

Universidad Autónoma de Baja California
Escuela Superior de Ciencias Marinas

**CORRELACION ENTRE ALGUNOS FACTORES
FISICO-QUIMICOS Y AMBIENTALES CON LA
DISTRIBUCION DE BACTERIAS COLIFORMES
TOTALES EN LA BAHIA DE ACAPULCO**

T E S I S

QUE PRESENTA

ARMANDO ROMO DE LA RIVA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

O C E A N O L O G O

ENSENADA, B. C.

1979

DEDICATORIA

A mis padres

Sr. Manuel Romo Hernández
Sra. Delfina de la Riva de Romo.

y hermanos:

Heriberto

Emma

Ma. Guadalupe

José Manuel

Irma

Dagoberto

y Eleazar

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

Con profundo agradecimiento a mi maestro, amigo y director de Tesis Dr. Jaques Patrois por su forma sencilla y sustancial al aconsejarme en la elaboración de esta Tesis y al hacer la revisión final de la misma; también agradezco al Biol. Walter Dioni sus valiosas sugerencias para la concretización del escrito original.

Al Ing. Hugo Higareda Zavaleta, Residente General de Protección y Ordenación Ecológica en Acapulco y al Ing.- Alfonso Hernández Cueto jefe del LABCOBA, les hago patente mi agradecimiento por su voluntad para que dispusiera de la información necesaria en la preparación de esta Tesis. En igual forma agradezco los amigables consejos de nuestro padrino de generación Ing. César Obregón, quien por su trato directo siempre mereció nuestra confianza.

También mi agradecimiento en forma especial a:

Biol. Victoria Priego Herrera.

IBQ. Soledad Alonso Gutiérrez.

Ing. Guadalupe Gómez.

Ing. Rodolfo Terán Flores.

Ing. José Luis Bueno Zamora.

Sra. Ma. del Refugio Núñez de López.

y a todos los compañeros que de alguna manera contribuyeron a la realización de esta Tesis.

I N D I C E.

	Páginas.
I. INTRODUCCION	1
II. DESCRIPCION DEL AREA	5
1. Marco Geomorfológico	5
2. Descripción de las Cuencas Hidrográficas	5
3. Composición Poblacional	8
4. Climatología y Oceanografía	9
III. MATERIALES Y METODOS	13
1. Prueba Presuntiva	14
2. Prueba Confirmativa	14
3. Cálculo del NMP/100 ml. de Coliformes Totales	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	16
V. CONCLUSIONES	20
VI. RECOMENDACIONES	22
VII. BIBLIOGRAFIA	

I). INTRODUCCION.

El problema de la Contaminación empezó desde que el hombre con su actividad doméstica y más tarde Industrial produjo desechos que provocan desequilibrios en el Ecosistema del cual forma parte y en el que se dan todo tipo -- de interrelaciones entre los factores bióticos y abióticos que lo componen. -- De acuerdo con la definición de Contaminación propuesta por Bellan (1968) -- ésta es la introducción de elementos extraños dentro de un medio natural, los que, según su naturaleza y abundancia provocan en su seno un desequilibrio -- temporal o permanente, lo cual repercute sobre la composición tanto físico- -- química como faunística y florística de ese medio. Así podemos clasificar los diferentes tipos de Contaminación desde diferentes puntos de vista, entre -- ellos atendiendo a su origen. Podemos por ejemplo llamar Contaminación Industrial a la producida por desechos industriales, Contaminación Radioactiva -- a la producida por desechos atómicos, Contaminación Térmica a la producida -- por temperatura y Contaminación Orgánica a la producida por drenajes domésticos, de la industria alimenticia y arrastres pluviales.

En México, por la baja actividad Industrial, el problema de la Contaminación es serio únicamente en términos de Contaminación Orgánica, no obstante que en términos absolutos la Contaminación Química Agroindustrial es actualmente más grave que la Contaminación Orgánica, Odum (1972).

Los contaminates orgánicos en el agua de mar para considerarse nocivos, -- deben sobrepasar la capacidad degradativa y de recirculación en el cuerpo de agua. Hasta la fecha se han propuesto indicadores tanto físico-químicos como biológicos del grado de Contaminación de las aguas tales como: Incremento en la concentración de nutrientes, decremento en la concentración de Oxígeno -- Disuelto, concentración de Acido Sulfídrico, Demanda Bioquímica de Oxígeno, --

Sólidos en Suspensión, Número más Probable de Bacterias y recientemente Comunidades de Invertebrados Bentónicos. En base a los niveles de concentración de éstos parámetros se han establecido grados relativos de Contaminación.

En un Ecosistema no alterado desde el punto de vista de la Contaminación, normalmente se encuentran organismos representantes de los diferentes niveles tróficos y lógicamente desaparecerán primero aquellos menos tolerantes conforme se incremente el grado de Contaminación. A los organismos que permanecen en este medio alterado y que tienen poca movilidad o sea carencia total de migraciones, tamaño pequeño, exigencias bajas de concentraciones de Oxígeno Disuelto para su metabolismo, se les conoce como Indicadores Biológicos de Contaminación Orgánica; entre estos organismos se consideran algunos Planctónicos como las algas Nannochloris sp y Stichococcus sp., que se presentan en lugares contaminados por materia orgánica cuando la temperatura aumenta 10°C. (con respecto a la temperatura normal de ese lugar), además de algunos Invertebrados como el Poliqueto Capitella capitata, encontrado en Alemania, Japón y California (Wass, L.M., 1967), (en condiciones de Contaminación Orgánica).

Fué en 1880, cuando la Ciencia Sanitaria del agua empezó a considerar las Bacterias como agentes contaminantes peligrosos para el hombre, cuando Van Fritsech describió las Bacterias Klebsiella pneumonia y K. chinocleromatia como organismos característicos de Contaminación fecal humana. Poco tiempo después Escherich identificó Bacillus coli., como otro indicador de Contaminación fecal. Actualmente se han encontrado otras bacterias tanto de origen terrestre como fecal. Van, D.J. (1971) aisló Salmonellas de los sedimentos de agua dulce, identificándolas como de origen animal (viviendo también en lodos estériles).

Se ha observado que las Bacterias responden más rápidamente que otros organismos a cambios del medio ambiente, por lo que se recomiendan como Indicadores Sensitivos de Perturbaciones ambientales.

La ciudad y Puerto de Acapulco, por su clima poco variable y por su sobresaliente belleza natural ha hecho que la principal actividad del puerto sea la turística, por lo que el uso que se le dá a las aguas de su Bahía sea para natación, esquiar, pesca deportiva, buceo libre y otras actividades menores que ponen de manifiesto la necesidad de mantener el agua dentro de ciertos límites de calidad, para asegurar que los turistas tanto nacionales como extranjeros no contraigan enfermedades derivadas de problemas de Contaminación. Es evidente que si en la ciudad de Acapulco no existe prácticamente actividad Industrial la Contaminación, de existir, debe ser Orgánica. Dadas las características morfológicas del Anfiteatro de marcada pendiente (15.13 % en promedio del parte-aguas hacia la costa S.O.P. 1976) se puede inferir que los arrastres pluviales que llevan consigo material orgánico diverso, tardan escasos minutos en llegar a la Bahía y con ello contaminar sus aguas. Del total de 4,465.5 Has. que comprende el Anfiteatro de la Bahía de Acapulco, delimitado por el parte-aguas principal, sólo el 55 % está construido y el 30 % apenas urbanizado (Gómez, comunicación personal). Esto hace que el material de arrastre hacia la Bahía en épocas de lluvia sea muy diverso (animales muertos, excreciones del hombre y otros animales de sangre caliente además de desechos domésticos en variado estado de putrefacción) y lleve consigo enormes cantidades de Bacterias de origen terrestre e intestinal, que más tarde dañarán a los bañistas directamente o en forma indirecta, al alterar la calidad del agua y la estética de la misma.

Se deja ver claramente que si se quiere conocer el problema de la Contaminación Orgánica de la Bahía de Acapulco con el fin de plantear medidas pa-

ra los fines ya mencionados se puede hacer una buena aproximación al conocimiento del problema, analizando y estudiando las fluctuaciones en el tiempo de las cantidades de Bacterias Coliformes Totales por Unidad de volumen de agua en las costas de la Bahía de Acapulco y Puerto Marqués. Por lo que en el presente trabajo me refiero a dichas fluctuaciones, de acuerdo a lo que proponen: Cohen, D ; Yoshpe, F. y Shuval, H. (1963); Brock, T.D. (1970); Pinon, J. y Pijck, J. (1976); Carlucci, A.F. y Prames, D. (1959). A fin de hacer una mejor evaluación de las causas que pudieran provocar tales fluctuaciones, deberá atenderse a las condiciones climáticas, meteorológicas, oceanográficas y geomorfológicas del lugar, ya que éstas juegan un papel importante en la distribución y sobrevivencia de las Bacterias en un cuerpo de agua, de acuerdo a los estudios de Kouyoumjian, H. (1972); Pinon, J. y Pijck, J. (1972).

II). DESCRIPCION DEL AREA.

1.- Marco Geomorfológico.

La Bahía de Acapulco, localizada entre las coordenadas medias $16^{\circ} 49'$ latitud Norte y $99^{\circ} 45'$ longitud Oeste (W.G.) Fig. 1, está rodeada por un cinturón montañoso que forma parte de la Sierra Madre del Sur y cuyas rocas son principalmente granodioritas (granitos metamórficos) del Cretácico en contacto con limolitas calacáreas y calizas, ambas afectadas por metamorfismo de contacto. (Romero, S., 1975). Las rocas dioríticas presentan termoclastismo (disgregación de granos por cambios bruscos de temperatura, que sufren pérdida de material en forma de bolitas, éste tipo de disgregación es típico de rocas en zonas húmedas) produciéndose granos de una talla de 2 a 3 cm. de diámetro, también abunda el material orgánico de textura limosa y arcillosa de colores café claro a café oscuro, además de gravas con diámetro de 0.5 cm. compuestas principalmente de cuarzo. En las partes intermedias (en altura) se presenta material desprendido de las partes altas compuesto por arenas y limos no consolidados. En esta zona cuya pendiente fluctúa entre 10-15 % la vegetación es menor aún que en las partes altas por la urbanización y en ellas ruedan rocas de hasta 80 cm. de diámetro, en ocasiones se dan azolves de hasta 30 cm. de altura.

Es evidente que la dinámica geomorfológica es afectada por intemperis mo físico y mecánico que aumenta por la escasa vegetación (ésta ocupa el 25 % de la superficie total de las Cuencas), además del poco tiempo que duran los escurrimientos debido a la marcada pendiente.

2.- Descripción de las Cuencas Hidrográficas.

Aunque son de origen terrestre, las Bacterias Coliformes pueden encon

trarse en las aguas costeras debido a los arrastres pluviales y/o a las descargas de aguas negras. Debido al enfoque del presente trabajo de encontrar las fuentes posibles de Contaminación de las aguas de la Bahía de Acapulco - por éstas Bacterias se necesita describir las diferentes Cuencas que delimitan el área de estudio. El Anfiteatro de Acapulco está compuesto por siete Cuencas Fig. 2, que suman una superficie de 4,465.5 Has. y están dispuestas de la siguiente manera:

a). Cuenca de Aguas Blancas.

Es la Cuenca más accidentada, con una superficie de 1,033.7 Has. orientada sensiblemente de Norte a Sur. Tiene un dren principal cuya parte baja se revistió con manpostería de aproximadamente 6 m. de ancho, por donde bajan conjuntamente aguas de lluvia y residuales (con aproximadamente 300 descargas). En esta Cuenca existen algunas tenerías, carpinterías, herrerías, -- industrias elaboradoras de copra, restaurantes, tiendas de abarrotes y el -- mercado popular más grande de Acapulco. Existen aproximadamente 12,450 casas-habitación, en su mayoría de tipo popular, 25 multifamiliares con 10 habitaciones cada uno y aproximadamente 4 personas por habitación, 5 pequeñas -- clínicas y un hospital general del Seguro Social, pequeñas granjas con puercos y vacas, mas o menos 328 Has. de terrenos baldíos. Tiene un volumen escurrido medio anual de 5,109,480 m³.

b). Cuenca del Camarón.

Está situada paralelamente a la Cuenca de Aguas Blancas y tiene una superficie de 1,149 Has. La actividad que produce desechos se genera en carpinterías, tenerías, industrias de la construcción, restaurantes y tiendas. Existen aproximadamente 8000 casas habitación de tipo popular en su mayoría, además de 40 multifamiliares y 3 clínicas médicas. Existen algunas crías ---

pequeñas de aves, vacas y caballos. Aún existen 550 Has. de terreno baldío.- En el arroyo principal de ésta Cuenca hay aproximadamente 300 descargas de aguas residuales clandestinas y el volumen escurrido medio anual es de 5,729,220 m³.

c). Cuenca Magallanes.

Se inicia un poco más abajo de la línea del parte-aguas y está orientada de Noreste a Sureste, comprende un área de 317.6 Has. la pequeña industria contenida en esta Cuenca comprende 3 carpinterías, una fábrica de cemento y cal, 3 herrerías, 2 pequeñas fábricas de precolado y una embotelladora de refrescos. Los establecimientos comerciales comprenden 10 tiendas de abarrotes y comercios de tipo regional, además de restaurantes cuenta con 1,800 casas de tipo popular y residencial que ocupan aproximadamente 72 Has. con un promedio de 25 casas por Ha. , 18 multifamiliares. La mayor concentración de hospitales se encuentra en esta Cuenca. Hay también criaderos de gallinas, puercos y palomares. No obstante aún existen 82 Has. de terreno baldío. Esta Cuenca tiene un volumen escurrido medio anual de 1,942,590 m³.

d). Cuenca Costa Azul.

Cubre un área de 784.7 Has. Presenta establecimientos industriales pequeños que incluyen 2 herrerías, una fábrica de ropa y 2 carpinterías. Tiene además tiendas de vinos, de ropa y abarrotes. Hay aproximadamente 5,000-casas habitación que ocupan 200 Has., principalmente del tipo residencial, 18 edificios entre departamentos y multifamiliares, 2 clínicas de servicios médicos y cría de animales domésticos. Se encuentran unas 280 Has. de terreno baldío. Tiene un volumen escurrido medio anual de 3,462,870 m³.

e). Cuenca Garita.

Esta Cuenca tiene forma de abanico invertido con una extensión de 693.7-

Has. Se encuentran 4 herrerías, 3 carpinterías, 2 pequeñas fábricas de precolado de concreto, un mercado pequeño al aire libre, farmacias y restaurantes. Hay 4,200 casas con un promedio de 25 casas por Ha. , además de 22 casas de departamentos y multifamiliares pequeños, un hospital en la parte alta. Existen crías de gallinas, cerdos y palomas. Quedan 200 Has. de terreno baldío en esta Cuenca que tiene un volumen escurrido medio anual que se estima en 3,265,790 m³.

f). Cuenca Deportiva.

Tiene una superficie de 107.2 Has. , la mayor recepción de agua se inicia muy por debajo del parte-aguas por lo que la infiltración se da en la parte baja de la misma. Prácticamente no existe ninguna industria, por lo demás hay tiendas de ropa, restaurantes, tiendas de abarrotes. La mayoría de las casas son de tipo popular y algunas residenciales que suman un total de 1,550; las que ocupan 72 Has. aproximadamente a un promedio de 25 casas por Ha. además existen 18 casas de departamentos y multifamiliares pequeños, además de dos clínicas pequeñas; hay numerosas porquerizas, gallineros y palomares, pero aún quedan 62 Has. de terrenos baldíos. El escurrimiento medio anual para esta Cuenca se calcula que es de 1, 013,520 m³.

g). Cuenca Icacos.

Esta Cuenca encierra 573.9 Has., para ésta no existe censo alguno de sus centros industriales, comerciales o de habitación; tal vez se deba a los proyectos que se tienen para hacer desaparecer las concentraciones habitacionales que son paupérrimas en su mayoría. Se ha calculado un volumen escurrido medio anual de 1,844,050 m³.

3.- Composición Poblacional.

La población permanente de Acapulco se incrementa aceleradamente, en 1960

se censaron 84,720 personas; en 1970 174,226 y en 1975, 350,000 personas. -- La Secretaría de Gobernación del Estado, calcula que actualmente la pobla -- ción la componen 400,000 habitantes.

Fué en el año de 1939, cuando Acapulco inició la era turística que se -- continúa hasta la fecha, en 1968 visitaron a Acapulco por diferentes vías -- aproximadamente 1,768,789 personas. Se calcula un incremento promedio anual -- de 12 % en la afluencia turística; en 1976 los visitantes fueron 3,470,768 -- y cabe mencionar que la mayor afluencia turística es durante el invierno, -- seguramente por lo benigno del clima de Acapulco, cuando éste es adverso en -- las regiones Nórdicas nacionales y extranjeras.

4.- Climatología y Oceanografía.

a). Climatología.

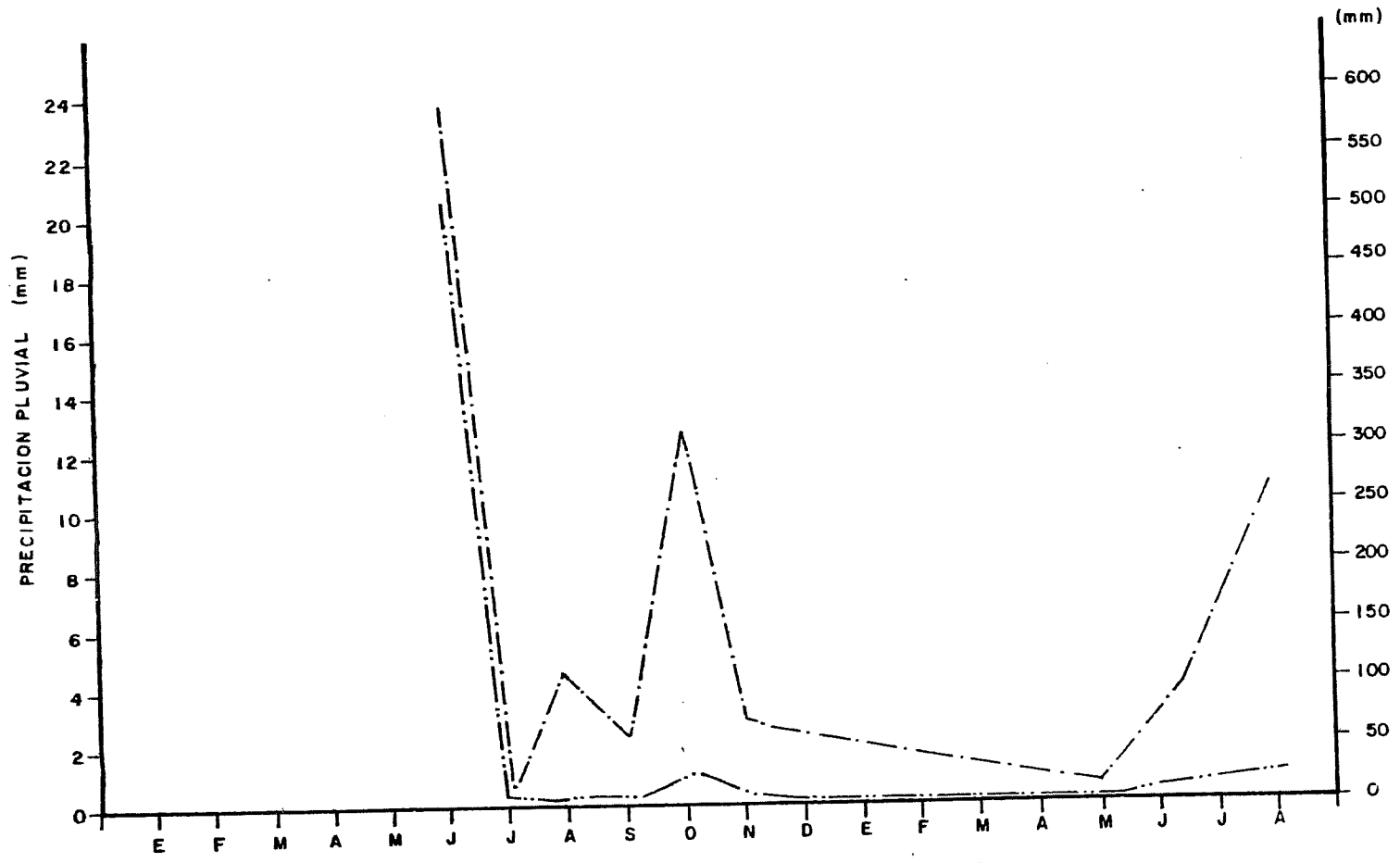
En el análisis climatológico hecho por Velarde (1974) para fines corre -- lativos con un estudio de corrientes, menciona que el clima de Acapulco en -- ese año fué uniformemente cálido, con una temperatura media mensual entre -- 25 y 30°C., siendo las mayores avenidas de julio a octubre, con una precipi -- tación media mensual de 370 mm. en el mes de septiembre y 0 en marzo. El -- mismo autor reporta que el régimen de vientos dominantes son del Oeste (270°), con una velocidad predominante de 10 nudos, prevaleciendo condiciones de -- calma (velocidades menores de 5 nudos) de las 6 a las 14 Hrs. y llegándose a medir vientos de 18 a 20 nudos por la tarde (18 Hrs.).

Romero, S., 1975, analizó los datos climatológicos proporcionados por el Departamento de Hidrometría de la Secretaría de Agricultura y Recursos -- Hidráulicos, en su estudio de Manejo de Cuencas de la Bahía de Acapulco y -- reporta que para ese año el clima de Acapulco fué cálido y sub-húmedo, con -- una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5°C., las más altas temperaturas mínimas promedio se dieron en julio y agosto con 24.6°C.

y la más baja en enero de $21.7^{\circ}\text{C}.$, siendo julio el mes más cálido ($28.6^{\circ}\text{C}.$) y enero el más frío ($26.1^{\circ}\text{C}.$). Del mismo análisis resultó ser septiembre el mes más lluvioso (553.9 mm. de precipitación pluvial), y el mes más seco marzo (0.2 mm), concluye que de junio a octubre se precipita el 97% -- de la lluvia total anual, debido a la influencia de los ciclones tropicales -- que se originan en el mar de las Antillas y en el océano Pacífico (la ma -- yor influencia de éstos ciclones cuyas trayectorias principales corren paralelas a la costa y se internan en el continente es en septiembre).

De los datos hidrométricos proporcionados por la misma Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de julio de 1976 a julio de 1977 se observan algunas variaciones respecto de los análisis hechos por los autores antes mencionados, para los años 1974 y 1975. Se presenta una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales de $3^{\circ}\text{C}.$, siendo junio el mes en que se presenta la temperatura media anual máxima de $29.0^{\circ}\text{C}.$ y marzo con la temperatura media mensual mínima de $26.0^{\circ}\text{C}.$, no obstante los meses más cálidos -- son julio de 1976 y abril de 1977 con un valor de $33.5^{\circ}\text{C}.$ para ambos meses y se presentan temperaturas mínimas iguales en octubre de 1976 y enero de 1977 de $21^{\circ}\text{C}.$

El mes más lluvioso fué junio de 1976 con una precipitación máxima -- de 572.5 mm., siguiéndole octubre del mismo año con 343.6 mm. de precipitación pluvial. el 90% de la precipitación en el período que comprende los -- muestreos se dá de junio de 1976 a octubre de 1977 y 0 en los demás meses -- (Fig. 11). El análisis de los vientos dió resultados muy variados y desorganizados por lo que me puse en contacto con personal del Servicio Meteorológico del Aeropuerto Internacional de Acapulco, de cuyas comunicaciones personales concluyo que los vientos predominantes son del Oeste (270°) y velocidades de 10 a 15 nudos, siendo mayores en septiembre.



 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL, (mm)

 PRECIPITACION MENSUAL TOTAL, (mm) esc. derecha

FIG. Nº II

Junio-Diciembre (76), Enero-Agosto (77)

b). Oceanografía.

La Bahía de Acapulco presenta profundidades desde 0 metros en la costa hasta 50 m. en la boca de la misma, de los 12,000,000 de m² que comprende su superficie, puede verse claramente en la Fig. 3 que un 10 % de ésta área tiene profundidades de 0-10 m; 20 % de 10-20 m; otro 20 % de 20-30 m; y 35 % de 30-40 m y por último el 35 % restante con profundidades de 40-50 m. Se calcula que la Bahía de Acapulco tiene un volumen de 320,000,000 m³, desde los 0 m. de profundidad hasta la isóbata de los 50 m. en la boca de la misma.

Hasta la fecha no existe ningún estudio de algún ciclo anual de corrientes en la Bahía de Acapulco, no obstante que es uno de los factores de mayor importancia en los cambios físico-químicos de un cuerpo de agua particularmente cerrado. Verlade en 1974, hizo un estudio temporal y somero de la circulación del agua de la Bahía y zonas de descarga de aguas pluviales y residuales; concluye que no existe influencia de la marea en las corrientes superficiales siendo por lo contrario, mayor la influencia del viento sobre las mismas. Si se consideran los vientos predominantes de la Bahía, la mayor parte del año se presentará un transporte de aguas superficiales hacia el interior de la misma, de acuerdo a la teoría propuesta por Eckman en 1902, de que existe un transporte de masa 45° a la derecha de la dirección del viento (8.4 cm/seg., para vientos de 8 nudos).

En la boca de la Bahía, la corriente tendió marcadamente hacia el Sur, dominando las componentes Norte-Sur sobre las Este-Oeste. En el centro de la Bahía y a 2 m. de profundidad, varió mucho la dirección, tendiendo a ser el movimiento paralelo a la costa y predominaron las componentes Este-Oeste sobre las Norte-Sur.

López, T. (1977), realizó un estudio puntual de corrientes super --

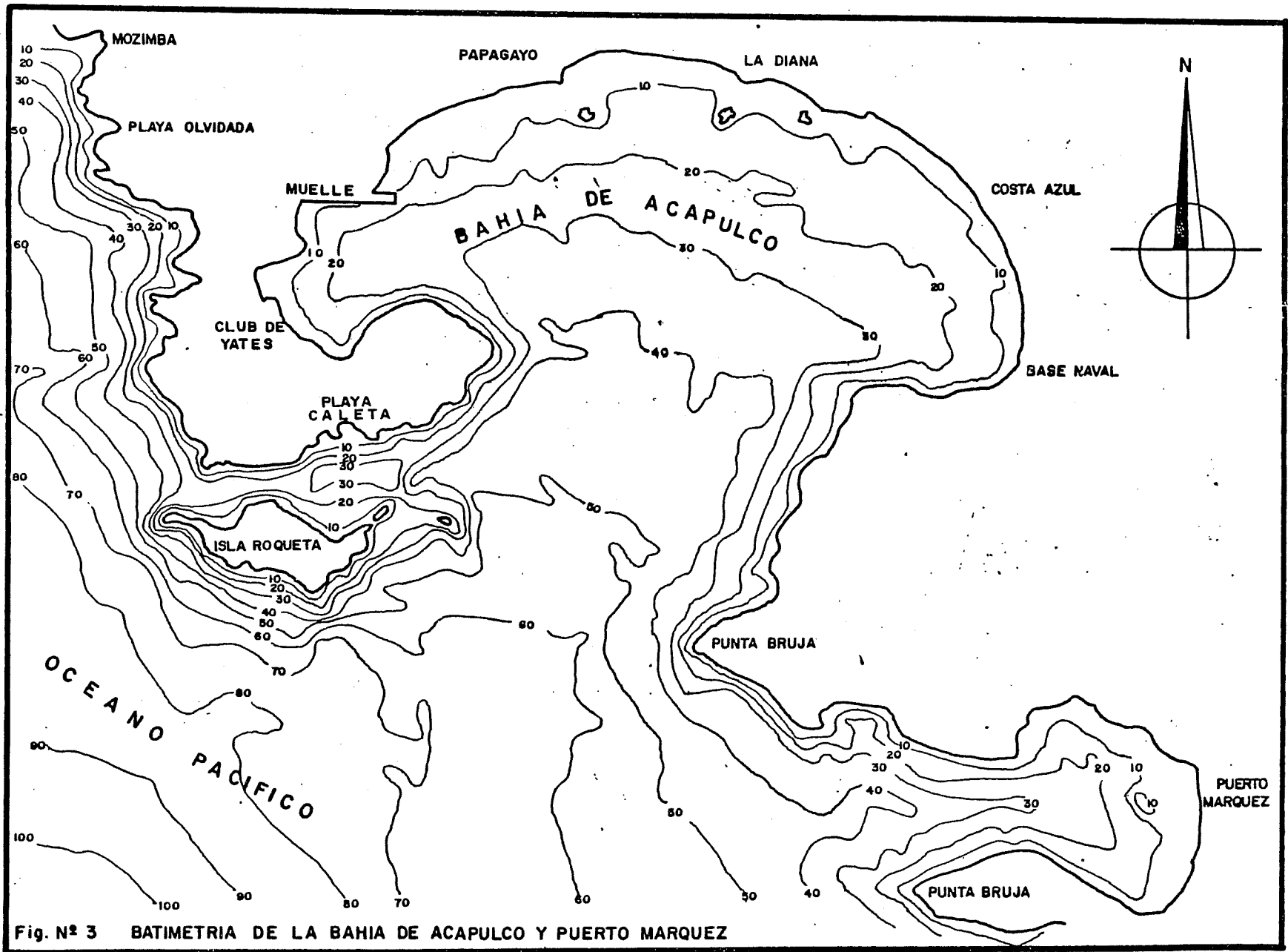


Fig. N° 3 BATIMETRIA DE LA BAHIA DE ACAPULCO Y PUERTO MARQUEZ

ficiales por el método de Lagrange en la zona de la Base Naval de Icacos, -
el 11 de mayo de 1977 de las 10:00 A.M. a las 18:00 P.M., tomando 17 lectu -
ras, una cada 30 minutos, de cuyas mediciones concluye que en esta zona y en
esta fecha el movimiento del agua tendió a seguir las componentes Este-Oeste.

III.- MATERIALES Y METODOS.

Los datos fueron proporcionados por la S.A.R.H., cuyo personal técnico se encargó de la toma de las muestras y análisis de las mismas, haciéndose esto de la forma siguiente:

Se eligieron 24 estaciones dispuestas a lo largo de la costa de la Bahía de Acapulco y Puerto Marqués Fig. 4, las características y descripción de las estaciones de muestreo se encuentran en la Tab. 1. Los parámetros Temperatura, pH y NMP/100 ml. de Coliformes Totales fueron tomados superficialmente con periodicidad mensual, de acuerdo al programa de monitoreo establecido por el Departamento de Protección Ecológica del LABCOBA (Laboratorio para el Control de la Calidad del agua de la Bahía de Acapulco) de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Los muestreos se realizaron en los meses de : julio , agosto, septiembre y octubre de 1976 y enero, febrero, marzo y abril de 1977.

La Temperatura se midió en la parte superficial (1 m. de profundidad) a la décima de grado centígrado con un termómetro ordinario, y el pH con un potenciómetro Beckman a la misma profundidad.

Las Bacterias Coliformes Totales se definen en el Standard Methods, - Ed. 2a (1972) como todas las Bacterias gram-negativas aeróbicas y anaeróbicas facultativas no formadoras de esporas con forma de bastoncillos que fermentan la lactosa formando gas en 48 Hrs. a 35°C. Las muestras para el análisis de éstas, se tomaron en frascos esterilizados de 100 ml., con tapón esmerilado y se transportaron en una hielera con el fin de conservarlas inactivas hasta el momento de su análisis en el laboratorio.

El método usado para la determinación de Coliformes Totales fué el de los "Tubos de Dilución Múltiple" (NMP/100 ml.). Este método se lleva a ca-

ESTACION	FECHA	TEMPERATURA °C.	pH	NMP/100ml. ◀ LIMITE	CULIFORMES TOTALES. LIMITE.
1. <u>MOZIMBA</u>	Jul/20/76	29.9	7.9		900,000
	Agos/23/76	30.6	8.05		1,500,000
	Sep/17/76	29.5	7.9		7,500,000
	Oct/5/76	30.0	7.9		90,000
	Ene/18/77	32.0	7.8		11,000,000
	Feb/15/77	31.3	7.6		1,500,000
	Mar/15/77	32.28	7.5		430,000
	Abr/15/77	33.96	7.8		15,000,000
2. <u>Baya - Olvidada</u>	Jul/20/76	30.0	8.1		400,000
	Agos/23/76	30.2	8.1		90,000
	Sep/11/76	29.4	8.2		4,000
	Oct/15/76	30.0	8.15		90,000
	Ene/18/77	28.3	8.0		9,300,000
	Feb/15/77	28.5	7.9		430,000
	Mar/15/77	27.0	8.0		150,000
	Abr/15/77	25.8	7.9		4,600,000
3. <u>Canal Bo ca Chico</u>	Jul/20/76	30.1	8.15	3	
	Agos/23/76	29.4	8.2	23	
	Sep/17/76	29.6	8.2	15	
	Oct/5/76	30.0	8.25	4	
	Ene/18/77	28.0	8.3	93	
	Feb/15/77	28.3	8.4	11	
	Mar/15/77	27.8	8.0	23	
	Abr/15/77	28.0	8.1	400	
4. <u>Caletilla</u>	Jul/20/76	30.1	8.1		9,300
	Agos/23/76	30.0	8.25		2,400
	Sep/17/76	30.0	8.15		24,000
	Oct/5/76	30.0	8.3	400	
	Ene/18/77	28.6	8.2		2,300
	Feb/15/77	28.8	8.3	460	
	Mar/15/77	27.8	8.0	430	
	Abr/15/77	28.0	8.1		2,900
5. <u>Club de Yates</u>	Jul/20/76	30.5	8.10	43	
	Agos/23/76	30.8	8.10	4	
	Sep/17/76	30.4	8.10	230	
	Oct/5/76	31.0	8.35	23	
	Ene/18/77	28.6	8.10	—	
	Feb/15/77	28.3	8.2	24,000	
	Mar/15/77	28.4	8.0	93	
	Abr/15/77	—	8.4	11,000	

ESTACION	FECHA	TEMPERATURA C.	pH	COLIFORMES TOTALES	
				< LIMITE	> LIMITE
6. <u>Tlacopano</u> <u>cha</u>	Jul/20/76	30.8	8.1	90	
	Agos/23/76	30.5	8.1	90	
	Sep/17/76	30.0	8.05	230	
	Oct/5/76	31.0	8.35		2,300
	Ene/18/77	28.6	8.2	91	
	Feb/15/77	27.9	8.2	150	
	Mar/15/77	28.3	8.0	230	
	Abr/15/77	---	0.2		11,000
7. <u>Aguas</u> -- <u>blancas</u>	Jul/20/76	30.5	8.15	4	
	Agos/23/76	30.9	8.2	21	
	Sep/17/76	30.2	8.05	230	
	Oct/5/76	31.0	8.35	90	
	Ene/18/77	29.0	8.2	110	
	Feb/15/77	28.8	8.2	23	
	Mar/15/77	28.7	7.9	4	
	Abr/15/77	---	8.2	39	
8. <u>Camarón</u>	Jul/20/76	30.7	8.1	9	
	Agos/23/76	30.7	8.15	15	
	Sep/17/76	30.2	8.1	230	
	Oct/5/76	31.0	8.35	90	
	Ene/18/77	29.3	8.2	73	
	Feb/15/77	28.7	8.2	30	
	Mar/15/77	29.0	8.2	93	
	Abr/15/77	---	8.2	460	
9. <u>Hornos</u>	Jul/20/76	30.5	8.15	9	
	Agos/23/76	30.9	8.1	240	
	Sep/17/76	30.6	8.05	40	
	Oct/5/76	31.0	8.35	4	
	Ene/18/77	29.2	8.2	30	
	Feb/15/77	28.6	8.2	30	
	Mar/15/77	29.1	8.0	230	
	Abr/15/77	---	8.2	93	
10. <u>Ritz</u>	Jul/20/76	30.7	8.15	40	
	Agos/23/76	31.0	8.15	930	
	Sep/17/76	30.7	8.0	700	
	Oct/5/76	31.0	8.35	400	
	Ene/18/77	28.8	8.1	46	
	Feb/15/77	28.7	8.2	93	
	Mar/15/77	29.6	8.0	23	
	Abr/15/77	---	8.2	150	

ESTACION	FECHA	TEMPERATURA °C.	pH	NMP/100ml. COLIFORMES TOTALES	
				< LIMITE	> LIMITE.
11. <u>Hilton</u>	Jul/20/76	30.8	8.1		2,400
	Agos/23/76	30.4	8.1	40	
	Sep/17/76	30.3	8.05	400	
	Oct/5/76	31.0	8.35	230	
	Ene/18/77	28.9	8.1		9,300
	Feb/15/77	28.9	8.2		4,600
	Mar/15/77	28.7	8.0	23	
	Abr/15/77	---	8.0		2,100
12. <u>Condesa.</u>	Jul/20/76	30.7	8.15		1,100
	Agos/23/76	30.6	8.2		1,100
	Sep/17/76	30.2	8.2	90	
	Oct/5/76	31.0	8.35	230	
	Ene/18/77	29.2	8.2	3	
	Feb/15/77	29.0	8.2		2,300
	Mar/15/77	28.3	8.0	9	
	Abr/15/77	---	8.1	27	
13. <u>Costa - Azul</u>	Jul/20/76	30.9	8.1	430	
	Agos/23/76	30.7	8.2		2,400
	Sep/17/76	30.5	8.15	90	
	Oct/5/76	31.0	8.4		2,300
	Ene/18/77	29.2	8.2	91	
	Feb/15/77	28.9	8.2	30	
	Mar/15/77	29.0	8.0	40	
	Abr/15/77	---	8.4	110	
14. <u>Fragata Yucatán.</u>	Jul/20/76	31.1	8.0		46,000
	Agos/23/76	30.6	8.15		9,300
	Sep/17/76	30.5	8.25		9,300
	Oct/5/76	31.0	8.35		240,000
	Ene/18/77	29.3	8.1		9,300
	Feb/15/77	28.6	8.3	30	
	Mar/15/77	28.9	8.0	40	
	Abr/15/77	---	8.2		4,600
15. <u>Icacos</u>	Jul/20/76	30.8	8.1	90	
	Agos/23/76	30.6	8.25	40	
	Sep/17/76	30.5	8.10	30	
	Oct/5/76	31.0	8.3	40	
	Ene/18/77	29.7	8.3	230	
	Feb/15/77	28.6	8.3	23	
	Mar/15/77	28.7	8.0	150	
	Abr/15/77	---	8.3	200	

ESTACION	FECHA	TEMPERATURA C.	pH	NMP/100ml. COLIFORMES TOTALES	
				< LIMITE	> LIMITE
16. Playa del <u>Secreto.</u>	Jul/20/76	30.5	8.1	90	
	Agos/23/76	30.4	8.4	40	
	Sep/17/76	29.9	8.15	230	
	Oct/5/76	31.0	8.3		2,300
	Ene/18/77	29.1	8.2	91	
	Feb/15/77	28.6	8.2	43	
	Mar/15/77	28.3	8.0	230	
	Abr/15/77	—	8.4	200	
17. 2000m.a <u>P. Bruja</u>	Jul/20/76	30.4	8.1	3	
	Agos/23/76	30.2	8.25	3	
	Sep/17/76	30.0	8.2	3	
	Oct/5/76	31.0	8.3	3	
	Ene/18/77	28.2	8.3	4	
	Feb/15/77	28.1	8.2	7	
	Mar/15/77	28.2	8.0	33	
	Abr/15/77	—	8.3		1,100
18. 1000m.a <u>P. Bruja</u>	Jul/20/76	30.2	8.15	3	
	Agos/23/76	30.1	8.25	3	
	Sep/17/76	29.5	8.15	23	
	Oct/5/76	30.0	8.3	3	
	Ene/18/77	28.7	8.3	4	
	Feb/15/77	28.2	8.2	9	
	Mar/15/77	28.0	8.0	15	
	Abr/15/77	—	8.2		1,100
19. <u>P. Bruja</u>	Jul/20/76	29.8	8.05	3	
	Agos/23/76	29.5	8.2	3	
	Sep/17/76	29.5	8.05	9	
	Oct/5/76	30.0	8.3	3	
	Ene/18/77	28.2	8.3	3	
	Feb/15/77	28.0	8.2	3	
	Mar/15/77	28.0	8.0	9	
	Abr/15/77	—	8.1	150	
20. Bocana P. <u>Marquez</u>	Jul/20/76	30.5	8.15	3	
	Agos/23/76	30.5	8.3	3	
	Sep/17/76	29.8	8.1	9	
	Oct/5/76	30.0	8.3	3	
	Ene/18/77	28.2	8.3	3	
	Feb/15/77	28.4	8.3	23	
	Mar/15/77	28.0	8.0	33	
	Abr/15/77	—	8.1	34	

ESTACION	FECHA	TEMPERATURA °C.	pH	NMP/100ml. COLIFORMES TOTALES.	
				< LIMITE	> LIMITE
21. <u>Pichilingue</u>	Jul/20/76	30.6	8.15	23	
	Agos/23/76	30.5	8.3	23	
	Sep/17/76	29.8	8.05	23	
	Oct/5/76	30.0	8.3	4	
	Ene/18/77	28.7	8.3	3	
	Feb/15/77	28.4	8.3	93	
	Mar/15/77	28.7	8.0	9	
	Abr/15/77	---	8.2	15	
22. <u>C. Miguel Aleman</u>	Jul/20/76	30.7	8.1	43	
	Agos/23/76	30.6	8.25	4	
	Sep/17/76	30.2	8.0	23	
	Oct/5/76	30.0	8.3	3	
	Ene/18/77	28.7	8.3	4	
	Feb/15/77	28.8	8.2	3	
	Mar/15/77	28.5	8.0	4	
	Abr/15/77	---	8.2	75	
23. <u>Frete Cuartel</u>	Jul/20/76	30.6	8.15	93	
	Agos/23/76	30.5	8.3	9	
	Sep/17/76	30.4	8.2	240	
	Oct/5/76	30.0	8.3	4	
	Ene/18/77	28.5	8.3	23	
	Feb/15/77	28.6	8.3	4	
	Mar/15/77	28.7	8.0	4	
	Abr/15/77	---	8.1	71	
24. <u>Camada Inn</u>	Jul/20/76	30.4	8.15	43	
	Agos/23/76	30.1	8.30	3	
	Sep/17/76	30.3	8.20	40	
	Oct/5/77	30.0	8.30	3	
	Ene/18/77	28.6	8.30	43	
	Feb/15/77	28.6	8.3	30	
	Mar/15/77	28.6	8.0	460	
	Abr/15/77	28.6	8.0		1,100

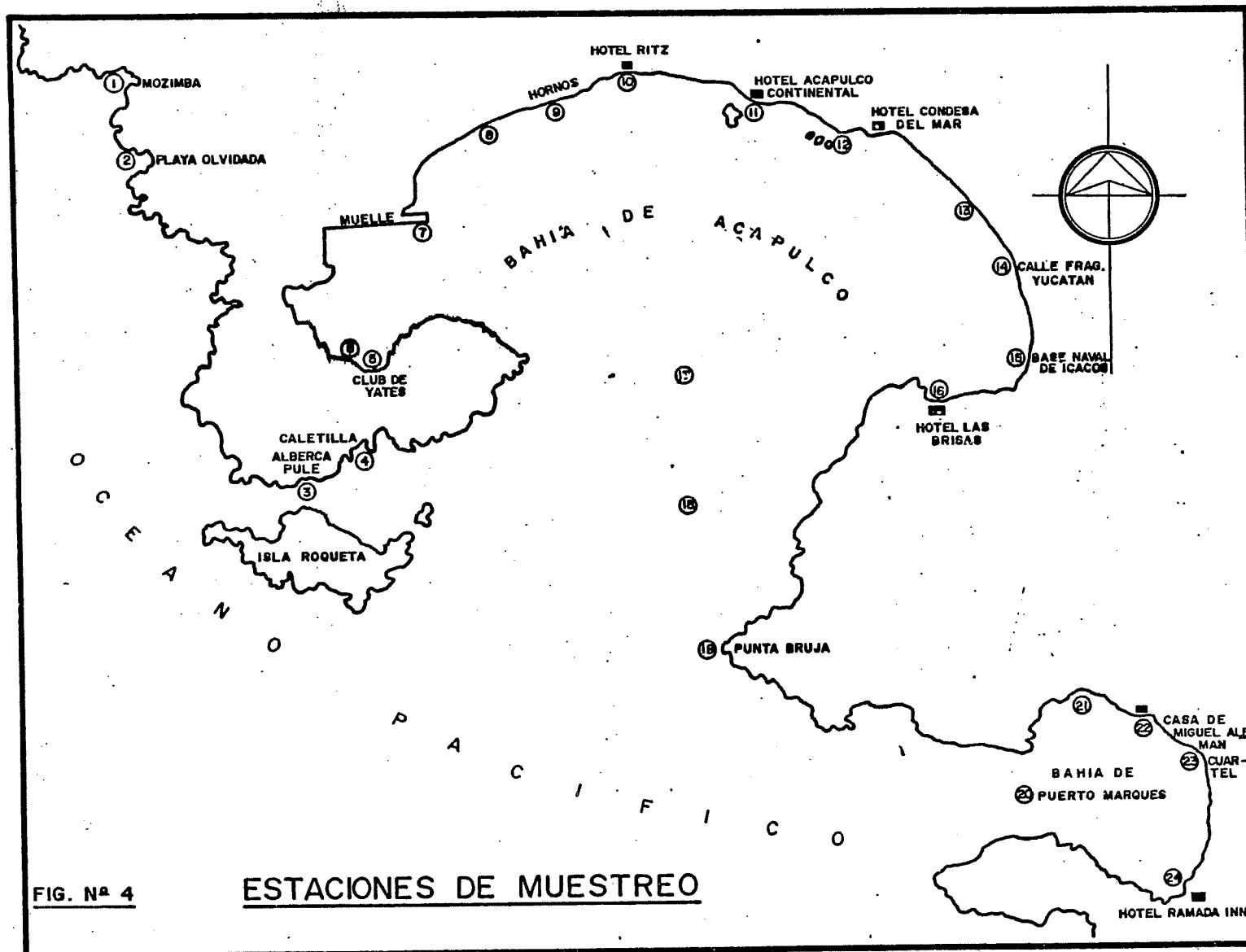


Tabla 1. Localización y Descripción de las Estaciones de Muestreo.

ESTACION	LOCALIZACION Y DESCRIPCION
1	A 10 m. de la descarga principal de la Ciudad (Mozimba).
2	A 500 m. de la estación 1 y a 15m. de la costa.
3	Entre isla Roqueta y Alberca del Pule, a 150m. de la - costa.
4	A 5 m. de Caletilla y 400m. de la estación 3.
5	Centro del Club de Yates a 10m. de la costa.
6	A 5 m. de la costa y a 100 m. de la estación 5.
7	A 20 m. de la costa y 800m. del muelle.
8	A 20 m. de la costa y 500m. de la estación anterior.
9	A 20 m. de la costa y a 300 m. de la estación 8.
10	A 10m. de la costa frente al hotel Ritz.
11	A 5 m. de la costa frente al hotel Acapulco Continental a 800 m. de estación anterior.
12	A 10m. de la costa frente al Hotel Condesa a 500 m. de- la estación anterior.
13	A 10 m. de la costa y a 800 m. de la descarga subacuáti- ca de Fragata Yucatán.
14	A 500 m. de la costa en el lugar de descarga subacuática de Fragata Yucatán.
15	A 15 m. de la costa frente a la base Naval de Icaos -- y a 1000 m. de la estación 14.
16	A 7 m. de la costa frente a la descarga del hotel Las -- Brisas.
17	A 500 m. de la costa y a 2000 m. de Punta Bruja en el -- de la boca.
18	A 300 m. de la costa frente a la alberca del hotel Las - Brisas.
19	A 10 m. de la costa frente a Punta Bruja.
20	A 400 m. de la costa en el centro de la boca de Puerto - Marqués.
21	A 10 m. de la costa y a 300 m. de la casa de Miguel --- Aleman.
22	A 10 m. de la costa y frente a la casa Miguel Aleman.
23	A 8 m. de la costa frente al Cuartel de Puerto Marqués.
24	A 5 m. de la costa frente al hotel Ramada Inn y frente - a la descarga del mismo nombre.

bo en dos etapas:

1.- Prueba Presuntiva.

Al iniciar la prueba, se agita la muestra manualmente 20 veces con el fin de homogenizarla, posteriormente se toman alícuotas de acuerdo a la dilución que se desee, según el lugar de procedencia de la muestra (mayor número de diluciones para muestras de lugares altamente contaminados y viceversa).

Las diluciones se prepararon de la siguiente forma: En tubos previamente esterilizados que contienen 9 ml. de agua de dilución (Solución Buffer de Fosfato), se introduce 1 ml. de muestra para lograr una dilución de 0.1, de esta dilución se toma 1 ml. y se introduce en otro tubo de agua de dilución con 9 ml. también, de ésta forma se logra una dilución menor de 0.01 y así sucesivamente según el número de diluciones que se deseen preparar.

Posteriormente con pipétas estériles, se toman alícuotas de 10 y 1 ml. directamente de la muestra y 1 ml. de cada una de las diluciones según el caso vaciando cada una de ellas en tres tubos de fermentación que contienen caldo lactosado, se agitan ligeramente los tubos y se introducen en una incubadora a 35°C. dejándolas en ésta durante 48 Hrs. para el crecimiento de las Bacterias Coliformes el cual es identificado por la aparición de gas ($CO_2 + H_2$) en los tubos Durham, producto de la fermentación de la lactosa. Se presume que los tubos que mostraron producción de gas contienen Bacterias Coliformes Totales, para cuya confirmación se procede a la siguiente etapa.

2.- Prueba Confirmativa.

De los tubos que mostraron producción de gas, se toma una asada de

da uno de ellos y se introduce en tubos de fermentación que contienen caldo-Billis-Verde-Brillante (medio específico para Coliformes Totales), llevando posteriormente los tubos de fermentación ya inoculados a incubación durante 48 Hrs. a 35°C. Los tubos que después de esta incubación presentan producción de gas se consideran positivos, es decir se confirma que lo que creció fueron Coliformes Totales.

3.- Cálculo del NMP/100 ml. de Coliformes Totales.

Con el número total de tubos positivos en la prueba confirmativa para cada dilución, se leen en las tablas estadísticas para el cálculo del NMP/100 ml. y se substituyen los valores obtenidos en la fórmula:

$$\text{NMP/100ml.} = \frac{\text{No. leído en la tabla}}{\text{dilución más alta}} \times \frac{10}{\text{dilución más alta}}$$

en donde:

La dilución más alta es aquella de la que se parte para obtener la clave que se considera en las tablas.

Los índices de correlación mencionados se obtuvieron con la fórmula:

$$r = \frac{(x-Mx)(y-My)}{N \delta x \delta y}$$

en donde:

N= número de datos.

$$\delta x = \sqrt{\frac{(x-Mx)^2}{N}}$$

$$\delta y = \sqrt{\frac{(y-My)^2}{N}}$$

$$Mx = \frac{\sum x}{N}$$

$$My = \frac{\sum y}{N}$$

y= ln de concentraciones de Coliformes Totales/100 ml.

x= T°C y/δ l/pH.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

Son varios los investigadores que han hecho estudios acerca de la sobrevivencia de las Bacterias Coliformes Totales en el agua de mar, y han encontrado que la Temperatura, el pH y otros factores parecen influir en la sobrevivencia de las mismas.

Carlucci, A.F. y Pramer, D. (1959) en una evaluación de factores que afectan la sobrevivencia de Escherichia coli en el agua de mar encontraron que la sobrevivencia de ésta parecía ser inversa con respecto a la Temperatura. Jeffrey, J.G. y Sieburth, J. M^c. N. (1973) en un estudio de laboratorio acerca de la sobrevivencia de Salmonella typhimurium en agua de mar artificial y agua de mar costera, observó que la sobrevivencia era óptima a 25°C. y menor a Temperaturas mayores y menores de éste valor.

Por otra parte, Kouyoumjian, H. (1972) en su estudio de concentraciones de Bacterias en las costas de Beirut encontró índices de correlación de $r = + 0.36$ y $r = + 0.38$ con un $n = 12$, entre el logaritmo natural de la cantidad de Bacterias totales encontradas y $1/pH$, o sea que parece ser que la sobrevivencia es mayor en medios más ácidos que básicos.

En el análisis de los datos presentes no se pudieron establecer relaciones semejantes, más que en algunas estaciones y en mínimo grado, lo que lleva a pensar que los valores reportados de Coliformes Totales en la Bahía de Acapulco y de Puerto Marqués pueden estar influenciados por la marea, debido al efecto de dilución cuando sube o baja ésta, esto se puede juzgar en la Tab. 2, donde se ve la frecuente alternancia de los signos positivos y negativos de los índices de correlación para un $n = 8$, entre el logaritmo natural de las concentraciones de Coliformes Totales, la Temperatura y $1/pH$. En la misma Tab. 2, se ve que únicamente Costa Azul y Fragata Yucatán presentan índices correlativos consistentes, entre Coliformes y Temperatura, de

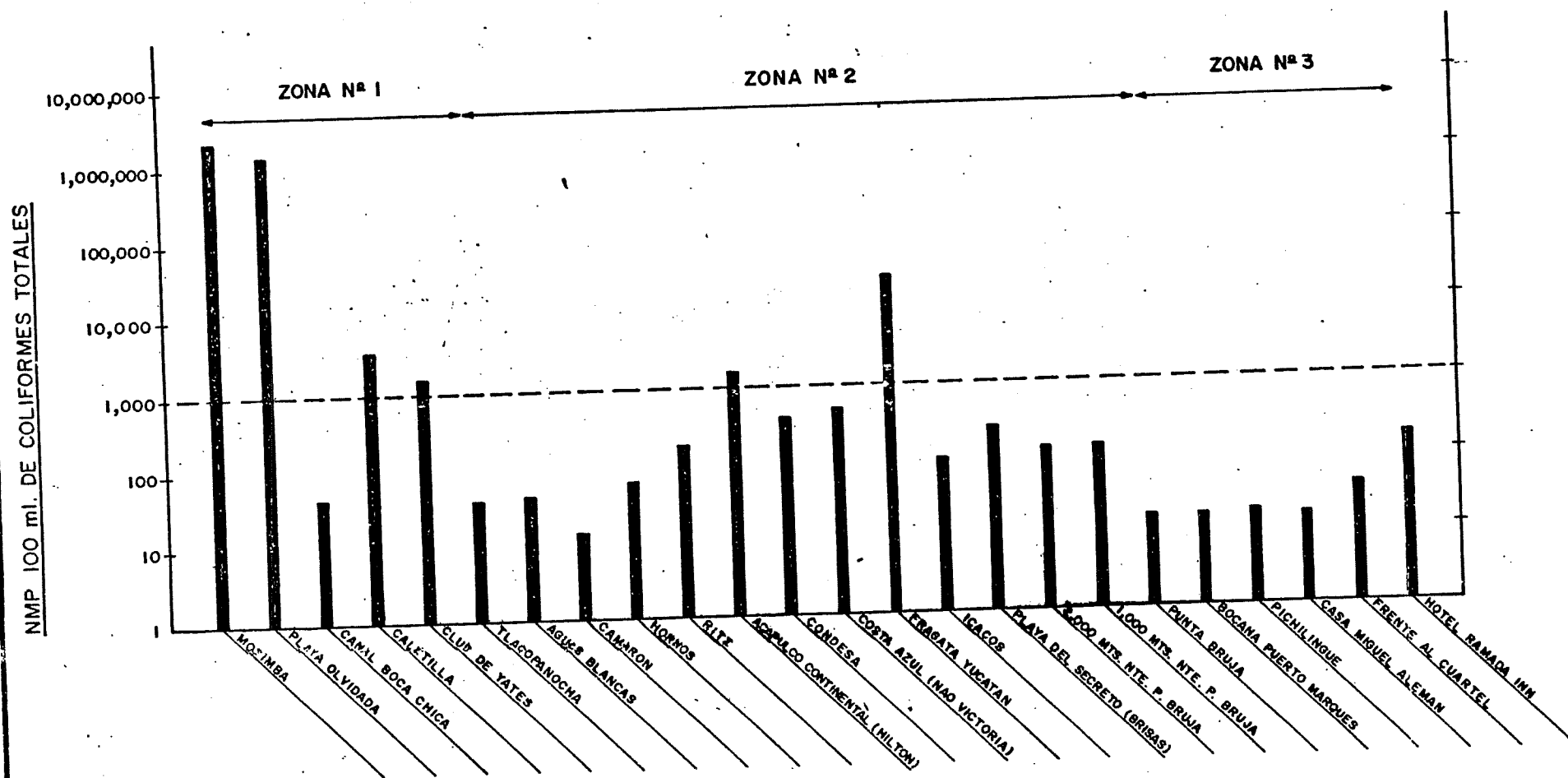
ESTACION	\bar{X} NMP/100ml.	FRECUENCIA		INDICES DE CORRELACION	
		< LIMITE	> LIMITE	r °C	r PH
MOZIMBA	3,490,000	0%	100 %	-0.56	+0.09
PLAYA OLVIDADA	1,883,000	0%	100 %	+0.47	+0.08
CANAL B. CHICA	67	100%	0%	-0.72	+0.19
CALETILLA	5,273	12.5%	87.5%	+0.28	+0.18
CLUB DE YATES	4,421	71.4%	28.6%	-0.52	-0.39
TLACOPANOCHO	1,782	75.0%	25.0%	+0.15	-0.49
AGUAS BLANCAS	65	100%	0%	+0.09	-0.56
CAMARON	104	100%	0%	-0.17	-0.10
HORNOS	84	100%	0%	-0.26	+0.14
RITZ	296	100%	0%	+0.42	-0.05
CONDESA	607	62.5%	37.5%	+0.47	-0.39
HILTHON	1,586	50.0%	50.0%	-0.14	-0.10
COSTA AZUL	686	75.0%	25.0%	+0.78	+0.78
FRAGATA YUCATAN	39,821	12.5%	87.5%	+0.78	+0.27
ICACOS	100	100%	0%	+0.14	+0.34
PLAYA DEL SECRETO	407	87.5%	12.5%	+0.13	-0.31
A 2000m P. BRUJA	132	87.5%	12.5%	-0.23	+0.05
A 1000m. P. BRUJA	145	87.5%	12.5%	-0.21	+0.23
PUNTA BRUJA	22	100%	0%	+0.06	+0.40
BOCANA P. MARQUEZ	17	100%	0%	-0.45	+0.52
PICHILINGUE	22	100%	0%	+0.05	+0.04
CASA M. ALEMAN	18	100%	0%	+0.41	+0.64
FRENTE CUARTEL	55	100%	0%	+0.46	+0.43
RAMADA INN	215	87.5%	12.5%	-0.49	+0.10

TABLA N° 2

$r = + 0.78$ en ambos casos, con un nivel de significancia de 5 % y 6 grados de libertad.

Haciendo una comparación entre las medias aritméticas de Coliformes Totales dispuestas en la Tab. 2 (representadas en la Fig. 2); con la lista de frecuencias mayores y menores al límite de 1000 Coliformes Totales/100 ml. que propone el Comité para la Calidad del agua de los Estados Unidos (Committee on Water Quality Criteria for the U.S. Secretary of the Interior), para aguas destinadas a usos recreativos. De éstos se puede observar que no obstante que las medias aritméticas sobrepasen éste límite Sanitario permisible en las muestras, las frecuencias que sobrepasan éste es muy variable, lo que pone de manifiesto el grado de validez que pueden tener los promedios de Coliformes Totales, al tomarse como representativos en un lugar determinado. Por ejemplo, Caletilla y Fragata Yucatán (fuera de las Cuencas) cuyos promedios son 5,273 y 39,821 respectivamente, tienen una frecuencia igual de 87.5 % con que sobrepasan los límites a que se hizo referencia. Por otro lado las estaciones Condesa (Cuenca Deportivo), Costa Azul (Cuenca Costa Azul) y Ramada Inn (fuera de las cuencas), no obstante que ninguna de sus medias aritméticas están por arriba de 1000 Coliformes Totales/100 ml., un 37.5 % de las veces muestreadas Condesa rebasa este límite, Costa Azul un 25.5 % y 12.5 % la estación de Ramada Inn a pesar de que todas las medias, exceptuando Condesa (con $x = 607$), son menores de 500 Coliformes Totales/100 ml. (Fig 5).

En la Fig. 6, que muestra la fluctuación de las medias aritméticas anuales de Coliformes Totales para épocas de lluvia y de sequía en las diferentes estaciones, se ve que no existe gran diferencia en la fluctuación de los valores entre ambas épocas como sería de esperarse por las precipitaciones pluviales que en unas cuantas horas escurren a la Bahía, tanto por los



PROMEDIOS ANUALES DE COLIFORMES TOTALES EN LAS BAHIAS DE ACAPULCO Y PUERTO MARQUES

FIG. N° 5

GRAFICA DE COLIFORMES TOTALES PROMEDIO PARA CONDICIONES DE LLUVIA Y SEQUIA

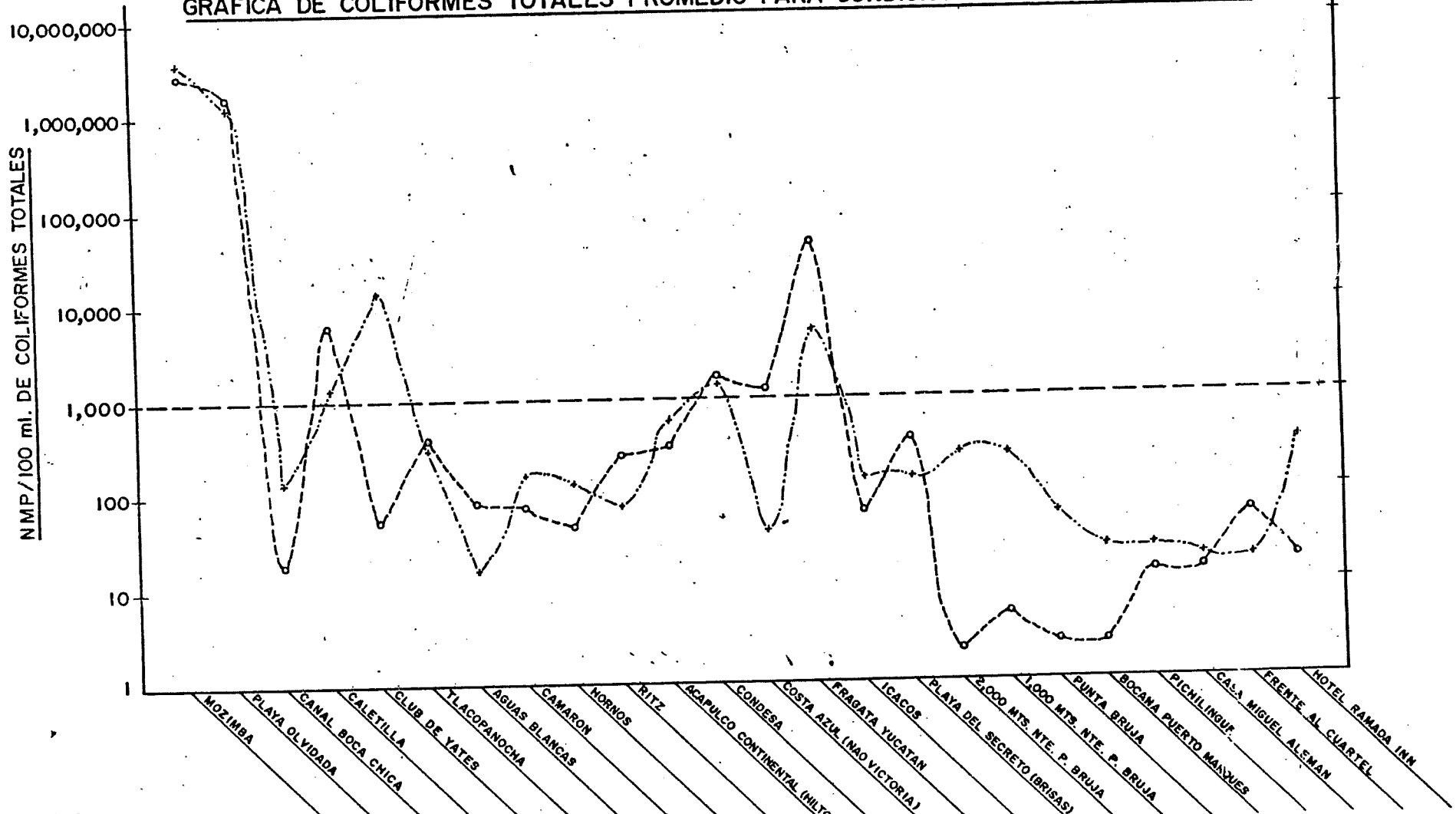


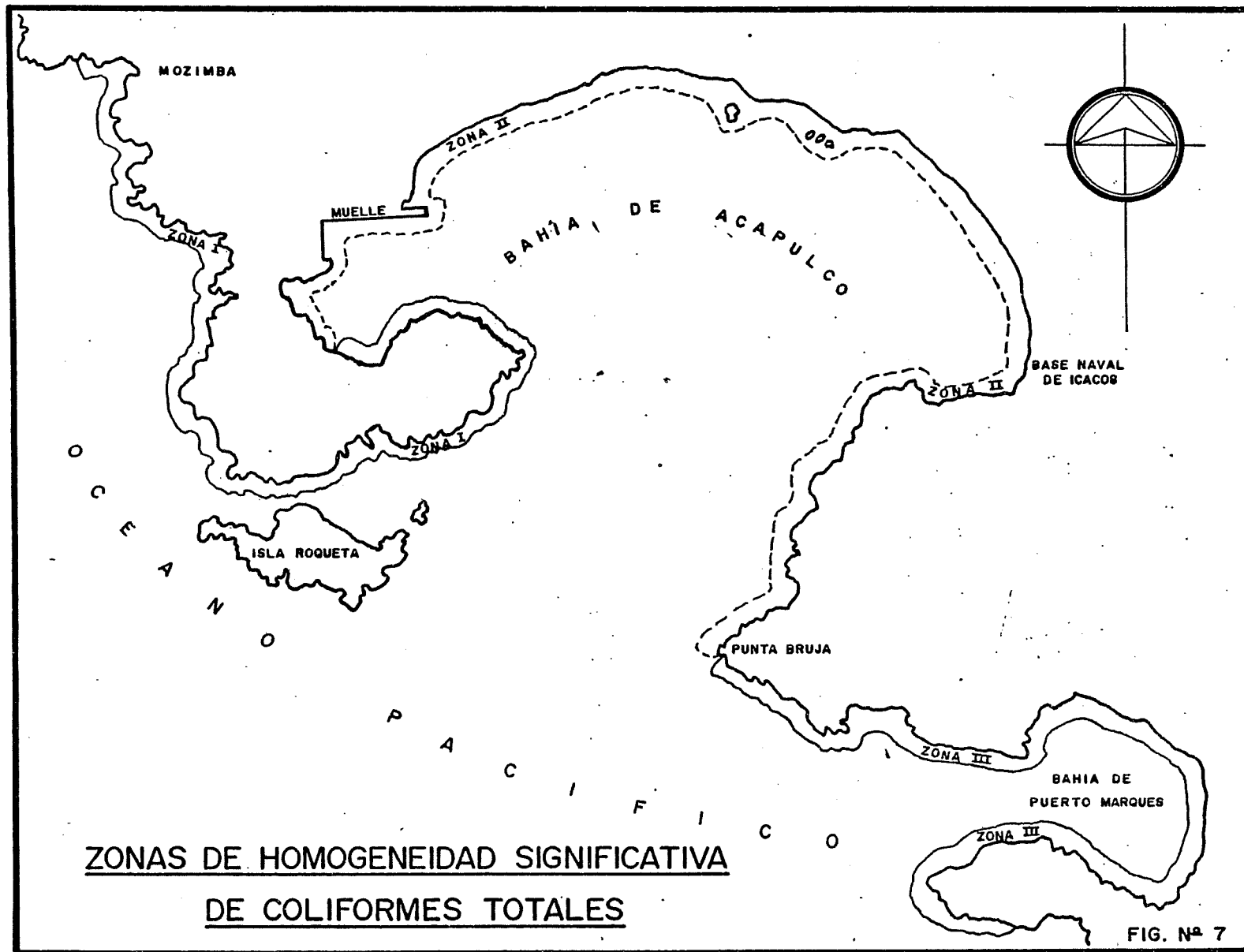
FIG. N° 6

CONDICIONES DE AVENIDA ○ - - - -

CONDICIONES DE SEQUIA ▲ ······

drenes de las Cuencas mostradas en la Fig. 2, como por los abundantes lugares bajos a lo largo de la zona costera. Tal vez se deba en gran parte a que aún en épocas de sequía continúan los escurrimientos producto de descargas clandestinas como dejo asentado en la descripción de las Cuencas. No obstante la estación de Fragata Yucatán (Cuenca Icacos) situada en la parte céntrica de la costa de la Bahía de Acapulco sí presenta una diferencia substancial en las concentraciones de Bacterias Coliformes Totales entre la época de lluvia y la de sequía siendo mayor en épocas de avenida, aunque en ambas épocas sobrepasen los valores permisibles por la continuidad de ésta descarga y posiblemente porque la parte alta y cercana a la costa no tiene servicios urbanos. En la misma gráfica de medias aritméticas de Coliformes Totales/100 ml. para épocas de lluvia y sequía, se observa que en el Club de Yates (fuera de las Cuencas) son mayores las cantidades para épocas de sequía que para épocas de sequía, lo más probable es que tenga mayor influencia las descargas de aguas residuales en este lugar que los arrastres pluviales y por consecuencia el agua dulce residual menos densa que el agua de mar queda en la parte superficial donde se tomaron las muestras. Lo mismo sucede en Canal Boca Chica (fuera de las Cuencas), Aguas Blancas (Cuenca Aguas Blancas) - Condesa y Ramada Inn.

Ya que es más válido suponer que las personas se bañan en una zona -- y no en un punto (una estación de muestreo por ejemplo), colocadas las estaciones de muestreo en forma tal que sigan una secuencia en su localización a lo largo de la costa como se ve en la Fig. 5, se observan zonas de características mas o menos homogéneas en términos de concentraciones de Coliformes Totales. A partir de ésta observación quedan delimitadas 3 zonas, (Fig. 7): La zona I, comprende desde Mozimba hasta Club de Yates (fuera de las Cuencas), la zona II desde Club de Yates hasta Punta Bruja (comprende todas las Cuencas) y la zona III desde Punta Bruja hasta Ramada Inn en Puerto

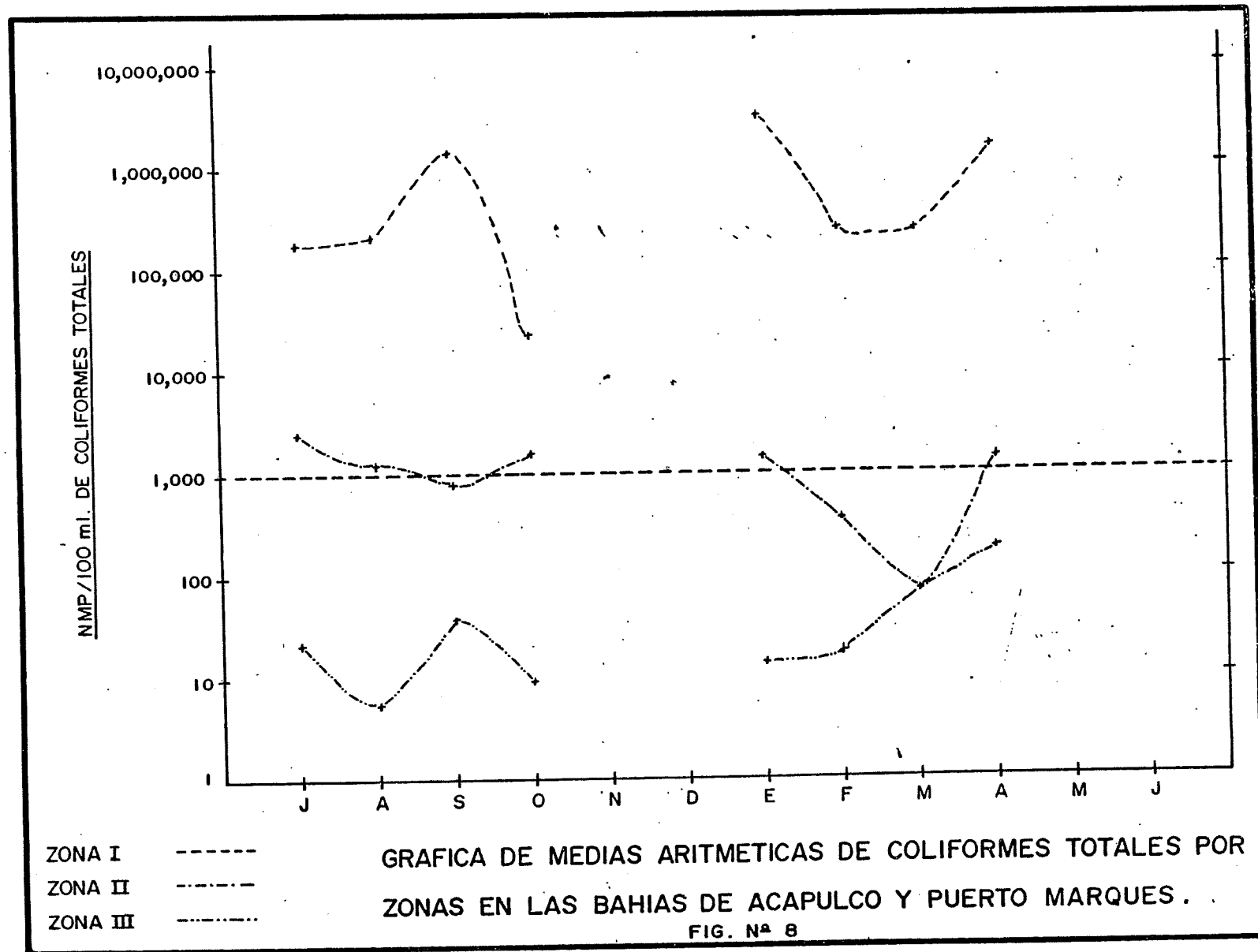


Marqués. De éstas 3 zonas, 2 de ellas sobrepasan los límites permisibles en las cantidades de Bacterias Coliformes Totales para las aguas de uso recreativo, así por ejemplo: Mozimba, Playa Olvidada, Caletilla y Club de Yates -- (fuera de las Cuencas) estaciones comprendidas en la zona I; tal vez se deba a que tanto Mozimba como Playa Olvidada y Caletilla son lugares de descargas permanentes clandestinas de aguas residuales, y en menor grado de permanencia Club de Yates.

En la Zona II, las estaciones Condesa y Fragata Yucatán con valores de 407 y 39,820/100 ml. de Coliformes Totales (promedios) respectivamente, presentan los valores mayores en esta zona ya que ambas se encuentran frente a arroyos pluviales (Condesa cerca del Arroyo Deportivo y Fragata Yucatán frente al Arroyo Icacos), siendo en esta última donde el flujo es menos interrumpido, ya que aparte de ser Arroyo pluvial permanece el flujo aún en épocas de sequía (observación personal).

En la zona III, no existe prácticamente ninguna estación cuyas medias aritméticas anuales de Coliformes Totales/100 ml. rebasen los límites Sanitarios para los fines mencionados.

Las medias aritméticas en estas 3 zonas presentan una diferencia suficientemente marcada como se ve en la Fig. 8, a lo largo del tiempo comprendido en la serie de muestreos, siendo las medias aritméticas más altas para la zona I (261,869; 318,485; 1,506,063; 36,085; 5,075,598; 390,894; 386,109 y 925,872 para julio, agosto, septiembre, octubre de 1976 y enero, febrero, -- marzo y abril de 1977 respectivamente). Para la zona II, las medias aritméticas son menores que para la zona I siendo éstas: 3,866; 1,094; 892; 19,250; 1,659; 566; 66 y 1,629 para julio, agosto, septiembre y octubre de 1976 y enero, febrero, marzo y abril de 1977 respectivamente.



V. CONCLUSIONES.

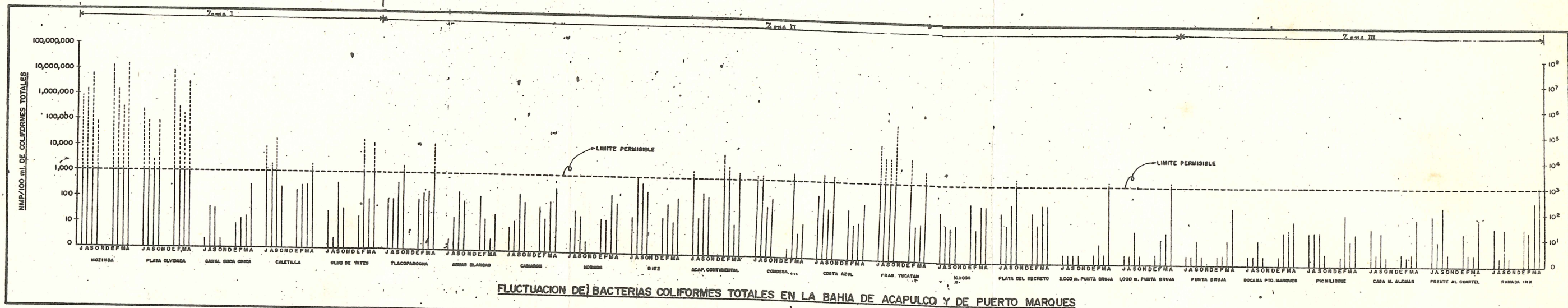
1. Las Bacterias Coliformes Totales que llegan a las Bahías de Acapulco y Puerto Marqués no se encuentran unicamente debido a los arrastres pluviales de las partes altas no urbanizadas como generalmente se supone, ya que las concentraciones fueron grandes a los hoteles aún en la época de sequía y/o no hay una diferencia substancial en las concentraciones de Bacterias entre la época de lluvia y la de sequía. (Fig. 6).

2. Las concentraciones de Coliformes Totales en las Bahías mencionadas no son uniformes, sino por lo contrario se distinguen 3 zonas con diferencias notables (Figs. 5 y 9).

3. De las figuras de las fluctuaciones en el tiempo de las medias aritméticas de Coliformes Totales en las 3 zonas mencionadas, se concluye que la zona I es peligrosa desde el punto de vista Sanitario durante el tiempo en que se hicieron todos los muestreos. Esto se puede deber principalmente a la permanencia de las descargas de aguas residuales de la ciudad siendo su máximo grado de peligro en enero y abril de 1977, meses de afluencia máxima turística.

4. La zona II situada en la parte media de la costa de la Bahía de Acapulco, sobrepasa con muy poco los límites Sanitarios de Coliformes Totales. Es probable que la presencia de éstas Bacterias en una zona que no reciba descargas oficiales, se deba a descargas clandestinas originadas por hoteles de la zona. Es en septiembre de 1976, febrero y marzo de 1977 cuando las medias aritméticas son menores que los límites permisibles, tal vez debido a la menor afluencia turística.

5. En la zona III prácticamente no existe promedio alguno que sobrepase el límite permisible, por lo que se puede considerar esta zona adecuada para los fines a que se destinó; a excepción de la estación frente al único-



FLUCTUACION DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES EN LA BAHIA DE ACAPULCO Y DE PUERTO MARQUES

hotel de la zona (Ramada Inn) donde existe una descarga de aguas residuales de consideración, en donde una de las veces muestreadas se obtuvo un valor mayor al permisible. (Fig. 9).

6. No se encontró correlación significativa del logaritmo natural de las concentraciones de Coliformes Totales con la Temperatura y $1/pH$ (Tab. 2).

VI. RECOMENDACIONES

Con el fin de reunir más información para conocer a -- fondo el problema de la Contaminación Orgánica en la Bahía de Acapulco y Puerto Marqués se recomienda lo siguiente:

1.- Que se investigue la debida conección al colector- de aguas negras de los drenes domésticos y hoteleros, para -- que sean descargadas fuera de las Bahías mediante tratamiento previo.

2.- No bañarse en la zona I, y hacerlo de preferencia- en la zona II y III que ofrecen mayor seguridad Sanitaria, a- excepción de las playas frente a Fragata Yucatán donde existe un escurrimiento de agua residuales clandestinas (Fig.9).

3.- Que las futuras tomas de nuestras para bacterioló- gicos se hagan tomando en cuenta las fluctuaciones de marea - para ver si existe influencia de ésta por efectos de dilución al aumentar o disminuir el prisma de marea.

4.- Determinar la relación Coliformes Totales - Coli- - formes Fecales para ser más específico en la peligrosidad por contacto con las bacterias ya que es menos preciso hablar en- terminos de Colif. Totales exclusivamente.

B I L I O G R A F I A C I T A D A

Breck, T.D., 1970. "Bacteriological studies in the Bay of Naples"; Rev. Intern. Oceanogr. Med., Tome XVII. p.p. 159-163.

Carlucci, A.F. and Pramer, D., 1959. "An evaluation of factors affecting the survival of Escherichia coli in the sea water", Appl. Microbiology., Tome 7; p.p. 388-392.

Cohen, N; Goshper, Furer and Shuval, H., 1963. "Survey of the bacteriological pollution of Tel Aviv-Jaffa", Ministry of health, Jerusalem. p.p. 107-121.

Jeffrey, J.G. and Siebarth, J. M^C, N., 1973. Survival of Salmonella thyphimurium in artificial and coastal sea water; Rev. - Intern. Oceanogr. Med., Tome XXIX; p.p. 5-29.

Keuyounjian, H., 1972. "A preliminary study of bacterial pollution an physiography of Beirut coastal water"; Rev. Intern. - Oceanogr. Med., Tome XXVI p.p. 5-27.

López, T. 1977. "Estudio puntual de corrientes superficiales por el Método Lagrange en la base naval de Icacos" ; Referido en el 5° Informe del Programa del Control de la Calidad del Agua de la Bahía de Acapulco. S.A.R.H.

Odum, P.E., 1972. "Ecología". Contaminación e Higiene Ambiental., Ed. Interamericana. México, D.F. p.p. 476-489.

Pinon, J. and Pijck, J., 1972. "Microbiological sea water contamination along the Belgian coast. II. Techniques. Norms- Preliminary results; Rev. Intern. Oceanogr. Med., Tome -- XXVII p.p. 17-40.

----- 1976. "Accuracy of bacterial colony-counting 3, accuracy after correction (Precisión) heterogenous character of polluted water"., Rev. Intern. Oceanogr. Med., Tome XLI-XLIII. p.p. 19-30.

Pinon, J; Pijck, J. and Cauwenberghe, C.V., 1972. " Microbiological sea water contamination along the Belgian coast. Rev. Intern. Oceanogr. Med., Tome XXVII. p.p. 5-15.

Romero, S., 1975. "Manejo de cauces de la Bahía de Acapulco. -- S.A.R.H. Subsecretaría de Planeación, Direc. Gral. de -- Usos del Agua y Prev. de la Contam. p.p. 134.

Van- Densel, D.J. and Reldreish, E.E., 1971. "Relationship of -- Salmonellae to fecal coliforms in bottom sediments"; -- Water. Research. Pergamon, Press. Cincinnati, Ohio, U.S. Vol. 5 p.p. 1079-1087.

Velarde., 1974. "Estudio hidrodinámico de la Bahía de Acapulco-- Informe de los trabajos realizados en la 4^a. etapa del- estudio (enero a diciembre de 1974) de la Dirección - General de Usos del Agua y Prev. de la Contam. México - D.F. 103-113.

Wass, L.M., Theodore, A.O. 1967. "Pollution and marine ecology- biological and physiological basis of indicator orga -- nisms in communities". Section II. Indicators of pollu - tion., Virginia Institute of Marine Science, Gloucester. Point. Virginia; p.p. 271-283.