ALVARADO

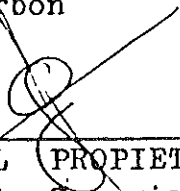
APROBADA POR:

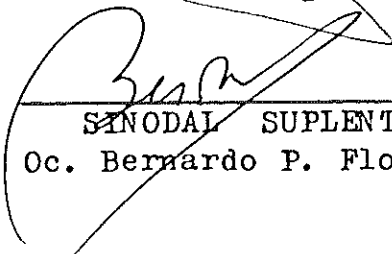

PRESIDENTE DEL JURADO

Oc. Ma. Victoria Orozco Borbón


SINODAL PROPIETARIO
Oc. Salvador Galindo Bect.


SINODAL SUPLENTE
Dr. Efraín Gutiérrez Galindo.


SINODAL PROPIETARIO
Oc. José A. Segovia Zavala.


SINODAL SUPLENTE
Oc. Bernardo P. Flores Baez.

DEDICATORIA

A MI MADRE :

Por su constante apoyo y cariño.

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

Esta tesis no se hubiera podido llevar a cabo, sin el apoyo del Instituto Oceanográfico de Manzanillo (I.O.M.) y de la Dirección General de Oceanografía, ya que se desarrollo bajo el proyecto "Estudio de preservación y control de la calidad de las aguas en la Bahía de Manzanillo" (PCM-84), auspiciado por la Secretaría de Marina.

Hago patente mi amistad y gratitud a todas las personas que me ayudaron y motivaron con su interés especialmente al Ocean. Fausto Arce Duarte, y a los P.O. Rufina Sandoval y Ernesto Beyliss Cortez, por sus consejos, apoyos y colaboraciones para la realización de ésta tesis. Así como al Ing. Jorge Sánchez Ochoa, por la elaboración de figuras.

Deseo agradecer a los Oceanólogos Salvador Galindo Bect, Bernardo P. Flores Baez, José A. Segovia Zavala y al Dr. Efraín Gutierrez Galindo por sus sugerencias como sinodales de la misma.

Y finalmente, mi profundo agradecimiento a la Oceanóloga Ma. Victoria Orozco Borbón por la acertada dirección de ésta tesis.

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVO.....	8
3. METODOLOGIA.....	9
3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	9
3.2 LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.....	12
3.3 METODOS DE MUESTREO.....	13
3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	16
4. RESULTADOS.....	18
4.1 VARIACION TEMPORAL.....	18
4.2 VARIACION ESPACIAL.....	36
5. DISCUSION.....	46
6. CONCLUSIONES.....	61
7. BIBLIOGRAFIA.....	64
8. APENDICE A	70
9. APENDICE B'	73

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1	
Localización de las Descargas de aguas residuales de la zona urbana de la ciudad de Manzanillo.....	6
FIGURA 2	
Localización del área de estudio y estaciones de muestreo.....	10
FIGURA 3	
Distribución superficial de Coliformes Totales NMP/100 ml. para el primer ciclo.....	20
FIGURA 4	
Distribución superficial de Coliformes Fecales NMP/100 ml. para el primer ciclo.....	22
FIGURA 5	
Distribución superficial de la Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/lt. para el primer ciclo.....	23
FIGURA 6	
Distribución superficial de Coliformes Totales NMP/100 ml. para el segundo ciclo.....	25

FIGURA 7	Pag.
Distribución superficial de Coliformes Fecales	
NMP/100 ml. para el segundo ciclo.....	27
 FIGURA 8	
Distribución superficial de la Demanda Bioquímica	
de Oxígeno mg/lt. para el segundo ciclo.....	28
 FIGURA 9	
Distribución superficial de Coliformes Totales	
NMP/100 ml. para el tercer ciclo.....	30
 FIGURA 10	
Distribución superficial de Coliformes Fecales	
NMP/100 ml. para el tercer ciclo.....	32
 FIGURA 11	
Distribución superficial de la Demanda Bioquímica	
de Oxígeno mg/lt. para el tercer ciclo.....	33
 FIGURA 12	
Relación de corrientes superficiales y de fondo	
cm/seg. en el primer ciclo.....	56

FIGURA 13	Pag.
Relación de corrientes superficiales y de fondo	
cm/seg. en el segundo ciclo.....	58
FIGURA 14	
Relación de corrientes superficiales y de fondo	
cm/seg. en el tercer ciclo.....	60

INDICE DE TABLAS

TABLA I	
Fechas de muestreo en la red de estaciones	
establecidas en la Bahía de Manzanillo y	
Santiago.....	13
TABLA II	
Concentración promedio de variables para cada	
ciclo ; en las bahías de Manzanillo y Santiago	
de agosto a diciembre de 1984.....	19
TABLA III	
Coeficientes de correlación entre variables	
para cada ciclo.....	35

TABLA IV	Pag.
Concentración promedio para cada variable durante los tres ciclos por zonas. de agosto a diciembre de 1984.....	37
 TABLA V	
Coeficientes de correlación entre variables para cada ciclo por zonas.....	39
 TABLA I-A	
Valores mensuales de color y promedios de transparencia de las aguas para la red de 21 estaciones en la Bahía de Manzanillo. De agosto a diciembre de 1984.....	70
 TABLA II-A	
Valores mensuales de color y promedios de transparencia de las aguas para la red de 10 estaciones en la Bahía de Santiago. De agosto a diciembre de 1984.....	71
 TABLA III-A	
Valores mensuales de color y promedios de transparencia de las aguas para la red de estaciones establecidas en las lagunas a- ledañas a las bahías de Manzanillo y San- tiago, Col. De agosto a diciembre de 1984.	72

TABLA I-B	Pag.
Prueba de análisis de varianza no paramétrica (Test Ho de Kruskal-Wallis) entre ciclo para cada variable.....	73

TABLA II-B	
Prueba de análisis de varianza no paramétrica (Test Ho de Kruskal-Wallis) entre ciclos para cada variable por zonas.....	74

INTRODUCCION

Actualmente debido al incremento poblacional e industrial , y a la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento y control de las aguas de desecho , se recurre al mar , a lagos y ríos como cuerpos receptores de las aguas residuales de las poblaciones.

Las fuentes de contaminación en los cuerpos receptores se pueden clasificar en : física (térmico-nuclear), químicos (elementos inorgánicos , materia orgánica) y bacteriológicos (bacterias patógenas).

La presencia de contaminantes en el medio marino, deterioran la calidad del agua , pudiendo afectar y provocar daños a las pesquerías (F.A.O.,1976) , así como de un peli gro para la salud humana , debido a que en las actividades - recreativas tales como ; la natación y el buceo (en las que

- hay un contacto directo con el agua) existe la posibilidad de ingestión del agua.

Un tipo de contaminación importante en la salud pública es la bacteriana , debido a que las descargas municipales traen consigo desechos procedentes de excretas de organismos de sangre caliente (Barrow , 1981) , incluyendo las del hombre.

La contaminación bacteriana mantiene una constante preocupación por la presencia de algunas bacterias que son patógenas , incluyendo una amplia gama de microorganismos tales como : Shigela , Streptococcus , Brucella , Vibrio , Salmonella así como virus de poliomielitis y hepatitis (Sykes y Skinner , 1971) , que pueden de hecho, ocasionar las llamadas enfermedades hídricas , que se caracterizan por ser el agua el principal medio por el cual se llega al individuo (El-Sharkawi , 1978) , como lo es la fiebre tifoidea y paratifoidea , el cólera y distintas entéricas y gastrointestinales , etc.

La resistencia de estos microorganismos al medio marino es variable y está influenciada por la temperatura, grado de exposición al sol , elementos que lo acompañan , etc. (McCambridge , 1980) , su vida puede ser de días hasta de algunos meses , lo cual indica la peligrosidad de su presencia en el agua (ZoBell , 1958).

La contaminación bacteriana es factible detectarla y cuantificarla con una aceptable precisión mediante organismos indicadores pertenecientes al grupo coliforme bacterias que , con su presencia , demuestran que ha ocurrido contaminación de tipo fecal (U.S. Department of Health , Education and Welfare , 1973).

Entre las bacterias específicas de éste grupo , se encuentran : Escherichia coli y Enterobacter aerógenes se asume que los coliformes totales se dividen en categorías 'Fecales' y 'No Fecales' , debido a que E. coli y bacterias relacionadas son de origen fecal directo , mientras que E. aerógenes y sus parientes cercanos, no son de origen fecal directo (Hynes , 1970).

Microbiológicamente , el control sanitario de las aguas , está referido precisamente al índice de coliformes como patrón de contaminación (Hoskins , 1947) y se basa en que el hombre evacúa unos 20 gr/día de heces fecales secas , de las cuales , 4-5 gr. son bacterias , y de éstas un 10 % (unas 200 billones) son bacterias coliformes.

En México , el límite legislado de coliformes totales para aguas de recreación con contacto primario (C2) , incluyendo las actividades cuyo contacto prolongado e íntimo con el agua involucra un riesgo (considerando una posible ingestión de agua en cantidades suficientes para establecer un peligro de salud) , es el promedio de una serie significativa de análisis que no exceda las 1,000 C.T. en 100 ml. , y no más del 20 % del total de muestras al mes, y ninguna muestra simple tomada durante un período verificativo de 48 hs. debe exceder las 10,000 bacterias.

Desde el punto de vista urbanístico y turístico , las aguas limpias resultan de suma importancia, ya que

- su utilización como elemento recreativo , es en la actualidad prioritario.

Una de las zonas turísticas más importantes del litoral del Pacífico , lo es las Bahías de Manzanillo y Santiago , en el Estado de Colima , que en años recientes han incrementado su población y por consiguiente las aguas costeras reciben más descargas de residuos domésticos y municipales sin tratamiento previo (Treviño , 1979), además existe el aporte constante de contaminantes (hidrocarburos, grasas y aceites) derivado de las actividades portuarias.

En la Ciudad de Manzanillo , existen 7 principales descargas de agua municipal y doméstica (Fig. 1) , de las cuales , cuatro de ellas descargan directamente en la bahía de Manzanillo y tres vierten su contenido en la laguna de Cuyutlán. Además las casas cercanas a la laguna , arrojan directamente sus desechos a la misma (Treviño , 1979), por lo que , el grado de contaminación es evidente , sobre todo en la laguna chica.

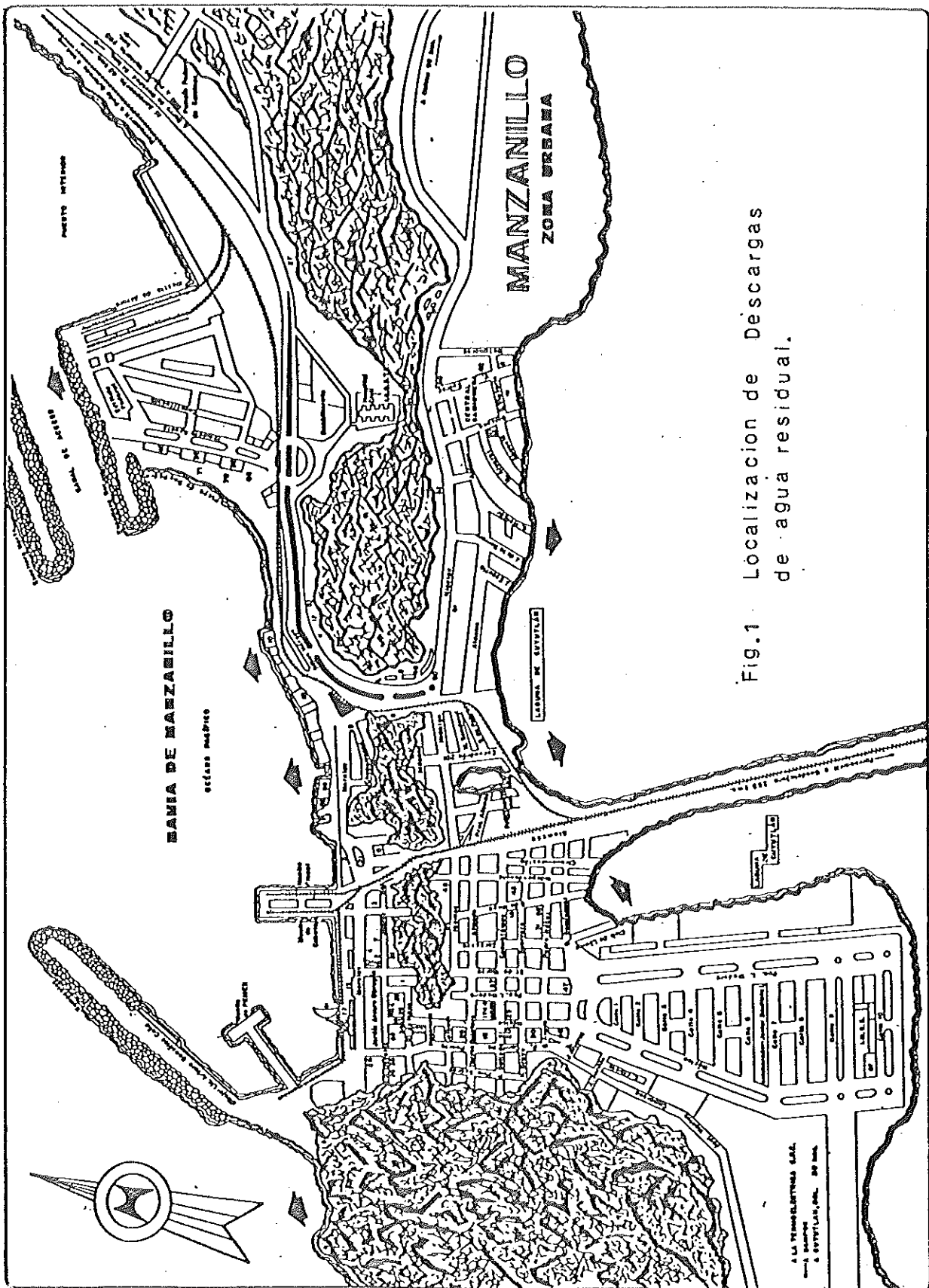


Fig.1 Localizacion de Descargas de agua residual.

En la bahía de Manzanillo , aparte de las descargas que recibe de la ciudad y puerto de Manzanillo, se vierten aguas residuales procedentes de las poblaciones de Santiago y Salahua , cuya descarga fluye a travéz del río Salahua , desembocando cerca del complejo turístico Las Hadas.

La materia orgánica que es introducida a la bahía de Manzanillo , es principalmente agua municipal y doméstica que no ha tenido un previo tratamiento en cuanto a su contenido bacteriano se refiere , de manera que el riesgo de polución se hace patente , sus efectos se manifestarán en diversas alteraciones en el medio ambiente marino , repercutiendo en sus propiedades físicas y químicas, con daños en lo estético y creación de un peligro para la salud pública.

Al ingresar la materia orgánica al medio ambiente marino , tiende a degradarse (oxidación) , lo que ocasiona un aumento en las demandas de oxígeno tanto química (D.Q.O.) como biológica (D.B.O.) , dando como resultado la disminución de la cantidad de oxígeno en el agua (Richards , 1971).

El efecto ecológico de la introducción de materia orgánica en exceso , se refleja tanto en la calidad del agua como del sedimento (Pearce, 1972) , los cuales a su vez modifican el balance energético del ecosistema , manifestandose en diversos problemas , cuyos factores son múltiples y complejos , no fáciles de determinar en toda su magnitud e incidencia.

2. OBJETIVO.

Tomando en consideración lo anterior y en base a que no existen antecedentes al respecto en la zona , el presente trabajo pretende determinar el área de influencia de las descargas , además de establecer el grado de calidad sanitaria de las aguas en las bahías de Manzanillo y Santiago , Colima.

3. METODOLOGIA.

3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

El área de investigación (Fig.2) , está delimitada entre los $19^{\circ}00'30''$; $19^{\circ}08'30''$ de latitud Norte y los $104^{\circ}15'30''$; $104^{\circ}24'30''$ de longitud Oeste , en el Estado de Colima, Méx. Comprendiendo una superficie aproximada de 318 Km^2 .

El área comprende dos zonas fundamentales : la bahía de Santiago y la bahía de Manzanillo. En la primera , al Oeste , se encuentra la laguna de Juluapan que tiene una longitud aproximada de 3 Km y profundidades variables de entre uno y cuatro metros. Sobre la costa , con playas arenosas , se encuentra establecido el conjunto residencial y hotelero de Miramar y Santiago.

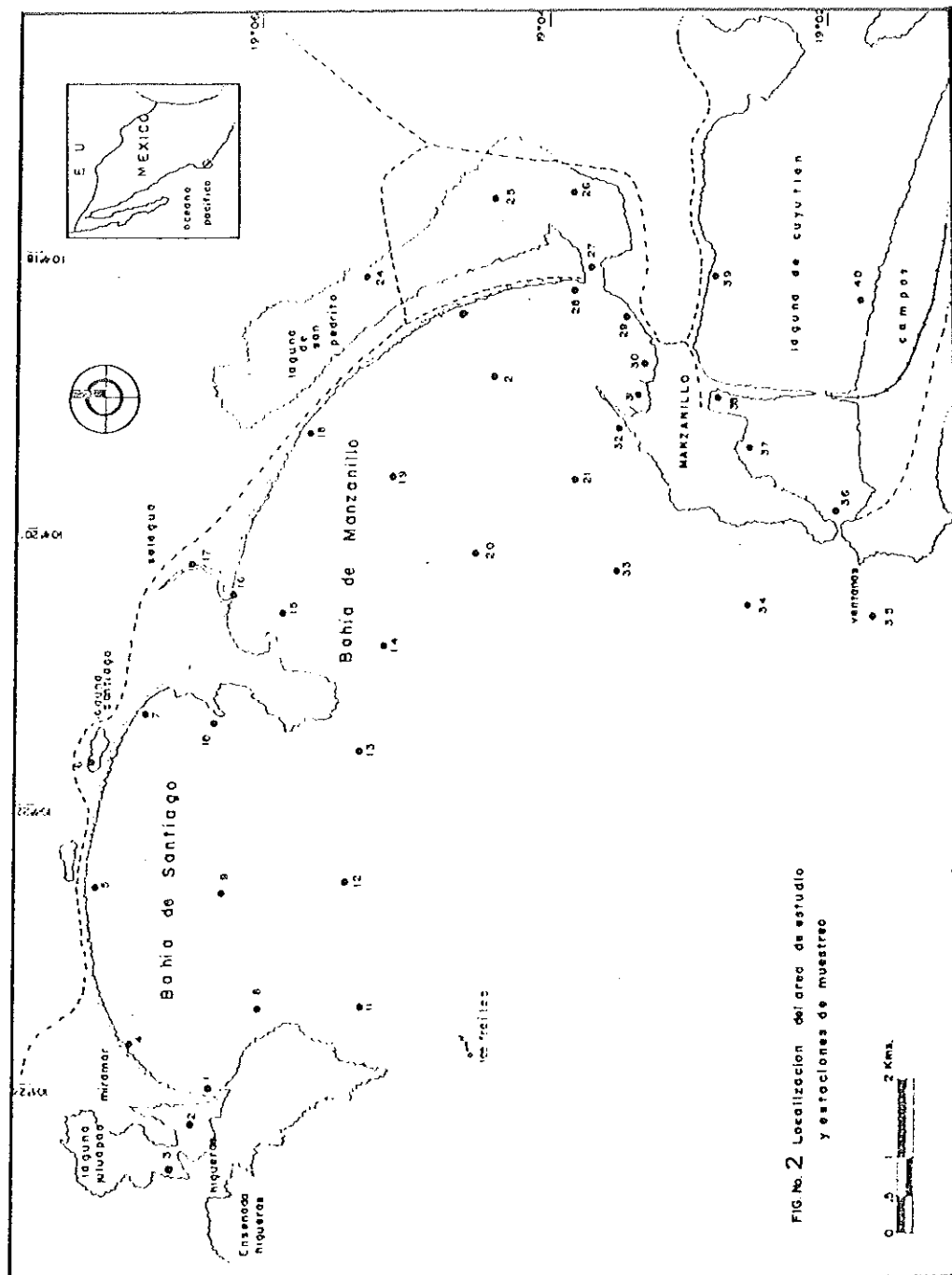


FIG. 2 Localización del área de estudio y estaciones de muestreo

La península de Santiago , divide a las dos bahías localizandose en ella , Las Hadas , uno de los más importantes complejos turísticos de México. A travéz de éste complejo , pasa el arroyo de Salahua que trae consigo los desechos domésticos de la población del mismo nombre.

En la bahía de Manzanillo , hacia el Oeste , sobre la barra de tierra , están establecidos a todo lo largo , con juntos residenciales y turísticos ; dicha barrera conforma la laguna de San Pedrito , que tiene conección con la bahía por medio de un canal , que permite el paso de barcos de gran calado hacia el puerto interior localizado dentro de ésta laguna.

El puerto exterior , está situado en el rincón SE. de la bahía , teniendo fácil acceso los buques , protegido por un rompeolas de enrocamiento de 700 mts. de longitud, (Fig. 2). El muelle fiscal cuenta con vías de ferrocarril y almacenes ; admitiendo embarcaciones de 10 mts. de calado y con longitudes de hasta 450 metros (Secretaría de Marina, 1973) , tiene un malecón para maniobras de cabotaje de 310

- metros de largo con un calado de aproximadamente 5 metros. En la parte Sur de la bahía de Manzanillo se encuentra la laguna de Cuyutlán , que está dividida por una vía de ferrocarril , por lo que le da características de un cuerpo de agua semicerrado.

3.2 LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

La localización de las estaciones (Fig. 2) , fué diseñada buscando la perpendicularidad de la costa y cuidando la representatividad de la presencia de las descargas de aguas de desecho (Fig. 1) , las cuales fueron detectadas en un previo reconocimiento sanitario del área.

Con la finalidad de establecer gradientes se consideró apropiado tomar muestras en la zona de mezcla , inmediatamente atrás de la rompiente. La siguiente línea de estaciones se situaron alejadas de la costa a dos y a cuatro kilómetros , guardando paralelismo entre sí , con el fin de determinar las cualidades del agua que se acerca a la costa.

Se ubicaron estaciones de muestreo dentro de la laguna de Juluapan , San Pedrito y Cuyutlán , mismas que guardan relación estrecha con las bahías. De ésta manera, totalizaron 40 estaciones de muestreo.

3.3 METODOS DE MUESTREO.

El período de muestreo comprendió de agosto a diciembre de 1984 , abarcando las estaciones de verano y otoño. Los muestreos se dividieron en tres ciclos generales según las fechas que se resúmen en la siguiente tabla.

TABLA I. Fechas de muestreo para la red de 40 estaciones establecidas en las Bahías de Manzanillo y Santiago.

PRIMER CICLO : Del 22 de agosto al 13 de septiembre

SEGUNDO CICLO : Del 19 de septiembre al 22 de octubre

TERCER CICLO : Del 24 de octubre al 7 de diciembre

Para la determinación de los coliformes totales y fecales , se tomaron muestras de agua superficial , utilizando botellas de vidrio de boca ancha con tapón esmerilado , esterilizadas a 121°C y a 15 atmósferas de presión durante 15 minutos según lo establecido en APHA (1975).

Cada frasco se llenó hasta las dos terceras partes de su capacidad , cuidando de evitar cualquier contacto de la muestra con el agua de deshielo en el almacenaje previo a la determinación en el laboratorio , tiempo que no rebasó en ningún caso las 10 horas.

Sin refrigeración , en las muestras de ésta índole - se produce un aumento de bacterias después de una hora de su colección (Cox y Clairborne, 1949) y (Losane, 1967) pero se acepta el procesado de las muestras hasta un máximo de 30 horas , siempre y cuando se mantengan en refrigeración.

El análisis de laboratorio , se realizó por el método estándar descrito por APHA (1975) de el Número Más Probable (N.M.P.) , que consiste básicamente en la determi-

-nación de el número de bacterias por cada 100 ml de muestra. Para establecer el N.M.P. a través del sistema de tubos múltiples (en éste caso ; 3 series de tubos), se hace necesario inocular la muestra de agua y diluciones de la misma , en tubos de caldo de cultivo adecuados. Usando métodos probabilísticos , es posible estimar el número de cualquier combinación de tubos positivos y negativos en los tubos de dilusión.

Los materiales orgánicos contenidos en las aguas de desecho son muy diversos en cuanto a su naturaleza química (Mitchell , 1968). La demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) , es un ensayo que tiene como finalidad hacer una evaluación de su acción potencial sobre el balance de oxígeno del medio receptor.

El análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.5) , que está representada por la cantidad de oxígeno disuelto necesario para asegurar la degradación por via biológica de la materia orgánica presente en un litro de agua a 20°C. durante 5 días , se realizó de acuerdo a la téc-

- nica descrita por APHA (1975).

Se consideró importante determinar algunas variables físicas que guardan relación con la presencia de bacterias y materia orgánica en aguas contaminadas (Leynaud , 1979) , siendo éstos el color y la transparencia del agua ; utilizandose para ello , la escala de Forel y el disco de Sechi respectivamente.

Finalmente se midieron corrientes superficiales y de fondo cada diez metros dependiendo de la batimetría de cada estación , con un corrientímetro marca Interocean.

3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS.

Los resultados de los muestreos (tres ciclos) , se simplificaron , visualizandose mediante la técnica hidrográfica de isolíneas , con lo que se obtuvo un panorama general de la distribución de las diferentes variables en las zonas de estudio.

Para su tratamiento estadístico , los datos de los coliformes totales , fecales así como de la demanda bioquímica de oxígeno , se sometieron a pruebas para determinar la forma adecuada de procesamiento , y con la finalidad de establecer su bondad a la distribución normal.

Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (al nivel de significancia del 5 %) para los datos mensuales. Los resultados de éstas pruebas , no permiten para todos los ciclos que se ajusten a una distribución normal para cada parámetro ó variable.

En base a estos resultados previos , se establece someter los datos a la prueba de análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis (al nivel del 5 % de significancia) , en el cual se comparan los valores de cada ciclo y estaciones entre sí para detectar posibles diferencias.

4. RESULTADOS.

4.1 VARIACION TEMPORAL.

La concentración promedio de coliformes totales y fecales así como la D.B.O. para los tres ciclos , se presentan en la Tabla II.

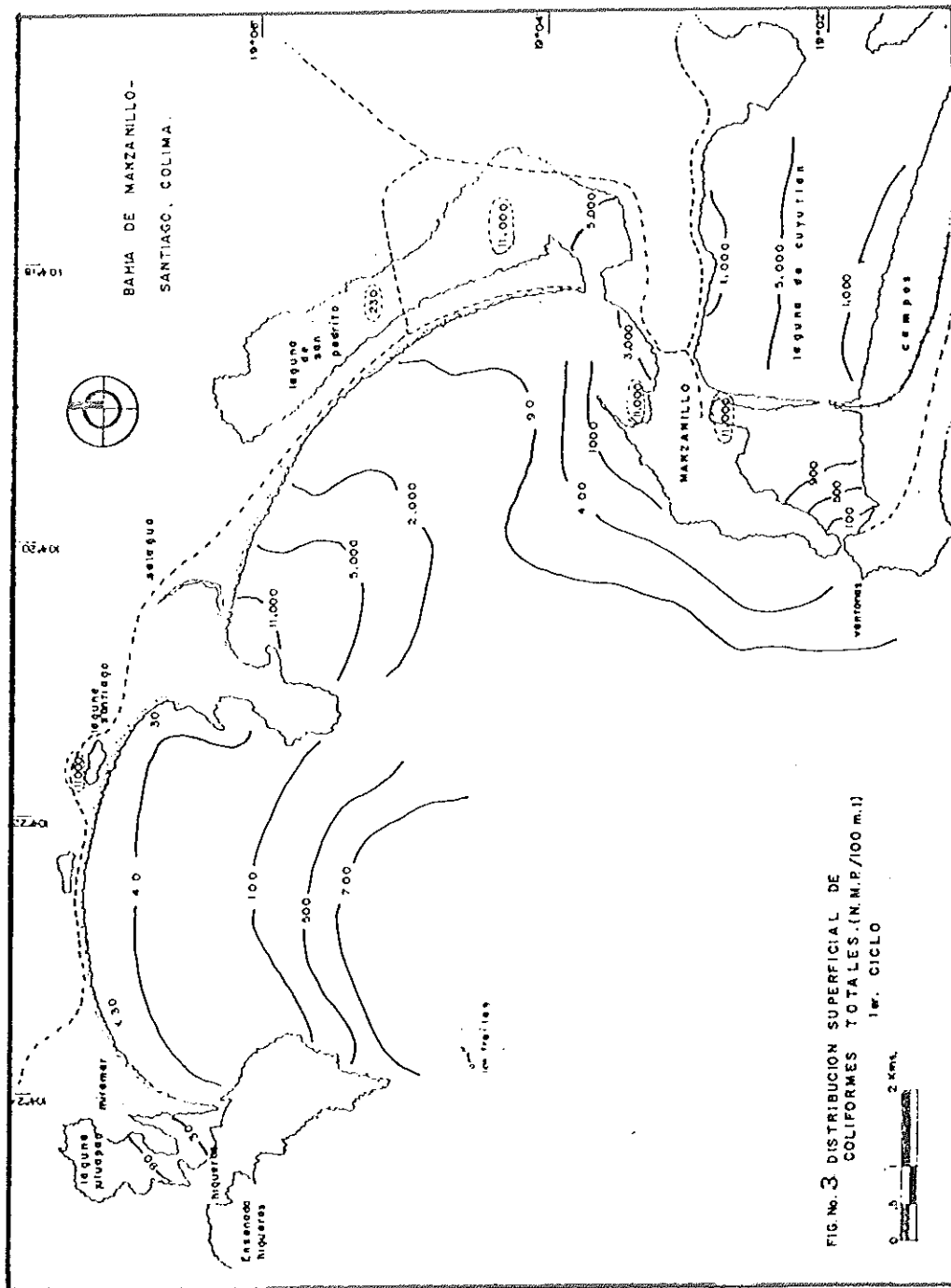
Las mayores concentraciones de coliformes (totales y fecales) ocurrieron en el primer ciclo , siguiendole de mayor a menor ; el tercero y segundo ($1 > 3 > 2$) , sin embargo , para la D.B.O. , los mayores valores promedios se presentan en el segundo , siendo el primer ciclo el que tuvo el promedio más bajo.

4.1.1 PRIMER CICLO.

En la bahía de Manzanillo (Fig. 3) , las mayores concentraciones (11000 C.T./100 ml) , ocurrieron en las zonas de los puertos exterior e interior así como en la

TABLA II Concentración promedio y rangos para cada variable por ciclos. De Agosto a Diciembre de 1984.

CICLOS	Nº EST.	COLIFORMES TOTALES n.m.p./100 ml.		COLIFORMES FECALES n.m.p./100 ml.		D. B. O. mg. / l.	
		$\bar{X}$	min. max.	$\bar{X}$	min. max.	$\bar{X}$	min. max.
1 ro	4 0	2490.2	3 0 11,000	1912	3 0 11,000	0.69	0.0 6.5
2 do	4 0	1308	3 0 11 000	338.2	3 0 11,000	1.38	0.0 9.4
3 ro	4 0	2426.2	3 0 11 000	1194	3 0 11 000	0.82	0.0 6.4



desembocadura del río Salahuá , disminuyendo ésta concentra
ción hacia el centro de la bahía.

Para la bahía de Santiago , el panorama fué dis
tinto , ya que las mayores concentraciones se encontraron -
en el centro de la bahía , disminuyendo hacia la costa.

Las áreas con concentraciones elevadas (11000 C.F
en la distribución superficial de coliformes fecales , como
se aprecia en la Fig. 4 , se mantienen , salvo en la zona
del puerto interior , cuyo valor máximo fué de 500 C.F. Esta
distribución , es muy similar a la de los coliformes
totales , cuya concentración tiende a disminuir hacia el
centro de la bahía de Manzanillo ; y hacia la costa , en la
bahía de Santiago.

Los valores máximos de la demanda bioquímica de
oxígeno (Fig. 5) en la bahía de Santiago , lo presentan
en la zona costera , hacia el centro de la playa de
Miramar (0.6 mg/lt) así como en las inmediaciones de los
Frailes , disminuyendo hacia el centro de la bahía con una -

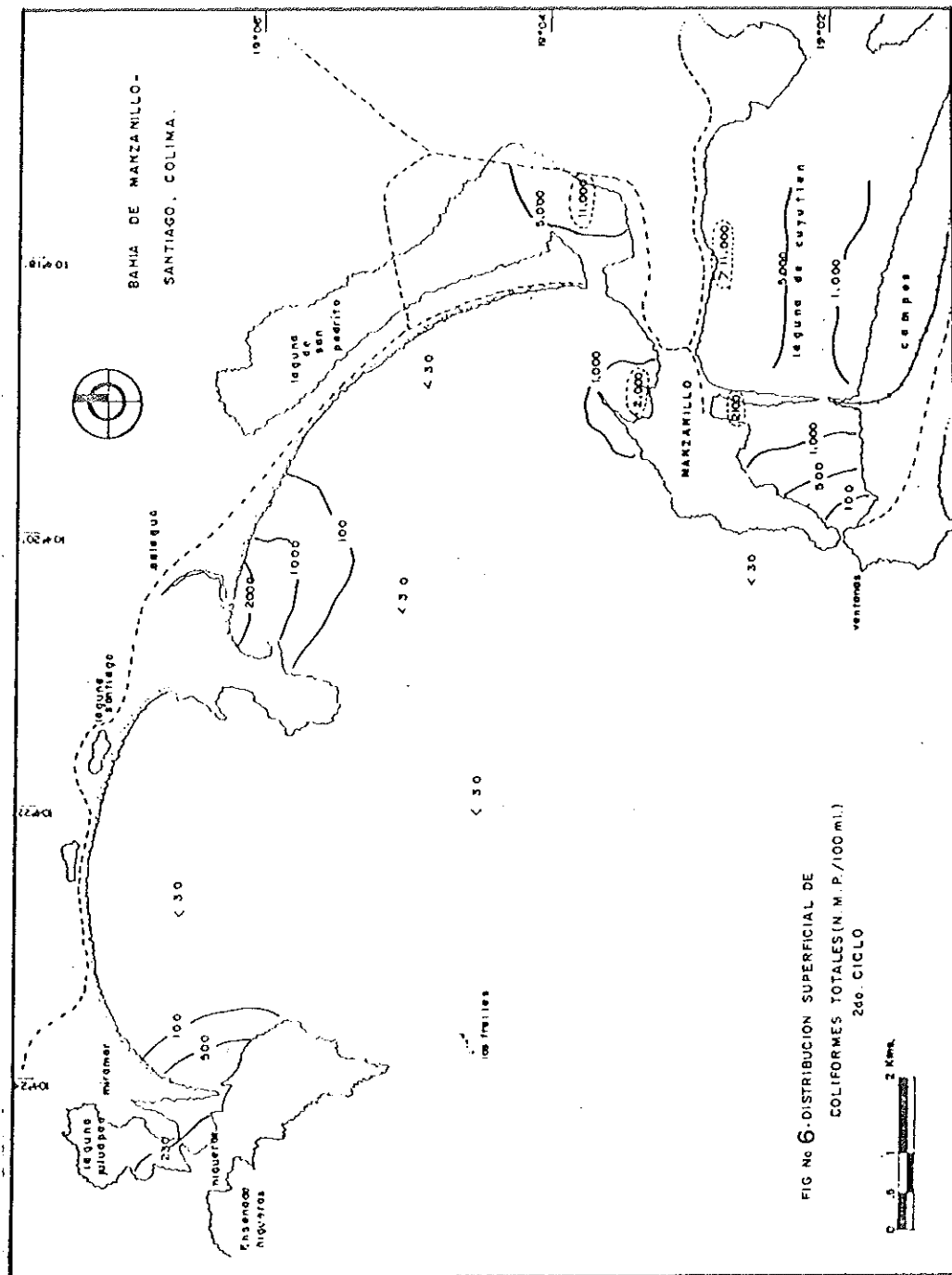
dirección hacia las playas de Santiago y de las Boquitas.

En la bahía de Manzanillo , las concentraciones máximas (2.5 mg/lt) , lo presentó el canal de acceso al puerto interior. La zona costera y la parte Sur de la bahía , tuvieron concentraciones mínimas de 0.1 mg / lt. aumentando ligeramente en el centro.

En la laguna de Cuyutlán (l. chica) , se encontró un valor máximo de 6.5 mg /lt en las cercanías de la zona urbana , disminuyendo hacia el canal de Ventanas. En contraste , la laguna grande mostró valores uniformes (Fig. 5) de 1.5 a 1.8 mg / lt.

4.1.2 SEGUNDO CICLO.

En la bahía de Manzanillo , las mayores concentraciones de coliformes totales (Fig. 6) se encontraron en el canal de acceso al puerto interior , la zona aledaña a las Hadas y en los márgenes de la laguna de Cuyutlán.



Con respecto a la bahía de Santiago , la mayor concentración se detectó en la zona de Miramar, cuyo valor fué de 500 C.T. / 100 ml. disminuyendo hacia el centro de la misma.

Para el segundo ciclo , las mayores concentraciones de coliformes fecales (Fig. 7) la presentó la laguna de Cuyutlán , cuyos valores fueron mayores a los 11,000 C.F. en los márgenes , disminuyendo conformes se aleja de la zona urbana.

Las concentraciones en las bahías de Manzanillo y Santiago en éste segundo ciclo , presentaron una considerable disminución de coliformes fecales (30 C.F.).

La distribución de la D.B.O. (Fig. 8) , reveló concentraciones máximas de 2.0 mg/lt en ambas bahías ; en las Hadas , puerto interior y playa de la Boquita , disminuyendo hacia el centro de las bahías, siendo de 0.1 mg/lt en la de Santiago y concentraciones menores de 0.4 mg/lt en la bahía de Manzanillo , con un ligero aumento (1.0) frente a la zona

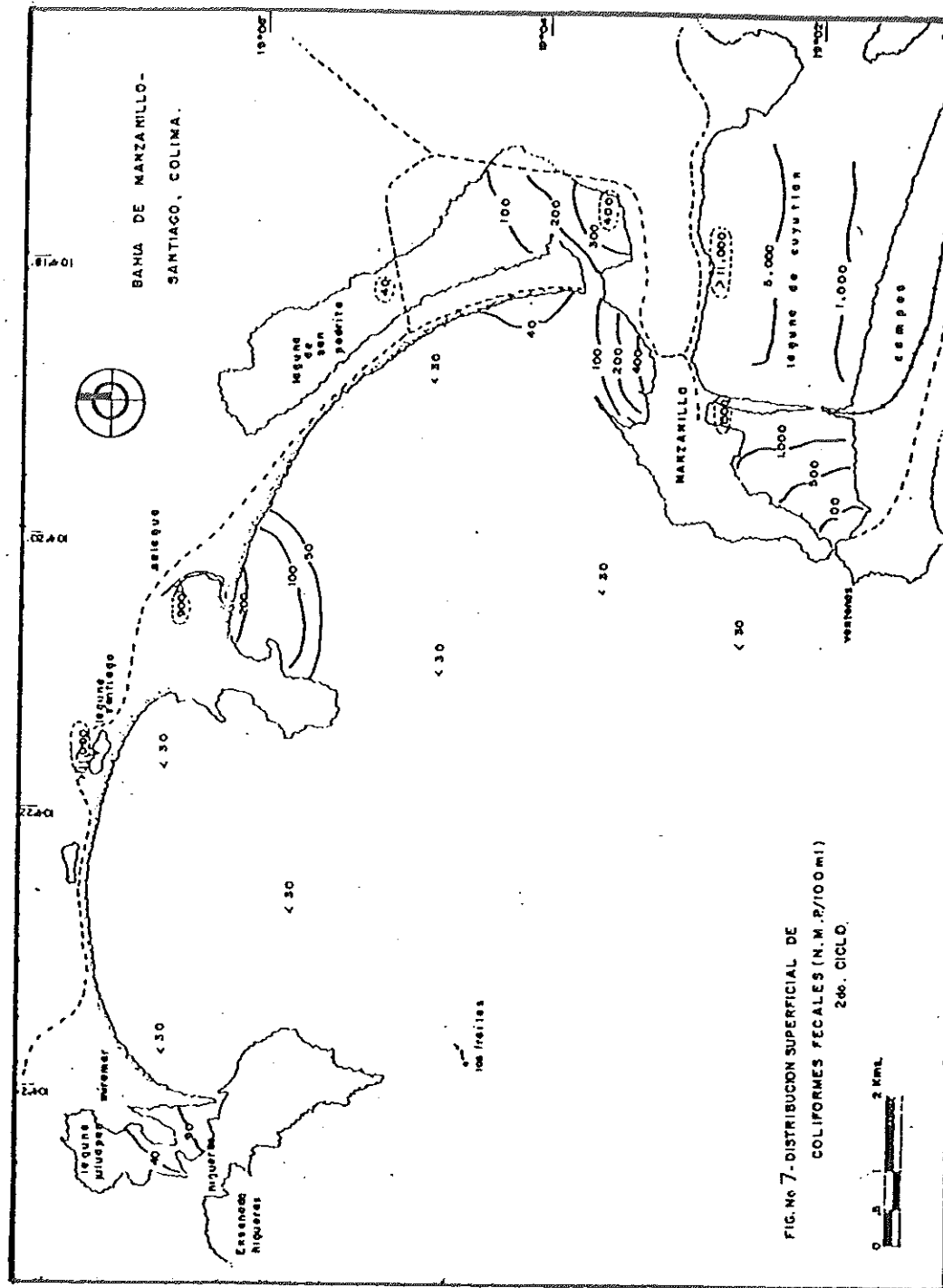
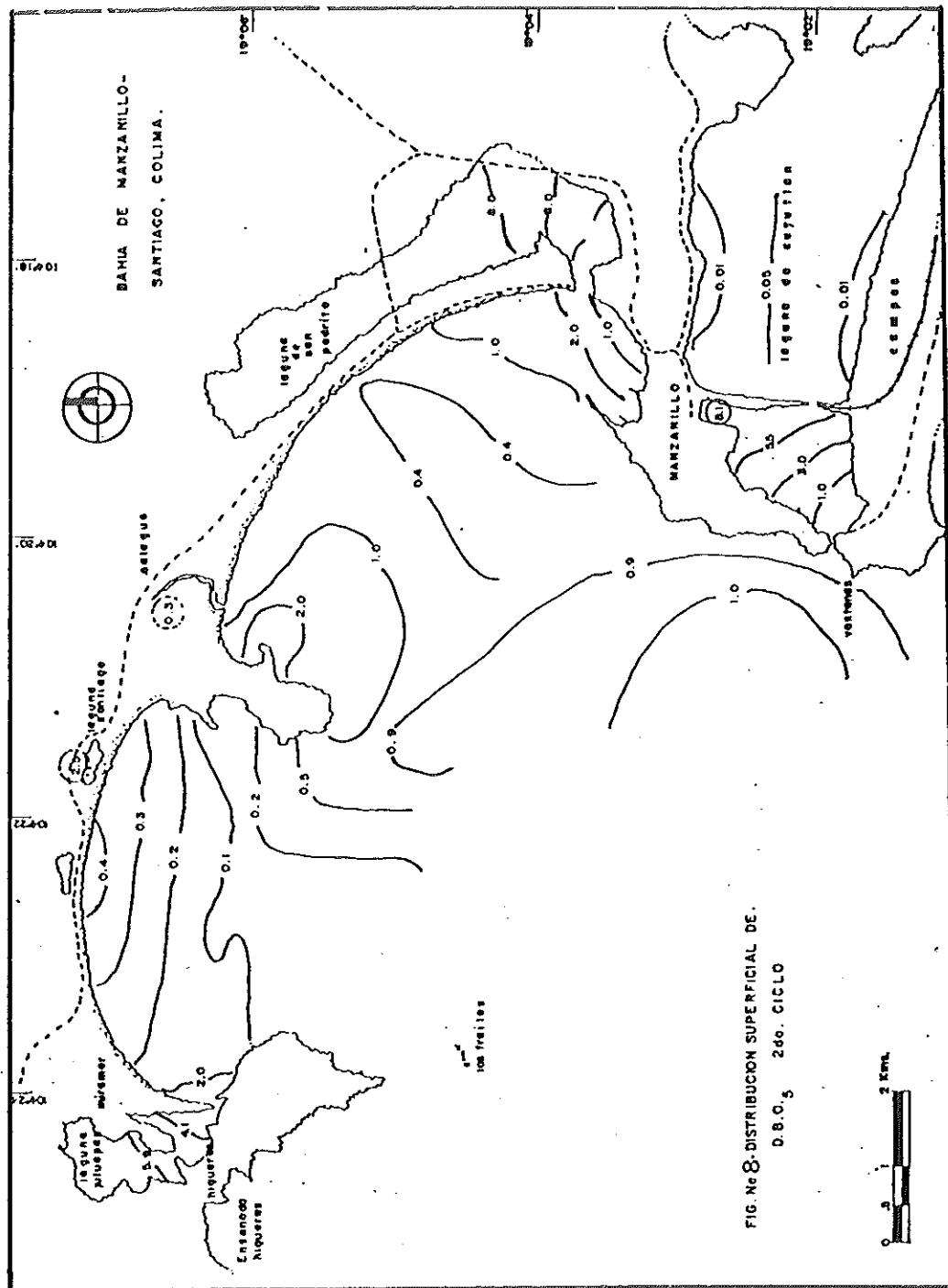


FIG. No 7.- DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE COLIFORMES FECAL (N.M.P./100 ml) 24h. CICLO.



del canal de Ventanas. La laguna de Cuyutlán , presentó un panorama muy similar al primer ciclo en cuanto a su distribución , ya que en el segundo ciclo , tuvo un valor máximo de 8.1 mg / lt en la laguna chica. Por contraparte , y a diferencia del primero , la laguna grande presentó valores menores.

La demanda bioquímica de oxígeno en el puerto interior , muestra en su distribución , un paulatino aumento hacia el centro , con una concentración máxima de 8 mg/lt.

4.1.3 TERCER CICLO.

Las mayores concentraciones de C. totales (Fig.9) , se presentaron en el puerto interior , laguna de Cuyutlán y en la laguna de Santiago.

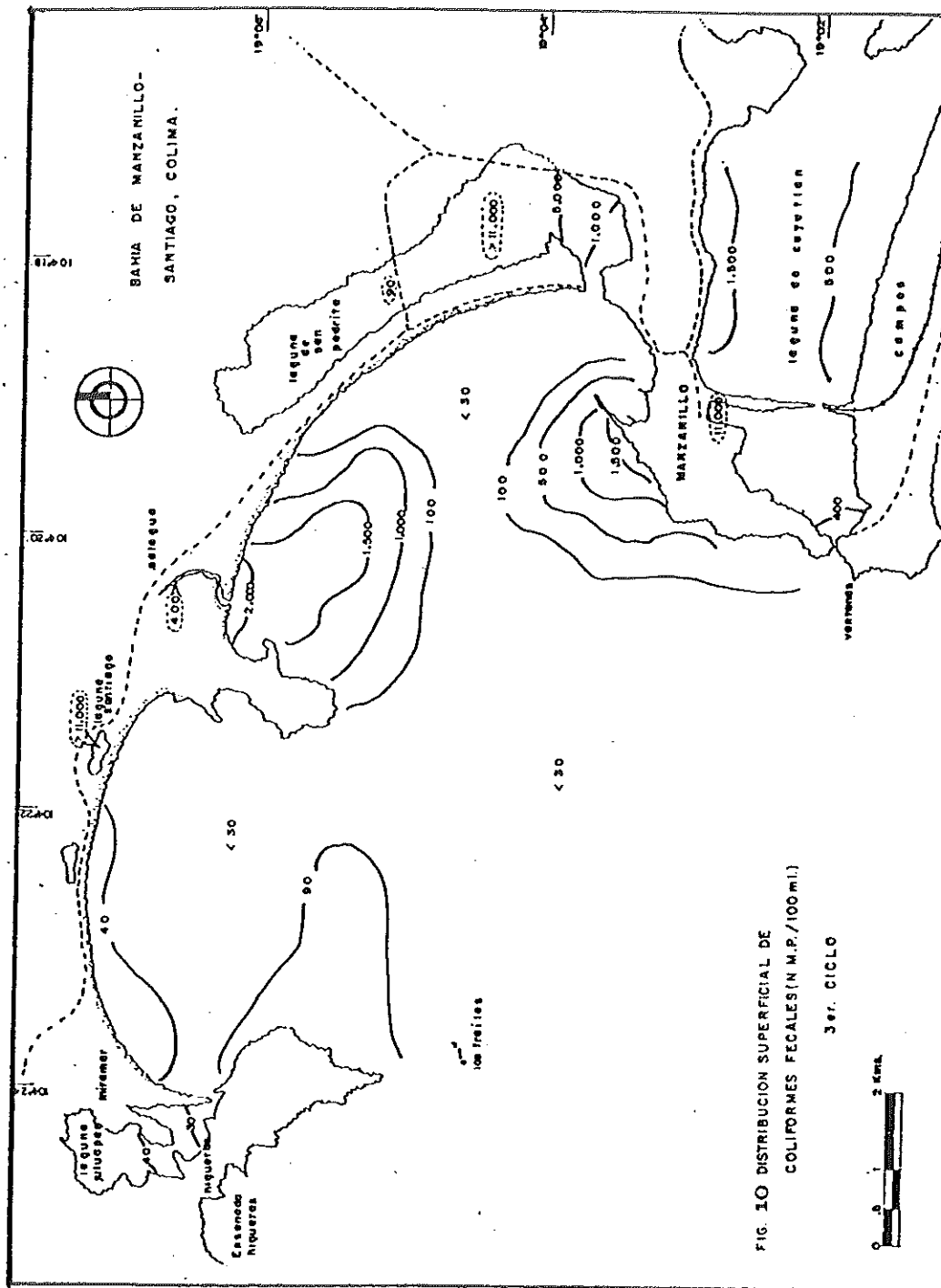
En el centro de la bahía de Manzanillo , se detectaron concentraciones elevadas (8,000 C.T./100 ml.) , que van disminuyendo de manera centrífuga.

En la bahía de Santiago se encontraron valores de coliformes totales muy bajos , siendo el máximo de 200 bacterias en la zona cercana a la península de Juluapan.

La distribución superficial de coliformes fecales en éste ciclo (Fig. 10) , confirma dos zonas claras de influencia de contaminación ; la que conforma la zona de la desembocadura del río Salahua , y en la rada del puerto exterior. Sus concentraciones van disminuyendo gradualmente hacia el centro de la bahía.

En la bahía de Santiago (al Suroeste) , se encontró como valor máximo 90 C.F. , ya que para la playa de Miramar Santiago y la Audiencia , concentraron menos de 30 C.F.

Las concentraciones mayores de la D.B.O. (Fig. 11), las encontramos en el puerto exterior y en la laguna de Cuyutlán (Est. # 38) , donde la concentración fué de 24 mg. por litro , siendo el valor de DBO más elevado encontrado durante todo el estudio.



En la bahía de Manzanillo , encontramos una distribución diferente a la de Santiago , ya que en el centro , se obtuvieron valores menores de 0.2 mg/lt, aumentando conforme se acerca a la costa (Fig. 11).

Los coliformes totales y fecales , muestran una covarianza (Tabla III) , muy estrecha durante el estudio sobre todo en el primer ciclo , el cual mantuvo una correlación de 0.96.

Las variables anteriores , presentan regular covarianza con la D.B.O. durante el primer ciclo , disminuyendo en el tercero y específicamente en el segundo , en donde las correlaciones fueron negativas (grandes valores de coliformes fueron asociados con pequeños valores de D.B.O.).

El análisis estadístico para establecer diferencias entre los ciclos de muestreo (Tabla I-A) , muestran que no las hay de manera significativa , excepto para la variable de los coliformes fecales , el cual evidencía diferencias significativas entre el primero y segundo.

TABLA III. Coeficientes de correlación entre variables para cada ciclo de muestreo.

C I C L O S	C.TOTALES V.S. C.FECALES	C.TOTALES V.S. D.B.O	C.FECALES V.S. D.B.O
1RO.	0.96	0.59	0.71
2DO.	0.78	-0.02	-0.05
3DO.	0.79	0.28	0.27

4.2 VARIACION ESPACIAL.

4.2.1 BAHIA DE MANZANILLO.

En la Bahía de Manzanillo , la concentración promedio de coliformes Totales (Tabla IV) para los tres ciclos fué de 1781 C.T./100 ml. y sus rangos variaron de 30 como mínima y de 11,000 bacterias como máxima.

Las mayores concentraciones de bacterias coliformes Totales (11,000) , se obtuvieron en el Puerto Interior las cuales , se mantuvieron de manera constante durante los tres ciclos.

Para el Puerto Exterior , las concentraciones fueron mayores en el primer ciclo, disminuyendo en el segundo y tercero , sucediendo lo mismo , para la zona aledaña a

TABLA IV Concentración promedio y rangos para cada variable por zonas. De Agosto a Diciembre de 1984.

Z O N A	Nº EST.	C I C L O S	COLIFORMES TOTALES n.m.p. / 100 ml.			COLIFORMES FECALES n.m.p. / 100 ml.			D. B. O. mg./l		
			$\bar{X}$	$\bar{X}$ Total	min. max.	$\bar{X}$	$\bar{X}$ Total	min. max.	$\bar{X}$	$\bar{X}$ Total	min. max.
BAHIA DE MANZANILLO	20	1 ro	2621		30	2411		30	0.9		0.1
		2 do	782	1781		181	1316		1.5	0.9	
		3 ro	1940		11,000	1356		11,000	0.5		9.4
BAHIA DE SANTIAGO	12	1 ro	179		30	55		30	0.2		0.0
		2 do	120	128		35	42		0.4	0.4	
		3 ro	85		900	36		230	0.6		5.9
LAGUNA DE CUYUTLAN	5	1 ro	4634		30	4506		30	0.9		0.1
		2 do	2824	3354		2694	3268		1.6	1.7	
		3 ro	2604		11,000	2604		11,000	2.6		6.4

la descarga del río Salahua.

La concentración promedio de bacterias coliformes Fecales (Tabla IV) , fué de 1316 C.F./100 ml. con rangos de 30 a 11,000 bacterias.

La distribución de coliformes Fecales , tuvo similar comportamiento a la distribución de los coliformes Totales ya que el primer ciclo presentó mayor concentración de bacterias , disminuyendo en el segundo para volver a aumentar (26 % menos que el primero) en el tercero.

Para la D.B.O. , la concentración promedio (Tabla IV) fué de 0.9 mg/lt. , siendo la zona del Puerto Interior y Exterior la que presentaron mayores concentraciones de todo el estudio , con respecto al resto de la Bahía , que en cuyo centro mantiene una concentración de 0.3 a 0.4 mg. durante los tres ciclos.

Los coeficientes de correlación (Tabla V) para ésta Bahía , muestran una estrecha covarianza entre los coli-

TABLA V. Coeficientes de correlación entre variables
para cada ciclo de muestreo por zonas.

Z O N A	C I C L O S	C. TOTALES V.S. C. FECALES	C. TOTALES V.S. D.B.O.	C. FECALES V.S. D.B.O.
B A H I A D E M A N Z A N I L L O	1 ro.	0.93	0.35	0.60
	2 do.	0.70	-0.05	-0.17
	3 do.	0.80	-0.15	-0.09
B A H I A D E S A N T I A G O	1 ro.	0.75	0.35	0.14
	2 do.	0.20	0.50	0.60
	3 do.	-0.04	-0.18	0.52
L A G U N A D E C U Y U T L A N	1 ro.	0.99	0.66	0.70
	2 do.	0.99	-0.26	-0.30
	3 do.	1.00	0.95	0.95

-formas Totales Y Fecales durante los tres ciclos de muestreo. No siendo así con la demanda bioquímica de oxígeno , ya que en el segundo y en el tercer ciclo, las correlaciones presentaron valores negativos.

4.2.2 BAHIA DE SANTIAGO.

En la Bahía de Santiago , la concentración promedio de coliformes Totales (Tabla IV) fué de 128 C.T./ 100 ml. para los tres ciclos , siendo sus rangos de entre los 30 y 900 coliformes Totales.

Esta Bahía , con respecto a la de Manzanillo , es la que presenta de manera muy considerable , una menor concentración de coliformes tanto Totales como Fecales, (42 C.Fec.) , teniendo las playas más limpias de toda la zona de estudio.

La zona costera de la Bahía , durante los tres ciclos presentó siempre , concentraciones iguales ó menores de 30 bacterias coliformes por cada 100 ml.

La concentración promedio de la demanda bioquímica de oxígeno (Tabla IV) , fué de 0.4 mg/lt. para los tres ciclos , siendo el primero el que presentó la concentración menor (0.24 mg/lt) , aumentando en el segundo y tercero.

Los coliformes Totales y Fecales , en la Bahía de Santiago , presentaron covarianza (Tabla V) durante el el primer ciclo , disminuyendo su relación hacia el tercer ciclo (-0.04). En contraste , los coliformes con la variable D.B.O. , tuvieron los valores más altos de correlación en el segundo ciclo.

4.2.3 LAGUNA DE CUYUTLAN.

La concentración promedio (Tabla IV) de coliformes Totales para los tres ciclos , fué de 3354 C.T./100 ml. con rangos de 100 a 11,000 bacterias.

Para la Laguna de Cuyutlán , el primer ciclo , fué el que presentó la mayor concentración de coliformes , tanto para Totales como Fecales (4634 ; 4506 , respectivamente) , ya que para el segundo y tercer ciclo , éstas disminuyeron considerablemente en un 47 % menos en los dos últimos ciclos.

Esta Laguna , presenta la mayor contaminación por desechos fecales (Tabla IV) , de las zonas estudiadas , ya que ésta , representa más del 100 % que la concentración de la Bahía de Manzanillo , y 1437.8 % más que la

Bahía de Santiago , cuya concentración fué de 42 bacterias coliformes fecales por cada 100 ml.

La concentración promedio de la demanda bioquímica de oxígeno (Tabla IV) fué de 1.7 mg/lt. cuyos rangos son de entre 0.1 a 6.4 mg/lt. , siendo la llamada Laguna Chica la que tuvo los valores más altos , comparativamente con la Laguna Grande , en donde la menor concentración ocurrió en el segundo ciclo , y la mayor ; en el tercero.

En la Laguna de Cuyutlán , la correlación entre los coliformes Totales y Fecales , fué excelente (Tabla V) y se mantuvo constante en los tres ciclos. Siendo lo mismo para con la D.B.O. , excepto en el segundo ciclo; en cuyo caso presentaron correlaciones negativas , con lo que la D.B.O. varió de forma independiente con respecto a los coliformes Totales como Fecales en éste ciclo.

Las estaciones que se localizan en la Laguna de Santiago (6) y de San Pedrito (24) ; presentaron concentraciones de bacterias coliformes en los tres ciclos muy similares . La primera de ellas presentó valores constantes muy elevados (11,000) , tanto de bacterias coliformes Totales como de Fecales , llegando a no cuantificarlos exactamente , pues éste valor es el límite superior de detección del método usado.

La segunda estación , localizada en la Laguna de las Garzas (incomunicada con el resto de la Laguna de San Pedrito por el paso de una carretera) presentó como máxima concentración de coliformes fecales (230 C.F.) en el primer ciclo , y de 40 C.F./100 ml como mínima en el segundo.

En la Laguna de Juluapan (con conección a la Bahía de Santiago por medio de un canal de aprox. 30 mts. de ancho , con una corriente de marea muy significativa) , se obtuvieron valores máximos (230 coliformes Totales y de 90 bacterias de origen fecal) en el segundo ciclo.

La prueba estadística de Kruskal-Wallis para establecer diferencias entre zonas (Tabla II-B) , nos mostró que entre las Bahías de Manzanillo y de Santiago en relación con las variables de los coliformes , existen diferencias significativas.

La Bahía de Santiago es significativamente diferente de la Laguna de Cuyutlán en relación a las tres variables.

En cambio , La Bahía de Manzanillo , no mostró diferencias entre la Laguna de Cuyutlán , exceptuando a la variable de los coliformes Fecales , en donde sí existen diferencias significativas.

El Test de Kruskal-Wallis , mostró que la variable de la D.B.O. , no mostraba diferencias claras entre la Bahía de Manzanillo con las otras dos zonas ; sin embargo, la variable de los coliformes Fecales demostró que sí existen diferencias significativas entre las tres zonas.

5. D I S C U S I O N.

En el presente estudio , se abarcaron 120 muestras de agua superficial para ser analizadas en su contenido de coliformes totales , así como de coliformes fecales.

Los resultados obtenidos , nos muestran que el 74 % de las muestras , contuvieron concentraciones menores de las 1,000 coliformes totales / 100 ml , con menos del 6 % de las muestras por mes , mayores de 10,000 C.T./100 ml.

Estos valores quedan por debajo de los límites que establece la Legislación Mexicana ; solo el 17 % de las muestras (tres círculos) tuvieron concentraciones mayores de las 10,000 , siendo las estaciones localizadas en los puertos -- (exterior e interior) , laguna de Cuyutlán (38 , 39) y en la desembocadura del río Salahua (15 , 16) las que presentan una mayor alteración en cuanto a la calidad sanitaria del agua.

En cuanto a los coliformes fecales , en base también a la Legislación Mexicana para aguas de uso recreativo con contacto primario (SRH, 1979) , en el que se establece como límite las 200 coliformes fecales / 100 ml. para aguas con éste úso, los valores obtenidos nos indican que el 65 % de las muestras , tuvieron menos de las 200 C.F. / 100 ml. y solo un 20 % de ellas, fué mayor de las 1,000 bacterias C.F. en 100 ml.

De manera general , la calidad bacteriológica de las bahías es buena , a excepción de las estaciones que se mencionaron anteriormente , cuyas concentraciones no fueron muy aceptables en los meses de agosto y septiembre (primer ciclo) , ya que fué éste el que presentó los más altos promedios de coliformes (tabla II). Es de importancia mencionar , que en el mes de septiembre , los puertos exterior e interior tuvieron gran actividad por parte de embarcaciones de la Armada de México , que con aproximadamente 5 mil hombres de tripulación , atracaron y permanecieron en éste puerto de Manzanillo alrededor de 10 días , práctica poco usual en el resto del año.

El New York Sea Grant Institute (1975) , menciona que las fluctuaciones de la población humana , modifican las concentraciones de bacterias en el medio receptor. En su investigación , se observó una relación directa entre la -- concentración de bacterias de origen fecal , y el incremento en la densidad de población en épocas de verano.

La elevada concentración de bacterias coliformes en el primer ciclo (verano) , puede ser consecuencia del incremento poblacional al haber mayor afluencia turística así como a la temperatura , ya que éste factor , entre otros (Mitchel , 1968) , propicia un medio para el desarrollo de bacterias en el medio ambiente marino.

Para el segundo ciclo de muestreo , la concentración de coliformes (Tabla II) , especialmente las fecales, tiene una disminución considerablemente menor (565 %) , coincidiendo con la casi nula afluencia turística.

En los meses de noviembre y diciembre (tercer ciclo) la concentración de coliformes totales aumenta nuevamente ,

presentando valores muy similares a los encontrados en el primer ciclo (Tabla II) , no así los coliformes fecales, que aunque también aumentaron , fué el 64 % menos que el encontrado en el primero. Computando los resultados a análisis de correlación , se encontró que estas dos variables se encuentran muy correlacionadas entre sí , (Tabla - III) especialmente en el primer ciclo , en donde la covarianza fué de 0.96.

Sometiendo aún más los datos a análisis de correlación esta vez por zonas (Tabla V) , observamos que en el segundo y tercer ciclo , particularmente en la bahía de Santiago (esta zona presenta concentraciones algo elevadas de coliformes totales , pero pocas coliformes fecales) , existe un desfase en los coeficientes de correlación.

Esto puede deberse a que la bahía de Santiago , no presenta ninguna descarga de aguas residuales , por lo tanto , no hay coliformes fecales (Slanetz et al., 1971 y Presnall , 1971b). Según Salinger (1971) , la presencia de coliformes totales , no es prueba concluyente de contaminación.

Como se mencionó en los resultados , la zona costera de la bahía , durante los tres ciclos , presentó siempre concentraciones iguales ó menores de las 30 bacterias coliformes , lo cual nos indica ; una alta calidad bacteriológica del agua de ésta bahía , así como en la laguna de Juluapan , con respecto al uso C2 que establece la Legislación Mexicana.

Cabe mencionar que la concentración de coliformes tanto totales como fecales en el primer ciclo (Figs: 2 , 3 ; 6) , tuvieron una distribución un tanto peculiar ya que se obtuvieron concentraciones mayores en las cercanías de los islotes llamados de los Frailes (se encuentran a 4 km. de la costa) y van disminuyendo de manera paulatina hacia la costa. Esto posiblemente se deba , a que en ése lugar , muchas embarcaciones tienen por costumbre desahuar y limpiar sus bodegas , ó bién , a la presencia de pájaros que habitan en esa zona , y que por efectos físicos de corrientes y mareas se acercan a la costa.

Tomando en consideración y como base a las variables de Coliformes y de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.), la prueba de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis (Tabla I-B) , no mostró diferencias significativas entre los ciclos , salvo en los coliformes Fecales entre el primero y segundo ciclo de muestreo , en donde la diferencia en las concentraciones es muy manifiesta (Tabla II) , lo que nos indica que ésta variable es más indicativa de contaminación bacteriológica.

El material orgánico que ingresa al medio marino costero proveniente de la actividad humana (descargas) requiere de cantidades considerables de oxígeno disuelto en el agua para su descomposición , lo que ocasiona un decre -
mento en la disponibilidad del oxígeno por los organismos (Hammer , 1977).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.) , es emplea da como un estimador de la cantidad de O_2 disuelto requerido por los microorganismos (Kugelman , 1976) , sugeriendonos que las mayores demandas serán encontradas en los lugares -

donde se acumula este material (Auld, 1976). Sin embargo , la prueba de varianza (Tabla I-B) , no mostró diferencias significativas entre los ciclos (DBO) , probablemente debido a que el análisis no-paramétrico , no haya sido lo suficientemente sensitivo como para detectar diferencias entre los grupos de datos. A pesar de ésto , el segundo ciclo de muestreo , presentó concentraciones promedio de 98 % más que el primero , y 84 % más que en el tercero, no coincidiendo con el grado de contaminación Bacteriológica.

Es importante mencionar , que no toda la materia orgánica es biológicamente oxidable (Constable y Mc Bean , 1979) , se debe emplear como variable la Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.) como una medida relativa del oxígeno molecular por procedimientos químicos (W.P.C.F.), de tal manera que , la D.Q.O. no estima necesariamente los mismos constituyentes que la D.B.O. , sino que incluye algunos compuestos inorgánicos (Cloruros , Sulfuros , etc.) que son susceptibles de una oxidación química.

La prueba de análisis de varianza (Tabla II-B) , nos mostró diferencias significativas entre las zonas estudiadas (coliformes fecales) , no siendo así con los otros parámetros , como es el caso de la bahía de Manzanillo y la laguna de Cuyutlán , a pesar de el elevado porcentaje en la concentración de ésta última.

En la laguna de Cuyutlán , los valores de la D.B.O. , (salvo la estación 38) , nó muestra un alto grado de contaminación (las concentraciones se mantuvieron casi constantes durante los tres ciclos) , no obstante el índice de coliformes que presenta.

En zonas contaminadas , se puede tener una D.B.O. de varios mg/lt , la que en límites razonables , puede ser un tanto favorable a la vida marina , sin embargo , se ha de recordar que ciertos medios contaminados con pequeños valores de D.B.O. pueden deberse a la presencia de algunos

elementos tóxicos que inhiban a los microorganismos en la depuración de la materia orgánica

La Laguna de Cuyutlán , es la zona que presenta mayor peligrosidad en contaminación , debido al índice bacteriano y abundante materia orgánica que los habitantes de esta zona vierten en sus desechos domésticos, teniendo muy poca tranparencia en sus aguas y una coloración característica en éste tipo de zonas (Tabla III-A), que se presentan debido a las condiciones de protección importantes y donde se estima que el tiempo de recidencia de sus aguas es mayor, comparado con el resto de las estaciones (Berner , 1980).

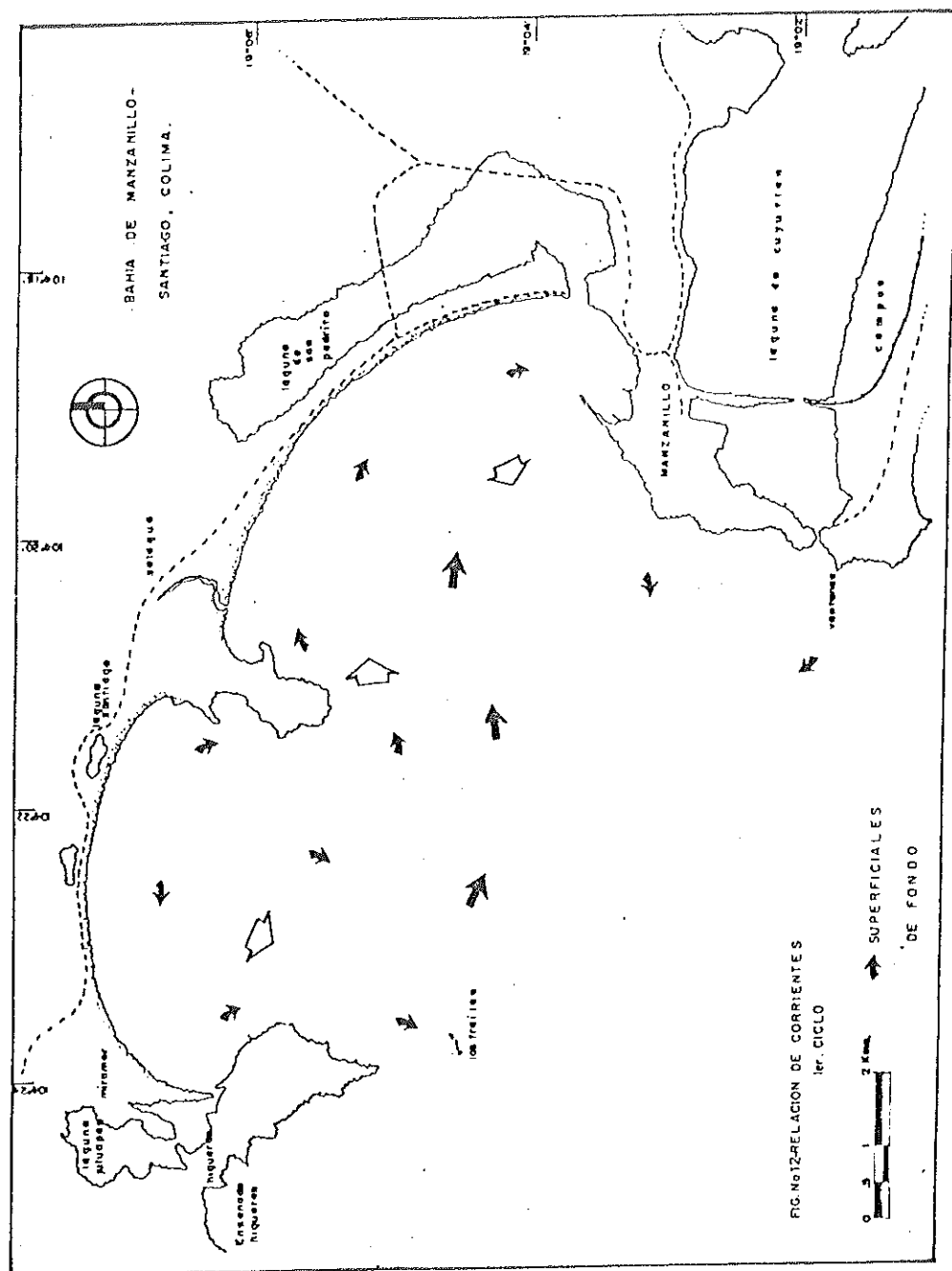
Si bien todas las muestras fueron superficiales , el hecho de encontrar la mayor parte de los valores arriba de 100 coliformes /100 ml. tanto Totales como Fecales , en la zona de la Laguna de Cuyutlán , donde la profundidad es menor y por lo tanto la mezcla de agua es mayor ; Sugiere que los sedimentos ó las aguas profundas , pueden contener una densidad mayor de microorganismos.

La influencia de los desechos domésticos procedentes de las descargas en el medio marino costero (Bahías de Manzanillo y Santiago) , está determinada por la circulación de las corrientes locales , dispersando los desechos lejos de la zona de descarga (Inman y Bruch , 1973).

Las mayores concentraciones de coliformes en la Bahía de Manzanillo , se encontraron en las estaciones cercanas a las descargas , disminuyendo notablemente hacia el centro y afuera de la Bahía.

En los meses de Agosto y Septiembre (primer ciclo), la corriente superficial encontrada en las cercanías de la Península de Santiago (Fig. 12) , tiene una dirección Este , con una velocidad de 16 cm/seg. la cual entra a la Bahía de Manzanillo por la extrema izquierda (5 cm/seg) y encontrando salida frente al Puerto Exterior , donde ; unido a las corrientes de retorno incrementa su velocidad (35 cm/s.).

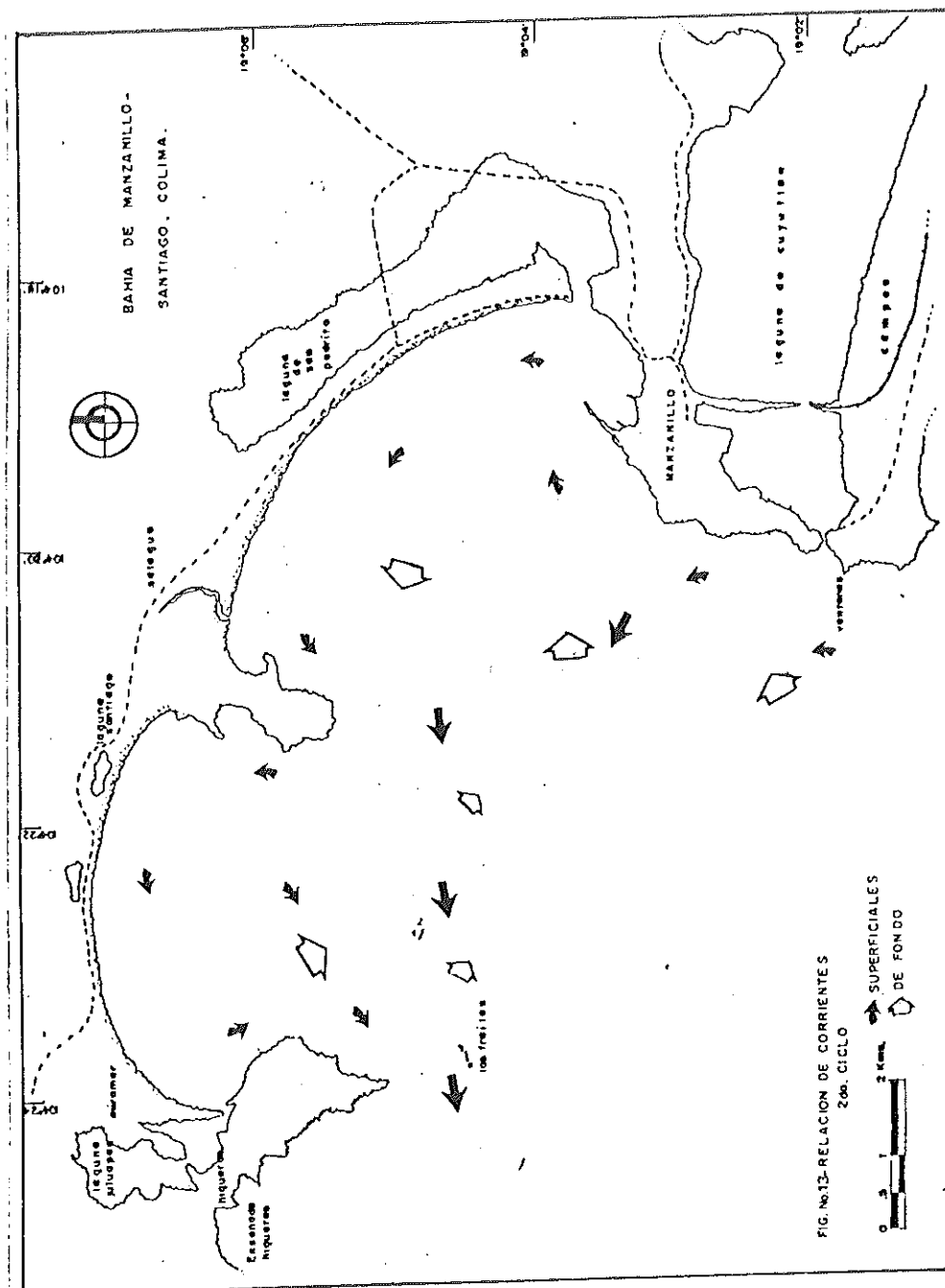
Las corrientes encontradas entre los 20 y 30 metros de profundidad (frente a la zona de ventanas) , registraron



velocidades de 20 cm/seg. con una dirección SW , es decir; hacia afuera de la costa. Con lo que se confirma en parte, el que se encuentre concentraciones menores de coliformes en el centro y fuera de la bahía , ya que el material introducido está sujeto a los procesos de dilución , dispersión y transporte , ocasionando que éste se aleje de la costa (Inman 1971).

Aunque la circulación de las corrientes en el segundo ciclo (Fig. 13) presentó una circulación diferente al primero ; de manera general , la circulación de las corrientes superficiales (Bahía de Manzanillo) en el momento en que se midió , mostró también una tendencia a alejarse de la costa.

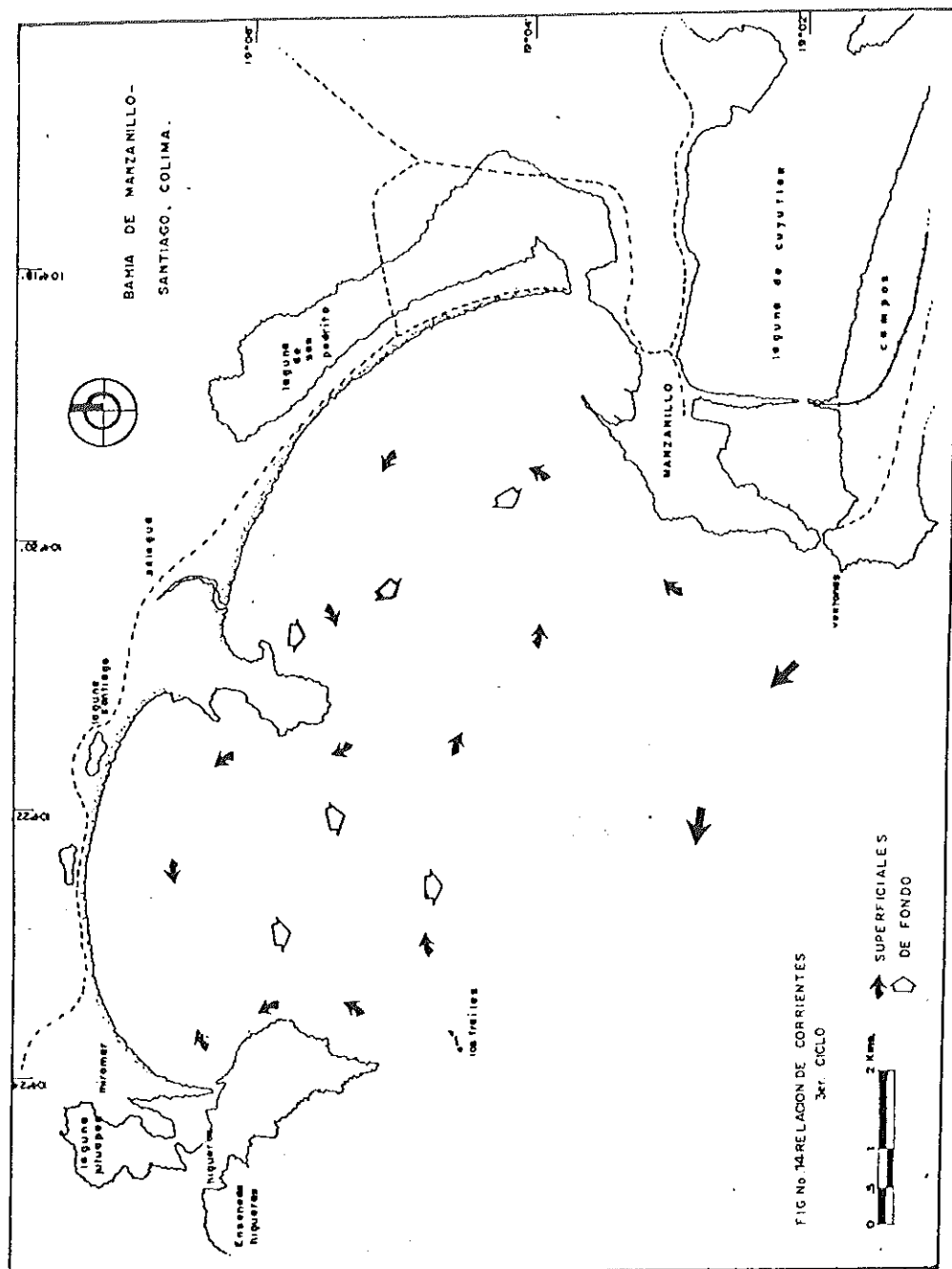
La distribución de las corrientes de fondo (frente a las Bahías), presentó una circulación contraria a las superficiales en sentido y en magnitud ; ya que mientras las corrientes superficiales oscilaron de entre 13 y 15 cm/seg. La corriente de fondo (10 mts.) medida en la estación 22 , registró una velocidad de 34 cm /s. con dirección SE ; hecho que



nos muestra que la corriente de retorno es muy fuerte , y cuyo patrón de circulación es muy intenso , por lo que la renovación del cuerpo de agua es más rápida en rada portuaria , haciendo que los tiempos de recidencia del material adicionado , sea corto.

La distribución de las masas de agua en el tercer ciclo (Fig. 14), presenta en la Bahía de Santiago una circulación de corrientes provenientes de mar adentro que entran a la Bahía por los márgenes de la Península de Juluapan con una magnitud promedio de 20 cm/seg. A ésta corriente superficial , se le une en la costa la corriente que proviene de la Bahía de Manzanillo (de 28 a 30 cm/s.) , recorriendo la costa de tal manera que forman una corriente de retorno muy fuerte y significativa.

Esta corriente de fondo , influye en las corrientes superficiales provenientes de mar adentro , las cuales se dirigen también hacia la Bahía de Manzanillo , recorriendo su costa en sentido contrario a las manecillas de reloj.



6. CONCLUSIONES.

Para llegar a una conclusión final , se debe hacer un estudio más detallado completando el ciclo anual de la zona , pero en base a la investigación realizada , se puede concluir lo siguiente.

1.- Se corroboró que las descargas de aguas residuales municipales y domésticas , al ingresar a la laguna de Cuyutlán y a la bahía de Manzanillo ; Col. , no tienen tratamiento alguno , lo que puede ocasionar un impacto ambiental en las condiciones naturales y crear un peligro para la salud humana.

2.- Existe una relación directa entre los meses de mayor afluencia turística y la mayor alteración encontrada en el medio marino costero.

3.- La distribución espacial de las variables estudiadas , se ve marcadamente influenciada por las condiciones físicas de mareas , vientos y por corrientes costeras.

4.- La zona de las playas de Miramar , las Boquitas y Santiago , reúnen las condiciones apropiadas según el criterio de la Legislación relativa al agua y su contaminación , para ser utilizadas recreativamente por sus visitantes.

5.- La zona costera adyacente a la desembocadura del río Salahua , puerto interior y playa de San Pedrito , son inapropiadas para actividades recreativas con contacto primario.

6.- La laguna de Cuyutlán , es sin duda , la zona más contaminada del área estudiada , manteniendo elevadas concentraciones de bacterias durante todo el estudio.

RECOMENDACIONES.

Seria recomendable realizar análisis de contenidos bacterianos coliformes en aguas profundas y sedimentos, para investigar mejor los niveles de contaminación en ésta zona.

Las casas habitación asentadas en los alrededores de la Laguna de Cuyutlán, deben evitar en lo posible, descargar sus aguas de desecho directamente sin una previa depuración, como puede ser, utilizando una fosa séptica.

Se sugiere a las Autoridades encargadas del control y prevención de la contaminación, realicen investigaciones adecuadas para el tratamiento de las aguas residuales urbanas, minimizando el impacto sobre el medio receptor y evitar posibles infecciones en los usuarios de las playas.

7. BIBLIOGRAFIA.

American Public Health Association , American Water Works Association. 1975 . Methods for examination of Water and Wastewater. Washington, D.C. 14Th. (Ed.) Méx.

Auld , D.V. 1976. Wastewater in the city. En: Handbook of Water Resources and Pollution Control. Gehm , H.W.; y J.I. Bregman (Eds.). Van Nostrand Reinhold, New York. :429-460.

Barrow, G. 1981. Microbial pollution of coast and the Estuaries. The public health implications Wat.poll. Control Federations., 80 (2) ; 221-230.

Berner , R.A. 1980. Marine sediments of the continental margins. En: Early Diagenesis. Berner, R.A. (Ed): 135-177.

Carlucci, A.F. y D. Pramer. 1959. Factors affecting the survival of bacteria in seawater. Appl. Microbiol.7: 338-392.

Cifuentes-Lemus, J. , 1977. Panorama general de la contaminación de las aguas en México. Protección de la calidad del agua. PCA-III. : 43 ps.

- Constable , W.T. y E.R. Mc Bean. 1979. BOD/TOC , correlation and their application to water quality evaluation. Water , Air and Soil Pollution : 363-375.
- Cox , K.E. y F.B. Claiborne, 1949. Effect. of age and storage temperatures on bacteriological water sampling. J. Am. Water Works Ass., 41 : 948-952.
- Departamento de sanidad del Estado de Nueva York. 1976. L.S Manual de Tratamientos de Aguas Negras. ED. Limusa , México, D.F. 5: 15-39.
- El-Sharkawi , F. 1978. The relation between the state of pollution on Alexandria swimming beaches and the occurrence of Typhoid bathers coastal pollution control. 3 : 777-787.
- Edeline , F. 1970. Le role de la photosynthesis dans l'autoépurations des cours d'eau ; dans : Lutte contre la pollution des eaux. Recherches actuelles. 167-182.
- Food and Agriculture Organization. 1976 Manual of Method. in aquatic Environment and Monitoring of Water Pollution. Rome. Fisheries Technical. Paper No. 137 : 238.
- Hammer , M.J. 1977. Water and Waste-water Technology. J. Wiley And Sons , Inc. (Ed) : 503.

Hicks , F.J. 1974. The biological effects of fish proces.
waste on receiving waters. En : Enviroments of
Canada (ed). Seminar on fish processing plant.
71-93.

Hoskins , J.K. 1947. (rev). Most probable numbers for e-
valuation of coli aerogenes. Test by fermentation
tube method. Public Health Reports. Repr. No.1621
29 pgs.

Hynes , H.B.N. 1960. The biology of polluted waters :
Liver. University Press. Liverpoll. 203 Pgs.

Inman , D.L. y B.M. Bruch. 1973. The coastal challenge.
Science. 181 : 20-32.

Kugelman , I.J. 1976. Status of advanced waste treatment.
En ; Handbook of water resources and pollution cntr.
Gehm , H.W. y J.I. Bregman (Ed). : 593-636.

Leynaud , G. 1979. Les pollutions thermiques. influence -
de la temperature sur la vie aquatique. B.T.I.min de
agriculture. 224 pgs.

Leynaud , G. 1979. Modificaciones del medio acuatico por influencia de la polución. EN : la contaminación de las aguas continentales. Pesson, P (ed). Madrid , España. : 1-25.

Losane , B.K. ; N.M. Parhad y N.V.Rao. , 1967. Effect. of storage temperature and time on the coliforms in water sample. Water res. , 1 (4) : 309-316.

Mc Cambridge and T.A. Mc Mechin. 1980. Effect of temp. on activity of predadors of salmonella typhymurion and escherichia coli , en : Estuarine Water. aus. J. Mar. freswater. (rev). 31 pgs.

Mitchell , R. 1968. Factors affecting the decline of non marine micro-organisms in seawater. Water reserch vol. 2 ; 535-543

New York Sea Grant Institute. 1975. Proceodings of a work shop on the Shellfish Management Program in N.Y. - State. , 59 pgs.

Pearce , J.B. 1970. The effects of solid waste disposal on benthic communitites in the New York Bigth. Proc. FAO. Tech. Conf. on Marine Pollution. Rome, Italy.

Presnell , M.W. y J.J. Miescier. 1971. Coliforms and fecal coliforms in an oyster growing area. J. Water Polluter. Control. Fed. 43(3) : 407-416.

Recomended Procedures for the Examination of seawater and shelfish. 1970 4th. ed. N.Y. : American Public Health ass.

Richards , F.A. 1971. Anoxic versus Oxidic environments. en: Donald W. Hood (ed). Impingement of man the ocean. Wiley-Interscience : New York. , cap 7 : 201-217.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1979b. - Reglamento para la prevención y control de la contaminación de las aguas en México. 43 pgs.

Secretaría de Marina , 1973. Estudio geográfico de la región de Manzanillo. Dirección General de Oceanografía y señalamiento marítimo. México , D.F.

Strickland , J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. A Practical handbook of seawater analysis fisheries research board of Canada Bull. 167 : 21-26.

Sykes , G. Y F.A. Skinner. 1971 Microbial aspects of
the pollution Academic press Inc. N.Y. : 289 ps.

Treviño , Acuña Luis. 1979. Algunas consideraciones sobre
el impacto ecológico debido a la construcción
de la planta Termoeléctrica Manzanillo, en la Laguna
de Cuyutlán , Colima ; Méx. Tesis Profesional .
Ciencias Marinas (méx).

United States Department Of Health , Education and Welfare.
1973. Food and drug administration. Shelfish
growing area survey procedures. 58 ps.

U.S. Department of the Interior. Fed Wat. Poll. Control.
Ad. 1968. Water Quality Criteria. Washington ,
D.C. 234 pgs.

Zobell , C.E. 1958. Ocurrence and fate of bacteria colif.
in the sea. Res. I Congreso Latin. , Méx. 58-68.

8. APENDICE A.

Tabla I-A. Valores mensuales de color y promedios de Transparencia de las aguas , para la red de estaciones en la Bahía de Manzanillo. De Agosto a Diciembre de 1984.

ZONA	ESTACION.	PROFUND. MAXIMA (mts.)	TRANSPARENCIA (mts.)	C O L O R		
				ciclos		
				1ro.	2do.	3ro.
ZONA COSTERA	16	0.25	0.25	F5	F4	F6
	18	0.50	0.50	F4	F4	F6
	21	0.50	0.50	F3	F4	F6
	28	0.40	0.40	F3	F4	F6
	29	10.0	9.00	F3	F8	F9
	30	12.0	6.00	F5	F5	F5
	31	12.0	10.0	F5	F5	F5
	32	1.00	1.00	F3	F3	F5
A 1Km. DE LA COSTA	15	20.0	11.0	F6	F6	F6
	19	23.5	13.0	F6	F4	F6
	22	36.0	12.0	F5	F6	F6
	21	23.0	12.0	F6	F4	F4
	33	54.0	25.0	F5	F6	F6
	34	67.0	10.0	F5	F6	F4
	35	40.0	20.0	F1	F5	F5
A 4Km. DE LA COSTA	14	32.0	11.0	F5	F4	F6
	20	42.0	2.00	F2	F5	F5

TABLA II-A. Valores mensuales de color y promedios de transparencia de las aguas para la red de estaciones en la Bahía de Santiago. De agosto a diciembre de 1984.

Z O N A	ESTA- CION.	PROFUNDIDAD MAXIMA (mts)	TRANSPA- RENCIA. (mts.)	C O L O R		
				1ro.	ciclos 2do.	3ro.
Z O N A C O S T E R A	1	2.80	2.50	F4	U6	—
	4	0.3	0.30	F6	F8	F4
	5	0.6	0.60	F4	—	F4
	7	0.7	0.70	F4	F8	F6
A 2Km. D E L A C O S T A	8	12.0	5.00	F6	F6	F5
	9	16.5	7.00	F5	F6	F5
	10	21.5	7.00	F5	F6	F5
A 4Km. D E L A C O S T A	11	40.0	23.0	F5	F6	F5
	12	41.0	9.00	F5	F6	F5

TABLA III-A.. Valores mensuales de color y promedios de transparencia de las aguas para la red de estaciones establecidas en las lagunas aledañas a las Bahías de Manzanillo y Santiago. De agosto a diciembre de 1984.

Z O N A		ESTA- CION.	PROFUNDIDAD MAXIMA (mts.)	TRANSPA- RENCIA. (mts.)	C O L O R ciclos 1ro. 2do. 3ro.		
LAGUNA DE JULUAPAN		2	3.50	0.50	U8	U5	U9
		3	2.50	0.30	U11	U9	U11
PUERTO INTERIOR		25	3.00	3.00	—	U11	F8
		26	7.00	1.00	U9	U8	U6
		27	17.0	3.00	U	—	F6
L A G U N A	C U Y T L A N	36	20.0	1.80	F5	F6	F5
		37	0.25	0.25	U9	U10	U11
		38	0.25	0.25	U10	U11	U11
	G R A N D E	39	0.25	0.25	U6	U7	U8
		40	0.30	0.30	U8	U9	U9

9. APENDICE B

TABLA I-B Prueba de análisis de varianza no paramétrica
(Test Ho de Kruskal-Wallis) entre ciclos para
para cada variable.

CICLOS	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	D. B. O.
1 ro - 2 do	NO SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA
1 ro - 3 ro	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA
2 do - 3 ro	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA
DECISION AL 95 % DE SIGNIFICANCIA			

TABLA II-B Prueba de análisis de varianza no paramétrica
(Test Ho de Kruskal-Wallis) entre ciclos para
cada variable por zonas.

z o n a s	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	D. B. O.
BAHIA DE MANZANILLO vs BAHIA DE SANTIAGO	SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA
BAHIA DE SANTIAGO vs LAGUNA DE CUYUTLAN	SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA
LAGUNA DE CUYUTLAN vs BAHIA DE MANZANILLO	NO SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA
DECISION AL 95 % DE SIGNIFICANCIA			

