

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

UNIDAD DE CIENCIAS MARINAS

ESTUDIOS BACTERIOLOGICOS PARA LA DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA
EN LA ZONA DE LA LAGUNA SAN IGNACIO Y ESTERO EL CARDON,
BAJA CALIFORNIA SUR.

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

MIGUEL ANGEL HUERTA DIAZ

ENSENADA, BAJA CFA. 1978.

A MIS PADRES:

ABDIAS HUERTA PONCE

BERTHA DIAZ DE HUERTA

T A B L A D E C O N T E N I D O

	Página
INTRODUCCION	3
AGRADECIMIENTOS	5
ANTECEDENTES	6
Coliformes y la contaminación del agua	9
Taxonomía de coliformes	12
Distribución de coliformes	14
Enfermedades y la contaminación del agua	15
Efectos bactericidas del agua de mar	17
Microorganismos indicadores además de coliformes	34
DESCRIPCION DEL AREA	37
METODOLOGIA	41
Trabajo de campo	41
Trabajo de laboratorio	46
Selección del método para la estimación de coliformes	50
El método de tubos múltiples	59
Análisis fisicoquímicos y datos climatológicos	62
RESULTADOS	64
Reconocimiento sanitario	64
Análisis bacteriológicos	65
Análisis fisicoquímicos	80
Estudio de corrientes	86
Datos climatológicos	93
DISCUSION	100
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	110
RESUMEN	111
REFERENCIAS	114

I N T R O D U C C I O N

Es necesario mejorar el aprovechamiento de lagunas, bahías, estuarios y esteros, conservando tanto la calidad del ambiente como sus recursos vivos. Sin embargo, esto depende en gran parte de la capacidad del hombre para administrarlos y para instituir e imponer reglas con vistas a los mejores beneficios a largo plazo. Una explotación ilimitada de los recursos puede rendir beneficios a corto plazo, pero es potencialmente de sastrosa a la larga.

Similar al cuidado que debemos presentar a la explotación desenfrenada es el de la contaminación, renglón de gran importancia que puede conducir a cambios en el ambiente acuático natural y a perturbaciones ecológicas, presentar peligro a la salud del hombre, así como también alteraciones imprevisibles de los ecosistemas y posibles pérdidas de especies comerciales.

La explotación y cultivo de especies marinas cada vez adquiere más importancia en nuestro país como fuente de alimentos. Especial atención merecen los moluscos bivalvos como el ostión, almeja y mejillón, cuya explotación se ha efectuado sin prestar atención a los aspectos sanitarios y que posiblemente en el futuro tengan amplia distribución en forma de cultivos a todo lo largo de la península de la Baja California, aunque si bien por un lado estas técnicas van a permitir una mayor disponibilidad de estos organismos, por otro lado van a presentar serios problemas de sa lud pública si no es controlada desde ahora la pureza de las aguas productoras, ya que de ellas se deriva la calidad de los moluscos bivalvos y la protección al consumidor.

El presente trabajo empieza con algunas consideraciones sobre la contaminación marina de origen fecal, elaboradas de una reseña de la literatura. Con estos antecedentes se informa sobre una investigación en las la

gunas de Baja California.

Como zona de trabajo se eligió la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón, B.C.S., lugares en los que se están desarrollando una serie de cultivos de ostión japonés Crassostrea gigas e incluyó análisis bacteriológicos para coliformes totales y fecales y medición de algunos parámetros físicoquímicos en el período comprendido entre el 24 de febrero y el 12 de marzo de 1976.

Se establecieron como objetivos:

- a) Determinación del grado de contaminación bacteriológica en la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón.
- b) Obtención de datos de referencia que permitan evitar en lo posible una contaminación progresiva del área.
- c) Determinación de las fuentes potenciales de contaminación.
- d) Proporcionar bases para estudios similares o más amplios, ya sea en esta zona o en otras.
- e) Establecimiento de criterios reguladores que eviten los efectos adversos de la pesca irracional, turismo, falta de elementos sanitarios y núcleos de poblaciones vecinas.

Ante todo hay que tener presente que cualquier alimento que se consuma, además de satisfacer las necesidades nutricionales, no debe ser dañino para la salud.

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 laboratorio fa
cilitado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos y la colaboración de
la Biol. Pilar López Marco y el Ing. Luis Quezada Camacho (Dirección Genera
l de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación).

La versión final de este trabajo debe gran parte a la dirección del
M. en C. Luis Gonzaga Sautto Vallejo y a las acertadas sugerencias del Dr
Robert Henry Clarke, Dr Fernando Bückle Ramírez, Dr Anelio Aguayo Lobo,
Dr Saúl Alvarez Borrego y Quim. Ricardo Suárez Isla.

Mi sincero agradecimiento a todas las personas que con su interés me
ayudaron: a mi esposa María Teresa Puig Amarillas, a sus hermanas Zulema
y Georgina y a su mamá María Antonieta; a mis hermanos Abdías, Bertha Ni
dia, Arturo y Víctor, y a mi amiga María Elena Jiménez Fragoso.

A N T E C E D E N T E S

Este trabajo trata de la contaminación ocasionada por desechos fecales. Para detectarla se utilizan indicadores bacterianos. Estos se definen como microorganismos de un grupo específico que, con su presencia, demuestran que ha ocurrido la contaminación del agua por organismos originados de las excreciones de animales de sangre caliente. Las características de un indicador bacteriano ideal de contaminación pueden encontrarse en U. S. Department of Health, Education and Welfare (1973).

Como organismos indicadores se usaron el grupo de bacterias coliformes totales y coliformes fecales. Entre algunas de las bacterias específicas del primer grupo se cuentan: Escherichia coli, Enterobacter aerogenes e intermediarios bioquímicos (Escherichia aurescens, E. freundii, E. intermedia, Enterobacter cloacae, vea pag.13) entre los géneros Escherichia sp. y Enterobacter sp..

Los coliformes totales se subdividen en categorías "fecales" y "no fecales", debido a la suposición de que E. coli y bacterias relacionadas son de origen fecal directo, mientras que E. aerogenes y sus parientes cercanos no son de origen fecal directo.

Además de las bacterias coliformes, los desechos intestinales de animales de sangre caliente regularmente incluyen una amplia variedad de géneros y especies de Streptococcus sp., Staphylococcus sp., Proteus sp., - Pseudomonas sp., ciertos tipos de bacterias formadoras de esporas, bacterias patógenas y otros microorganismos que pueden ser liberados en los desechos intermitentemente como Salmonella sp., Shigella sp., Leptospira sp., Brucella sp., Mycobacterium sp., Vibrio comma, virus de hepatitis infecciosa, poliovirus, coxsackievirus, ECHO virus y protozoarios como Entamoeba histolytica. La liberación de los organismos anteriores varía con el área geográfica, estado de salud de la comunidad, naturaleza y grado

del tratamiento de los desechos y otros factores.

Entre las ventajas de usar coliformes totales como indicadores se cuentan:

- a) Su ausencia es evidencia de un agua bacteriológicamente sana.
- b) Su densidad es aproximadamente proporcional a la cantidad de contaminación excretada presente.
- c) Si están presentes bacterias patógenas de origen intestinal, los coli formes totales también lo están, pero en números más grandes.
- d) Son más persistentes en el medio ambiente acuático que las bacterias patógenas de origen intestinal.
- e) Generalmente son inofensivos al ser humano y pueden ser determinados cuantitativamente por procedimientos rutinarios de laboratorio.

Sin embargo poseen ciertas limitaciones como:

- a) Algunos miembros del grupo tienen una amplia distribución en el medio ambiente además de su presencia en los intestinos de animales de sangre caliente.
- b) Algunas bacterias pueden crecer en aguas contaminadas, haciendo de esta forma difícil evaluar su presencia o grado de contaminación.
- c) Otras bacterias pueden interferir con la prueba para determinación de coliformes, produciendo resultados falso-positivos o falso-negativos.

El grupo de coliformes fecales, usado como indicador, tiene los siguientes méritos:

- a) Ocurren solamente en asociación con la contaminación fecal.
- b) Su sobrevivencia en aguas es más corta que la de coliformes no fecales. Consecuentemente una densidad alta de coliformes fecales es indicativa de contaminación relativamente reciente.
- c) Generalmente no se multiplican fuera de los intestinos de animales de sangre caliente.

Y entre sus limitaciones se cuentan:

a) Las heces de algunos animales de sangre caliente incluyen algunos coli formes que no producen una prueba positiva para coliformes fecales.

b) Actualmente se sabe poco acerca de la sobrevivencia relativa de coli- formes fecales y patógenos entéricos en aguas estuarinas contaminadas.

En trabajos anteriores las relaciones entre el grupo coliforme y la calidad del agua fueron establecidas por dos mecanismos principalmente (Environmental Protection Agency, 1974):

A) Cuidadosas consideraciones de los trabajos, provenientes de la histo-- ria de la epidemiología, sobre la relación entre coliformes totales y coliformes fecales.

B) Estudios epidemiológicos de:

a) Los Grandes Lagos (Michigan) y Río Inland (Ohio) en los cuales se indicó un efecto epidemiológico detectable en la salud a niveles de 2,300-2,400 coliformes/100 ml.. En el estudio sobre el Río Inland - se estableció la cantidad de coliformes fecales en un 13% de los co liformes totales. Basándose en estos hechos, los efectos detecta- - bles en la salud pueden ocurrir a un nivel de coliformes fecales de aproximadamente 400/100 ml., al que faltaría descontar un factor de seguridad.

b) Proyecto Santee, que correlacionó las concentraciones de virus con las de coliformes fecales después del tratamiento de desechos.

Sin embargo, hasta el momento, no se ha encontrado una relación di recta entre las cantidades de indicadores y gérmenes patógenos, salvo pa ra Salmonella sp. (Andrews, 1974; Grupo Mixto de Expertos OCMI/FAO/UNESCO /OMM/OMS/OIEA/Naciones Unidas, 1975).

Algunos autores, sin embargo, deploran el hecho de no usar como indi cadores a especies autóctonas marinas. Jannasch (1971) propone usar fluc tuaciones en las poblaciones de bacterias marinas como parámetro para eva luar la calidad del agua y Wilhm y Doris (1968) a macroinvertebrados; Ces

con et al. (1971) sugiere aumentar las razones de muestreo y simplificar los conteos bacterianos para estar a la par con la eficiencia de las de terminaciones fisicoquímicas. Sin embargo, como apunta Jannasch (1965), mientras no se desarrollen sistemas de crecimiento continuos y semicontinuos, los conteos bacterianos seguirán siendo un arma valiosa solamente cuando vayan acompañados de interpretaciones adecuadas.

Coliformes y la contaminación del agua

Existen muchos estudios, realizados en casi todo el mundo, de la dis tribución de bacterias coliformes; entre algunos de los numerosos que existen podemos mencionar:

Ketchum (1955) elaboró un modelo matemático para predecir la distr bución de bacterias coliformes en un estuario a partir de los resultados de los análisis de salinidad; Jannasch (1969) estableció determinaciones indirectas de crecimiento bacteriano; Harremoës (1970) en otro estudio ma temático y con la ayuda de un trazador, examinó la razón de desaparici ón de las bacterias en el agua de mar; Canale (1973) y Canale et al. (1973) desarrollaron un modelo de predicción para bacterias coliformes to tales usando ecuaciones de continuidad con un modelo simple de transporte de fluidos y una cinética de primer orden dependiente de la temperatura; Adams y Spendlove (1970) analizaron el peligro que representan las planta s tratadoras de desechos al establecer que las bacterias coliformes pod ían ser emitidas en forma de aerosol a través del aire; estudios realizados en carne de ostión se pueden ver en los trabajos de Brazis (1974) y Cachola y Nunes (1974) sobre contenido de coliformes; Furfari (1968) estu dió la probabilidad de contaminación marina por heces humanas aportadas por desechos provenientes de embarcaciones; Geldreich et al. (1968) esta bleció el peligro que representa el agua de escurrimiento urbano provocada por las lluvias y determinó que la contaminación del agua proviene ini cialmente de materia fecal depositada en el suelo por perros, gatos y roe

dores. Encontró valores que llegaron a 4,500/100 ml. para Salmonella thompson, 3,800,000/100 ml. para coliformes totales, 450,000/100 ml. para coliformes fecales y 370,000/100 ml. para estreptococos fecales. Rittenberg et al. (1958) investigaron la distribución de coliformes en los sedimentos alrededor de tres descargas de desechos en la Bahía de Santa Mónica (E.U.) y Muzzi et al. (1968) trabajando en las costas de Lazio (Italia), encontró altos grados de contaminación en la arena; Presnell y Miescier (1971) en un estudio bastante significativo en zonas productoras de ostión, encontraron que las aves y animales salvajes, como el coipo (Myocaster coypus), mapache (Procyon lotor), rata almizclera (Ondatra zibethicus), conejo (Sylvilagus floridanus), rata de campo (Musculus sp.) y aves acuáticas (Podilymbus sp. y Rallus sp.) eran las fuentes más probables de organismos coliformes totales y fecales e incluso salmonelas; Rheinheimer (1974) menciona cifras de varias decenas de miles a varios cientos de miles de bacterias E. coli por cada mililitro en las descargas de la ciudad de Kiel (Alemania) y Eieland (1966) encontró agua rica en bacterias coliformes en algunas playas de recreo de este último país; Pinon y Pijck (1972) observaron variaciones bastante pronunciadas a lo largo de la costa de Bélgica y Kufferath (1970) obtuvo niveles de contaminación fecal similares a los de 1954 en este mismo país; Balch et al. (1976) en un estudio bastante detallado desarrollado durante dos años en Canadá, estudiaron los efectos sobre la calidad del agua y ecología del área receptora de una descarga marina; Bonde (1966), en Dinamarca, obtuvo densidades de bacterias indicadoras en la Bahía de Sound; Santiago et al. (1976a y 1976b) hallaron evidencia de contaminación fecal, pero no de vibrios patógenos (como Vibrio cholerae, V. parahaemolyticus y V. alginolyticus), en las rías de Arosa, Vigo y Pontevedra (España) y Payeras (1975) encontró correlación entre contaminación bacteriana y actividad heterotrófica y triptón en el puerto de Mahón (España); en Estados Unidos, el Southern California

Coastal Water Research Project (1973) elaboró un estudio bastante completo de la calidad del agua en el sur de California, encontrando altas concentraciones de bacterias de origen fecal en Point Loma, Bahía de Santa Mónica y los condados de Orange y San Diego, que no las hace aptas para explotación de moluscos bivalvos, aunque si para usos recreacionales; por otro lado, Michele (1974) determinó los perfiles de indicadores patógenos en el estuario del Río Murderkill (E.U.), Geldreich (1972) estudió la calidad bacteriológica del Lago Buffalo (E.U.), Casper et al. (1967) realizaron reconocimientos sanitarios y análisis bacteriológicos en aguas productoras de moluscos bivalvos localizadas en Florida y Mississippi y Gamson et al. (1967) estableció la distribución de bacterias coliformes en los alrededores de una descarga, en Estados Unidos; Mazieres (1963) en Francia, analizó el contenido de bacterias coliformes en agua de mar y osiciones y Martin-Bouyer et al. (1973) en agua superficial en la región de Brest, en este mismo país; Kampelmacher et al. (1973) encontró que la calidad bacteriológica del agua a lo largo de la costa holandesa era buena, con algunas excepciones; Rao y Parhad (1967) realizaron determinaciones de coliformes en los lagos Ambazari y Gorewara y en el río Kanhan y Gore (1971) en la playa de Cochin, en la India; en Japón se han hecho trabajos en la bahía de Shimizu y Orido (Ogawa, 1973) y en la playa de Tateyama (Yamanaka et al., 1970); en Nueva Zelanda, en la bahía de Manukau (Wallace et al., 1956); en Sud Africa, en la costa de Natal (Livingstone, 1959) previo a la instalación de una descarga submarina de desechos; en Venezuela, está el trabajo de Lemus y Bastardo (1972) en las aguas del río Manzanares y su estuario y el de Tornes y George (1971) sobre recomendaciones de tipo sanitario para la recolección y cultivo de moluscos bivalvos; y en Yugoslavia, Pavletic et al. (1972) trabajando en la región de Rijeka, en el Mar Adriático, encontraron valores mayores de 240,000 coliformes/100 ml.

Como se habrá visto, el uso de las bacterias coliformes totales y fe

cales como indicadores de contaminación fecal está ampliamente distribuido en todo el mundo. En nuestro país, los trabajos desarrollados en aguas marinas son muy escasos y difíciles de localizar, lo que parece indicar que hasta el momento se ha descuidado este aspecto de la contaminación marina en México.

Taxonomía de coliformes

El grupo de bacterias coliformes totales incluye a todas las bacterias aerobias y facultativas anaerobias, en forma de bacilo, gram negativas, no formadora de esporas, las cuales fermentan lactosa con formación de gas dentro de las 48 h. a 35° C.

La taxonomía del grupo coliforme comenzó en 1885, cuando se encontró que ciertas bacterias recuperadas de las heces humanas se presentaban en ciertos números y con ciertas consistencias, es decir, eran características de las heces humanas. Se les llamó Bacterium coli-commune y en 1895 se les rebautizó Escherichia coli. En trabajos posteriores se vió que en realidad las bacterias de los excrementos son un complejo heterogéneo de especies y variantes de especies y no una sola, como se había creído al principio. Este grupo se presenta no solo en las heces humanas, también son encontrados representantes en muchos medios ambientes, incluyendo de sechos, agua dulce superficial de todas categorías, suelos, vegetación, etc. (Environmental Protection Agency, 1974).

La mayoría de los representantes del grupo coliforme cae dentro de la familia Enterobacteriaceae (Gola et al., 1961 y Edwards y Ewing, 1972):

PHYLUM: SCHIZOPHYTA

CLASE I: SCHIZOMYCETES

ORDEN I: EUBACTERIALES

FAMILIA X: ENTEROBACTERIACEAE Rahn

TRIBU I: ESCHERICHIEAE Bergey, Breed y Murray

GENERO I: Escherichia Castellani y Chalmers

1. Escherichia coli (Migula) Castellani y Chalmers

TRIBU IV: KLEBSIELLEAE Trevisan

GENERO II: Enterobacter Hormaeche y Edwards

1. Enterobacter cloacae (Jordan) Hormaeche y Edwards
2. Enterobacter aerogenes (Kruse) Hormaeche y Edwards
3. Enterobacter hafniae (Moeller) Ewing
4. Enterobacter liquefaciens (Grimes y Hennerty) Ewing

La familia Enterobacteriaceae consiste de bacterias gram negativas, aerobias, facultativas anaerobias, no productoras de esporas, en forma de bacilo, que crecen bien sobre medios artificiales. Algunas especies no poseen flagelos y variantes no móviles son peritricas. Los nitratos son reducidos a nitritos y la glucosa es usada fermentativamente con la formación de ácido o ácido y gas. La prueba de indofenol oxidasa es negativa y el alginato no es licuificado. El pectato es licuificado por miembros de un solo género: Pectobacterium sp. (Edwards y Ewing, 1972).

Aunque los principales representantes del grupo coliforme pertenecen a la familia Enterobacteriaceae, los criterios del grupo no admiten a ciertas bacterias atípicas o aberrantes, las cuales, por razones taxonómicas, están incluidas en esta familia (Environmental Protection Agency, 1974).

Según la Environmental Protection Agency los criterios bioquímicos para identificación en la práctica de los coliformes son los siguientes:

	Indol	Rojo de metilo	Voges Proskauer	Citrato
Grupo fecal:				
<u>Escherichia coli</u> Tipo I	+	+	-	-
Tipo II	-	+	-	-
Intermediarios bioquímicos:				
<u>Escherichia freundii</u> Tipo I	-	+	-	+ ó -
Tipo II	+	+	-	+
Grupo no fecal:				
<u>Enterobacter aerogenes</u> Tipo I	-	-	+	+ ó -
Tipo II	+ ó -	-	+	+

La serie de pruebas indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer y citrato son designadas con el mnemónico IMViC. Así, usando este esquema, cualquier cultivo de coliformes puede ser descrito por un "código IMViC" de acuerdo a las reacciones obtenidas.

Distribución de coliformes

La cantidad de desechos de tipo fecal vertidos en el océano es bastante alta; ZoBell (1941b) calculó que diariamente eran descargadas en la costa occidental de Norteamérica suficientes bacterias coliformes para dar una por cada mililitro de agua del Océano Pacífico norte, se estuvieran distribuidas uniformemente y si sobrevivieran todas en el medio marino. En otro trabajo (ZoBell, 1960), se habla de cifras tan altas de desechos que, tan solo para la ciudad de Los Angeles, son del orden de los 1,135.2 millones de litros/día que son vertidos en el Canal de San Pedro; para la Bahía de San Diego son de aproximadamente 170.3 millones de litros/día y para los condados de Santa Bárbara y Orange, de 94.6 millones de litros diarios cada uno. En el estado de Alabama (E.U.) un total de 73,584 acres están permanentemente cerrados a la extracción de ostión, debido a la contaminación doméstica e industrial (May, 1971) y se ha calculado que las áreas condicionales (zonas que durante ciertas épocas del año no son propicias para la explotación de moluscos bivalvos debido al grado de contaminación) en Estados Unidos se incrementaron en un 420% en área en 5 años a partir de 1966 y las zonas permanentemente cerradas a la explotación, aproximadamente en un 30% durante este mismo período (Proceedings 7th National Shellfish Sanitation Workshop, 1971). En España, debido a los efectos de las descargas provenientes de la ciudad de Barcelona, es preciso alejarse más de 8 km. de la costa para encontrar una muestra de agua libre de bacterias de origen terrestre (Suñer y Piñol, 1966). En el caso de la ciudad de México, el sistema de drenaje profundo es capaz de -

conducir hasta 200,000 litros/seg., de aguas negras y pluviales, caudal -- esperado cuando una máxima precipitación ocurra, las cuales, aunque no -- son descargadas en el mar, si deben afectar al río del Salto, afluente -- del Tula, al que son vertidas (México, 1975a, 1975b y 1975c).

Enfermedades y la contaminación del agua

Se ha observado ampliamente la capacidad de asimilación y autodepuración de bacterias por los pelecípodos en diversos trabajos, como el de Zo Bell y Landon (1937) con el mejillón Mytilus californianus, en el cual de mostraron que éste es capaz de acumular y digerir bacterias del medio ambiente. Presnell et al. (1967) determinaron que el grado de eliminación bacteriano del ostión Crassostrea virginica dependía en gran parte de la temperatura y la salinidad, pero no de la turbidez o de la razón de flujo. El efecto de estos factores también fué observado por Cabelli y Heffernan (1971) en la almeja Mercenaria mercenaria y en otro trabajo con el mismo organismo, Heffernan y Cabelli (1971) lograron obtener tasas de depuración suficientes para lograr un producto aceptable, usando un sistema artificial.

Diversos estudios, como el de Duff (1967) con Mytilus edulis aoteanus y Bendinelli y Ruschi (1969) con Mytilus galloprovincialis demuestran que los moluscos bivalvos son capaces de infectarse con virus patógenos. Hedström y Lycke (1964) observaron que bastaban pequeñas cantidades para establecer la infección en el ostión Crassostrea virginica por poliovirus y que éstos parecían incorporarse al tejido, donde eran considerablemente más estables que en el agua de mar circundante. Metcalf y Stiles (1965) y Mitchell et al. (1966) hallaron posteriormente que este organismo era capaz de concentrarlos, en magnitudes 10 a 60 veces mayores que las del agua circundante, en carne drenada. Hamblet et al. (1967) obtuvieron datos indicando que en el agua de mar con turbidez baja (8-24 partes por millón), Crassostrea virginica acumuló cuatro veces más virus que con turbi

dez alta (54-80 partes por millón), en 24 h.. Según Liu et al. (1966) la temperatura juega un papel importante en la asimilación, retención y eliminación de poliovirus por Mercenaria mercenaria, ya que los bivalvos se contaminan cuando la temperatura es óptima para la acumulación de estos organismos (por ejemplo, 10° a 20° C) y cuando esta cae abruptamente debajo de 5° a 6° C, retienen la contaminación durante el tiempo que permanece el mismo rango. Además, cuando los niveles de poliovirus en el agua del medio ambiente son bajos, la asimilación puede ser más eficiente y, de acuerdo con Liu et al. (1967b), cuando llega a un nivel máximo, se mantiene la concentración tanto tiempo como los virus permanecen en el agua circundante.

Algunos autores, como Hedström y Lycke (1964) y Metcalf y Stiles (1965), opinan que la capacidad de autodepuración de virus por Crassostrea virginica es demasiado lenta, al compararla con la de bacterias, aunque Mitchell et al. (1966) mencionan que con sistemas apropiados se puede apresurar este proceso. Liu et al. (1967a y 1967b) disminuyeron las concentraciones de poliovirus a niveles no detectables, colocando a Mercenaria mercenaria en agua limpia durante 48 a 96 h.. En base a sus observaciones, la eficiencia de la depuración estaría en función de la temperatura del agua, y este proceso cesaría completamente si se redujera la salinidad 50 al 60% del nivel original.

Como se habrá visto, los moluscos bivalvos son capaces de acumular virus y bacterias a niveles que pueden estar arriba de los encontrados en el medio ambiente y que la temperatura juega un papel primordial en el proceso. De aquí la importancia de establecer determinaciones de temperatura en estudios futuros similares. Además, surge el concepto sanitario básico que establece el peligro que representa para la salud consumir productos marinos frescos provenientes de áreas contaminadas, sobre todo si se toma en cuenta que las enfermedades con mayores probabilidades de manifestarse son de tipo viral-infeccioso.

Las principales enfermedades transmitidas por el agua o moluscos bivalvos contaminados se enuncian en la Tabla 1.

Existen registradas en la literatura algunas epidemias causadas por ingestión de moluscos bivalvos contaminados (Tabla 2). Además en el Southern California Coastal Water Research Project (1973) se menciona que en estudios realizados en la costa de Var, al sur de Francia, se demostró que las enfermedades más frecuentemente observadas después de baños en aguas insalubres, fueron absesos pulmonares, rinofaringitis, otitis y pioderma, las que parecen atacar a infantes particularmente. En otro estudio citado en este mismo trabajo, hecho en Inglaterra y Gales y basado en datos de 5 años, reveló cuatro casos de paratifoidea en personas que se bañaron en playas muy contaminadas, cuatro casos adicionales de esta enfermedad con un historial que sugirió posibles baños en el mar, y dos casos de fiebre tifoidea en personas que tomaron considerables cantidades de agua de mar. Klein et al. (1974) sitúan en 1961 el primer caso documentado de hepatitis asociada con el consumo de moluscos bivalvos en Estados Unidos, el cual involucró 80 casos ocasionados por ingestión de ostiones provenientes del río contaminado Pascagoula. Desde ese año hasta 1974 se han dado 3 brotes más, los que han comprendido 700 casos. Este mismo autor en se trabajo, describe un estudio epidemiológico de hepatitis relacionado con moluscos bivalvos que ocurrió en Houston (Texas) y Calhoun (Georgia) y que involucró a 283 personas, en el año 1973. Kollins (1966) menciona otro brote de la misma enfermedad acaecido en la porción nororiental de los Estados Unidos en 1961 y que comprendió 3,883 casos; la causa se cree que fué la ingestión de almejas contaminadas.

Efectos bactericidas del agua de mar

Existen diversos factores, tanto físicos como químicos, que afectan los niveles de sobrevivencia de las bacterias coliformes y de los organismos patógenos en el agua de mar. Carlucci y Pramer (1959

Tabla 1
ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR MOLUSCOS BIVALVOS O AGUAS CONTAMINADAS^(1,2)

ENFERMEDAD	GENERALIDADES	AGENTE INFECCIOSO	FUENTES DE INFECCION PARA LOS ANIMALES ACUATICOS COMESTIBLES
Cólera	Infección intestinal aguda, la mortandad varía del 5 al 75%.	<u>Vibrio cholerae</u>	Heces humanas y aguas contaminadas por heces humanas.
Disenteria	Llamada actualmente shigelosis, es una - infección aguda del tracto intestinal, usualmente no fatal.	<u>Shigella dysenteriae</u> <u>Shigella sonnei</u> <u>Shigella flexneri</u> <u>Shigella boydii</u> otras	Heces humanas y aguas contaminadas por heces humanas.
Leptospirosis	Infección sistémica aguda, mortandad - baja, aunque puede alcanzar 20% en casos severos.	Muchas especies del género <u>Leptospira</u> sp.	Orina de animales como perros, puercos, ratas y otros roedores, zorras, zorrillos, mapaches y diversas aves acuáticas.
Fiebre tifoidea	Infección sistémica, con una mortandad aproximada de 10% que puede ser reducida a 2 a 3% con terapia apropiada de antibióticos.	<u>Salmonella typhi</u>	Orina, heces humanas y aguas contaminadas por heces y orina humanas.
Fiebre paratifoidea	Infección generalizada, mortandad menor que fiebre tifoidea.	<u>Salmonella paratyphi</u> <u>Salmonella schottmuelleri</u>	Orina, heces humanas y aguas contaminadas por heces y orina humanas.
Salmonelosis	Los principales síndromes clínicos son - fiebre entérica, gastroenteritis aguda y septicemia.	<u>Salmonella typhimurium</u> <u>Salmonella choleraesuis</u> <u>Salmonella newport</u> <u>Salmonella oranienburg</u> <u>Salmonella montevideo</u> <u>Salmonella panama</u> <u>Salmonella anatum</u>	Heces humanas y animales, aguas contaminadas.
Intoxicación estafilocócica	Náuseas, vómitos, dolores abdominales, - postración. Debida a contaminación por efecto de una manipulación incorrecta de los productos marinos.	<u>Staphylococcus aureus</u>	Origen humano: excreciones de la nariz y la garganta, lesiones cutáneas.
Diarrea, dolores abdominales	El organismo causante también puede ser letal para camarones y cangrejos. Causada también por productos marinos -- con manipulación inadecuada.	<u>Vibrio parahaemolyticus</u> <u>Clostridium perfringens</u>	El microorganismo se encuentra naturalmente en el medio marino. Aguas contaminadas, heces humanas y animales, sedimentos.
Hepatitis infecciosa	Infección de tipo viral.	Virus de la hepatitis - infecciosa	Heces humanas y aguas contaminadas por heces humanas.
Poliomielitis	Infección de tipo viral.	Poliovirus	Heces humanas y aguas contaminadas por heces humanas.

¹ Environmental Protection Agency (1974)

² Grupo Mixto de Expertos OCMI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/OIEA/Naciones Unidas (1975)

Tabla 2

EPIDEMIAS CAUSADAS POR INGESTION DE MOLUSCOS BIVALVOS⁽¹⁾

ENFERMEDAD	AÑO	MOLUSCO BIVALVO INVOLUCRADO	NUMERO MINIMO DE CASOS	LOCALIDAD
Hepatitis infecciosa	1955	ostiones	629	Suecia
Hepatitis infecciosa	1961	ostiones	84	Mississippi, Alabama
Hepatitis infecciosa	1961	almejas	459	New Jersey, New York
Hepatitis infecciosa	1963	almejas	252	Pennsylvania, New Jersey
Hepatitis infecciosa	1963	almejas	119	Connecticut, Rhode Island
Hepatitis infecciosa	1966	almejas	128	New Jersey
Fiebre tifoidea	1931	-----	---	San Francisco
Fiebre tifoidea	1920-34	-----	100,000	Francia
Fiebre tifoidea	1910	almejas y ostiones	41	-----
Fiebre tifoidea	1925	ostiones	---	-----
Fiebre tifoidea	1939	ostiones	87	-----
Fiebre tifoidea	1900	almejas	1,178	Connecticut
Fiebre tifoidea	1942-45	almejas	96	Connecticut
Gastroenteritis	1966	almejas	200	Connecticut
Gastroenteritis	1966	almejas	33	New Jersey
Salmonelosis	1955	mejillones	14	Toulon (Francia)

¹ Tomado de Southern California Coastal Water Research Project (1973)

y 1960a) y Mitchell (1968), en trabajos de revisión bibliográfica, discutieron estos factores, concluyendo que son diversos y numerosos y que el conocimiento de las interrelaciones de los microorganismos, en el medio ambiente marino, debe ser aumentado antes que la acción bactericida del agua de mar pueda ser explicada. Ketchum et al. (1952) utilizando un modelo matemático aplicado a un estuario, encontraron que la dilución, aparte de otros efectos bactericidas del agua de mar, era un proceso importante que contaba mucho en el decremento de la densidad de bacterias coliformes, a medida que el agua de un río contaminado se mezclaba con el agua de mar y que este efecto iba siendo menos importante según el agua dulce se movía a través del estuario. Sin embargo, a pesar de su importancia, los números finales de población observados, eran 100 veces más grandes que los esperados, si la dilución fuera la única causa tomada en cuenta. Bonde en 1968, utilizando un trazador radioactivo, demostró que las bacterias aportadas por una descarga de desechos, eran reducidas a una mayor velocidad que la debida únicamente a dilución. La forma por medio de la cual este factor influye en la sobrevivencia de las bacterias no marinas pudiera ser explicada en base a un trabajo desarrollado por Jannasch (1968) con cultivos de bacterias a los cuales varió la tasa de dilución y la concentración del sustrato limitante de crecimiento; así, cuando la concentración de carbono y fuentes de energía era limitante a tasas de dilución bajas, la microflora nativa marina desplazaba competitivamente a E. coli del agua de mar.

La adsorción de las bacterias por partículas orgánicas e inorgánicas que eventualmente son depositadas en el fondo son otro factor que posiblemente influya para disminuir la densidad de bacterias en el agua de mar. Ketchum et al. (1952) opinan que este proceso puede contar con mucho o todo para su desaparición dentro de un río, aunque su estudio no proveyó los datos necesarios para evaluar este efecto; Carlucci y Pramer (1959) mencionan que en general se encuentran más bacterias coliformes y marinas

en el sedimento que en las aguas suprayacentes, Bonde (1968) supone que la diferencia en la velocidad de reducción de los conteos bacterianos debida a la dilución es ocasionada, en su mayor parte, por la sedimentación de tal forma que, según él, en realidad operarían tres etapas en el proceso de reducción y muerte de las bacterias no marinas: la primera debido al efecto inmediato de "shock"; la segunda por dilución, sedimentación y muerte y la tercera por muerte y sedimentación a una tasa más lenta.

La acción destructiva de la luz solar es algo difícil de evaluar y este efecto es eliminado en el laboratorio donde las muestras son incubadas en la oscuridad. El efecto de la luz ultravioleta parece no extenderse a profundidades que exceden 20 cm. y aunque las bacterias en aguas superficiales pueden estar expuestas a la luz ultravioleta, esto no significa necesariamente su destrucción, ya que pueden reactivarse por exposición a la luz visible. Es posible que las bacterias inactivadas por la radiación ultravioleta en aguas superficiales puedan ser reactivadas a profundidades penetradas por la luz visible (Carlucci y Pramer, 1959). La razón de mortandad de coliformes en cualquier período del año es aproximadamente proporcional a la intensidad de la radiación de onda corta recibida por una muestra (Gameson y Saxon, 1967). Agregan que, en general, se requiere diez veces más radiación para producir la misma mortandad en desechos no diluidos que en desechos diluidos con agua de mar, y aunque se ha sugerido que este efecto podía ser atribuido a toxinas de algas, los resultados obtenidos muestran que la mortandad no puede ser consecuencia de este factor, como también lo demostraron Pike et al. (1970), al observar que la toxicidad del agua de mar expuesta a la luz del sol, antes de inocularla con E. coli, no fué alterada de una manera relacionada con el grado de exposición. Para estos autores fué evidente que la luz solar tuvo un marcado efecto sobre la mortandad de coliformes y que ésta decrece al incrementarse la profundidad. Bonde (1968) no pudo correlacionar este fac

tor ya que la luz del sol estuvo bastante restringida en longitud e intensidad durante el período de su estudio. Por el contrario, en experimentos realizados en la oscuridad (Gameson y Saxon, 1967 y Pike et al., 1970) se encontró que la mortandad de bacterias coliformes fué aproximadamente exponencial con el tiempo y tendió a seguir una cinética de primer orden.

Parece ser que se le ha dado poca importancia a los nutrientes inorgánicos como causa probable del decremento de bacterias en el agua de mar, aunque ésta contiene la mayor parte de los elementos conocidos en forma de iones inorgánicos y gases disueltos, si bien algunos nutrientes importantes como hierro, nitrógeno y fósforo están presentes en cantidades muy pequeñas (Carlucci y Pramer, 1959). En un experimento desarrollado por Carlucci y Pramer (1960b), en el cual se agregó fosfato ácido de amonio y sulfato de amonio en porciones separadas de agua de mar a niveles - de 1.0, 10.0 y 100.0 partes por millón, la sobrevivencia de E. coli se incrementó proporcionalmente con la adición de estas dos sustancias, aunque la influencia del nitrógeno pareció ser más importante que la del fósfo--ro. Ya que los niveles máximos de nitrógeno y fósforo en el agua de mar - (0.7 y 0.1 partes por millón respectivamente) fueron excedidos grandemen--te en este experimento, con sus consiguientes efectos benéficos, los autores concluyen que los bajos niveles de nitrógeno y posiblemente fósforo, - son responsables hasta cierto punto de la limitación en la sobrevivencia - de los organismos y que en último término contribuyen a la muerte de las bacterias. Esto fué corroborado por Jannasch (1968) al observar que a tasas de dilución bajas y cuando la concentración de las fuentes de energía era limitante, la flora marina podía competir más efectivamente con las - bacterias no marinas, desplazándolas eventualmente. Se ha observado que - el agente bactericida del agua de mar queda inhibido con la adición de una pequeña cantidad de caldo lactosado, lo cual permite incluso la multi--plicación de bacterias coliformes. Para investigar este fenómeno Johanne-

sson (1957) supuso que alguno de los constituyentes del caldo de cultivo era el responsable de la neutralización y así pudo determinar que la cisteína, compuesto que contiene azufre, fué la que dió mayor protección a las bacterias a bajas concentraciones. En vista de la conocida reactividad de halatos y compuestos sulfidrilos, a valores neutros de pH, la presencia del iodato en el agua de mar podría explicar la toxicidad hacia las bacterias coliformes y su protección por cisteína. Carlucci y Pramer (1960b) y Carlucci et al. (1961) obtuvieron los mismos resultados con este compuesto, tanto en agua de mar natural como artificial. En otro trabajo, Scarpino y Pramer (1962) establecieron que el efecto benéfico de la cisteína no era debido al grupo sulfidrilo del aminoácido o a la habilidad del compuesto para influir en el potencial de oxido-reducción sino que los grupos amino y carboxilo son los funcionales y significativos, el grupo funcional con azufre no es indispensable y que la cisteína actúa por un mecanismo quelante, removiendo los metales presentes en el agua de mar a niveles tóxicos, o solubilizándolos y restituyendo los metales traza más necesarios a las células, lo cual concuerda con las observaciones de Johansson (1957) revisadas con anterioridad. Jones en 1964 corroboró la hipótesis de Scarpino y Pramer (1962), al determinar que la acción de aminoácidos y metabolitos puede quelar muchos de los metales pesados que, en grandes cantidades producen toxicidad; sin embargo indicó que el iodato no es la sustancia tóxica para E. coli ya que concentraciones relativamente altas eran estimulantes.

Resultados similares a los obtenidos con la cisteína se obtienen con peptona y materia orgánica. Así, Carlucci y Pramer (1960b) determinaron que eran necesarias de 10 a 100 partes por millón de materia orgánica disponible para el crecimiento y multiplicación activa de bacterias heterótrofas en agua de mar. En ausencia de competidores, E. coli utilizó y se desarrolló rápidamente sobre desechos, aunque esta habilidad, además de

depender de la presencia de otras bacterias competidoras, estaba limitada por el pH y la salinidad. Con peptona se observa que con la adición de 10 partes por millón se eliminaba la acción bactericida del agua de mar, aun que su efecto solo duraba 48 h., parece ser que para superar el efecto bactericida del agua de mar son necesarias más de 10 partes por millón, pero menos de 100, ya que cantidades mayores favorecen el crecimiento de competidores (Carlucci et al., 1961).

Hidaka (1963) demostró que las bacterias marinas necesitaban sales - de sodio, potasio, magnesio y calcio tal como están contenidas en el agua de mar (pH 7.6), pero que no eran necesarias para las formas terrestres.- De lo anterior se desprende que la falta de sales nutritivas puede ser -- causa directa o indirecta de la eliminación de bacterias de origen terrestre en un medio marino y que los iones inorgánicos no son un factor decisivo en esto último.

Las sales inorgánicas, según Carlucci y Pramer (1959) son las sustancias potencialmente más tóxicas, ya que pueden influir adversamente por efecto osmótico o por toxicidad específica de ión. En un trabajo posterior (Carlucci y Pramer, 1960b) se vió que las células de E. coli morían más rápidamente en ausencia de sales que en agua de mar al 25% (diluída con agua deionizada), y que más allá de este límite la sobrevivencia decrecía, lo cual concuerda aproximadamente con los resultados obtenidos por Hanes y Fragala (1967) y Bonde (1968). Los primeros mencionan una concentración del 33% de agua de mar como limitante, a partir de la cual se comienza a inhibir la habilidad de los organismos coliformes y E. coli para reproducirse en el agua. El segundo menciona que la concentración de sal en un estuario no era dañina para la sobrevivencia de los coliformes excepto en las capas profundas, debajo del agua salobre. Por su parte Pike et al. - (1970) en concordancia con las investigaciones anteriores, en una serie - de experimentos con bacterias coliformes realizados en la oscuridad, ha--

lló que la mortandad de estas bacterias fué aumentada con incrementos de salinidad. No se han encontrado diferencias significativas en los resultados al utilizar concentraciones diferentes de soluciones de NaCl con niveles equivalentes de sales marinas. Parece ser que la salinidad contribuye significativamente a la muerte de E. coli en el agua de mar, ya sea por efecto osmótico, afectando la habilidad de las bacterias para utilizar la materia orgánica o por una posible relación de toxicidad por ión específico (Carlucci y Pramer, 1960b). También hay indicios de que, como en el caso de Shigella sp., que fué bastante resistente a los efectos osmóticos de la salinidad (Nakamura et al., 1964), ésta no afecte por igual a todas las bacterias no marinas.

Carlucci y Pramer (1960b) han observado variaciones en las tasas de sobrevivencia en función del pH y encontraron que la mortandad fué más rápida en reacciones alcalinas que en ácidas, aunque se presentó la sobrevivencia más grande en agua de mar que en soluciones de NaCl con salinidad y pH equivalentes. Por lo tanto, el pH del agua de mar, que es alcalina, aproximándose a 8.0, tiende a no favorecer la sobrevivencia de E. coli.

Se ha visto que en la interfase sedimento-agua de mar, los conteos bacterianos tienden a decrecer. Lear (1962) comprobó lo anterior, utilizando E. coli, E. freundii y Enterobacter aerogenes como organismos de prueba. Las causas probables, de acuerdo con los resultados obtenidos, fueron factores antibacterianos presentes en las aguas de interfase. Desafortunadamente no se hizo una evaluación para analizar si la competición con la fauna marina nativa podía ser otra de las causas posibles.

Carlucci et al. (1961), utilizando cuatro distintas formulaciones de agua de mar artificial, observaron que también poseía efectos bactericidas en contra de E. coli, si bien cada una con distinta magnitud, y que estos efectos disminuían si el agua era termoesterilizada. Nakamura et al. (1964) tan solo reportan que la sobrevivencia en agua de mar artifi

cial depende de la temperatura de almacenamiento, aunque al igual que Pike et al. (1970), obtuvo razones de sobrevivencia ligeramente más altas en este tipo de agua que en agua de mar natural.

Se especulaba que a bajas temperaturas había un incremento en la sobrevivencia de bacterias, debido a una reducción en la actividad de los protozoarios predadores (Carlucci y Pramer, 1959). Sin embargo, Nakamura et al. (1964) trabajando con Shigella sp. y agua de mar artificial, encontraron que la sobrevivencia más corta en este organismo estaba a los 8° y 37° C y la más larga a 15° y 25° C. La explicación que dieron a esto fue que posiblemente las células permanecieron en estado latente y la muerte resultó del agotamiento de los metabolitos. En pruebas realizadas con distintas concentraciones de cloruro de sodio encontraron que la sobrevivencia dependió en gran parte de la temperatura, lo cual posteriormente fue verificado por Pike et al. (1970) pero con experimentos en la oscuridad, que demostraron el índice de sobrevivencia disminuía con incrementos de temperatura y salinidad. Estos últimos hallaron que el almacenamiento de muestras de agua de mar en la oscuridad a 8° C no redujo la sobrevivencia de coliformes provenientes de desechos; pero la mortandad a 20° C era el doble que a 16° C, y en general la mortandad era doblada con cada incremento de 10° C. Por otro lado Bonde (1968) considera que temperaturas entre 0° y 20° C no son dañinas para bacterias entéricas.

Se ha observado que hay una tendencia del efecto bactericida del agua de mar a cambiar de acuerdo con la estación del año. Carlucci y Pramer (1959) y Carlucci et al. (1961) hacen referencia a que es más marcado en los meses de verano, comienza a manifestarse en abril, se incrementa en magnitud a un máximo en julio y decrece o está ausente en noviembre. Gameson y Saxon (1967) obtuvieron una marcada tendencia de la mortandad a incrementarse de abril a octubre, en la oscuridad, sin relación aparente con la temperatura de almacenamiento y una disminución en la acción letal de la luz de abril a septiembre, sin que hayan encontrado explicación a

esto. Por su parte Pike et al. (1970), con agua de mar a 20° C, no encontraron relación entre la tasa de mortandad de coliformes y la estación del año. En resumen, no ha habido una explicación satisfactoria para este fenómeno, además de que los resultados son contradictorios.

El oxígeno disuelto parece tener poca influencia en la mortandad de bacterias. Hanes y Fragala (1967) encontraron que un rango de variación de 6.5 a 7.8 mg./lt. no tenía efecto significativo y Carlucci y Pramer (1959) mencionan que la información relacionada con la influencia del oxígeno es conflictiva.

Se ha visto que la sobrevivencia de bacterias aumenta cuando antes - de la inoculación, se termoesteriliza el agua de mar. También esterilizando por filtración, pasteurización y clorinación se obtienen los mismos resultados. En general se han obtenido mayores índices de sobrevivencia con agua termoesterilizada que con filtroesterilizada (Carlucci y Pramer, 1959). El pH varía en 0.5 a 1.0 de unidad durante el calentamiento, sin que después de 24 h. se restablezca el equilibrio, pero la acción bactericida no puede ser atribuida solamente a la influencia de la esterilización sobre el pH, sino mas bien a la destrucción de bacteriófagos o a la inactivación de sustancias tóxicas termolábiles, del tipo de los antibióticos.- Aunque la termoesterilización mata y desbarata las células microbianas y degrada los compuestos termolábiles, el incremento resultante en el nivel de nutrientes no es adecuado para explicar el efecto favorable del calor de esterilización (Carlucci et al., 1961). Según los resultados de Nakamura et al. (1964), en general Shigella sp. sobrevivió menos en agua natural que en agua termoesterilizada o filtroesterilizada, de lo cual concluyen que las sustancias antimicrobianas son producidas por microorganismo en el agua de mar, ya que la remoción de vida microbiana por calor o filtración permitió una mayor sobrevivencia del organismo de prueba, punto en el que también están de acuerdo Carlucci et al. (1961), aunque Pike :

al. (1970) mencionan que la filtración del agua de mar antes de inocularla con desechos de una fuente, tuvo poco efecto sobre la mortandad de bacterias coliformes, pero que ésta decreció cuando se usaron desechos de otra fuente distinta a la utilizada inicialmente.

Existen numerosos trabajos que prueban la existencia de organismos predadores o bacteriófagos en el medio ambiente marino. Ketchum et al. (1952) con un modelo matemático y calculando que el zooplancton removía las bacterias contenidas en 20 ml. de agua por día, estableció que el primero podía hacer decrecer a la mitad la población que sobreviviría como resultado de la dilución y el efecto bactericida, aunque el número obtenido fué de 3 a 7 veces más grande que la población final observada, por lo que sugieren la intervención de otros procesos no identificados, posiblemente sedimentación o mayor cantidad de volumen filtrado por el zooplancton. Los autores reconocieron, sin embargo, que no sabían si el zooplancton era capaz de remover bacterias del agua. Por otro lado Carlucci y Pramer (1960d) aislaron bacteriófagos activos en contra de E. coli, Enterobacter aerogenes y Serratia marnorubra de muestras de agua de mar; Stolp y Starr (1963) aislaron una bacteria parásita marina capaz de causar lisis en bacterias gram negativas, a la que identificaron como Bdellovibrio bacteriovorus. Posteriormente Mitchell et al. (1967) estudiaron la relación entre el tamaño de la población microbiana marina y la tasa de mortandad de E. coli y encontraron que, según aumentaba la concentración de bacterias marinas en el agua, también se incrementaba la razón y extensión de la muerte de E. coli y cuando se reinoculaba, su muerte era más rápida aunque la población microbiana marina permanecía constante, lo cual era indicación del desarrollo de una población lítica específica. De lo anterior concluyeron que, bajo las condiciones del experimento, existieron dos grupos de microorganismos asociados con la muerte de E. coli, uno formado por bacterias marinas líticas de la pared celular y otro por

bacterias marinas parásitas similares a Bdellovibrio bacteriovorus, ambos grupos capaces de utilizar las paredes celulares de E. coli como fuente única de carbono orgánico, por degradación con enzimas extracelulares. Mitchell y Nevo (1965) aislaron otra bacteria marina identificada como Pseudomonas sp., capaz de utilizar polisacáridos capsulares de Flavobacterium sp. y E. coli y Mitchell y Yankofsky (1969) hallaron pruebas suficientes para demostrar que una amoeba marina, Vexillifera sp. (posiblemente telmathalassa) estaba implicada en la desaparición de E. coli del agua de mar. Esta amoeba era capaz de causar lisis en bacterias marinas y no marinas, pero no sobre algas, hongos y células muertas, o crecer en medios artificiales. Lo anterior pone de manifiesto las dificultades involucradas en el aislamiento y cultivo de microorganismos marinos; tanto en el caso de Vexillifera sp. como de Bdellovibrio bacteriovorus, no pueden ser detectados con medios inertes o comercialmente disponibles, ya que se alimentan exclusivamente de bacterias vivas. De aquí que sea muy difícil evaluar objetivamente los efectos de la predación sobre las bacterias intestinales.

La competición ha sido pobremente estudiada debido a las dificultades que representa reproducir en laboratorio las condiciones del medio ambiente marino, o en su defecto, la imposibilidad de estudiar adecuadamente en el campo este aspecto. Carlucci y Pramer (1960b) creen que en agua de mar E. coli tiene dificultades para competir exitosamente con la microflora natural y Jannasch (1968), en un estudio de la cinética de crecimiento de enterobacterias, tomando como base las condiciones limitantes de las aguas marinas, verificó lo anterior, aunque según los datos obtenidos, este proceso no es muy importante.

Posiblemente uno de los factores más estudiados en relación al proceso de eliminación bacteriana, es el de antibiosis, acerca del cual existen numerosos trabajos, como el de Pratt et al. (1944), en el cual se de

muestra la presencia de un antibiótico liberado por Chlorella sp., alga de agua dulce, activo en contra de bacterias gram negativas y positivas. En el caso del agua de mar, se ha sugerido que contiene sustancias tóxicas lábiles al calor, ya que termoesterilizada pierde sus propiedades bactericidas. Se cree que estas sustancias son de origen microbiano y han sido descritas como antibióticos. Carlucci y Pramer (1960c) no encontraron, en pruebas con 200 bacterias marinas, producción de antibióticos activos en contra de E. coli, sin embargo Bonde (1968), usando diversas especies de Bacillus sp. provenientes de agua de mar y sedimentos, encontró antibióticos con diversa magnitud de acción, posiblemente de naturaleza peptídica, en contra de E. coli. Sieburth (1959), investigando la causa de que algunas aves del Antártico fueran "bacteriológicamente estériles", determinó que la causa era el tipo de alimentación, consistente de eufásidos, que a su vez se alimentaban de fitoplancton. Utilizando extractos de estos últimos, encontró una sustancia activa en muestras frescas en contra de E. coli y Micrococcus ureae, que mantenía su actividad en refrigeración a 5° C por 10 días, era soluble en agua, filtrable, estable a 60°C por 30 min., lábil cuando se secaba a 85° C por 40 min., con actividad variable según la concentración y que inhibía más marcadamente a organismos gram positivos. Posteriormente (Sieburth, 1960) aisló esta sustancia de colonias del alga mucilaginoso Phaeocystis sp., identificándola como ácido acrílico. También se ha encontrado que una diatomea marina, Skeletonema costatum, presenta actividad en contra de organismos coliformes (Sieburth y Pratt, 1962) y que esta actividad disminuía de acuerdo con la presencia de una bacteria marina (Flavobacterium sp.), que posiblemente por acción enzimática prevenga la acumulación de alguna sustancia antibacteriana secretada por la diatomea. Duff et al. (1966) en pruebas con diatomeas planctónicas marinas, determinaron la presencia de sustancias inhibitorias al crecimiento de bacterias terrestres y marinas, generalmente gram

positivas, secretadas principalmente por miembros de las familias Bacillariophyceae, Chrysophyceae y Cryptophyceae. La diatomea Skeletonema costatum fué la que presentó actividad en contra de mayor número de especies de bacterias.

Saz et al. (1963) reportaron efectos bactericidas selectivos en pruebas con Staphylococcus aureus y E. coli. Una sustancia, no dializable, - lábil cuando es termoesterilizada, con peso molecular superior a 10,000 y posiblemente de tipo polar, dirige su actividad a S. aureus, pero parece tener poco o ningún efecto en E. coli. La fuente de este compuesto no pudo ser determinada ni correlacionada con la presencia o ausencia de algún florecimiento fitoplanctónico. Feary et al. (1972) detectaron coliformes-resistentes a antibióticos (de tipo comercial) a lo largo de un sistema de ríos de agua dulce, lo cual nos lleva a preguntarnos las causas por las cuales no se han desarrollado factores de resistencia a los antibióticos presentes en el agua de mar, en caso de existir.

Savage y Hanes (1971) encontraron que arriba de cierto nivel de nutrientes (entre 1.0 y 10.0 mg./lt.), el agua de mar pierde temporalmente su toxicidad y el máximo de densidad de bacterias llega a ser dependiente de la DBO inicial. Lear (1962) previene del peligro que representan los moluscos bivalvos desconchados o almacenados, ya que contienen materia orgánica adecuada utilizable que pudiera dar como resultado la multiplicación de organismos coliformes en estos moluscos bivalvos.

Sustancias con propiedades antibacterianas han sido aisladas de diversos organismos marinos aparte de los unicelulares, como en el caso de los corales gorgorianos de Puerto Rico (Burkholder y Burkholder, 1958), de esponjas del género Microciona prolifera (Nigrelli et al., 1959), abulón (Haliotis rufescens), ostión (Ostrea virginica), caracoles marinos (Tegula gallina y Strombus gigas), almeja (Mercenaria mercenaria) y calamar (Loligo pealii) (Li et al., 1962 y Prescott y Li, 1966), aunque la mayor

parte de estos compuestos han sido extraídos con solventes no solubles en agua, por lo que su efecto en el medio ambiente marino es dudoso.

Además de las propiedades bactericidas del agua de mar, se ha encontrado que ejerce actividad antifungal, aunque no existen muchos estudios al respecto. Uden y Castelo (1963), analizando muestras de aire, algas descompuestas y contenidos intestinales de lobos marinos (Zalophus californianus), cormoranes (Phalacrocorax penicillatus) y gaviotas (Larus occidentalis), encontraron que esta última y las algas eran portadoras de hongos intestinales posiblemente debido, en el caso de las gaviotas, al tipo de alimentación (basura y desperdicios). Dabrowa et al. (1964) aislaron 24 géneros distintos de hongos, algunos potencialmente patógenos como Aspergillus fumigatus, Candida albicans, C. krusei, C. parapsilosis, Hormodendrum compactum, Monosporium apiospermum, Scopulariosis brevicaulis y Sporotrichum schenkii, de muestras de suelos, animales marinos, algas, plumas y desechos de aves. En base a lo anterior, ambos estudios indican que la zona de entremareas puede constituir una reserva adicional de hongos potencialmente patógenos y que ciertas infecciones fungales pueden ser adquiridas por exposición en estas áreas. Taysi y Uden (1964) sugieren que el contenido orgánico de aguas contaminadas estimula el crecimiento de hongos intestinales y que la contaminación puede contribuir con números detectables de estos organismos, además de los aportados por aves y escurrimientos de hongos que ocurren sobre vegetales y sustratos terrestres inanimados. Todos concuerdan en que las temperaturas frías son un factor decisivo para la sobrevivencia de estos microorganismos. Buck et al. (1962) aislaron bacterias del agua de mar, sedimentos, microalgas marinas e invertebrados. De 20 cultivos desarrollados, 15 (75%) estuvieron caracterizados por actividad específica antifungal, cuatro inhibieron únicamente bacterias y uno a ambos tipos. No se supo si la inhibición observada fué un resultado de la competición por nutrientes, factores físico

químicos o la elaboración de sustancias antagónicas específicas. Posteriormente Buck et al. (1963) aislaron una bacteria, con actividad específica en contra de hongos, del tubo de un anfípodo (Erichthonius brasiliensis), la cual creen es una nueva especie de Pseudomonas sp.. En general el tratamiento con calor entre 50° y 60° C por una hora no redujo la actividad inhibitoria del compuesto secretado por la bacteria, aunque calentamiento a 60° C por una hora daba como resultado reducción o pérdida de la actividad, y exposición a 100° C por una hora siempre producía pérdida -- completa de inhibición. Los resultados parecen indicar que existieron al menos dos sustancias inhibitorias diferentes. En otro trabajo, Buck y Meyers (1965) encontraron actividad antimicótica en muestras de plancton pelágico, esponjas (Ianthella sp.) y alcionarias (Pseudoplexaura sp.) y -- Welch (1962) en algas marinas nativas de Puerto Rico, sin que la actividad estuviera limitada a un grupo específico de algas o habitat.

Los virus también son inhibidos por el agua de mar, aunque parece que son más resistentes que los coliformes (Shuval et al., 1971). La actividad cesa cuando se calienta el agua a 45° C por una hora o se le agregan proteínas o aminoácidos (por ej. glicina), lo cual parece indicar que los grupos amino son los responsables (Lycke et al., 1965). Parece ser que existen diversos procesos que afectan la sobrevivencia de los virus en el agua de mar, entre los que se pueden mencionar: inactivación por microorganismos, inactivación por componentes químicos del agua de mar y acción protectora del material orgánico suspendido, siendo aparentemente más importantes los dos primeros (Mitchell y Jannasch, 1969 y Shuval et al., 1971). Li et al. (1962) y Prescott y Li (1966) aislaron una porción antibacterial y otra antiviral de moluscos, a las cuales denominaron Paolin, aunque este factor no parece tener mucha importancia en el proceso de inactivación de virus en el medio ambiente marino.

Microorganismos indicadores además de coliformes

Ahora surge la pregunta si el uso de coliformes totales y fecales, -- como índices de contaminación del agua en zonas productoras de moluscos - bivalvos para consumo humano brinda suficiente protección para la salud de la gente. Ya se vió que las causas que influyen en la desaparición de microorganismos son numerosas, abarcando todo tipo de factores fisicoquímicos y biológicos. No se sabe que es lo que causa la mortandad aunque -- los datos, conflictivos la mayor parte de las veces, sugieren que unos -- más otros menos, todos influyen, pero lo importante es que estos factores unidos pueden hacer variar el efecto total de región a región y en un momento dado influir en las determinaciones bacteriológicas. Sobre esta base, las bacterias intestinales podrían llegar a ser poco prácticas como - indicadoras de la presencia de organismos patógenos que, como en el caso de los virus, parece ser que persisten por más tiempo en el agua de mar - que los coliformes.

Existen otros organismos indicadores de contaminación que pueden usarse pero que adolecen de limitaciones: los estreptococos fecales ya son usados en la actualidad, pero presentan ciertas inconveniencias, como tiempo más limitado de sobrevivencia en el medio ambiente acuático, resistencia alta a la clorinación y existencia de especies siempre presentes que reducen su significado sanitario (Environmental Protection Agency, 1974). Las bacterias patógenas de origen intestinal son otra posibilidad; - incluyen a Salmonella sp., Shigella sp., Vibrio comma, Mycobacterium sp., Pasteurella sp., Leptospira sp., etc., pero no existen procedimientos rutinarios de cuantificación y su liberación intermitente disminuye la consistencia del método; Gallagher y Spino (1968) y Donsel y Geldreich (1971) sugieren utilizar estos últimos en conjunción con los coliformes. Asi mismo se ha considerado el uso de bacterias formadoras de esporas, como -

Clostridium perfringens y C. welchii, también encontrados en el tracto intestinal de organismos de sangre caliente, pero debido a la persistencia extremadamente grande de las esporas, su presencia no indicaría contaminación fecal reciente; Lear (1960) en un estudio en aguas, sedimentos y carne de almeja (Mya arenaria) concluyó que estas bacterias tenían poco valor para señalar este tipo de contaminación en el agua, aunque podrían -- ser útiles como indicadores complementarias en carne de almeja. Kott (1966) comparó tasas de sobrevivencia de bacteriófagos-T (organismos encontrados en desechos) y bacterias coliformes en el agua de mar y encontró -- que eran casi iguales. Este hallazgo, a juicio del autor, puede hacer adecuados a estos bacteriófagos para sustituir a las colibacterias aunque -- confiesa que esto es prematuro, ya que son requeridos mayores estudios. -- Sen y Narayan (1971) proponen el uso de enterococos en base a una serie -- de estudios con diferentes medios de cultivo. Actualmente se están desarrollando análisis para virus y pruebas basadas en procedimientos serológicos (Environmental Protection Agency, 1974) sin embargo, como se acaba de ver, todos los métodos descritos poseen limitaciones o son demasiado -- recientes para resistir una evaluación, que les impide tener un grado de confiabilidad igual o superior al proceso basado en el grupo coliforme, -- principalmente el fecal, que ha demostrado ser el mejor de todos. El uso de este último grupo representa varios problemas, debido a que la cantidad usada como nivel permitido, fué elaborada estableciendo las relaciones que existen entre coliformes totales y fecales. Presnell (1971b) de acuerdo a lo anterior, había sugerido un límite que no excediera de 23 coliformes fecales/100 ml. con un 10% de las muestras que no excediera de 79/100 ml. y ninguna muestra arriba de 130/100 ml., Salinger (1971) proponía uno de 7.8/100 ml. como mediana y un 10% que no excediera de 33/100 y Slanetz et al. (1971) otro cuya mediana debía estar en el rango de 12 a 15/100 ml. con un 10% que no excediera un número en la vecindad de 15/100

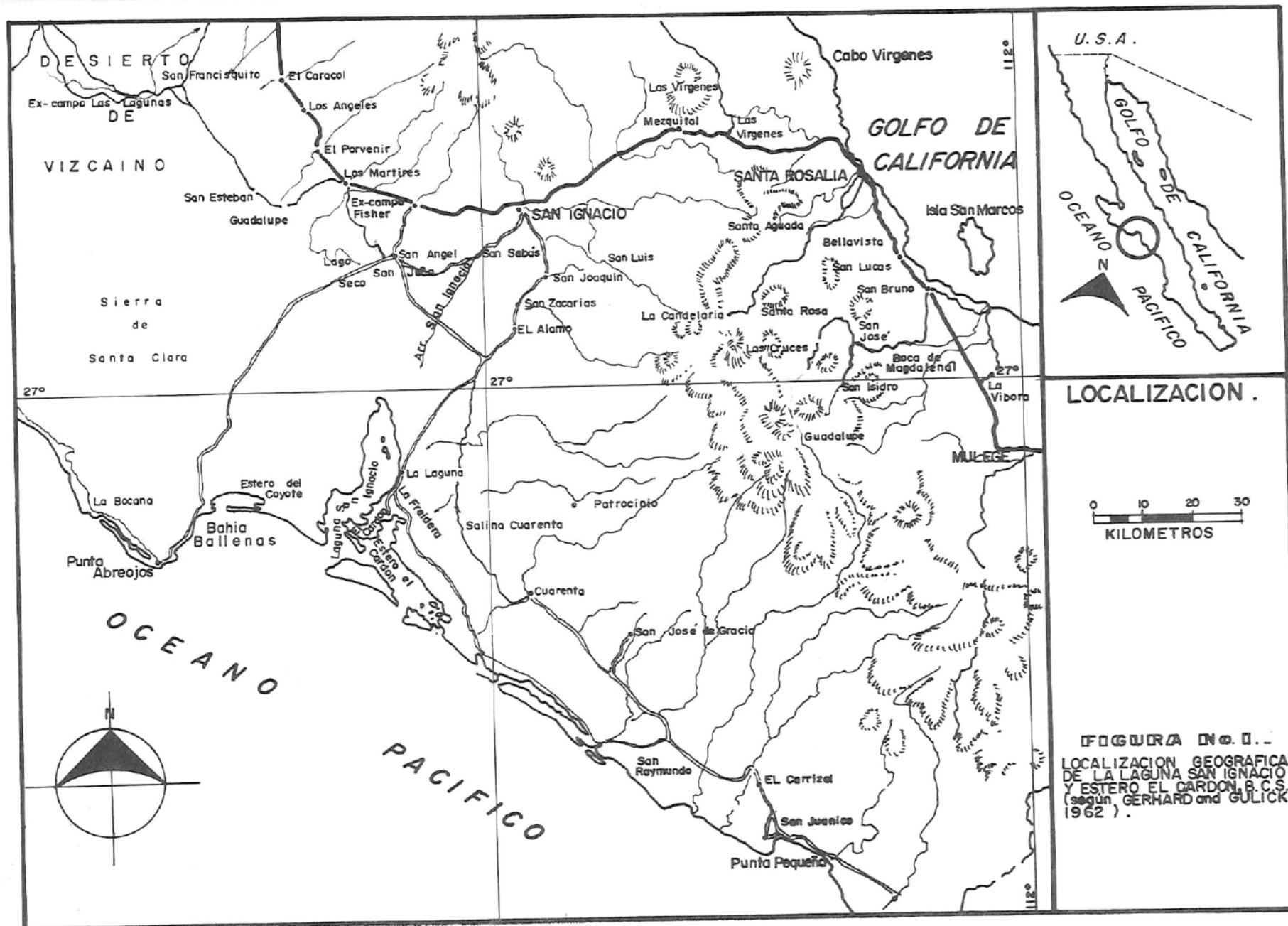
ml.. Todos los estudios estaban basados en muestras de diversos lugares de Estados Unidos e incluso Canadá. Según algunos investigadores, como Vidal y Collins (1970 y 1972), la relación de coliformes totales:coliformes fecales varía con la zona de estudio y que, como en el caso del área de Wellington (Nueva Zelandia), era 1:1 para agua dulce y marina, mientras que para Estados Unidos era de 5:1 en promedio. Loutit (1972) refutó estos resultados ya que en su opinión, se utilizaron métodos diferentes a los usados comúnmente, que no permiten comparaciones con las observaciones obtenidas en otros centros y que no definieron adecuadamente el concepto de bacterias fecales y no fecales. Finalmente se eligió el nivel sugerido por Hunt y Springer (1974) de 14 coliformes fecales/100 ml. con un 10% de las muestras que no excedieran de 43/100 ml. y hasta ahora no se han observado complicaciones que indiquen no sea adecuado. En realidad, - como mencionaban Flynn y Thistlethwayte (1965), para elegir un nivel adecuado de coliformes fecales es necesario, como garantía, desarrollar un estudio epidemiológico completo, lo cual no se ha hecho hasta la fecha. La explicación de este estudio rebasa los propósitos de este trabajo, baste decir que los brotes de las enfermedades transmitidas por moluscos bivalvos o por el agua han sido relacionados con la densidad de coliformes totales presentes en el mar. Esta es una de las razones por la cual, para evaluar el riesgo que representa para la salud la ingestión de moluscos bivalvos con posibilidades de contener microorganismos patógenos, se mide el grado de contaminación de las aguas, en lugar de analizar el contenido de la carne, que sería lo más lógico. Normalmente se acepta un contenido no mayor de 250 coliformes fecales/100 gr. de carne, aunque esta cifra no está especificada por la ley, ni en nuestro país ni en Estados Unidos y solo se usa para normar criterios en plantas empacadoras.

DESCRIPCION DEL AREA

La Laguna San Ignacio y Estero El Cardón se encuentran ubicados en el Municipio de Mulegé, Estado de Baja California Sur, entre los paralelos $26^{\circ} 36' 00''$ y $27^{\circ} 00' 00''$ de latitud Norte y los meridianos $113^{\circ} 03' 00''$ y $113^{\circ} 18' 00''$ de longitud Oeste (Fig. 1). Dichos lugares se encuentran al nivel del mar. El área de la laguna es de 196.00 km.^2 y el área del estero es de 135.80 km.^2 .

Por vía terrestre existen dos accesos a la Laguna San Ignacio: el primero parte del pueblo de San Ignacio hacia el suroeste en línea recta, con un recorrido aproximado de 64 km. atravesando la sierra y pasando por las rancherías de San Joaquín (a 14 km.), San Zacarías (a 21 km.) y El Alamo (a 26 km.). Posteriormente (a 38 km.) llega a un salitral, a 26 km. de la laguna, con un tiempo mínimo total de recorrido de 3 h. El segundo, con 103 km. de longitud aproximadamente, parte del norte de San Ignacio por la carretera transpeninsular hasta llegar a lo que antes era Campo Fisher (a 24 km.), continuando por terracería hasta llegar al oasis San Angel (a 39 km.), de aquí parte una desviación a la laguna con una longitud de 64 km., haciendo un mínimo total de tiempo de 3 h., aunque después de lluvias o mareas extremas es difícil de transitar, por lo que es preferible tomar el camino anteriormente descrito (Fig. 1). Se cuenta también con pistas de aterrizaje improvisadas para avionetas y radio-receptor transmisor.

El sistema montañoso está constituido principalmente por una serie de serranías orientadas de SE a NW que forman eslabones semejantes a una cadena. La sierra más cercana es la que se extiende de Concepción a Mulegé, frente a ésta se encuentra la de Santa Clara que se remonta hacia el Océano Pacífico en la Punta Falsa y de la cual la Isla de Cedros, situada enfrente, puede considerarse como una prolongación.



La región de estudio se encuentra dentro de una cuenca cuyo parteaguas se forma por las cumbres de la sierra Mulegé, a una distancia de 150 km. aproximadamente del litoral del Océano Pacífico (Ing. Luis Quezada Camacho, comunicación personal).

En la región existe un clima templado semi-desértico con lluvias escasas durante todo el año. La temperatura media anual es del orden de 22° C, la media mínima mensual es de 16° C y se presenta en enero y la máxima media mensual es de 28° C presentándose en agosto (Biol. Pilar López Marco, comunicación personal).

La región es de tipo desértico y semi-desértico; las formaciones geológicas recientes que afloran son depósitos de aluvión, médanos y salitrales de origen marino y fluvial, por lo que las condiciones del terreno facilitan las infiltraciones pluviales y fluviales que generalmente no llegan al mar.

Los acuíferos subterráneos son de origen meteórico y de reciente infiltración; el flujo proviene de las zonas orientales con una franca dirección hacia el litoral del Océano Pacífico, además son escasas y de mala calidad (Ing. Luis Quezada Camacho, comunicación personal).

El área de estudio está expuesta a vientos dominantes del noroeste - fluctuando su velocidad entre 10 y 20 m./seg.; éstos permanecen fríos por la brisa en invierno y desaparecen durante el verano.

Aún cuando la temperatura es moderadamente baja y la humedad de los vientos dominantes es alta, parecen ser desfavorables para el crecimiento de las plantas.

La vegetación consiste principalmente de plantas con raíces profundas y perennes que soportan extensos períodos secos que minimizan la transpiración, por poseer hojas resistentes a la pérdida de humedad y dificultando la defoliación. Rara vez alcanza talla mayor de un metro y es escasa (Biol. Pilar López Marco, comunicación personal).

La región aledaña al pueblo de San Ignacio se utiliza para cultivar dátil, olivo, uva, higo y granada para exportación.

Entre los recursos marinos más importantes se cuentan:

Moluscos: abulón amarillo Haliotis corrugata, abulón azul H. fulgens, almeja pismo Tivela stultorum, ostión de mangle Crassostrea palmyra, pulpo Octopus sp., calamar Loligo sp..

Crustáceos: langosta roja Panulirus interruptus, camarón de piedra-Euscysonia sp., jaiba Cancer irroratus y C. magister, jaiba azul Callinectes sp., langostilla Pleuroncodes planipes.

Peces: vieja Pimelometopon pulchrum, anchoa Engraulis mordax, sardina del Pacífico Sardinops sagax, cabrilla de roca Paralabrax maculatofasciatus, cabrilla de sargazo P. clathratus, blanquillo Caulolatilus princeps, lisa Mugil cephalus, mero Epinephelus sp., cabrilla de arena Paralabrax nebulifer, tiburón leopardo Triakis semifasciata, macarela del Pacífico Scomber japonicus, barrilete Euthynnus pelamis, pez guitarra Rhinobatos sp., raya Raja sp., diablo Squatina californica, morena Gymnothorax sp..

Reptiles: caguama Caretta sp., Chelonia sp., Lepidochelys sp..

Mamíferos: ballena gris Eschrichtius robustus, delfines, lobos marinos.

(Biol. Pilar López Marco, comunicación personal).

M E T O D O L O G I A

La realización de este trabajo comprendió dos aspectos fundamentales: el trabajo de campo que abarcó el reconocimiento sanitario y la colección de las muestras y el trabajo de laboratorio, que incluyó el análisis de todo el material colectado.

Trabajo de campo

El primer aspecto, en el que se comprende el reconocimiento sanitario de la zona, tenía como objetivo establecer las fuentes potenciales de contaminación fecal cuyo origen podrían ser los núcleos de población (campos pesqueros) asentados en los márgenes de la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón. Dicho reconocimiento se realizó por medio de visitas a los campos. El uso de embarcaciones se eliminó en vista de que los desechos - no descargaban en el mar y no había barcos con calado de suficiente importancia para ser agentes de contaminación importantes.

El objetivo de las visitas era determinar el número de personas que habitan cada campo pesquero, tipo de facilidades sanitarias, forma de eliminación de los desechos fecales, tanto del hombre como de los animales (en caso de existir), eliminación de la basura, forma de manejo y limpieza del producto de la pesca, medios de abastecimiento del agua y existencia de industrias o cualquier otro tipo de infraestructura como luz, gas, etc..

Como datos complementarios se tomaron informes de las vías de acceso, medios de comunicación, población económicamente activa, tipos de artes de pesca, ingresos económicos aproximados de la población, grado de escolaridad, forma y tipo de las construcciones y servicios médicos.

Lo anterior tenía como fin establecer la forma en que cualquiera - de estos factores podría intervenir en el presente o en el futuro como causa del deterioro de la salud de los habitantes de la zona y de la cali

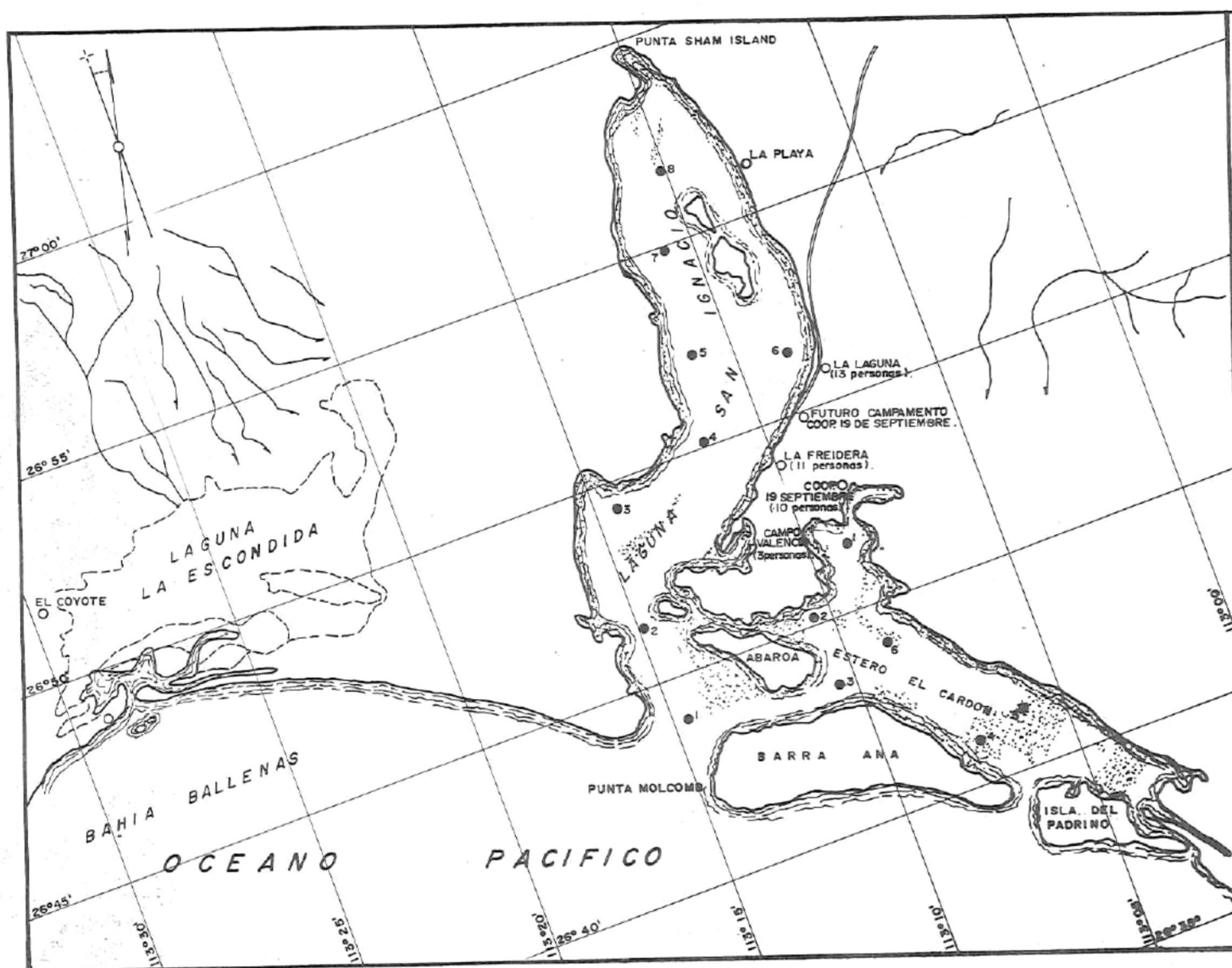
dad bacteriológica de las aguas, además de conformar un marco técnico y socioeconómico que permitiera comprender ampliamente esta área, teniendo en mente futuros estudios de este tipo o de otra índole.

Una vez terminado el reconocimiento sanitario se procedió a seleccionar, en base a fotografías aéreas, los lugares más adecuados para establecer las estaciones de muestreo. Para la localización en el campo de estas estaciones se tomaron como referencia puntos geográficos notables fáciles de identificar, tanto en las fotografías aéreas como en la zona de trabajo. Las estaciones se marcaron permanentemente por medio de boyas ancladas y numeradas con pintura fosforescente, para establecer su posición aún en la oscuridad. No se le dió mucha importancia a la localización exacta de cada punto antes de poner las boyas, ya que esto no era necesario, pues lo que se buscaba era determinar la calidad bacteriológica de toda la masa de agua y no la de un punto en particular.

En total se establecieron ocho puntos de muestreo en la Laguna San Ignacio y seis en el Estero El Cardón. El criterio usado para la selección de las estaciones de muestreo fué escoger puntos cercanos a las fuentes potenciales de contaminación, situando otros, complementarios, en lugares adecuados para establecer su posible flujo. A los puntos localizados en la Laguna San Ignacio se les denominó "L.S.I." y a los del Estero El Cardón "C", anteponiéndoles el número correspondiente a cada estación. La localización de cada una de ellas se puede apreciar en la Fig. 2. Las causas a continuación se señalan:

Determinación del grado de dilución de la contaminación bacteriológica: 1-L.S.I., 2-L.S.I., 3-L.S.I., 2-C y 3-C.

Determinación del aporte de contaminación del campo pesquero La Freidera, campo pesquero La Laguna, Arroyo San Ignacio y campo de cultivo de la Cooperativa "19 de Septiembre" (El Cardón) respectivamente: 4-L.S.I., 6-L.S.I., 8-L.S.I. y 1-C.



LOCALIZACION

● ESTACIONES DE MUESTREO.

0 1 3 5 10
KILOMETROS.

FIGURA. No. 2.

LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

NOTA... EL LABORATORIO LOCALIZADO A 40 Kms. DE LA LAGUNA, NO SE MUESTRA EN LA FIGURA.

Establecimiento del flujo de la contaminación: 5-L.S.I., 7-L.S.I., 4-C, 5-C y 6-C.

La recolección de las muestras se hizo durante la época en que se presentan las condiciones hidrográficas más favorables a la contaminación ya que los moluscos bivalvos responden rápidamente a un incremento en el número de bacterias o virus en su medio ambiente (U. S. Department of Health, Education, and Welfare, 1965). En el caso de la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón, las condiciones más favorables concurren en la temporada de lluvias, durante la cual se presentan escurrimientos. Además cabía la posibilidad que el Arroyo San Ignacio, seco la mayor parte del año, aportara durante este período caudal de alguna importancia. Los meses correspondientes a estas condiciones estaban representados por febrero y marzo, también este período abarca la estancia de dos especies migratorias (ballenas grises y patos), que podían influir en los resultados bacteriológicos.

Para que el número de muestras tuviera significado estadístico y fuera representativo, se establecieron quince días de muestreo, lo anterior estando en función de que no hubiera cambios adversos en las condiciones hidrográficas o sanitarias (U. S. Department of Health, Education, and Welfare, 1965 y 1973), para hacer un total de 30 muestras para cada estación, quince con marea alta y quince con marea baja, todas superficiales. Para la recolección de las muestras se contaba con una embarcación de 22 pies de eslora para cada zona de trabajo, equipadas con motor fuera de borda de 40 H.P..

Cada serie de estaciones se debía iniciar una hora antes del máximo o mínimo de cada marea, y el promedio calculado de tiempo que debía llevar efectuarlos era de dos horas y media para la Laguna San Ignacio y de dos horas para el Estero El Cardón, e incluía muestreos bacteriológicos, de oxígeno disuelto, salinidad, pH, temperatura y turbidez.

Para las muestras de agua se utilizaron botellas de vidrio de boca ancha con tapón forrado con papel estaño, esterilizadas a 121° C y 15 -- atmósferas de presión durante 15 minutos, según lo establecido en "Recommended procedures for the examination of sea water and shellfish" (1970). Se optó por este tipo de botellas, que aunque más frágiles, eran más fáciles de lavar y evitaban la formación de compuestos bacteriostáticos.

Existen diversos aparatos para la toma de muestras bacteriológicas a diferentes profundidades, como el de ZoBell (1941a), Niskin (1962), Sieburth (1963) y Jannasch y Maddux (1967). En el caso de este trabajo se optó por el método más práctico y que implicaba un grado de seguridad igual a aquel de los muestreadores antes mencionados, de tomar la botella con la mano y efectuar el trabajo con las debidas precauciones. Cada frasco era llenado aproximadamente hasta las dos terceras partes de su capacidad para facilitar su posterior agitación; una vez hecho lo primero, se rotulaban y guardaban en hieleras con hielo molido, teniendo cuidado de evitar el contacto del agua de deshielo con las botellas. Tanto la temperatura como el agua de deshielo son factores importantes que alteran la densidad de bacterias. A temperatura ambiente hay un incremento en su número - (Cox y Claiborne, 1949 y Lonsane et al., 1967) y el agua de deshielo puede contener altos índices de bacterias o de compuestos bacteriostáticos.

Las muestras de oxígeno disuelto se tomaron por medio de un muestreador Winkler, usando botellas BOD. Para salinidad se usaron botellas de borosilicato, para turbidez de plástico y para pH botellas BOD. Las temperaturas se tomaron con termómetros Taylor con escala de -10° a +260° C y a proximación de 1° C.

La serie de muestras recogida en marea alta, era almacenada y refrigerada hasta que se colectaba la serie de marea baja, para de esta manera transportar en un solo viaje ambas series.

La forma más práctica para transportar las muestras considerando las distancias, características del terreno, tiempo y localización del labora

torio, fué combinando el transporte marino con el terrestre, cruzando con todo el material por analizar la Laguna San Ignacio a la altura del campo pesquero La Freidera (ver Fig. 2), para desembarcar en la orilla opuesta donde esperaba un vehículo que efectuaba el traslado final de las muestras al laboratorio localizado en el poblado de Punta Abreojos (ver Fig. 1), distante aproximadamente 40 km. por camino de terracería, lo que representaba de 45 a 60 min. de viaje.

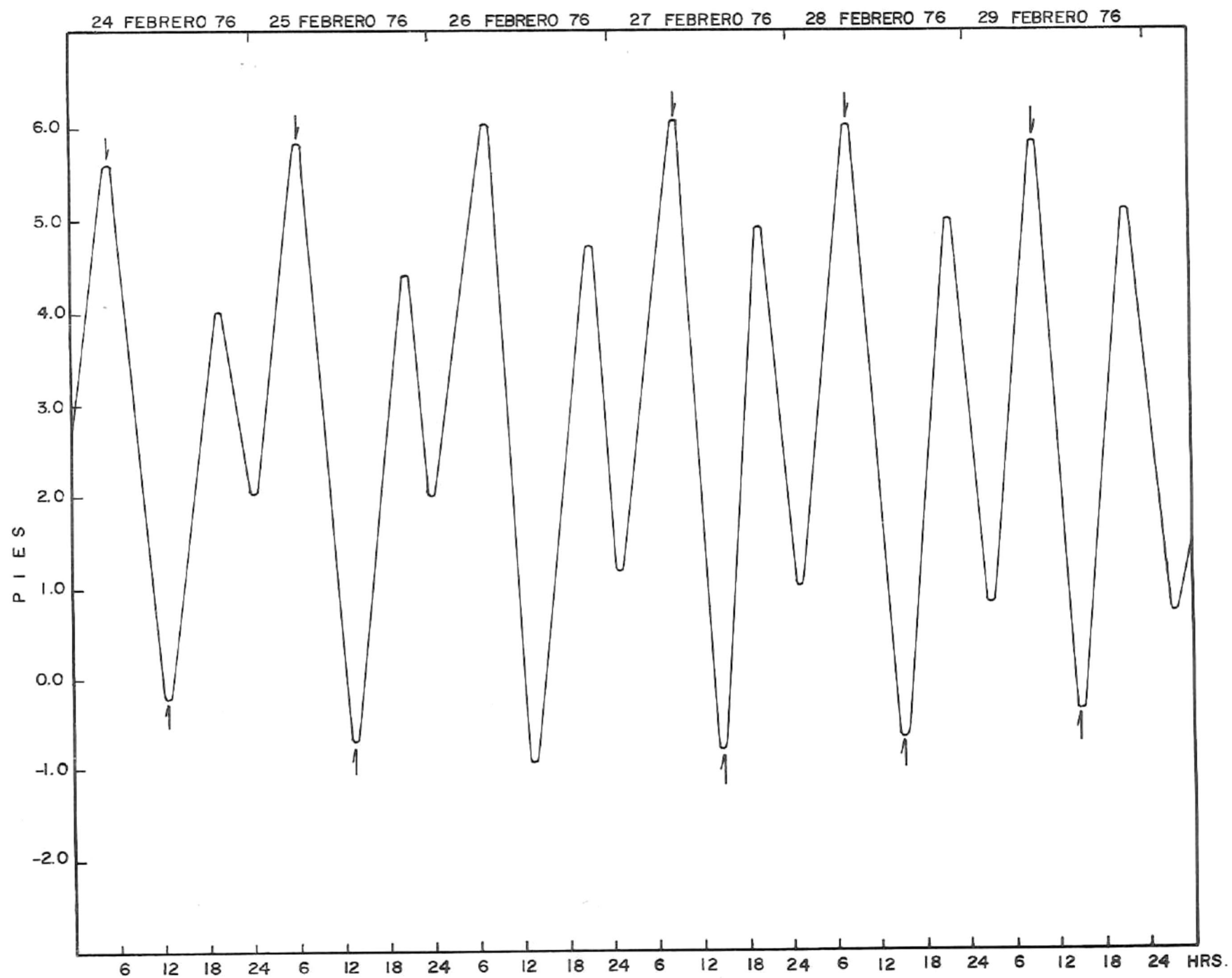
Sin refrigeración de muestras de esta índole, se produce un aumento de bacterias después de una hora de la colección (Cox y Claiborne, 1949 y Lonsane et al., 1967), pero se acepta que el procesamiento de las muestras -- puede demorarse hasta un máximo de 30 horas si se las mantienen debajo de 10° C. En la presente investigación ningún procesado tuvo una demora de más de 15 horas.

La etapa que incluyó la recolección de muestras abarcó un período de 18 días comprendidos del 24 de febrero al 12 de marzo de 1976, con un día no trabajado, debido a condiciones meteorológicas adversas, correspondientes al 26 de febrero, haciendo un total de 17 días y 34 muestras para cada estación, excepto para la 7-L.S.I., que sumó 32, ya que dos de ellas fueron recibidas en malas condiciones. Las figuras 3, 4 y 5 muestran las mareas seleccionadas para la recolección de las muestras.

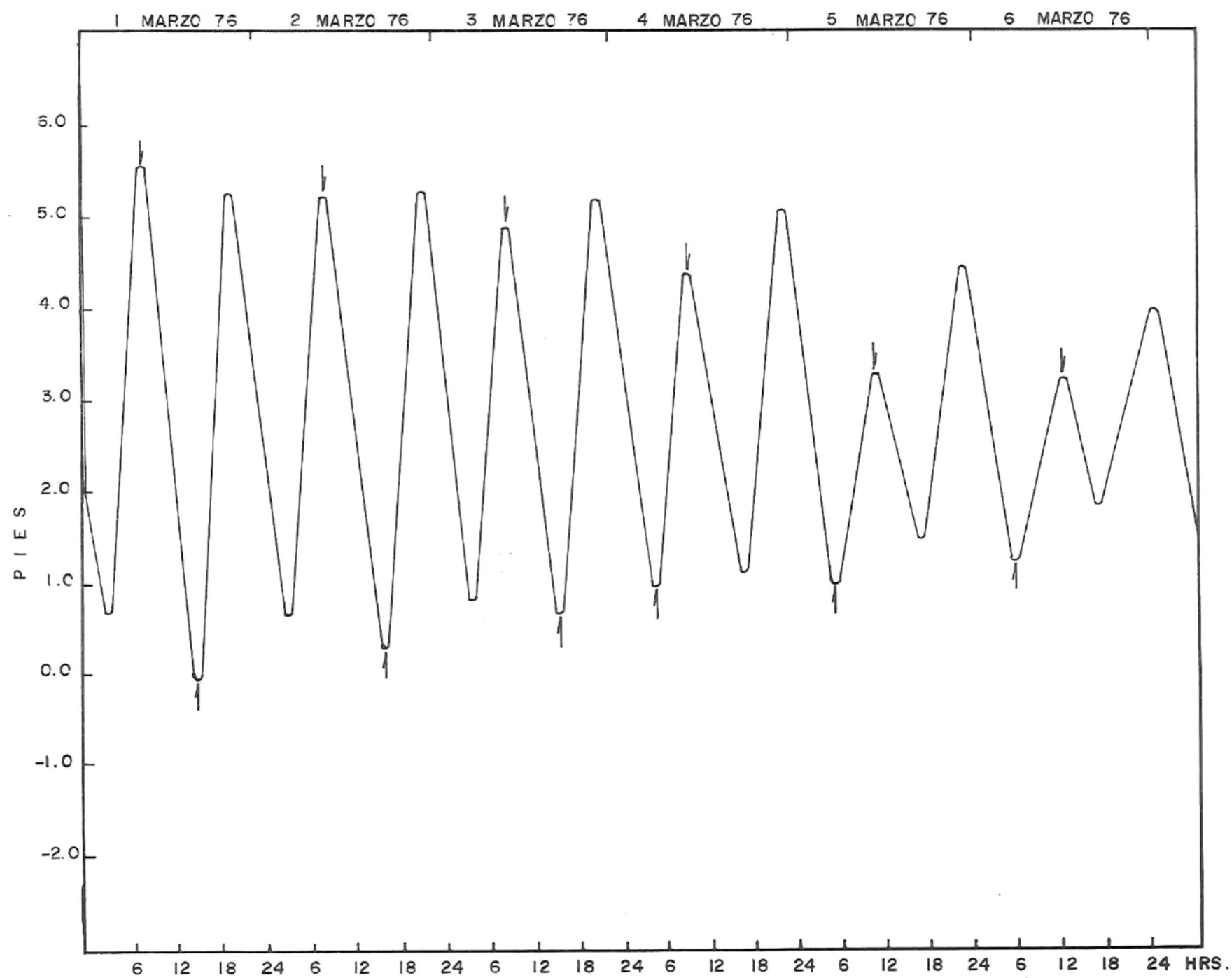
Trabajo de laboratorio

El análisis bacteriológico se realizó por el método de fermentación de tubos múltiples-NMP tal como está descrito en "Recommended procedures for the examination of sea water and shellfish" (1970), que básicamente consiste en la determinación del número de bacterias por cada 100 ml. de agua, estableciendo su número más probable (NMP). Las bases de este sistema se pueden encontrar en Hoskins (1947) y una discusión de los NMP "más probables" en Woodward (1957).

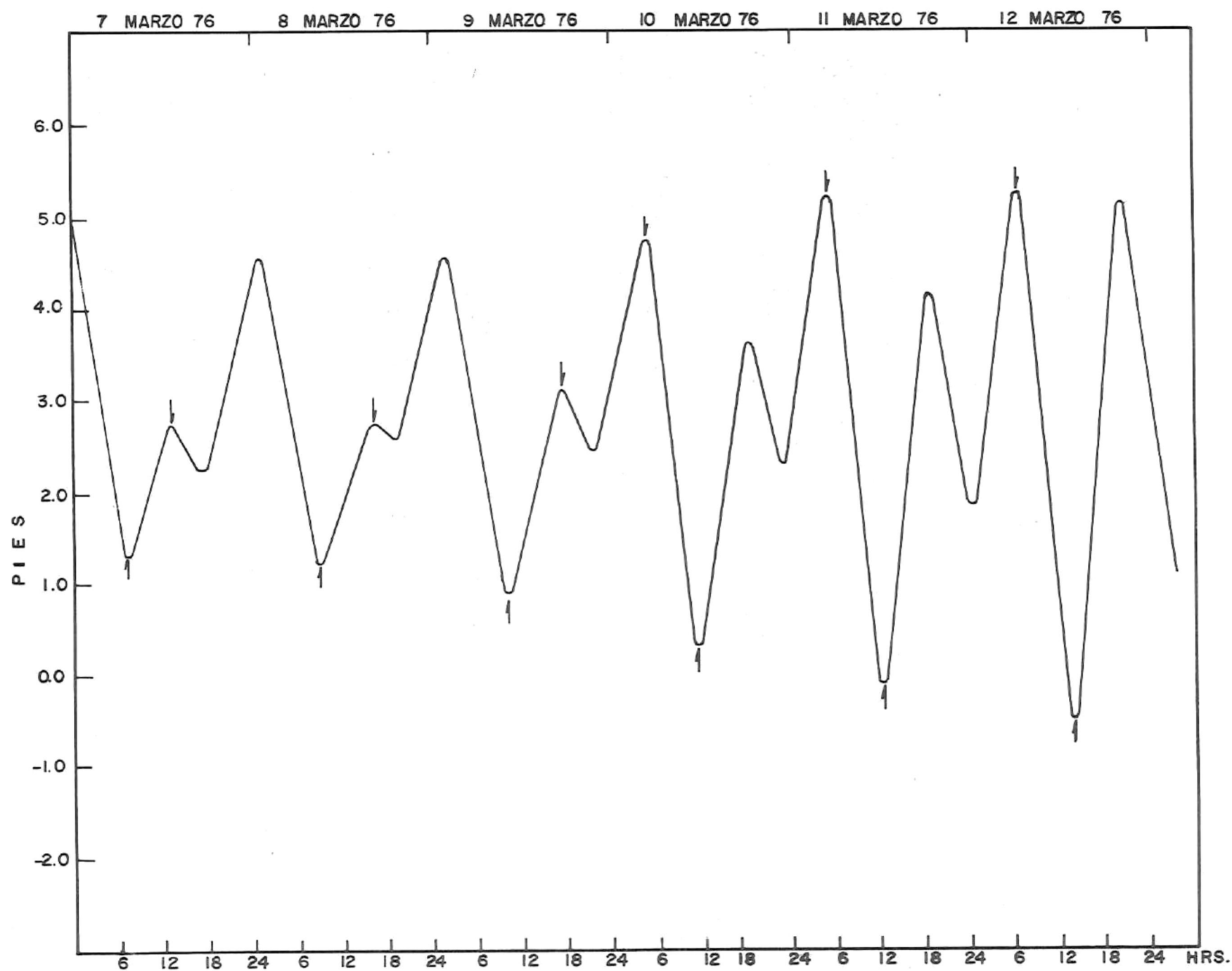
AL 25 DE FEBRERO DE 1976. LAS FLECHAS INDICAN LA MANERA EN
QUE SE MUESTREO.



QUE SE MUESTREO .



CALENDARIO DE MAREAS PARA EL PERIODO COMPRENDIDO DEL 7
AL 12 DE MARZO DE 1976. LAS FLECHAS INDICAN LA MAREA EN
QUE SE MUESTREO.



Selección del método para la estimación de coliformes

Existen diversos métodos para la estimación de la calidad bacteriológica del agua de mar y moluscos bivalvos. El método de filtro de membrana representa uno de ellos. La primera aplicación de membranas de colodión en análisis biológicos fué hecha en 1885, en 1891 se reportó el desarrollo de filtros de membrana impermeables a bacterias, pero permeables a sus toxinas. A principios de 1900 se realizó un estudio sistemático de las propiedades fisicoquímicas de diversas variedades de estas membranas. De 1916 a 1918 se desarrollaron métodos de producción que eran aplicables a escala comercial. Aproximadamente en 1930, en Inglaterra y Francia se elaboraron sistemas para hacer membranas de colodión con tamaño de poro controlado. Antes de la segunda guerra mundial Alemania y Rusia eran los países más interesados en desarrollar esta técnica. En 1947 Estados Unidos logra establecer sistemas para fabricar filtros a través de materiales domésticos. En nuestro país, la introducción de este tipo de análisis es relativamente reciente y tal vez se remonte a unos cinco años.

El método consiste en pasar la muestra a través de un filtro de membrana, poner este filtro en un recipiente de cultivo (sobre agar o almohadillas de papel impregnadas con medio de cultivo) e incubarlo bajo condiciones predeterminadas de tiempo, temperatura y humedad. Tiene ciertas ventajas sobre el método de tubos múltiples, ya que los resultados son obtenidos en 24 h., pueden ser analizados volúmenes más grandes de agua -- siendo por lo tanto más representativo, los resultados numéricos tienen más precisión y el equipo y abastecimiento no son voluminosos. Sin embargo tiene ciertas limitaciones que lo incapacitan para ser usado con agua de mar y otros tipos de agua, ya que muestras con alto contenido de bacterias no coliformes dificultan las lecturas y pueden impedir el crecimiento de bacterias coliformes; muestras con bajos conteos de coliformes y re

lativamente altas cantidades de sólidos suspendidos dan resultados falsos; muestras con 1.0 mg./lt. de cobre o zinc o ambos, muestran resultados irregulares; y finalmente algunos cultivos de bacterias crecen como colonias típicas sin serlo.

Oppenheimer (1952) realizó estudios con bacterias marinas y encontró en el filtro de membrana una herramienta excelente para la microbiología marina, aunque su trabajo se basó en conteos totales de bacterias que no distinguen entre células muertas y vivas por lo que es posible que exista cierto grado de error en los resultados. Posteriormente Jannasch (1958) - en otro estudio similar concluyó que el método falla para dar conteos totales, debido principalmente a la presencia de formas que son difíciles de distinguir microscópicamente sobre la superficie de membrana. A pesar de lo anterior Jannasch y Jones (1959) obtuvieron resultados más altos usando técnicas de filtro de membrana que con tubos múltiples. Lo anterior solo puede explicarse si se toma en cuenta que con los filtros fueron usados volúmenes de agua mayores y que los conteos directos efectuados con microscopio no distinguían entre células muertas y vivas. En un trabajo más reciente los resultados indicaron que las células son alteradas durante el proceso de filtrado y son perdidas un número significativo e inconsistente de células, por lo que los datos sobre bacterias marinas concentradas de esta manera deben ser interpretados con precaución (Griffiths - et al., 1973).

El método de membrana ha probado su valor como un procedimiento directo, reproducible y rápido, pero que adolece en su aplicación a bacterias de origen marino, de los defectos mostrados a través de los trabajos antes mencionados. También se ha encontrado útil para el establecimiento de densidades, en agua de mar y dulce, de organismos de origen terrestre como son las bacterias coliformes. Tennant y Reid (1961) sugieren la existencia de bacterias aberrantes que tienen marcada influencia sobre las

densidades de coliformes encontradas con filtro de membrana y hasta que no se sepa más acerca del significado sanitario de estas bacterias los resultados a través del uso de membrana deberán analizarse con precaución. Windle y Burman (1964) en un cálculo de los costos de operación de este método, establecieron que resulta más económico.

Henderson (1959) encontró que era más precisa la técnica de filtro de membrana que la de tubos múltiples, un dato que debe tomarse con reserva ya que el estudio desarrollado en su trabajo de la incidencia de organismos no coliformes no fué muy amplio. En un trabajo similar posterior, Presnell (1974) demostró que el método de filtro de membrana no fué lo suficientemente selectivo para permitir su uso sin confirmación. Existe una modificación para la técnica con filtro de membrana para el caso en que el análisis de las muestras sea retrasado (Brezenski y Winter, 1969) y aunque los resultados son similares a los de la prueba inmediata, tienden a contener un alto número de colonias no coliformes.

Para coliformes fecales la utilización del filtro de membrana está todavía menos recomendado que para coliformes totales. Stevens et al. (1974) reportaron que solamente el 10% de los enumerados por la técnica de tubos múltiples fueron recuperados por el proceso corriente de membrana; Presnell (1974) menciona una cantidad menor del 50% y Hufham (1974) comenta que hay una gran discrepancia entre el número de células de E. coli presentes y el número que puede ser detectado por el sistema de filtro de membrana. Las causas de las bajas recuperaciones pudieran deberse a la exposición inmediata de los coliformes fecales a la temperatura selectiva elevada de 44.5° C o a la marca de filtros usados, como en el caso del trabajo de Presswood y Brown (1973) que obtuvieron índices de recuperación 2.3 veces más altos con filtros Gelman que con Millipore, aunque todavía no es posible determinar los verdaderos factores; para compensar el primero Stevens et al. (1974) desarrollaron un método al que llamaron proceso

LES de dos pasos, dos días, en el cual los cultivos sobre los filtros se van aclimatando a través de dos temperaturas y dos medios diferentes, sin embargo, los porcentajes de recuperación apenas alcanzan un 90% de los obtenidos con tubos múltiples.

Existe otro método que es el denominado agar en placa, el cual básicamente consiste en la inoculación de la muestra en un medio nutritivo de agar colocado en un disco o plato de cultivo que se incuba en un tiempo, temperatura y humedad determinados. En bacteriología marina Carlucci y -- Pramer (1957) realizaron una evaluación de siete medios distintos para la determinación de números totales de bacterias y Jannasch y Jones (1959) - encontraron porcentajes de recuperación más bajos que los obtenidos con otros seis métodos. Algunos investigadores han utilizado el método de agar en placa, con agar Endo o agar de Azul de Metileno de Levin, para completar el análisis de fermentación de tubos múltiples.

El uso de agar en placa para enumeración directa de coliformes totales, incluye algunas variaciones como el conteo "estandar" de placa, utilizado principalmente como un indicador de sanidad general y de condiciones adversas durante el procesado, almacenamiento y transporte de moluscos bivalvos, ya que tiene la ventaja que los resultados pueden ser obtenidos en un lapso de 24 a 48 h.. Mara (1973) encontró superior el método de agar en placa al de filtro de membrana y NMP por ser exacto y económico, tanto en términos de tiempo como de dinero, aunque su trabajo se circunscribió a desechos y aguas de ríos contaminados. Agnese y Lamedica (1960) desarrollaron en Italia un medio nuevo para la detección de bacterias coliformes, sin embargo, este método es específico para carne de moluscos bivalvos, en especial para mejillones. Para coliformes fecales McCall (1974) perfeccionó un análisis para carne de moluscos bivalvos, con agar, al cual denominó conteo de placa a temperatura elevada (ETCP), con una correlación razonablemente buena con la técnica de cinco tubos del proceso EC

por NMP, por lo que es recomendado para uso en plantas que manejan moluscos.

Existen métodos más refinados que los antes mencionados, como la técnica cromatográfica perfeccionada por Dougan y Tan (1973). El método no es simple ni barato, por lo que no se recomienda para uso general como técnica de laboratorio.

Levin et al. (1961) y Scott et al. (1964) utilizaron C^{14} para determinar rápidamente la densidad de organismos coliformes, acortando a varias horas el proceso, mediante una combinación de la técnica de filtro de membrana y medición radiactiva de $C^{14}O_2$, el cual se precipita con Hidróxido de Bario en forma de Carbonato de Bario, al que se le mide la radioactividad. El tiempo total de cultivo es de 4 h. y pueden detectarse fácilmente 12 células en este tiempo por cada 0.1 ml. La especificidad del análisis todavía no ha sido establecida y se sabe que cuando menos Pseudomonas sp., Alcaligenes sp. y el filtro de membrana interfieren algo. De cualquier manera, este método al igual que el anterior, es poco práctico para mediciones rutinarias, debido a sus altos costos y falta de perfeccionamiento.

El método de fermentación por tubos múltiples-NMP se remonta a 1904, en que se propuso una prueba para organismos indicadores de bacterias, para la cual se recomendaba glucosa como fuente de energía y una temperatura de incubación de 46° C, que posteriormente llegó a ser la prueba para coliformes fecales. En 1915 se introdujo el concepto del número más probable (NMP) para estimar densidades de bacterias a partir de los resultados de las pruebas de dilución. Inicialmente el interés primario en cuanto a normas en aguas productoras de moluscos bivalvos, estaba orientado hacia la carne de los moluscos, más que a las aguas de crecimiento. Fue aproximadamente en 1925 cuando el interés se enfocó a estas últimas. En un principio, aproximadamente por el mismo año, se tomó como organismo indicador

a Bacillus coli (antiguamente referido al grupo "coli-aerogenes" y ahora conocido como grupo coliforme de bacterias). En 1936 se decidió adoptar como índice de contaminación a E. coli en lugar del grupo coli-aerogenes, se incluyó el análisis de aguas así como de moluscos bivalvos y los resultados se comenzaron a expresar como NMP, ya que antes se daba de acuerdo a una tabla de puntos de la cual se puede ver una muestra en Environmental Protection Agency (1974). Por 1946 se adoptó el límite que rige actualmente en Estados Unidos de 70 coliformes totales/100 ml. y en México fué hasta el primero de julio de 1975, en las modificaciones y adiciones a los artículos 24 y 70 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, en que por ley quedó fijado como límite el mismo número de coliformes totales para aguas estuarinas y costeras productoras de moluscos bivalvos (México, 1975).

Para establecer el NMP a través del sistema de tubos múltiples, es necesario inocular la muestra de agua y diluciones de la misma en tubos con caldos de cultivo adecuados para el crecimiento de las bacterias usadas como indicadoras de la contaminación, con un período de incubación y una temperatura adecuadas. Usando métodos probabilísticos es posible estimar el número de bacterias observando el resultado producido por cualquier combinación de tubos positivos y negativos en tubos de dilución. Esto es lo que se conoce como número más probable (NMP) y su validez se basa principalmente en dos suposiciones. La primera es que los organismos están distribuidos al azar a través de toda la muestra y la segunda es -- que en cada muestra del líquido cuando se incuba en el medio de cultivo, -- se tiene la certeza de que exhibirá crecimiento siempre que la muestra -- contenga uno o más organismos. Basados en las suposiciones anteriores, se puede derivar una ecuación para la probabilidad de la combinación observada de tubos positivos y negativos, como una función de la densidad verdadera. Al resolver esta ecuación para diferentes valores se obtiene una --

curva que siempre tiene un solo máximo, este valor es el llamado número - más probable. Se dice que este NMP es "más probable" en el sentido de que es el número que maximiza la probabilidad de los resultados observados. - Este valor provee una estimación significativa de la densidad verdadera únicamente si hay tubos positivos y negativos cuando menos en una dilu- -- ción. Si todos los tubos son negativos, el máximo de la curva de probabilidad se presenta cuando la densidad es cero y así el NMP es cero. Si todos los tubos son positivos el máximo se presenta cuando la densidad verdadera es infinito y el NMP por consiguiente es infinito. Como se podrá - ver, este método adolece de cierta falta de precisión, una medida de la - cual está dada por los límites de confianza sobre la estimación que puede ser establecida sobre la base de la distribución normal de los logaritmos de los valores de NMP. La precisión del método puede ser aumentada incrementando el número de tubos por dilución, aunque de esta manera se aumenta el costo y trabajo de laboratorio, por lo que el uso de cinco tubos es el más recomendado, pues es con este número que las estimaciones de NMP - son aproximadamente normales logarítmicamente, aunque McCall (1974) le asigna una tendencia positiva del 18%, con límites de confianza que van de 0.3 a 3.0 veces de la verdadera densidad. Ya que la estimación del NMP es tendenciosa, estos límites de confianza no son simétricos en relación a - su estimación. En el caso de la prueba con cinco tubos, el intervalo de - confianza del 95% va de 31% a 289%. Esto es, si se plantea que la densi- - dad real de bacterias de una muestra examinada por la prueba, usando cinco tubos y tres diluciones, está entre el 31% y el 289% del NMP (es decir el resultado del análisis), se estará en lo cierto aproximadamente el 95% de las veces (Woodward, 1957). A pesar de lo anterior, hasta la fecha, no se ha sabido de un solo caso, por lo menos en Estados Unidos, de enfermedad infecciosa producida por ingestión de moluscos bivalvos, extraídos de una zona con densidad de organismos coliformes debajo de la establecida y

determinada por este método.

La determinación de coliformes totales y fecales por el método de tu bos múltiples comprende: el análisis presuntivo, que es común a ambos ti pos de bacterias, en medio Lactosa a 35.5° C durante 48 h.; el análisis - confirmativo para coliformes totales, en medio Bilis Verde Brillante - - (BVB), con la misma temperatura y tiempo de incubación; y el análisis con firmativo para coliformes fecales en medio EC a 44.5° C por 24 h..

Existen variaciones de este método que pueden ser aplicadas, usándo las con precaución, ya que la mayor parte se encuentran en período de es tudio y los resultados aunque aparentemente adecuados, necesitan de eva luaciones más severas. Entre las modificaciones al análisis de fermenta- ción por tubos múltiples-NMP, está la sugerida por Godbole y Wagle (1967) que contempla la posibilidad de suprimir la prueba presuntiva, usando pa ra inoculación primaria medio de cultivo BVB. También se ha considerado - sustituir los medios de cultivo y modificaciones de este tipo abundan en la literatura especializada, así, se han hecho pruebas con caldo Teepol,- MacConkey y medio de Acido Glutámico y de Lactosa Peptona puro (Anony- - mous, 1968; Hansen y Soogard, 1969 y Grunnet y Bonde, 1971), la mayor par te de las veces en agua dulce y con resultados algunas veces contradicto- rios. Gray (1964) y Jebb (1969) mencionan que el medio mejorado de Forma- to Lactosa Glutamato es superior al caldo MacConkey y a otros medios con peptona incorporada. En estos estudios, de nuevo, únicamente se analiza- ron muestras de agua dulce, quedando pendientes los resultados con aguas salobres y marinas. The Public Health Laboratory Service Standing Commi- ttee on the Bacteriological Examination of Water Supplies (1968) recomien- da, a través de un estudio en el que participaron nueve laboratorios, el uso de Lactosa Rincinoleato al 1% a 37° C y 44° C como una alternativa al caldo BVB para la confirmación de organismos coliformes.

En el caso de los análisis para determinación de coliformes fecales

por medio del NMP existen diversos trabajos que intentan modificar la metodología del proceso. Tennant et al. (1961) concluyen que la prueba con medio EC provee de un método simple y razonablemente eficiente para la estimación de densidades de E. coli en agua de mar y moluscos bivalvos, pero que la precisión del método varía ampliamente de área a área, por lo cual sugieren la utilización de otras pruebas, no mencionadas, para la determinación de coliformes fecales. Geldreich et al. (1958) sugirieron la posibilidad de usar medio EC con una temperatura de incubación de $45^{\circ} \pm 0.3^{\circ} \text{ C}$, aceptándose finalmente una muy cercana a ésta de $44.5^{\circ} \pm 0.2^{\circ} \text{ C}$ que es la que actualmente rige. También se ha sugerido el uso de Lactosa a 44° C (Tennant y Reid, 1961) para la determinación de coliformes fecales, aunque se admite que esta prueba es menos específica para E. coli tipo II, que es otro biotipo considerado "fecal" y además que algunos cultivos de bacterias como Enterobacter sp. y Citrobacter sp., considerados "no fecales", son un obstáculo para la exactitud de la prueba, debido a las interferencias que provocan al dar resultados falso-positivos. Delaney (1971) desarrolló un método rápido específico para este biotipo al cual denominó "método rápido LES NMP", que es eficaz en depósitos bentónicos y aguas turbias, muestra una correlación aceptable con el método de tubos múltiples con medio EC y que requiere de un solo día para obtener resultados, aunque, como se puede apreciar, el principal defecto de este método es su especificidad para muestras con alto índice de turbidez.

Presnell (1971a) y Andrews y Presnell (1972) mencionan dos medios usados para la recuperación de E. coli que pueden ser aplicables para análisis de moluscos bivalvos y sus aguas, el denominado de Lauril Sulfato Triptosa (LST) y el designado como A-1, aunque los autores reconocen que ambos medios requieren más investigación antes de sugerir su implantación como sustituto del método corriente EC-NMP.

Redman (1974) propuso otra variante del método de tubos múltiples pa

ra análisis de coliformes fecales, el cual consiste en preparar medio presuntivo de una sola concentración al cual se agregan porciones de muestra de 1.0 ml. en cada uno de un total de 12 tubos de fermentación y Springer (1974) en un análisis estadístico de este sistema lo recomienda únicamente para estudios sanitarios rutinarios.

En bacteriología marina Jannasch y Jones (1959) en un análisis comparativo de siete diferentes métodos de enumeración, incluyeron el método de tubos múltiples usando un medio denominado 2216E con el cual obtuvieron resultados aceptables en la recuperación de bacterias marinas.

Hasta aquí llega, para los propósitos de este trabajo, la enumeración y evaluación de los métodos existentes para la determinación de organismos coliformes totales y fecales. Se puede apreciar que el método de tubos múltiples-NMP, a pesar de sus desventajas, parece ser aún el más exacto y económico, al compararlo con los demás, factores importantes cuando está en juego la salud. Además este método se ha utilizado en estudios abarcando números masivos de cultivos, aplicados en una amplia variedad de medios ambientes y de fuentes biológicas en todas las estaciones - del año, mucho más allá que cualquier otro método reportado.

Para este trabajo se escogió el método de fermentación en tubos múltiples-NMP.

El método de tubos múltiples

La determinación de coliformes totales comprendió dos partes: el análisis presuntivo y el confirmativo. Para el primer caso se utilizó Lactosa como medio de cultivo y para el segundo Bilis Verde Brillante (BVB).

En el análisis presuntivo, las muestras eran agitadas vigorosamente durante aproximadamente 8 segundos para homogenizarlas, y enseguida se -- procedía a su inoculación en el medio de cultivo. Se utilizaron cuatro - diluciones, de 10.0 ml., 1.0 ml., 0.1 ml. y 0.01 ml. ya que no se deseaba determinar concentraciones menores de 1.8 bacterias/100 ml.; en caso con

trario se hubieran utilizado menos diluciones. Tampoco se esperaba encontrar niveles altos de contaminación en vista de que la densidad de población de la zona no es muy grande, no se presentan escurrimientos de importancia durante la lluvia y los desechos fecales y basura son eliminados de una forma que reduce las posibilidades de contaminación; si se hubiera esperado más contaminación se habrían hecho más diluciones.

En lo que se refiere a la manera de realizarlas, la de 10.0 ml. y la de 1.0 ml. se obtenían vertiendo directamente en los tubos con caldo de cultivo 10.0 y 1.0 ml. respectivamente de agua de la muestra. La de 0.1 ml. se hacía diluyendo 10.0 ml. de agua de la muestra en 90.0 ml. de agua de dilución esterilizada, y la de 0.01 ml. mezclando 10.0 ml. de la dilución 0.1 ml. en 90.0 ml. de agua de dilución, se agitaban ambas vigorosamente y se inoculaba 1.0 ml. de cada dilución en los tubos con medio de cultivo correspondiente.

Para preparar el agua de dilución se utilizaba agua destilada a la cual se agregaba una solución amortiguadora de fosfato. Posteriormente se vertía en botellas, llamadas de dilución, aproximadamente 92 ml. de esta agua y se esterilizaba en autoclave a 121° C durante 15 minutos a 15 atmósferas de presión. Bajo estas condiciones se espera una evaporación del 2% por lo que el volumen final contenido en las botellas de dilución era de 90 ml. (Recommended procedures for the examination of sea water and shellfish, 1970).

Se utilizaron dos concentraciones diferentes de caldo Lactosado, una sencilla y otra de concentración doble, llamada "doble concentrado", usada para compensar el exceso de líquido aportado por la dilución de 10.0 ml. que ocasiona que se diluya el medio de cultivo, de esta manera la concentración después de vertida la muestra es aproximadamente la misma para todas las diluciones.

Para el caldo Lactosado doble concentrado se usaron tubos de ensayo

de 20 mm. x 150 mm. para distinguirlos de los de 18 mm. x 150 mm. que contenían medios de concentración sencilla. El pH final del medio de cultivo, antes de esterilizarlo, se ajustaba a 6.9 con Hidróxido de Sodio 1.0 N y Acido Sulfúrico 1.0 N.

El siguiente paso, después de la inoculación de las muestras, fué dejarlas en incubación a $35^{\circ} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$ durante $48 \pm 3 \text{ h.}$, haciendo la primera lectura a las $24 \pm 2 \text{ h.}$ y anotando el número de tubos positivos para cada dilución. Se entendía que la lectura era positiva si se demostraba la presencia de bacterias por medio de la producción de gas, que además de mostrar burbujas características, quedaba atrapado en un tubo Durham, colocado previamente en el interior del tubo, en forma invertida, para este fin. Si no se daba la condición anterior, la lectura se anotaba negativa.

La segunda parte en la determinación de coliformes totales, es decir, el análisis confirmativo, comprendió la inoculación de los tubos positivos en medio de cultivo BVB de pH 7.2 antes de la esterilización, por medio de un asa de platino, con una temperatura de incubación de $35^{\circ} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$, efectuando lecturas a las $24 \pm 2 \text{ h.}$ y a las $48 \pm 3 \text{ h.}$. Las lecturas positivas y negativas se consideraban de la misma forma que en el análisis anterior. Dado que no se trabajó en base a la inoculación de volúmenes de agua para esta prueba, la concentración del medio de los tubos fué la misma para todas las muestras.

La determinación de coliformes fecales se efectuó simultáneamente con el análisis confirmativo de coliformes totales. Los tubos positivos del análisis presuntivo se inoculaban en medio EC, con un pH de 6.9 antes de la esterilización. También aquí se utilizó un asa de platino, pero el período de incubación fué de $24 \pm 2 \text{ h.}$ en baño maría a $44.5^{\circ} \pm 0.2^{\circ} \text{C}$. La presencia de coliformes se demostraba por la formación de gas.

Toda la cristalería se lavó cuidadosamente con detergente y se le

dió varios enjuagues con agua potable, para evitar la acumulación de residuos de jabón que hicieran variar el pH del caldo de cultivo, además de evitar sus efectos bactericidas, lo que a su vez afectaría el crecimiento de las bacterias. Para finalizar se realizaba otra serie de enjuagues con agua destilada para anular la posibilidad de acumulación de compuestos bacteriostáticos contenidos en el agua potable. Esta última provenía en ocasiones de una desaladora instalada en el poblado de Punta Abreojos y el resto de las veces era acarreada en camiones-pipa de un pozo cercano a la zona.

El análisis presuntivo y confirmativo para coliformes totales y la prueba del medio EC para coliformes fecales constituyeron la parte correspondiente a las pruebas de laboratorio para la determinación del grado de contaminación fecal de la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón. Los resultados en base al número de tubos positivos para cada dilución de los análisis confirmativo y de medio EC, sirvieron de base para el cálculo del NMP para coliformes totales y fecales respectivamente.

Análisis fisicoquímicos y datos climatológicos

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos realizados, la determinación de oxígeno disuelto se realizó por el método Winkler, según como está descrito por Strickland y Parsons (1972), la salinidad con un refractómetro AO Goldberg con aproximación de 0.5 partes por mil, el pH con un potenciómetro Metrohm Herisau E488, la temperatura con termómetros Taylor - de escala -10° a $+260^{\circ}$ C y la turbidez con un turbidímetro Jackson.

Informes climatológicos, incluyendo datos diarios de temperatura, precipitación, viento y visibilidad se obtuvieron de las casetas meteorológicas de Punta Abreojos, San José de Gracia, Patrocinio y San Juan (ver Fig. 1). Los datos sobre corrientes provinieron de un estudio realizado posteriormente (5 y 6 de abril de 1976), efectuado por medio de crucetas

de deriva y correntómetros Ekman, que llevó a cabo el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

R E S U L T A D O S

Reconocimiento sanitario

A lo largo de los márgenes de la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón se encuentran diversos campos pesqueros, todos pequeños en tamaño y número de habitantes. En la zona de la laguna existen dos, La Laguna con 13 habitantes y La Freidera con 11; en El Cardón se localiza el Campo Valencia y el de la Cooperativa "19 de Septiembre" (El Cardón) con 3 y 10 habitantes respectivamente. Aparte de estos campos, no existe ningún poblado de importancia y el más cercano, San Ignacio, se localiza a 48 km. al oriente de esta zona, con una población de 1,000 habitantes, dedicados principalmente a la agricultura.

Todos los desechos fecales son depositados en letrinas, localizadas a buena distancia de la orilla (aproximadamente 40 m.) y la basura es quemada, sin embargo el manejo de los productos marinos se hace sin ninguna precaución sanitaria y por lo general los desperdicios son dejados en la playa. El agua es escasa y de mala calidad, con muchos sólidos en suspensión y sabor y apariencia desagradable; su abastecimiento se realiza -- transportándola de pozos cercanos a la zona, aunque existe una desaladora de destilación solar en el campo de cultivo de la Cooperativa "19 de Septiembre".

Las casas son de madera con piso de cemento o tierra y no cuentan con electricidad, así es que toda la energía utilizada es a base de gas y gasolina, por lo que es posible encontrar aparatos de uso doméstico como refrigeradores y estufas. La población económicamente activa alcanza el 96% y de ésta el 40% se dedica exclusivamente a la pesca temporal de caguama y especies de escama, para lo cual los campos pesqueros de La Laguna y La Freidera cuentan con 10 embarcaciones de 5 m. de eslora con motor fuera de borda de 40 H.P. y redes diversas. Los ingresos económicos varían, con un promedio de \$ 5,102.00 M.N. mensuales per cápita, carecen de

servicios médicos y en general el grado máximo de escolaridad apenas al canza la primaria.

No se observaron escurrimientos de importancia y el Arroyo San Ignacio permaneció seco a lo largo de la temporada de lluvias.

Análisis bacteriológicos

Se acepta que una masa de agua tiene buena calidad bacteriológica - si la mediana de una serie significativa de análisis para coliformes total es no excede de 70 bacterias/100 ml., con un 10% no mayor de 230 bacte rias/100 ml. o, en el caso de coliformes fecales, que la mediana no excede de 14 bacterias/100 ml. con un 10% no mayor de 43 bacterias/100 ml..

Los resultados de los análisis bacteriológicos para coliformes total es y fecales se presentan en las Tablas 3 y 4 respectivamente. En el pri mer caso los resultados, en general, son bastante bajos, con una mediana de número más probable (NMP) menor de 1.8 bacterias/100 ml., para marea - alta y marea baja. Sin embargo se pueden encontrar valores bastante eleva dos en las estaciones 3-L.S.I. (marea baja, 24/feb.), 3-C (marea alta, -- 24/feb.), 5-C (marea baja, 24/feb.) y 6-C (marea baja, 5/mar.) que sobre pasan el límite de 70 bacterias/100 ml., pero que no exceden de 230 bacte rias/100 ml., excepto en la estación 5-C donde se encontraron 540 bacte rias/100 ml. en la marea baja del 24 de febrero. Pero esta observación de una concentración en exceso de 230 bacterias/100 ml. representa solamente 5.9% de los valores obtenidos en la estación 5-C en bajamar.

Para coliformes fecales (Tabla 4) los resultados fueron aún más ba jos, con un valor máximo de 33 bacterias/100 ml. en la estación 2-C del - 12 de marzo, con marea alta, que aunque rebasó el límite de 14 bacterias/ 100 ml., no excedió de 43 bacterias/100 ml.; de esta forma el porcentaje de muestras que sobrepasaron este último número fué cero para todas las - estaciones y la mediana del NMP fué siempre menor de 1.8 bacterias/100 --

ESTACION	A		B		A		B		A		B		A		B		A		B		A		B		A		B	
1-L.S.I.	2.0	1.8	4.5	1.8	1.8	1.8	1.8	7.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	4.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
2-L.S.I.	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
3-L.S.I.	1.8	170	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
4-L.S.I.	6.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	4.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
5-L.S.I.	4.5	1.8	40	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
6-L.S.I.	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	7.8	130	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
7-L.S.I.	7.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	9.3	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
8-L.S.I.	17	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	4.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	79	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
1-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	12	1.8	4.5	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8		
2-C	9.3	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	13	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	6.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
3-C	130	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8		
4-C	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	4.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
5-C	1.8	540	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8		
6-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	33	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	1.8	1.8	210	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	2.0		

ESTACION	8/MAR.	9/MAR.	10/MAR.	11/MAR.	12/MAR.	MEDIANA	% MAYOR DE 230	MEDIANA	% MAYOR DE 230	MEDIANA TOTAL
	A	B	A	B	A	B	(M.A.)	(M.B.)	(M.B.)	
1-L.S.I.	1.8	2.0	1.8	1.8	2.0	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8
2-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	7.8	1.8	1.8	1.8	1.8
3-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
4-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
5-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
6-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
7-L.S.I.	1.8	1.8	+	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
8-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
1-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
2-C	2.0	7.8	1.8	1.8	1.8	1.8	33	1.8	1.8	1.8
3-C	1.8	4.5	1.8	1.8	1.8	1.8	17	1.8	1.8	1.8
4-C	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
5-C	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	5.9	1.8
6-C	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8

Tabla 3

Resultados bacteriológicos de coliformes totales para la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S. con marea alta (A) y baja (B), por estaciones, en el período comprendido del 24 de febrero al 12 de marzo de 1976. Se incluyen las medianas del número más probable y porcentajes que exceden de 230 bacterias/100 ml. para marea alta (M.A.) y baja (M.B.) así como la mediana total.

Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

+ no se recibió muestra

ESTACION	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1-L.S.I.	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
2-L.S.I.	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
3-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8
4-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	4.5
5-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
6-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
7-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
8-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
1-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
2-C	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
3-C	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0
4-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
5-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
6-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0

ESTACION	8/MAR.		9/MAR.		10/MAR.		11/MAR.		12/MAR.		MEDIANA	% MAYOR DE 230	MEDIANA	% MAYOR DE 230	MEDIANA TOTAL	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	(M.A.)	(M.A.)	(M.B.)	(M.B.)		
1-L.S.I.	1.8	2.0	2.0	1.8	2.0	1.8	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
2-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	7.8	1.8	1.8	7.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
3-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
4-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
5-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
6-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
7-L.S.I.	1.8	1.8	+	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
8-L.S.I.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
1-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
2-C	2.0	7.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	33	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
3-C	1.8	4.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	17	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
4-C	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
5-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	
6-C	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	1.8	0	1.8	

Tabla 4

Resultados bacteriológicos de coliformes fecales para la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S. con marea alta (A) y baja (B), por estaciones, en el período comprendido del 24 de febrero al 12 de marzo de 1976. Se incluyen las medianas del número más probable y porcentajes que exceden de 43 bacterias/100 ml. para marea alta (M.A.) y baja (M.B.) así como la mediana total.

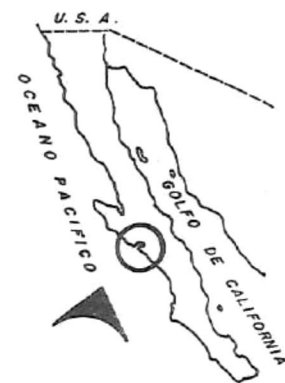
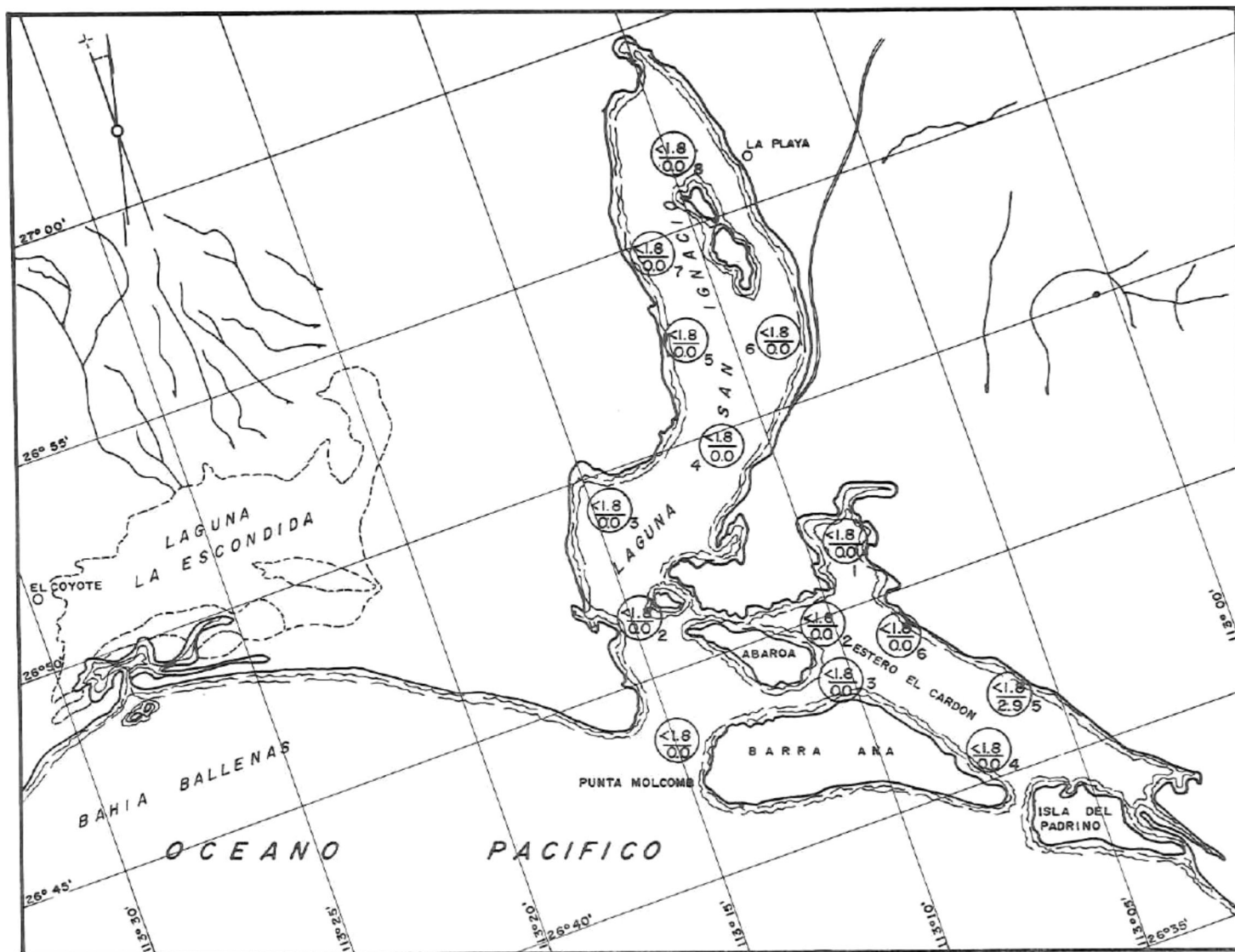
Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

+ no se recibió muestra

ml.. En las Figuras 6 y 7 se puede apreciar la localización de los puntos de muestreo con los resultados bacteriológicos de coliformes totales y fecales respectivamente, para los cuales se anotaron las medianas y porcentajes totales (juntando valores para marea baja y marea alta) que exceden de los límites superiores fijados para cada grupo de organismos (230/100-ml. para coliformes totales y 43/100 ml. para coliformes fecales). Con excepción de la estación 5-C de la Figura 6 que obtuvo un valor de 2.9%, todos los puntos de muestreo no excedieron sus respectivos límites superiores mencionados anteriormente.

Debido a los valores indeterminados de las medianas, la relación de coliformes fecales a coliformes totales (C.F./C.T.) fué una indeterminación en todos los casos, tanto para la Laguna San Ignacio como para el Estero El Cardón. La Tabla 5 nos muestra lo anterior para marea alta, la número 6 para marea baja y la Tabla 7 para ambas.

Si se arreglan los datos bacteriológicos por fechas, mareas y zonas, es posible encontrar otros valores para las medianas de coliformes totales y fecales, como se ve en la Tabla 8, que corresponde a los resultados para marea alta de la Laguna San Ignacio, con magnitudes de 3.25 bacterias/100 ml. para el 24-II-76 y de 1.9 bacterias/100 ml. para el 25-II-76 sin embargo, para marea baja (Tabla 9) y para ambas mareas (Tabla 10), en la misma zona, continúan siendo menores de 1.8 bacterias/100 ml..Para el Estero El Cardón la situación es similar (Tablas 11, 12 y 13) y solo es posible encontrar un valor de 2.0 bacterias/100 ml. el 8-III-76 en marea baja (Tabla 12), es decir, la tendencia general es mantener las medianas en un valor menor de 1.8 bacterias/100 ml. en ambas zonas, para coliformes totales y fecales. En el caso de los porcentajes que exceden de 230 bacterias/100 ml., se encuentra un valor en El Cardón, con marea baja, de 16.7% correspondiente a la observación del 24-II-76 (Tabla 12) ya que sobrepasa el porcentaje establecido de bacterias con densidad mencionada an



LOCALIZACION



NUMERO DE
ESTACION



FIGURA No. 6.
RESULTADOS BACTERIOLOGICOS DE
COLIFORMES TOTALES POR ESTACION.

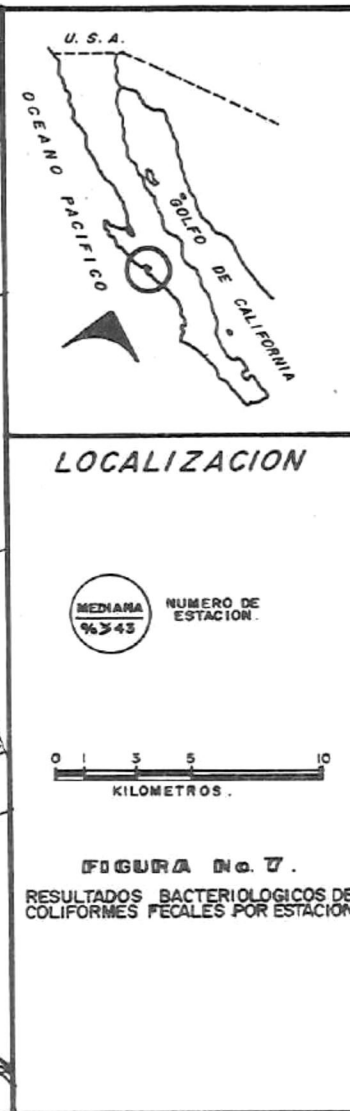
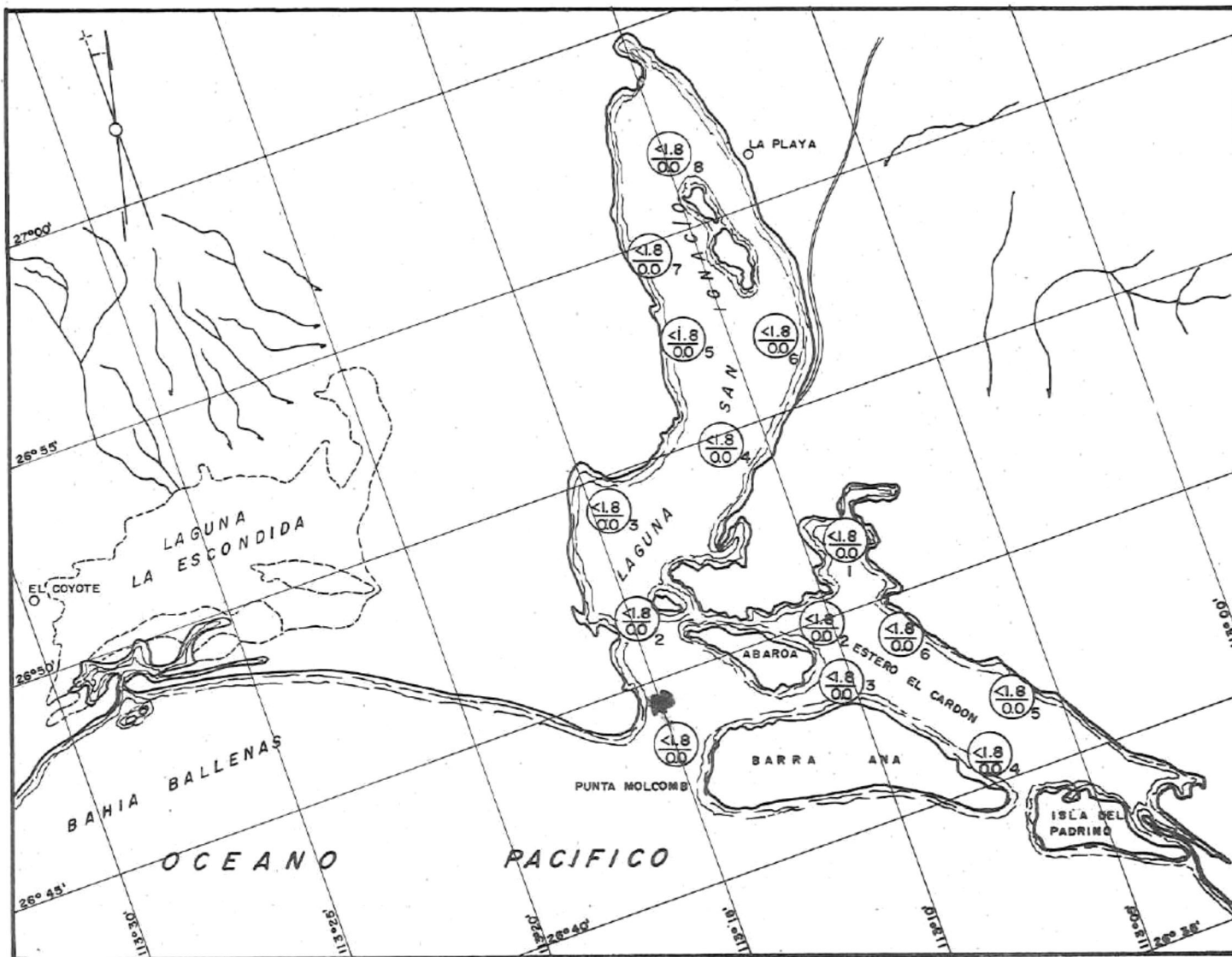


Tabla 5

ESTACION	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
1-L.S.I.	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
2-L.S.I.	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
3-L.S.I.	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
4-L.S.I.	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
5-L.S.I.	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
6-L.S.I.	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
7-L.S.I.	15 ⁺	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
8-L.S.I.	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
1-C	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
2-C	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
3-C	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
4-C	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
5-C	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
6-C	17	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación

Datos bacteriológicos de la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S. para marea alta, por estaciones, con número total de muestras, mediana del número más probable (NMP) expresada en bacterias/100 ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 bacterias/100 ml. para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas de coliformes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

⁺No se recibieron dos muestras

Tabla 6

ESTACION	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
1-L.S.I.	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-L.S.I.	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-L.S.I.	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-L.S.I.	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-L.S.I.	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
6-L.S.I.	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
7-L.S.I.	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
8-L.S.I.	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
1-C	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-C	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-C	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-C	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-C	17	<1.8	5.9	<1.8	0	Indeterminación
6-C	17	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación

Datos bacteriológicos de la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S. para marea baja, por estaciones, con número total de muestras, mediana del número más probable (NMP) expresada en bacterias/100 - ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 bacterias/100 ml. para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas de coliformes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

Tabla 7

ESTACION	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
1-L.S.I.	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-L.S.I.	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-L.S.I.	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-L.S.I.	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-L.S.I.	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
6-L.S.I.	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
7-L.S.I.	32 ⁺	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
8-L.S.I.	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
1-C	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-C	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-C	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-C	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-C	34	<1.8	2.9	<1.8	0	Indeterminación
6-C	34	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación

Datos bacteriológicos de la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S. para marea alta y baja, por estaciones, con número total de muestras, mediana del número más probable (NMP) expresado en bacterias/100 ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 bacterias/100 ml. para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas de coliformes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

⁺No se recibieron dos muestras

FECHA	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
24-II-76	8	3.25	0	<1.8	0	Indeterminación
25-II-76	8	1.9	0	<1.8	0	Indeterminación
27-II-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
28-II-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
29-II-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
12-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-III-76	7 ⁺	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
6-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
7-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
8-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
9-III-76	7 ⁺	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
10-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
11-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
12-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación

Tabla 8

Datos bacteriológicos de la Laguna San Ignacio, B.C.S. para marea alta, con número total de muestras por fecha, mediana del número más probable (NMP) expresado en bacterias/100 ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 bacterias/100 ml., para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas NMP de coliformes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

⁺No se recibió muestra de la estación 7-L.S.I.

Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

FECHA	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
24-II-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
25-II-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
27-II-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
28-II-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
29-II-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
19-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
6-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
7-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
8-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
9-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
10-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
11-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
12-III-76	8	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación

Tabla 9

Datos bacteriológicos de la Laguna San Ignacio, B.C.S. para marea baja, con número total de muestras por fecha, mediana del número más probable (NMP) expresado en bacterias/100 ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 bacterias/100 ml., para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas NMP de coliformes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

FECHA	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
24-II-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
25-II-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
27-II-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
28-II-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
29-II-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
12-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
2-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
3-III-76	15 ⁺	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
4-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
5-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
6-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
7-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
8-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
9-III-76	15 ⁺	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
10-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
11-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación
12-III-76	16	$\angle 1.8$	0	$\angle 1.8$	0	Indeterminación

Tabla 10

Datos bacteriológicos de la Laguna San Ignacio, B.C.S. para marea alta y baja, con número total de muestras por fecha, mediana del número más probable (NMP) expresada en bacterias/100 ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 bacterias/100 ml., para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas -- NMP de coliformes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

⁺ No se recibió muestra de la estación 7-L.S.I. para marea alta
Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

FECHA	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
24-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
25-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
27-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
28-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
29-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
12-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
6-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
7-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
8-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
9-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
10-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
11-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
12-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación

Tabla 11

Datos bacteriológicos del Estero El Cardón, B.C.S. para marea alta, con número total de muestras por fecha mediana del número más probable (NMP) expresada en bacterias/100 ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 - bacterias/100 ml., para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas NMP de coliformes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

FECHA	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
24-II-76	6	<1.8	16.7	<1.8	0	Indeterminación
25-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
27-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
28-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
29-II-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
19-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
6-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
7-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
8-III-76	6	2.0	0	<1.8	0	Indeterminación
9-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
10-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
11-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
12-III-76	6	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación

Tabla 12

Datos bacteriológicos del Estero El Cardón, B.C.S. para marea baja, con número total de muestras por fecha, mediana del número más probable (NMP) expresada en bacterias/100 ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 bacterias/100 ml. para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas NMP de coli formes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

FECHA	NUMERO DE MUESTRAS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		RELACION DE C.F./C.T.
		Mediana NMP	% mayor de 230	Mediana NMP	% mayor de 43	
24-II-76	12	<1.8	8.3	<1.8	0	Indeterminación
25-II-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
27-II-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
28-II-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
29-II-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
10-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
2-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
3-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
4-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
5-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
6-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
7-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
8-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
9-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
10-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
11-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación
12-III-76	12	<1.8	0	<1.8	0	Indeterminación

Tabla 13

Datos bacteriológicos del Estero El Cardón, B.C.S. para marea alta y baja, con número total de muestras por fecha, mediana del número más probable (NMP) expresada en bacterias/100 ml., porcentajes que exceden de 230 y 43 bacterias/100 ml., para coliformes totales y fecales respectivamente y relación de las medianas NMP de coliformes fecales (C.F.) a totales (C.T.).

Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

teriormente. La relación de coliformes fecales a totales continuó siendo una indeterminación en todos los casos.

Análisis fisicoquímicos

Los resultados de los análisis correspondientes a oxígeno disuelto se presentan en la Tabla 14. En general se observan niveles altos para todas las estaciones los dos primeros días y un cambio súbito a partir del 27 de febrero a concentraciones más bajas. Como se podrá observar para la Laguna San Ignacio, los valores medios anduvieron desde 5.37 a 5.74 ml./lt., aunque el correspondiente a los valores máximos y mínimos difiere mucho de este último, ya que va de 3.48 a 9.0 ml./lt.. No se observaron diferencias notables entre los datos obtenidos para marea alta y baja.

En el caso del Estero El Cardón, los valores medios encontrados en las diferentes estaciones varían de 5.22 a 6.46 ml./lt.; para los valores máximos y mínimos, de nuevo, hay diferencias notables, ya que van de 3.58 a 9.9 ml./lt.. Los valores correspondientes al 24 y 25 de febrero (Tabla 14), por ser demasiado altos son dudosos y deberán tomarse con precaución, en especial el valor de 11.3 ml./lt. (estación 5-C en marea baja del 25 de febrero) que no fué tomado en cuenta. En esta zona los valores más elevados se encontraron en marea baja, con diferencias significativas que se pueden observar en los valores correspondientes a las medias para cada marea, al final de la Tabla 14. Es también en este lugar y en el correspondiente a los valores máximos y mínimos donde resalta cierto agrupamiento de valores elevados en las estaciones 4-C y 5-C de lo cual se puede suponer que a lo largo de todo el muestreo estos fueron los puntos en que, en general, resultaron ligeramente más elevadas las concentraciones de oxígeno disuelto.

Para salinidad (Tabla 15), los valores de la media varían de 34.8 a 37.7 partes por mil, con determinaciones mínimas de 32.0 partes por mil y

ESTACION	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1-L.S.I.	8.80	7.80	7.20	7.60	5.34	4.90	5.04	5.20	4.92	5.03	5.28	4.90	4.92	4.91	4.80	4.83	4.51	4.79
2-L.S.I.	8.40	7.80	8.20	7.60	4.81	5.20	5.18	4.90	5.04	5.63	4.68	4.60	4.32	4.79	4.98	4.60	4.49	4.91
3-L.S.I.	7.60	7.60	8.20	7.80	6.46	5.99	4.80	4.90	5.04	5.83	4.80	5.90	5.04	5.39	4.92	4.81	4.56	4.79
4-L.S.I.	7.60	7.00	9.00	8.20	4.80	4.90	4.86	5.03	4.80	5.90	4.68	4.67	4.80	4.60	5.28	4.59	4.54	4.55
5-L.S.I.	7.60	7.80	8.00	8.40	5.40	5.90	4.91	5.39	4.80	5.15	4.67	4.89	4.92	4.79	4.78	4.70	4.68	4.55
6-L.S.I.	8.00	8.20	7.80	8.00	4.73	6.50	5.40	5.15	4.68	5.39	4.60	4.80	5.16	4.93	4.56	4.79	4.68	4.55
7-L.S.I.	8.00	8.00	8.00	8.00	5.14	6.90	5.26	5.50	5.04	5.39	4.32	5.31	5.08	4.85	4.91	5.00	4.38	4.67
8-L.S.I.	7.80	8.20	9.00	8.20	6.04	5.80	4.92	5.39	4.92	5.75	5.52	3.48	4.78	5.03	4.70	4.67	4.56	4.55
1-C	7.60	9.80	7.40	8.00	4.56	5.46	4.68	5.95	4.44	5.50	4.56	5.70	4.74	6.30	4.62	5.28	4.30	3.58
2-C	8.20	8.00	8.00	9.40	4.69	5.70	4.99	5.30	5.04	5.20	4.80	4.90	4.76	5.75	4.70	5.16	4.51	4.43
3-C	7.80	8.00	8.20	8.60	5.16	6.19	5.08	5.40	4.92	5.15	4.74	5.34	4.98	5.59	5.04	5.75	4.98	4.55
4-C	6.70	9.90	8.00	9.60	5.04	4.70	5.16	6.70	4.56	6.59	5.40	6.30	5.52	5.87	5.76	5.87	5.14	4.37
5-C	8.40	11.3	7.00	9.10	5.64	6.20	4.82	6.71	4.68	6.20	4.14	5.15	5.04	5.75	4.69	5.15	4.75	4.07
6-C	7.80	9.80	7.40	9.60	4.68	5.80	5.02	6.20	4.68	5.75	4.40	5.80	4.78	6.29	4.86	6.12	4.68	4.37

ESTACION	6/MAR.		7/MAR.		8/MAR.		9/MAR.		10/MAR.		11/MAR.		12/MAR.		MAX		MIN		MEDIA	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1-L.S.I.	5.04	4.60	5.51	5.40	5.62	5.83	5.40	5.45	5.72	5.72	5.40	5.50	5.91	5.61	8.80	7.80	4.51	4.55	5.56	5.45
2-L.S.I.	4.92	4.79	5.51	5.61	5.40	5.72	5.51	5.29	5.62	5.61	5.40	5.40	6.16	5.61	8.40	7.80	4.32	4.60	5.49	5.45
3-L.S.I.	5.64	4.60	5.72	5.40	5.72	5.34	5.62	5.50	5.40	5.83	5.51	5.40	5.56	5.72	8.20	7.80	4.56	3.83	5.61	5.49
4-L.S.I.	4.80	4.60	5.62	5.18	5.62	5.72	5.51	5.61	5.62	5.50	5.51	5.50	5.67	5.50	9.00	8.20	4.54	4.33	5.49	5.37
5-L.S.I.	4.80	4.79	5.29	5.37	5.51	5.67	5.89	5.67	5.51	5.72	5.21	5.72	5.83	5.99	8.00	8.40	4.67	4.55	5.45	5.59
6-L.S.I.	4.75	4.55	5.51	4.86	5.83	5.40	5.62	5.61	5.51	5.50	5.51	7.02	5.62	5.83	8.00	8.20	4.56	4.55	5.46	5.62
7-L.S.I.	4.92	4.60	5.40	5.50	5.58	5.72	5.62	5.61	5.72	5.50	5.21	5.72	5.62	6.69	8.00	8.10	4.32	4.55	5.45	5.74
8-L.S.I.	5.10	4.43	5.72	5.18	5.62	5.53	5.72	5.60	5.40	5.61	5.51	5.83	5.62	5.94	8.30	8.20	4.56	3.48	5.64	5.51
1-C	4.86	4.31	5.40	4.53	5.18	5.02	5.78	5.77	5.29	5.50	5.21	7.23	5.40	7.34	7.60	9.80	4.30	3.58	5.22	5.85
2-C	4.74	4.31	5.40	5.18	5.40	5.29	5.51	5.72	5.51	5.72	5.94	6.04	5.72	6.15	8.20	9.40	4.51	4.31	6.25	5.68
3-C	4.92	4.91	5.42	5.29	5.72	5.48	5.67	5.72	5.62	5.72	5.62	5.94	5.83	5.94	8.20	8.60	4.74	4.55	5.57	5.78
4-C	6.24	4.31	6.05	5.50	7.40	7.12	7.99	7.50	5.62	6.69	5.94	7.02	6.16	7.34	8.00	9.90	4.56	4.31	6.05	6.46
5-C	5.16	4.60	6.26	5.18	6.37	5.61	6.48	7.02	5.29	6.80	6.70	7.99	5.08	8.04	8.40	11.3	4.14	4.07	5.63	6.43
6-C	4.92	4.25	5.62	4.53	5.40	4.96	5.62	5.72	5.18	5.83	6.16	5.40	5.72	6.91	7.40	9.80	4.40	4.19	5.34	5.97

Tabla 14

Resultados de los análisis de oxígeno disuelto (ml./lt.), por fecha, para la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S., en marea alta (A) y baja (B), con sus valores máximos (MAX), mínimos (MIN) y medias correspondientes.

Nota: existe duda en los valores obtenidos los días 24 y 25 de febrero.
: no se recibieron muestras el día 26-II-76

ESTACION	24/FEB.		25/FEB.		27/FEB.		28/FEB.		29/FEB.		10/MAR.		2/MAR.		3/MAR.		4/MAR.		5/MAR.		6/MAR.		7/MAR.		8/MAR.		9/MAR.		10/MAR.		11/MAR.		12/MAR.		MAX		MIN		MEDIA		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			
1-L.S.I.	35	35	35	36	34	36	35	36	35	36	34	36	34	36	35	36	35	35	35	35	35	37	35	35	35	35	35	35	35	37	35	35	35	36	35	37	34	35	34.8	35.7	
2-L.S.I.	35	35	35	36	34	36	35	36	35	36	35	35	35	36	36	37	35	37	35	36	35	36	35	37	36	36	35	35	35	35	35	36	35	36	38	37	35	35	35.6	36.1	
3-L.S.I.	36	36	35	37	36	36	36	37	35	36	35	36	35	36	35	37	36	35	36	36	36	36	35	37	36	36	36	36	36	36	36	37	36	37	37	38	35	36	36.2	36.9	
4-L.S.I.	36	36	37	38	36	36	36	38	36	37	35	38	36	37	37	37	36	37	37	36	37	37	37	37	37	37	37	37	36	36	38	37	35	36	38	38	35	36	36.9	37.0	
5-L.S.I.	38	38	37	37	37	37	37	38	37	37	37	38	36	37	37	37	38	36	37	37	38	38	37	38	38	37	38	36	37	37	37	37	37	37	38	38	36	36	37.3	37.2	
6-L.S.I.	37	37	38	38	37	38	37	38	38	37	37	37	36	37	37	37	37	38	38	38	38	37	38	38	37	38	38	37	38	37	38	38	36	37	38	38	36	36	32	37.3	37.1
7-L.S.I.	37	32	37	38	37	37	37	38	38	37	37	37	37	37	37	37	38	37	37	38	38	37	38	38	38	37	38	38	37	38	37	38	38	38	38	37	37	37	37.7	37.6	
8-L.S.I.	37	37	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	37	38	37	37	38	37	37	38	38	38	38	38	38	38	38	38	37	37	37	38	38	37	37	38	38	37	37	37.7	37.6
1-C	36	36	36	37	35	37	36	36	36	36	36	36	36	37	36	37	36	36	36	37	36	37	36	37	36	37	36	36	36	36	36	35	36	35	37	36	37	35	36	35.8	36.5
2-C	35	35	35	36	34	36	35	36	34	36	34	36	38	36	36	37	35	36	35	36	35	36	35	36	35	36	35	35	35	35	35	35	36	35	36	38	37	34	35	35.1	35.9
3-C	35	35	35	36	34	36	35	36	35	36	34	36	35	35	36	37	35	35	35	36	35	36	35	37	35	35	35	35	35	35	35	35	36	35	36	37	35	35	35.3	35.6	
4-C	36	36	35	37	35	35	36	36	36	36	36	36	35	36	35	36	36	35	35	36	35	36	35	35	35	35	35	35	35	35	36	36	36	35	37	36	35	35	36.0	35.9	
5-C	36	36	37	36	36	36	35	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	37	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	35	35	36	36	36	35	37	36	35	35	36.0	35.9
6-C	36	36	35	36	34	36	35	37	35	36	35	36	35	36	36	36	36	36	36	36	36	36	35	36	36	36	36	35	35	35	35	35	35	35	36	36	37	34	35	35.2	35.9

Tabla 15

Determinaciones de salinidad (en partes por mil), por fecha, para la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S., en marea alta (A) y baja (B), con sus valores máximos (MAX), mínimos (MIN) y medias correspondientes.

Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

máximas de 38.0 partes por mil en la Laguna San Ignacio: los valores medios más altos se encontraron en marea baja, aunque la diferencia en general es muy pequeña. Se encuentra la misma tendencia en El Estero El Cardón. Aquí las medias provenientes de las diferentes estaciones varían de 35.0 a 36.5 partes por mil, con valores mínimos y máximos de 34.0 partes por mil y 37.0 partes por mil respectivamente. En general, los valores se mostraron más o menos consistentes a lo largo de todos los días de muestreo.

Los valores de temperatura, como se ve en la Tabla 16, fueron uniformes para todas las estaciones y aunque la diferencia entre el valor máximo y mínimo (20.5° y 14.5° C respectivamente) fué de 6° C, los valores medios se mantuvieron entre los 16.0° y 17.0° C, con un rango de 16.7° a 17.1° C para la Laguna San Ignacio y de 16.3° a 17.6° C para el Estero El Cardón. Al igual que en los parámetros anteriores, existe una pequeña tendencia a encontrar temperaturas más elevadas en marea baja, para ambas zonas. También, como se vió en los resultados de oxígeno disuelto, las estaciones 4-C y 5-C representan los valores de temperatura mínimos, máximos y medios más altos.

Posiblemente los valores de pH (Tabla 17) fueron los que presentaron mayor consistencia a lo largo de todas las estaciones y días de muestreo, con determinaciones medias, en casi todos los casos, de 8.2. Los valores de la media variaron de 8.2 a 8.3 para las dos masas de agua, con valores máximos de 8.4 para la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón (no se tomaron en cuenta los valores de pH arriba de 8.4, acerca de los cuales existe duda, por lo que deberán tomarse con reserva), y valores mínimos de 7.9 para ambas zonas, aunque los valores mayores en el estero se presentaron en las estaciones 4-C y 5-C. No se encontraron diferencias significativas de zona a zona o de marea a marea.

La turbidez en todos los casos fué menor de 25 U.T.J. (Unidades de

ESTACION	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1-L.S.I.	16.0	16.0	16.4	16.3	16.5	17.0	17.5	17.0	17.5	17.5	17.0	17.5	17.5	17.5	17.0	16.5	17.0	17.0
2-L.S.I.	16.0	16.0	16.1	16.3	16.5	17.0	17.0	17.5	17.0	17.5	17.0	17.5	17.0	17.5	17.0	16.5	17.0	17.0
3-L.S.I.	16.0	16.0	16.1	16.3	16.0	17.0	17.0	17.8	17.5	17.5	17.0	17.5	17.0	18.5	17.5	16.5	17.0	17.0
4-L.S.I.	16.0	16.0	16.1	15.8	16.5	17.0	17.5	17.5	17.0	17.5	17.0	17.5	17.5	18.0	17.5	18.0	17.5	17.0
5-L.S.I.	15.5	15.5	15.8	16.6	16.5	17.0	16.5	17.5	17.5	17.5	17.5	18.0	17.5	18.0	17.5	18.0	17.0	17.0
6-L.S.I.	15.5	15.5	15.8	16.6	16.5	17.0	17.0	17.5	17.5	17.7	17.5	18.0	17.5	18.0	17.8	18.0	17.0	17.0
7-L.S.I.	15.5	15.5	15.5	16.6	16.0	17.5	17.0	18.0	18.0	18.3	17.5	18.5	17.5	18.0	17.8	18.0	17.5	17.0
8-L.S.I.	15.5	15.5	15.8	16.6	17.0	17.5	17.0	18.3	18.0	18.3	18.0	18.5	+	18.0	17.8	18.0	17.0	17.0
1-C	15.0	15.0	15.0	17.5	15.5	19.0	16.5	20.0	17.8	20.0	17.5	19.0	17.5	19.0	18.0	19.0	16.5	16.0
2-C	16.0	16.0	16.0	17.0	16.0	19.0	16.5	19.0	16.7	19.5	17.0	19.5	17.0	19.5	17.5	19.0	17.2	16.5
3-C	15.5	15.5	16.0	18.0	16.0	18.5	16.5	19.0	16.8	19.3	16.5	19.0	17.0	19.0	17.0	19.5	17.0	17.0
4-C	15.0	15.0	16.0	20.0	16.0	20.5	17.0	20.0	17.7	20.0	17.2	19.5	17.5	19.0	18.0	19.0	17.0	16.0
5-C	16.0	16.0	15.0	19.0	16.0	19.5	17.0	19.0	17.5	19.3	17.0	18.5	17.0	18.5	17.5	18.5	17.0	17.0
6-C	15.5	15.0	15.0	19.0	17.0	19.0	17.0	20.0	18.0	19.7	17.0	19.5	17.5	19.0	18.0	20.0	17.0	17.0

ESTACION	6/MAR.		7/MAR.		8/MAR.		9/MAR.		10/MAR.		11/MAR.		12/MAR.		MAX		MIN		MEDIA	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1-L.S.I.	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.5	17.0	16.5	17.0	16.5	18.0	15.0	17.0	17.5	17.5	15.0	16.0	16.8	17.0
2-L.S.I.	17.0	17.0	17.0	16.5	17.0	16.5	17.0	17.0	16.0	17.0	16.5	16.5	16.0	17.0	17.5	17.5	16.0	16.0	16.7	16.9
3-L.S.I.	18.0	17.0	17.0	16.5	17.0	16.5	17.0	17.0	16.5	16.0	16.5	16.5	16.0	17.0	18.0	18.5	16.0	16.0	16.9	17.0
4-L.S.I.	17.0	16.5	17.5	16.8	17.0	16.5	17.5	17.0	16.5	17.0	16.5	16.5	16.0	17.0	17.5	18.0	16.0	15.8	16.9	17.0
5-L.S.I.	17.0	17.0	17.5	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	16.5	17.0	16.0	16.5	16.0	17.0	17.8	18.0	15.5	15.5	16.8	17.1
6-L.S.I.	17.0	16.5	18.0	16.5	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	16.0	16.5	16.0	17.0	18.0	18.0	15.5	15.5	16.9	17.0
7-L.S.I.	17.0	16.0	17.5	16.2	17.0	16.5	17.5	17.5	16.5	16.5	15.5	17.0	16.0	17.0	18.0	18.5	15.5	15.5	16.8	17.1
8-L.S.I.	17.0	16.0	18.0	16.2	17.0	16.5	17.0	17.0	16.5	16.5	15.5	16.0	16.0	17.0	18.0	18.5	15.5	15.5	16.9	17.0
1-C	16.0	15.0	16.0	15.0	16.5	15.0	18.5	17.0	16.0	16.0	14.5	17.0	15.0	17.5	18.5	20.0	14.5	15.0	16.3	17.2
2-C	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	15.0	16.0	16.0	16.0	15.5	16.0	16.5	15.8	17.0	17.5	19.5	15.8	15.0	16.3	17.2
3-C	16.0	16.0	17.0	16.0	16.5	15.0	17.5	16.0	16.5	15.0	15.5	16.0	15.5	17.0	17.5	19.5	15.5	15.0	16.5	17.2
4-C	17.0	15.0	17.0	15.0	17.5	16.0	20.0	17.0	16.0	15.0	15.5	18.0	15.8	20.0	20.0	20.5	15.0	15.0	16.9	17.6
5-C	17.0	15.5	17.0	16.0	17.0	16.0	19.0	18.0	15.0	16.0	15.0	17.5	15.0	16.5	19.0	19.5	15.0	15.5	16.6	17.4
6-C	17.0	15.5	17.5	15.0	16.0	15.0	16.5	17.0	15.0	16.0	15.5	16.5	15.8	17.0	18.0	20.0	15.0	15.0	16.6	17.4

Tabla 16

Determinaciones de temperatura (°C), por fecha, para la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S., en marea alta (A) y baja (B), con sus valores máximos (MAX), mínimos (MIN) y medias correspondientes.

Nota: no se recibieron muestras el día 26-II-76

+ No se tomó temperatura correspondiente

ESTACION	24/FEB.		25/FEB.		27/FEB.		28/FEB.		29/FEB.		10/MAR.		2/MAR.		3/MAR.		4/MAR.		5/MAR.	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1-L.S.I.	8.2	8.2	8.25	8.3	8.2	8.3	8.0	8.2	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.3	8.4	8.3	8.2	8.1	8.1	8.2
2-L.S.I.	8.05	8.0	8.25	8.4	8.2	8.3	8.2	8.3	8.0	8.0	7.9	8.1	8.2	8.3	8.4	8.3	8.05	8.1	8.1	8.1
3-L.S.I.	8.1	8.1	8.3	8.4	8.2	8.2	8.1	8.3	8.0	8.0	7.9	8.0	8.2	8.3	8.3	8.4	8.1	8.1	8.1	8.2
4-L.S.I.	8.0	8.0	8.3	8.2	8.2	8.4	8.2	8.2	8.0	8.0	8.2	8.1	8.2	8.4	8.3	8.4	8.0	8.1	8.2	8.2
5-L.S.I.	8.2	8.2	8.3	8.3	8.2	8.4	8.2	8.3	8.0	8.0	8.2	8.1	8.3	8.3	8.3	8.4	8.2	8.1	8.0	8.1
6-L.S.I.	8.25	8.2	8.2	8.5	8.2	8.3	8.2	8.4	8.0	8.0	8.1	8.1	8.3	8.3	8.4	8.4	8.25	8.1	8.1	8.1
7-L.S.I.	8.1	8.1	8.3	8.2	8.2	8.4	8.3	8.4	8.0	8.0	8.2	8.1	8.3	8.3	8.4	8.4	8.1	8.1	8.1	8.2
8-L.S.I.	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3	8.0	8.0	8.1	8.1	8.3	8.3	8.4	8.4	8.3	8.1	8.1	8.2
1-C	8.1	8.1	8.2	8.3	7.9	8.1	8.3	8.4	7.9	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.4	8.6	8.1	8.1	8.2	8.3
2-C	8.3	8.3	8.45	8.3	8.0	8.2	8.3	8.4	7.9	8.1	8.1	8.1	8.3	8.3	8.4	8.4	8.3	8.1	8.1	8.1
3-C	8.3	8.3	8.25	8.3	7.9	8.2	8.3	8.4	8.0	8.0	8.1	8.2	8.3	8.5	8.4	8.5	8.3	8.1	8.1	8.1
4-C	8.1	8.1	8.2	8.3	7.9	8.3	8.2	8.4	7.9	8.1	8.1	8.3	8.4	8.5	8.4	8.5	8.1	8.0	8.3	8.1
5-C	8.4	8.4	8.2	8.4	7.9	8.3	8.3	8.4	8.1	8.1	8.1	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.1	8.2	8.3
6-C	8.1	8.1	8.2	8.4	7.9	8.3	8.3	8.4	7.9	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.3	8.5	8.1	8.1	8.1	8.1

ESTACION	6/MAR.		7/MAR.		8/MAR.		9/MAR.		10/MAR.		11/MAR.		12/MAR.		MAX		MIN		MEDIA	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1-L.S.I.	8.2	8.2	8.3	8.3	8.2	8.2	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3	8.2	8.3	8.3	8.4	8.3	8.0	8.0	8.2	8.2
2-L.S.I.	8.2	8.2	8.4	8.4	8.8	8.3	8.2	8.1	8.2	8.1	8.3	8.2	8.3	8.5	8.8	8.5	7.9	8.0	8.2	8.2
3-L.S.I.	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	8.4	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	7.9	8.0	8.2	8.2
4-L.S.I.	8.2	8.2	8.4	8.4	8.3	8.3	8.2	8.2	8.1	8.2	8.3	8.3	8.2	8.3	8.4	8.4	8.0	8.0	8.2	8.2
5-L.S.I.	8.2	8.2	8.4	8.4	8.3	8.2	8.2	8.2	8.1	8.2	8.4	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	8.0	8.0	8.2	8.2
6-L.S.I.	8.2	8.2	8.3	8.4	8.3	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.2	8.2	8.4	8.5	8.0	8.0	8.2	8.2
7-L.S.I.	8.0	8.2	8.4	8.1	8.2	8.3	8.2	8.2	8.2	8.2	8.4	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.0	8.0	8.2	8.2
8-L.S.I.	8.2	8.2	8.4	8.5	8.3	8.3	8.2	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.3	8.4	8.4	8.5	8.0	8.0	8.3	8.3
1-C	8.2	8.2	8.4	8.3	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.0	8.3	8.4	8.2	8.5	8.4	8.6	8.1	8.0	8.2	8.3
2-C	8.2	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.1	8.2	8.2	8.0	8.3	8.3	8.3	8.4	8.45	8.4	7.9	8.0	8.2	8.2
3-C	8.3	8.1	8.2	8.3	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.0	8.3	8.3	8.2	8.3	8.4	8.5	7.9	8.0	8.2	8.2
4-C	8.2	8.1	8.3	8.3	8.2	8.4	8.4	8.2	8.2	8.1	8.4	8.4	8.2	8.4	8.4	8.5	7.9	8.0	8.2	8.3
5-C	8.3	8.2	8.5	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.1	8.4	8.4	8.2	8.4	8.5	8.4	7.9	8.1	8.3	8.3
6-C	8.2	8.2	8.4	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.1	8.1	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	7.9	8.1	8.2	8.2

Tabla 17

Determinaciones de pH, por fecha, para la Laguna San Ignacio (L.S.I.) y Estero El Cardón (C), B.C.S., en marea alta (A) y baja (B), con sus valores máximos (MAX), mínimos (MIN) y medias correspondientes.

Nota: existe duda acerca de los valores arriba de 8.4, por lo que éstos deberán tomarse con reserva.

: no se recibieron muestras el día 26-II-76

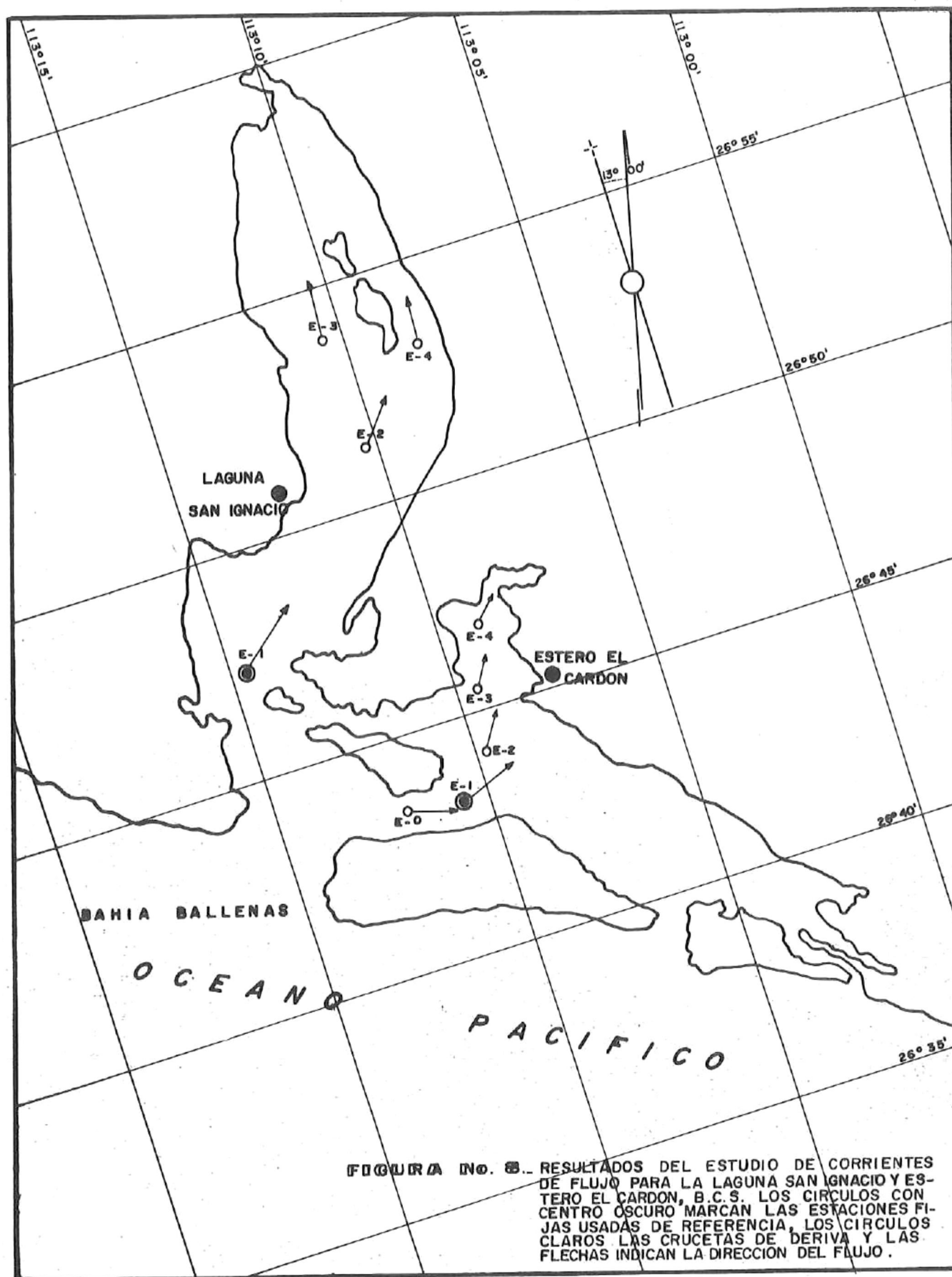
Turbidez Jackson).

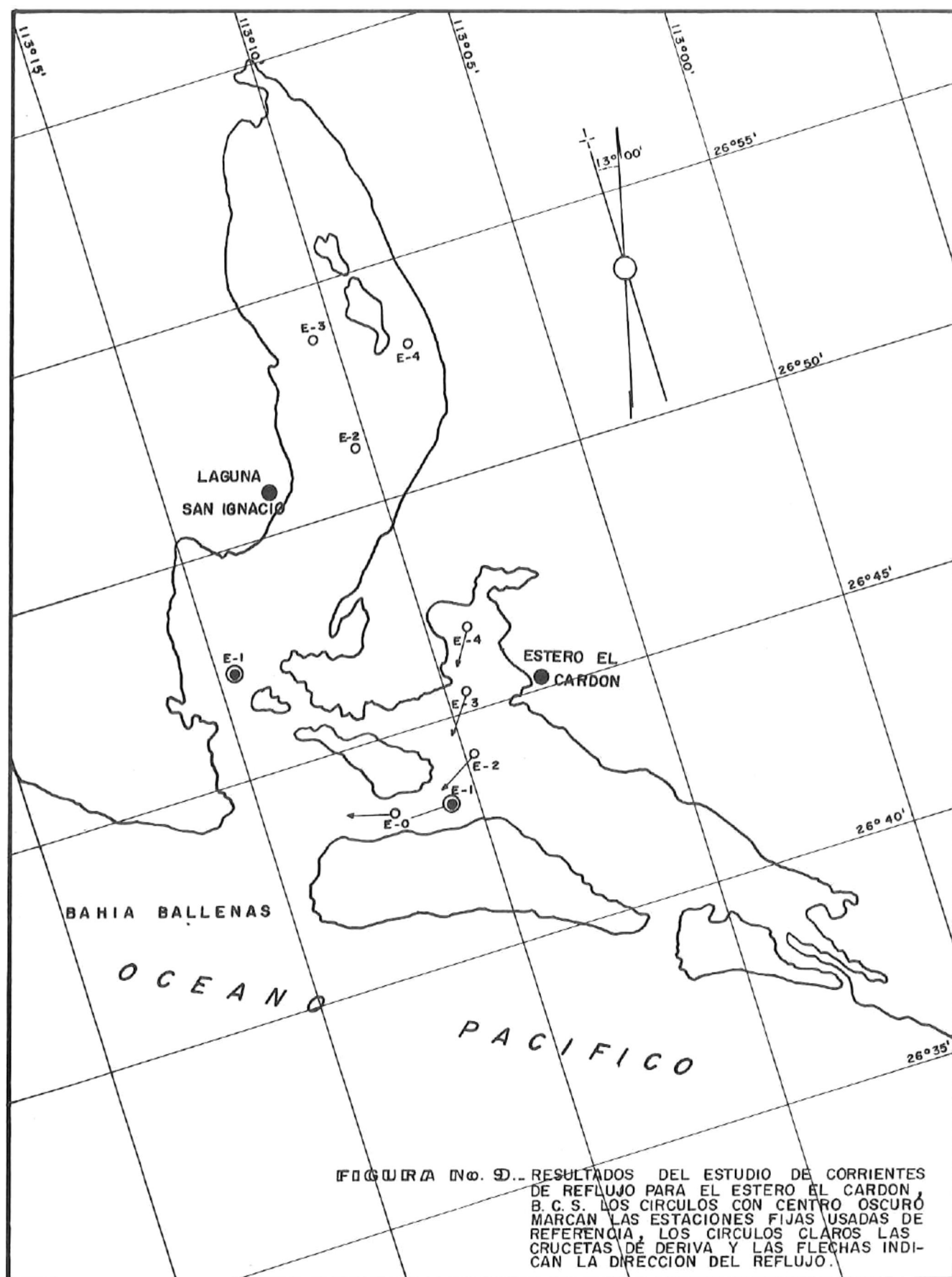
Estudio de corrientes

La dirección de las corrientes de flujo y reflujo, para la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón, así como la posición de las estaciones de referencia y de las crucetas de deriva, se pueden ver en las Figuras 8 y 9. Para la Laguna San Ignacio todas las mediciones se hicieron en flujo, habiéndose obtenido una velocidad máxima de 77.4 cm./seg. y mínima de 39.0 cm./seg. (Figuras 10 y 11). En el Estero El Cardón la máxima fue 41.66 cm./seg., cuando la altura de la marea estaba en la mitad de su amplitud, y la mínima de 10.69 cm./seg. al llegar la altura de la marea a su máximo (Figuras 11, 12 y 13).

Para la Laguna San Ignacio no se encontró mucha diferencia entre los diferentes valores de las estaciones. Las pequeñas diferencias se deben probablemente al grado de exactitud de las crucetas de deriva, las condiciones meteorológicas y al oleaje.

En el Estero El Cardón, al igual que en la masa de agua anterior, los valores no difieren mucho entre si, aunque si hubo mucha diferencia con los datos obtenidos en la Laguna San Ignacio, posiblemente debido a que existe un mayor intercambio de agua con el océano abierto en esta última zona y por lo tanto hay mayores magnitudes de las corrientes. Los valores más bajos para el Estero El Cardón se presentaron en las últimas horas (Figuras 12 y 13). En general los resultados, cuando se tomaron lecturas simultáneas de correntómetro y crucetas de deriva, fueron bastante similares solo cuando la velocidad del viento y la influencia del oleaje no eran muy fuertes. Aunque no se cubrió un ciclo total de marea, se considera que con los datos obtenidos se puede conocer la magnitud de las corrientes con bastante aproximación.





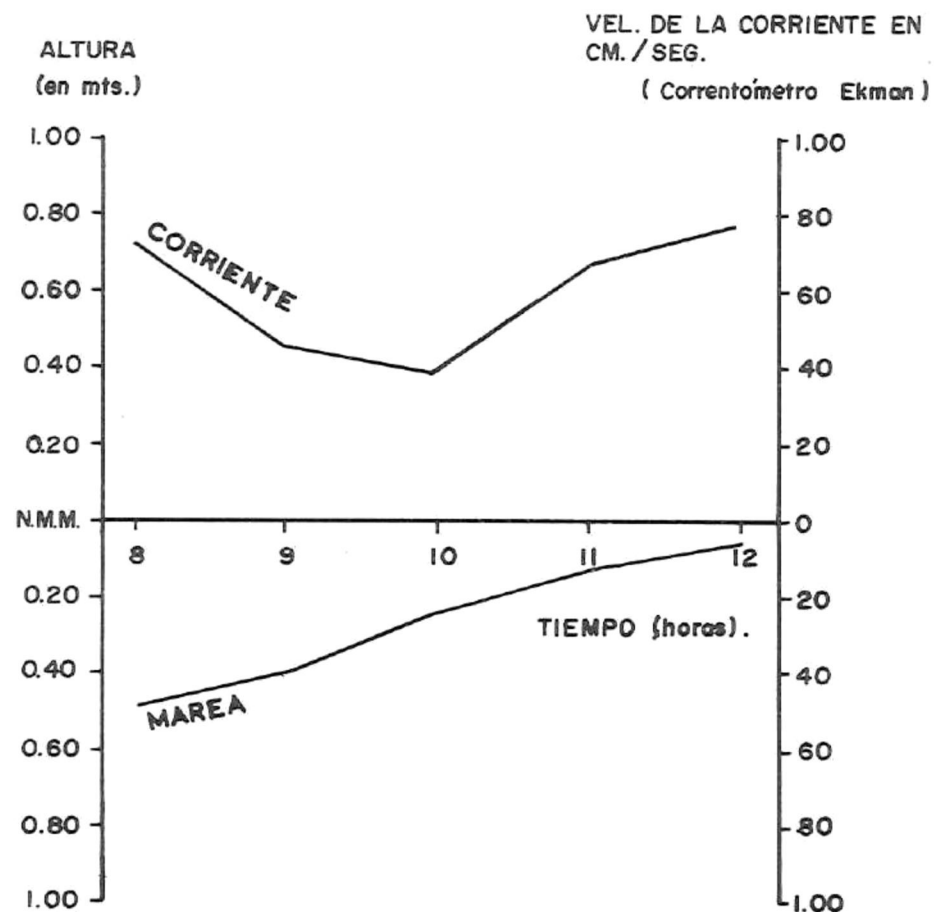
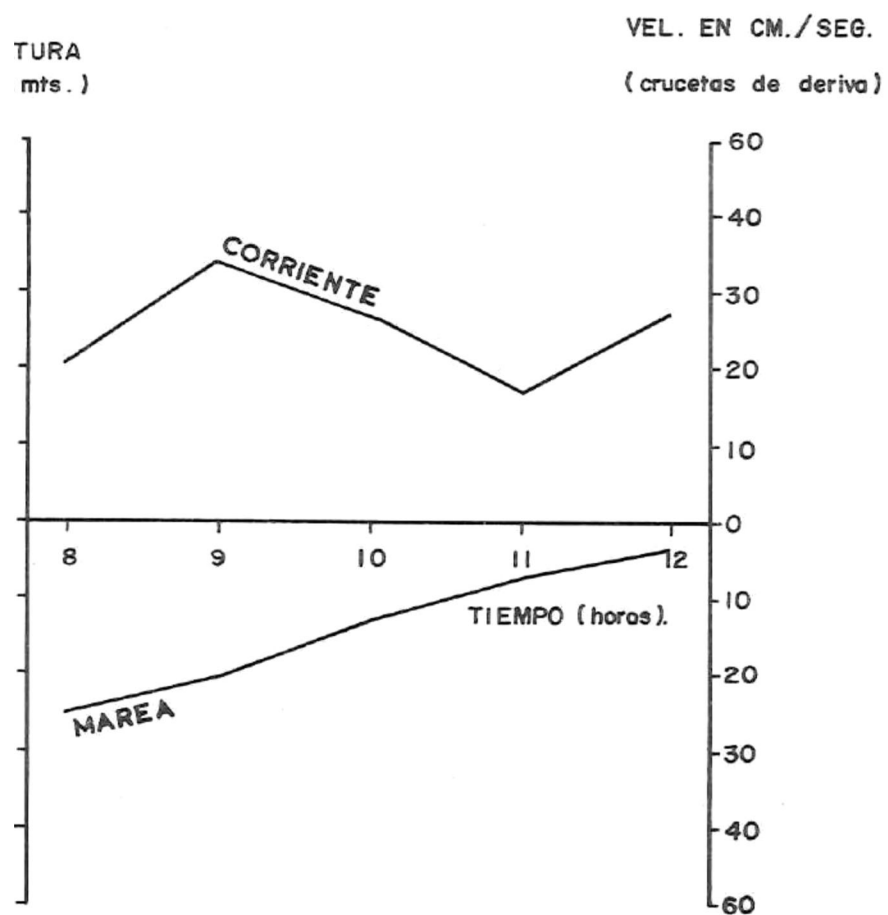


FIGURA No. 10. . VARIACIONES DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE CON RESPECTO A LA ALTURA DE LA MAREA EN LA LAGUNA SAN IGNACIO, B. C. S.

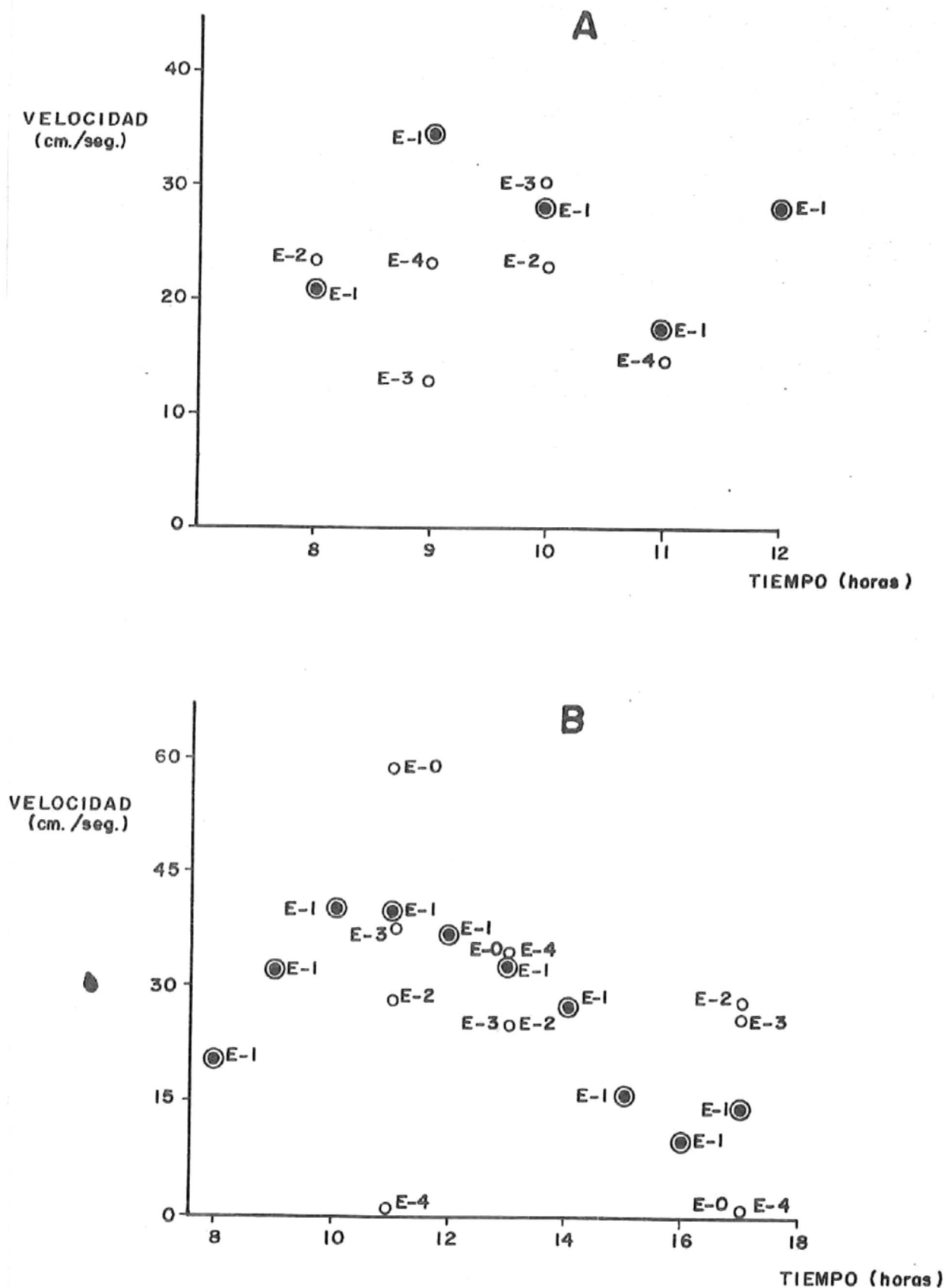


FIGURA No. 11... DATOS COMPARATIVOS DE LA VELOCIDAD DE LA ESTACION FIJA Y EL INTERIOR PARA LA LAGUNA SAN IGNACIO (A) Y ESTERO EL CARDON (B). LOS CIRCULOS CON CENTRO OSCURO REPRESENTAN LA ESTACION FIJA Y LOS CIRCULOS CLAROS LAS CRUCETAS DE DERIVA.

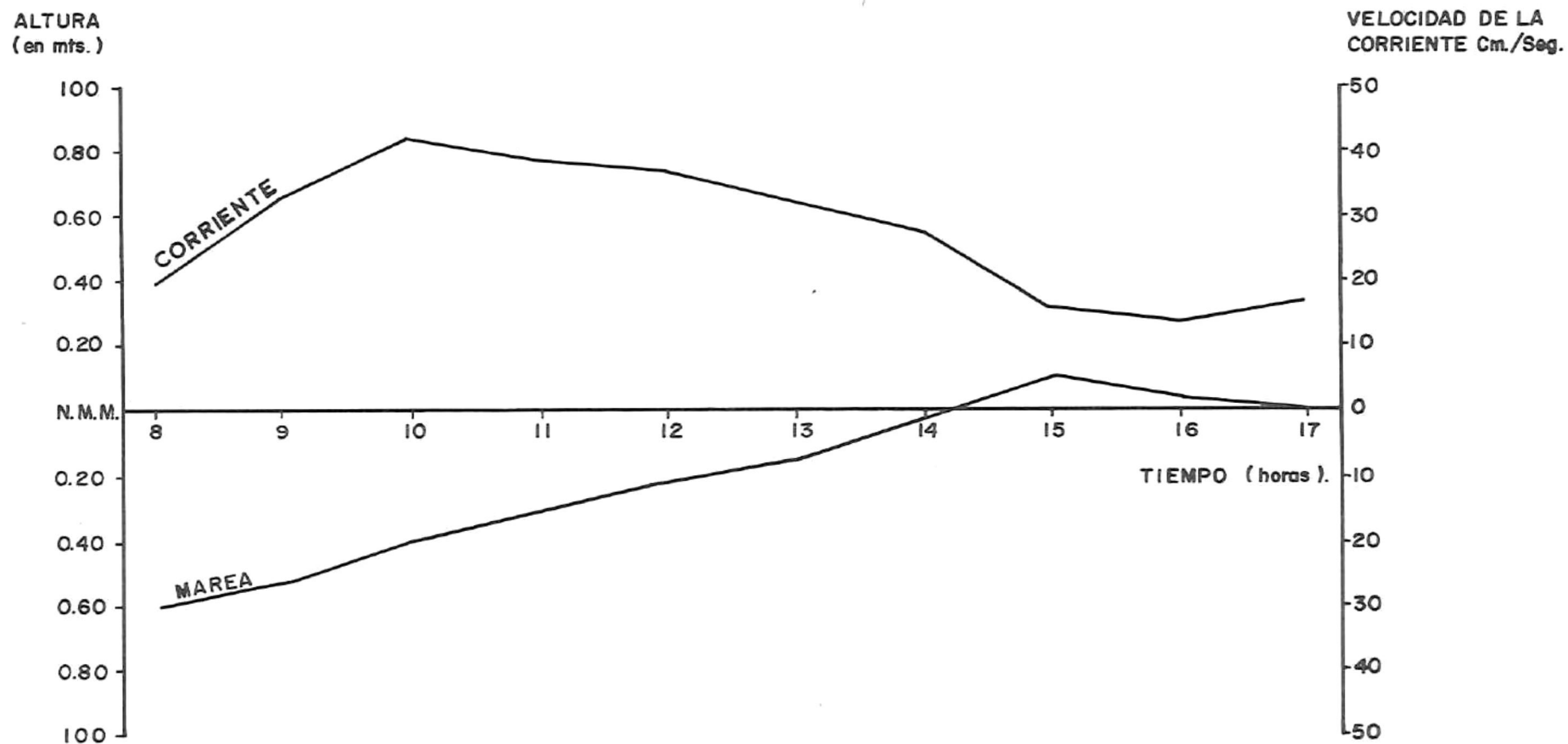


FIGURA No. 12.- VARIACION EN LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN EL ESTERO EL CARDON DETERMINADA CON CRUCETAS DE DERIVA.

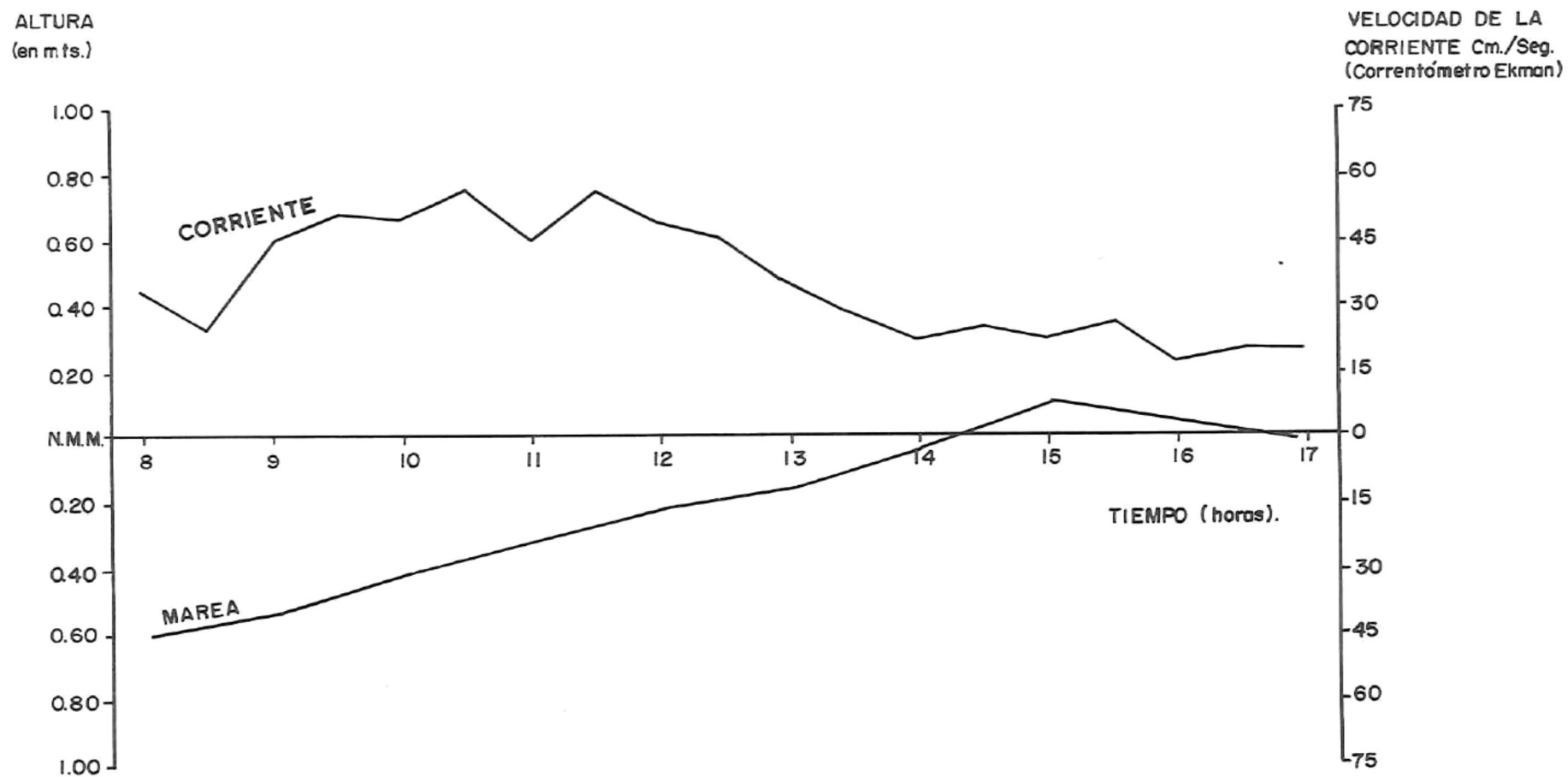


FIGURA No. 13. DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE CON UN CORRENTOMETRO TIPO EKMAN EN EL ESTERO EL CARDON REFERIDAS A CM./SEG.

Datos climatológicos

Durante el período de muestreo no se presentó lluvia, aunque el día 3 de febrero hubo precipitación de 5.5 mm. y los días 7 y 10 del mismo mes fué inapreciable (Tablas 18 y 19). La temperatura media ambiente mensual fué de 18.8° C para febrero y 17.6° C para marzo; el viento en general para el primer mes, se mantuvo moderado y algunos días algo fuerte e incluso, como el día 21, viento fuerte (Tabla 18). Para marzo la velocidad del viento se redujo bastante, manteniéndose moderado con algunos días de viento algo fuerte y sin precipitación (Tabla 19). Los datos anteriores corresponden a la estación climatológica de Punta Abreojos, distante aproximadamente 40 km. de la laguna (ver Figura 1), la más cercana al laboratorio y a las áreas de muestreo. Las precipitaciones (1955-1975) y temperaturas (1967-1975) medias anuales para esta última estación se encuentran en la Figura 14, así como las correspondientes a San Juan (precipitación: 1957-1965, temperatura: 1958-1971) en la Figura 15, Patrocinio (precipitación: 1955-1969, temperatura: 1959-1969) en la Figura 16 y San José de Gracia (precipitación: 1954-1969, temperatura: 1956-1969) en la Figura 17. Estas últimas tres se encuentran alrededor de la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón, pudiéndose ver su localización en la Figura 1.- A lo largo del año la precipitación máxima se presenta en septiembre, debida a perturbaciones ocasionales de tipo ciclónico y lluvias estacionales en diciembre, enero y febrero. Tanto la precipitación como la temperatura presentan grandes variaciones en los distintos años, pero casi siempre los períodos de precipitación coinciden con los máximos de temperatura (Figuras 14, 15, 16 y 17). Se calcula que la evaporación media anual potencial es del orden de 2,127 mm. (Biol. Pilar López Marco, comunicación personal).

DÍAS	TERMOMETRO AL ABRIGO			LECTURAS PLUVIOMETRICAS (en mm.)	A LA HORA DE LA OBSERVACION		ESTADO DEL TIEMPO		EN LAS 24 HS. ANTERIORES A LA OBSERVACION		RESUMEN MENSUAL
	AMBIENTE	MAXIMA	MINIMA		VIENTO	VISIBILIDAD	FENOMENOS VARIOS	VIENTO	VISIBILIDAD	FENOMENOS VARIOS	
1	17.0		10.0		W	Cielo despejado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	<u>Temperaturas (°C)</u>
2	17.0	29.0	10.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	Máxima en el mes: 35 Día: 23
3	13.0	32.0	10.0	0.0	NE	Cielo medio nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	Mínima en el mes: 8 Día: 15-25
4	15.0	26.0	12.0	5.5	N	Cielo nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	Media en el mes: 18.8
5	19.0	26.0	15.0	1.0	S	Cielo nublado	Frio	E	Cielo nublado	Frio	<u>Lluvia (mm.)</u>
6	15.0	28.0	12.0	0.0	E	Cielo nublado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	Máxima en 24 h.: 5.5 Día: 3
7	15.0	26.0	12.0	0.0	E	Cielo nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	Mínima en 24 h.: Inap. Día: 7-10
8	13.5	31.0	12.0	Inapreciable	W	Cielo nublado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	Media en el mes: 0.2
9	18.0	29.0	11.0	0.0	W	Cielo nublado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	Total en el mes: 6.5
10	15.5	20.0	15.0	0.0	NW	Cielo nublado	Frio	Calma	Cielo nublado	Frio	<u>Número de días</u>
11	15.0	25.0	12.0	Inapreciable	Calma	Cielo nublado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	Con lluvia (0.1 mm. en adelante): 2
12	13.0	26.0	10.0	0.0	Calma	Cielo nublado	Frio	Calma	Cielo nublado	Frio	Con lluvia inapreciable: 2
13	12.0	22.0	10.0	0.0	N	Cielo nublado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	Con tempestad eléctrica: 0
14	12.0	20.0	10.0	0.0	NW	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Con niebla o neblina: 1
15	13.0	26.0	8.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	NW	Cielo despejado	Frio	Con helada: 0
16	16.0	22.0	9.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Con nevada: 0
17	10.0	28.0	9.0	0.0	W	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Con granizo: 0
18	13.0	22.0	10.0	0.0	NE	Cielo despejado	Frio	NE	Cielo medio nublado	Frio	Despejados: 14
19	18.0	24.0	10.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	N	Cielo despejado	Templado	Medio nublados: 4
20	16.0	20.0	11.0	0.0	NW	Cielo medio nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	Nublados: 11
21	15.0	28.0	12.0	0.0	NE	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	
22	17.0	29.0	10.0	0.0	NE	Cielo medio nublado	Frio	NE	Cielo despejado	Frio	
23	16.0	32.0	13.0	0.0	NE	Cielo despejado	Frio	NE	Cielo despejado	Frio	
24	17.0	35.0	12.0	0.0	NE	Cielo medio nublado	Frio	NE	Cielo despejado	Frio	
25	14.0	30.0	8.0	0.0	NW	Cielo despejado	Frio	N	Cielo despejado	Frio	
26	16.0	28.0	10.0	0.0	W	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	
27	14.0	32.0	9.0	0.0	NE	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Templado	
28	15.0	30.0	10.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Templado	
29	14.0	29.0	9.0	0.0	S	Cielo nublado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	

LATITUD: 26° 43' 40" LONGITUD: 113° 35' 15" ALTITUD: 10 m. SNM MUNICIPIO: Mulegé ESTACION: Punta Abreojos

SIMBOLOGIA: viento débil (___/), viento moderado (___//), viento algo fuerte (___///), viento violento o temporal (___////)

Tabla 18

Observaciones climatológicas de la estación de Punta Abreojos, B.C.S. para el mes de febrero de 1976.

DÍAS	TERMOMETRO AL ABRIGO			LECTURAS PLUVIOMETRICAS (en mm.)	A LA HORA DE LA OBSERVACION		ESTADO DEL TIEMPO		EN LAS 24 HS. ANTERIORES A LA OBSERVACION		RESUMEN MENSUAL
	AMBIENTE	MAXIMA	MINIMA		VIENTO	VISIBILIDAD	FENOMENOS VARIOS	VIENTO	VISIBILIDAD	FENOMENOS VARIOS	
1	15.0	---	10.0	---	W	Cielo nublado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	<u>Temperaturas (°C)</u>
2	12.0	26.0	11.0	0.0	Calma	Cielo nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	Máxima en el mes: 34 Día: 16
3	14.0	26.0	11.0	0.0	W	Cielo medio nublado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	Mínima en el mes: 5.5 Día: 6
4	14.0	25.0	7.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	Media en el mes: 17.6
5	10.0	24.0	8.0	0.0	W	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	<u>Lluvia (mm.)</u>
6	11.0	24.0	5.5	0.0	W	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Máxima en 24 h.: 0.0
7	11.0	24.0	7.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Mínima en 24 h.: 0.0
8	14.0	20.0	8.0	0.0	NE	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Media en el mes: 0.0
9	10.0	28.0	7.0	0.0	NW	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Total en el mes: 0.0
10	14.0	25.0	9.0	0.0	W	Cielo nublado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	<u>Número de días:</u>
11	10.0	24.0	8.0	0.0	W	Cielo despejado	Frio	W	Cielo nublado	Frio	Con lluvia (0.1 mm. en adelante): 0
12	10.0	28.0	7.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Con lluvia inapreciable: 0
13	18.0	26.0	7.0	0.0	N	Cielo medio nublado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Con tempestad eléctrica: 0
14	14.0	30.0	6.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	Con niebla o neblina: 1
15	12.0	26.0	6.0	0.0	N	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Con helada: 0
16	14.0	30.0	8.0	0.0	N	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Con nevada: 0
17	15.0	34.0	12.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Con granizo: 0
18	14.0	30.0	11.5	0.0	N	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Despejados: 20
19	13.0	26.0	9.0	0.0	NW	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Medio nublados: 6
20	12.5	26.0	7.5	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	Nublados: 5
21	12.0	28.0	7.0	0.0	NE	Cielo medio nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	
22	15.5	28.0	9.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Templado	W	Cielo medio nublado	Frio	
23	13.0	29.0	7.5	0.0	Calma	Niebla	Frio	W	Cielo despejado	Frio	
24	14.0	25.0	8.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	
25	13.0	26.0	7.5	0.0	E	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	
26	14.0	26.0	12.0	0.0	Calma	Cielo medio nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	
27	14.0	25.0	11.0	0.0	W	Cielo medio nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	
28	16.0	25.0	10.0	0.0	W	Cielo medio nublado	Frio	W	Cielo medio nublado	Frio	
29	14.0	24.0	7.0	0.0	Calma	Cielo nublado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	
30	17.0	25.0	7.0	0.0	Calma	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	
31	21.0	32.0	12.0	0.0	NE	Cielo despejado	Frio	W	Cielo despejado	Frio	

LATITUD: 26° 43' 40" LONGITUD: 113° 35' 15" ALTITUD: 10 m. SNM MUNICIPIO: Mulegé ESTACION: Punta Abreojos

SIMBOLOGIA: viento débil (___/), viento moderado (___//), viento algo fuerte (___///), viento violento o temporal (___///)

Tabla 19

Observaciones climatológicas de la estación de Punta Abreojos, B.C.S. para el mes de marzo de 1976

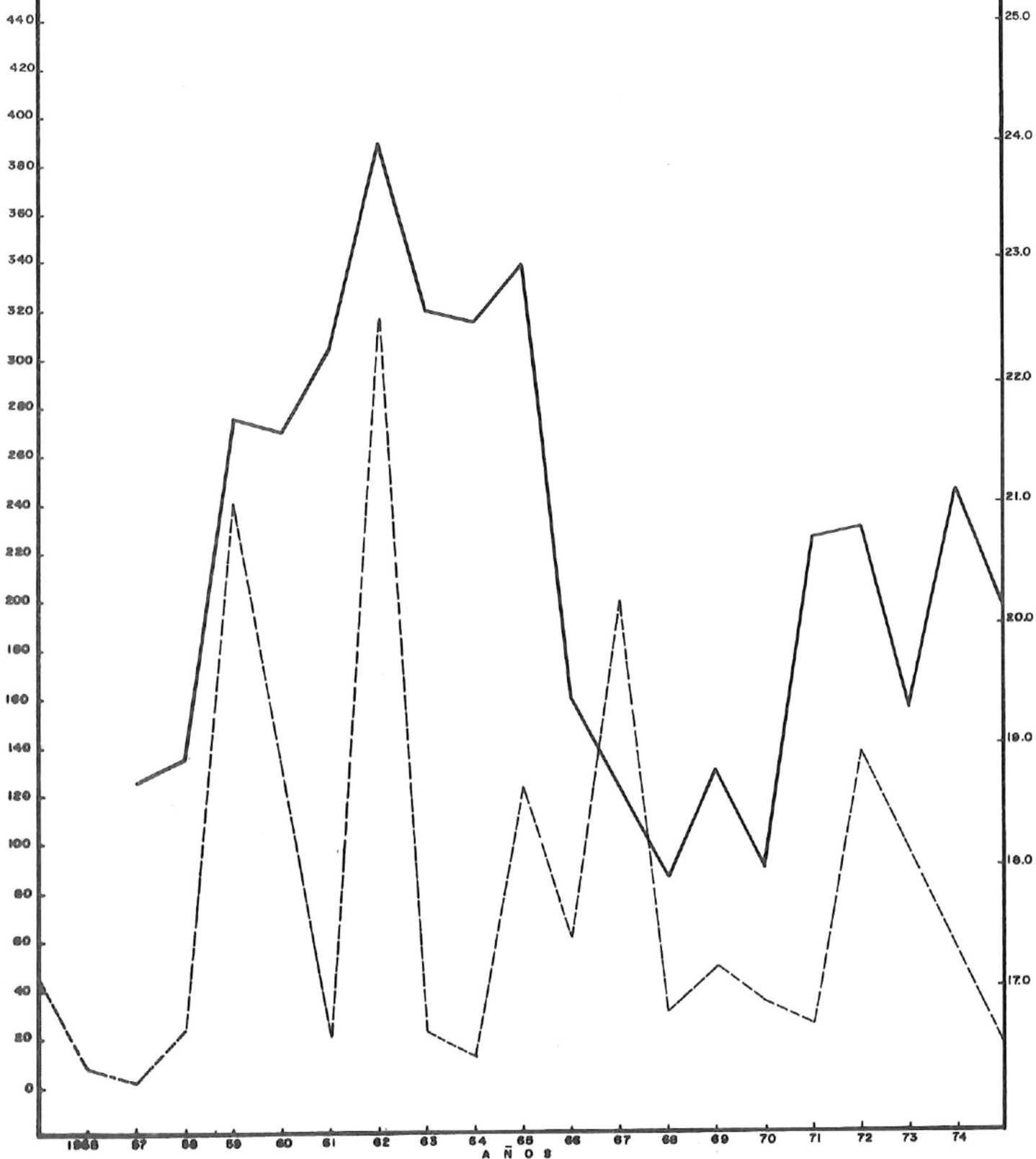
PRECIPITACION (mm.)

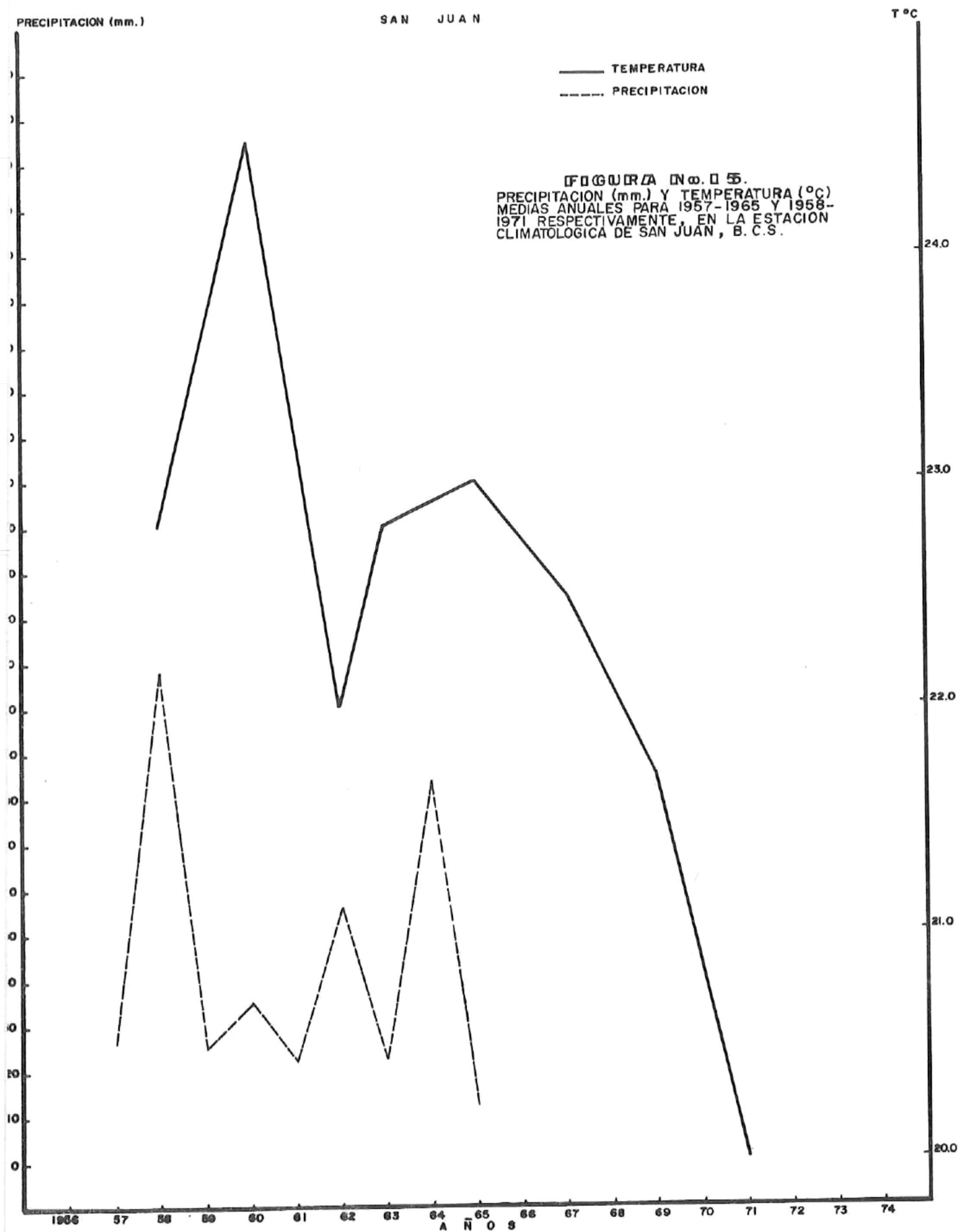
PUNTA ABREOJOS

T°C

FIGURA No. 24.
 PRECIPITACION (mm.) Y TEMPERATURA (°C)
 MEDIAS ANUALES PARA 1955-1975 Y 1957-
 1975 RESPECTIVAMENTE, EN LA ESTACION
 CLIMATOLOGICA DE PUNTA ABREOJOS, B.C.S.

— TEMPERATURA
 - - - - - PRECIPITACION





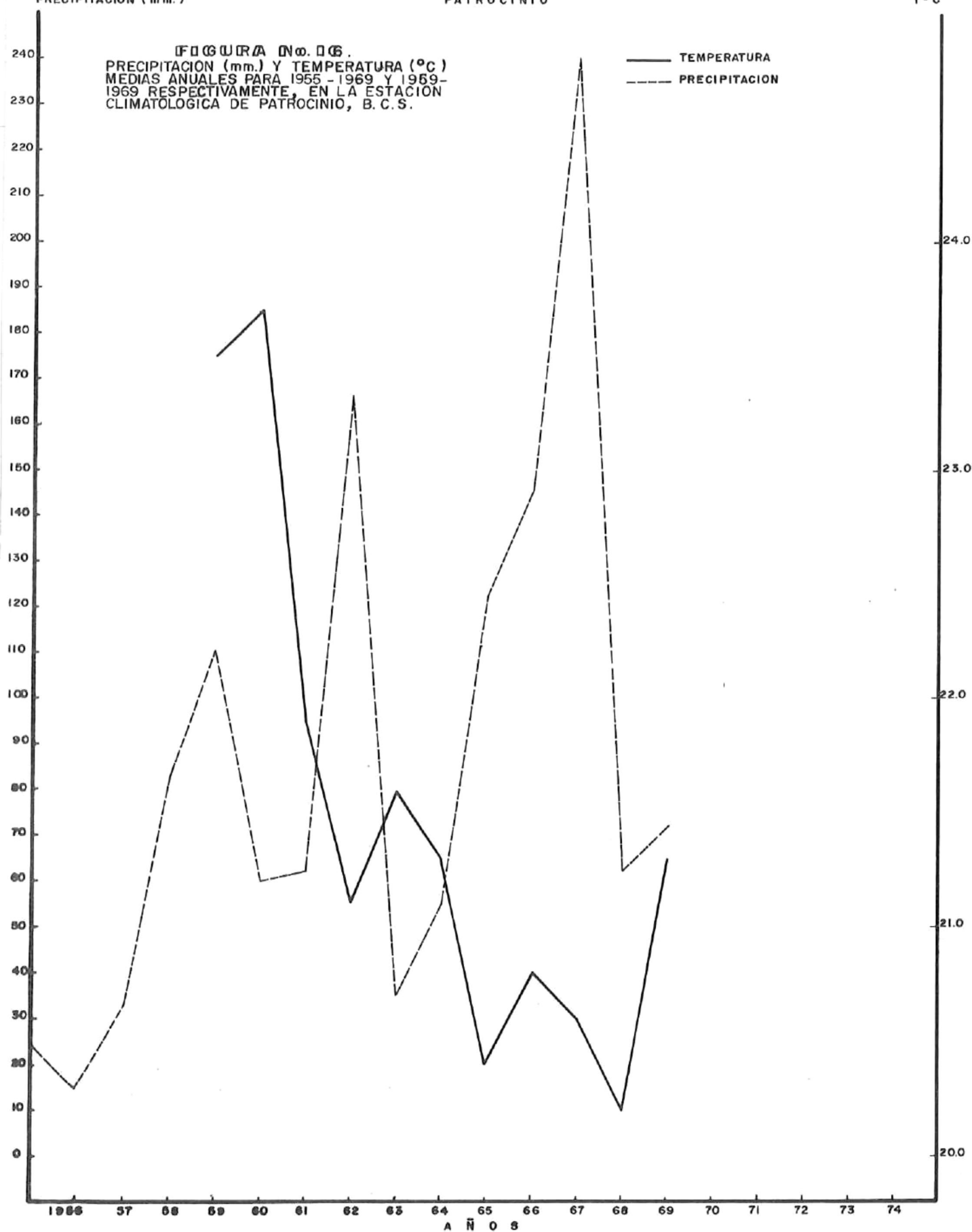
PRECIPITACION (mm.)

PATROCINIO

T°C

FIGURA No. 06.
PRECIPITACION (mm.) Y TEMPERATURA (°C)
MEDIAS ANUALES PARA 1955-1969 Y 1969-
1969 RESPECTIVAMENTE, EN LA ESTACION
CLIMATOLOGICA DE PATROCINIO, B.C.S.

— TEMPERATURA
- - - PRECIPITACION



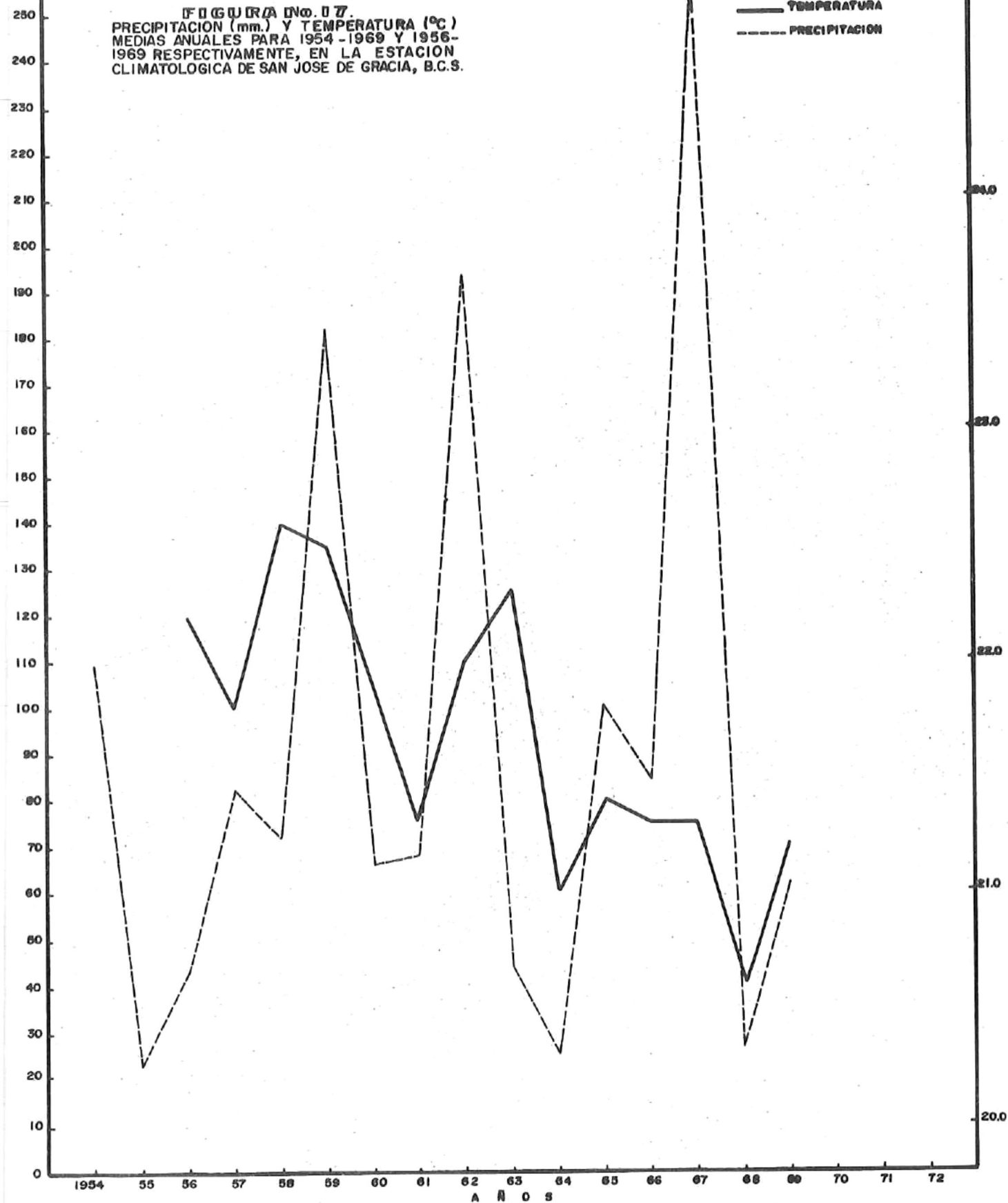
PRECIPITACION (mm).

SAN JOSE DE GRACIA

T°C

FIGURA NO. 17.
PRECIPITACION (mm.) Y TEMPERATURA (°C)
MEDIAS ANUALES PARA 1954-1969 Y 1956-
1969 RESPECTIVAMENTE, EN LA ESTACION
CLIMATOLOGICA DE SAN JOSE DE GRACIA, B.C.S.

—— TEMPERATURA
----- PRECIPITACION



D I S C U S I O N

El reconocimiento sanitario indica que la zona se encuentra poco poblada, la habitan escasamente un número aproximado de 37 personas. El núcleo de población más grande se encuentra localizado a una distancia de 48 km. por caminos de difícil acceso, que representan en términos de tiempo, de 3 a 4 h., según las condiciones climatológicas. Es probable que, a menos que se construyan grandes obras de infraestructura, la zona permanecerá con una densidad de población baja por un tiempo relativamente largo, ya que carece de fuentes de energía, agua, suelos adecuados, caminos, sistemas de distribución de alimentos, escuelas, servicios médicos, etc., lo cual ayuda a que esta zona no tenga fuentes potenciales importantes de contaminación.

Han sido encontradas bacterias coliformes en productos marinos en descomposición, como en el caso del camarón, que se llegaron a contar 800,000 bacterias/gr. en muestras no refrigeradas (García-Tello et al., 1970). El aporte estimado total de coliformes descargados diariamente por un individuo puede llegar a 1.950 millones de organismos y el aportado por patos de tipo doméstico, a 11,088 millones de organismos por día (Geldreich et al., 1962); las gaviotas, como se vió anteriormente pueden ser factores que contribuyan a la diseminación de hongos potencialmente patógenos y Oppenheimer y Kelly (1952) establecieron la presencia de organismos coliformes en la porción inferior del intestino delgado y en todo el intestino grueso de un lobo marino "salvaje" (Zalophus californianus) en la costa sur de California (E. U.). En el caso de la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón, los desechos fecales, al ser depositados en letrinas -- disminuyen su peligro como fuente de contaminación, pero no la eliminan;-- la presencia de moscas, partículas de tierra y detritus transportados por el viento pueden contribuir a aumentarla. El área posee también una pobla

ción considerable de aves representadas por gaviotas y distintos tipos de patos salvajes (algunos de tipo migratorio), todos presentes en el transcurso del presente estudio y que como se verá más adelante, no contribuyen con aportes importantes de contaminación.

En el presente estudio abarcando 474 muestras analizadas para el contenido de coliformes totales, y el mismo muestreo para coliformes fecales, 93.7% de las muestras contuvieron menos de 1.8 ó 2.0 coliformes totales/100 ml., y 98.5% contuvieron menos de 1.8 ó 2.0 coliformes fecales/100 ml.

En México el límite legislado de coliformes totales para aguas productoras de moluscos bivalvos es la mediana de una serie significativa de análisis que no exceda de 70 coliformes totales/100 ml., con un 10% no mayor de 230 coliformes totales/100 ml. (México, 1975). Los resultados para la Laguna San Ignacio y el Estero El Cardón, con 93.7% de muestras conteniendo menos de 1.8 ó 2.0 coliformes totales/100 ml., quedan muy por debajo de los límites exigidos por la Legislación Mexicana. Hubo una sola muestra donde el contenido de coliformes totales estuvo en exceso de 230/100 ml. (estación 5-C, marea baja, 24/feb.). Para que este valor represente un porcentaje más allá del 10% de una serie, se necesita arreglar los datos para indicar la contaminación encontrada en una zona (Estero El Cardón) durante un solo día, en que sale una proporción de 16.7% en exceso de 230/100 ml. (Tabla 12). Pero en tal caso el muestreo consiste de solamente seis muestras y no se considera que esta cifra tenga significado.

La ley en México no contempla un límite para coliformes fecales, pero aquí se puede utilizar a modo de referencia el vigente en Estados Unidos, el cual establece que la mediana de una serie significativa de análisis no debe exceder de 14 coliformes fecales/100 ml., con un 10% no mayor de 43 coliformes/100 ml.. Los presentes resultados, con 98.5% de las muestras conteniendo menos de 1.8 ó 2.0 coliformes fecales/100 ml. demuestran

tran una contaminación de coliformes fecales menor que la contaminación de coliformes totales. Hubo un solo valor arriba de 14 coliformes fecales/100 ml. y ninguno arriba de 43/100 ml..

La serie de muestras comprendió una por marea por estación, durante 18 días, con uno intermedio no trabajado y dos muestras perdidas. Considerando la escasez de fuentes potenciales de contaminación en la zona, que se hizo en la época cuando las condiciones hidrográficas parecían más favorables a la contaminación, y considerando los bajos conteos de bacterias coliformes totales y fecales obtenidos, se estima que la serie es confiable para los propósitos de este trabajo. Por lo tanto los resultados sumamente bajos obtenidos de los análisis para coliformes totales y fecales indican un alta calidad bacteriológica del agua en la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón.

La distribución de las estaciones pareció ser adecuada y los resultados no indicaron la necesidad de utilizar más estaciones. No se encontró correlación alguna de los resultados bacteriológicos (con los datos de corrientes disponibles), para ambos tipos de coliformes, con las fuentes potenciales de contaminación (campos pesqueros y Arroyo San Ignacio): los valores para contenido de coliformes más elevados se presentaron siempre lejos de estos puntos.

Si bien todas las muestras fueron superficiales, el hecho de haber encontrado la mayor parte de los valores arriba de 70 bacterias/100 ml., para coliformes totales, en el Estero El Cardón donde la profundidad es menor, y por lo tanto la mezcla de agua mayor, sugiere que las aguas profundas o los sedimentos pueden contener una densidad mayor de estos organismos. Lo mismo puede ser válido para coliformes fecales.

No pudo ser establecida ninguna relación entre la cantidad de coliformes totales y fecales, a los niveles detectados en este trabajo, en todos los casos fué una indeterminación. El "problema" fundamental consis

tió en la pureza bacteriológica de las aguas; posiblemente de haber obtenido valores más elevados, se podría haber establecido algún tipo de relación. De hecho, el límite establecido para coliformes fecales se estableció en base a una comparación de valores para ambos tipos de bacterias y a que la presencia de coliformes totales no es prueba concluyente de contaminación, según Slanetz et al. (1971), Salinger (1971), Presnell (1971b) y Hunt y Springer (1974).

Se observó relación entre los parámetros fisicoquímicos, los resultados del estudio de corrientes, las características de la zona y los datos climatológicos. En general la Laguna San Ignacio presentó los valores fisicoquímicos más consistentes para todas las estaciones, con los valores más altos en marea baja, por lo menos en lo que se refiere a salinidad y temperatura. La configuración de la Laguna San Ignacio no permite un intercambio constante significativo con el agua oceánica, excepto durante los ciclos de marea, en que se establecen corrientes de magnitud considerable. En marea baja el agua permanece almacenada y la concentración de sales, por lo menos en cuanto a agua superficial se refiere, aumenta debido a procesos de evaporación, aunque la estación fría del año hace pequeñas las diferencias. Lo mismo se puede decir de la temperatura. En marea alta el agua oceánica, más fría y de salinidad menor, diluye el agua de la laguna, disminuyendo los valores para ambos parámetros durante este período. El Estero El Cardón, más somero que la laguna, parece presentar un fenómeno semejante: los valores más elevados de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura y pH se presentan en marea baja, pero con tendencia a concentrarse en las estaciones localizadas al sur, donde el agua es menos profunda que en el resto de la zona. Los procesos de mezcla, más intensos aquí, hacen más notable este fenómeno sobre todo en las estaciones 4-C y 5-C (parte sur del estero). El aporte de agua oceánica en marea alta disminuye los valores de los parámetros fisicoquímicos y el almacena

miento en marea baja los aumentan.

Los valores elevados de oxígeno disuelto obtenidos los dos primeros días de muestreo, pudieron ser producidos por el oleaje bastante fuerte que se presentó durante este período, y que ocasionó la suspensión de actividades el 26 de febrero. Sin embargo, la diferencia tan grande hace suponer que hubo otro factor o factores que influyeron. La temperatura y salinidad, que son los parámetros mas relacionados con la solubilidad del oxígeno (Spotte, 1970) no mostraron alteración durante este período. Por lo cual no pudieron haber sido la causa de los elevados valores de oxígeno.

Pudo notarse que en general, descartando los valores indeterminados (menores de 1.8 bacterias/100 ml.), las densidades más elevadas se presentaban en marea alta para ambas zonas y tipos de bacterias. Se supone que en marea baja, por haber menor dilución, se deben encontrar los conteos más altos y precisamente lo contrario fué lo que se obtuvo. Esto se puede explicar si se observa que las aves y lobos marinos tienen la costumbre de descansar en los bajos, los cuales durante bajamar quedan al descubierto y, por lo menos en el caso de las primeras, descargan sus excrementos en el mismo sitio. Así, cuando sube la marea, lava el lugar y los desechos fecales se mezclan con el agua. También es posible que durante bajamar haya algún tipo de actividad bacteriana en los lodos y sedimentos dejados al descubierto y que, al subir la marea, ponga en suspensión a estas bacterias.

No he encontrado datos en la literatura a mi alcance acerca del contenido de bacterias coliformes en las heces de las ballenas grises, pero considerando que estos mamíferos únicamente se localizaban en la Laguna - San Ignacio, ya que el estero no tiene la profundidad adecuada, y que los números de coliformes fecales para una y otra zona no difirieron mucho, - es posible que no contribuyan significativamente como emisores de contami

nación bacteriana. Muestras bacteriológicas profundas ayudarían a verificar este punto de vista. En todos los casos, se debe notar que, según Rice y Wolman (1971) las ballenas grises comen raras veces, o no comen en las lagunas de Baja California. Por lo tanto, no se esperaría que produzcan excrementos.

Lo anterior podría explicar el fenómeno en general, pero no los valores más elevados de coliformes totales (Tabla 3), que se presentaron en su mayor parte en marea baja, en las estaciones 3-L.S.I. (24/feb.), 5-C (24/feb.) y 6-C (5/mar.), en las que parece haber influido otro factor. Los resultados indican que el origen de estas bacterias no es fecal, dado que el contenido de coliformes fecales en esas muestras fué menor de 1.8 bacterias/100 ml. para las tres estaciones. Así, estos coliformes parecen provenir de una fuente distinta a la de animales de sangre caliente, tal vez del suelo, la vegetación circundante incluyendo al mangle (muy abun-dante en la zona), o el fondo marino. Esto y lo anterior nos indica que las aves y mamíferos marinos, aunque contribuyen a la contaminación de la zona, lo hacen en un grado insignificante que no implica peligro para la salud.

A pesar de que no se presentó lluvia durante el período de muestreo, ésta no parece tener importancia decisiva para el área. Las precipitaciones son muy aisladas y cuando ocurren generalmente van acompañadas de altas temperaturas, lo que involucra evaporación elevada. Esto se puede ver en las Figuras 14, 15, 16 y 17, que presentan las observaciones meteorológicas de estaciones localizadas en la periferia de la Laguna San Ignacio. Por otro lado se debe considerar que la región de estudio se encuentra dentro de una cuenca con un parteaguas formado por las cumbres de la Sierra Mulegé, ocasionando que las zonas cercanas no solo carezcan de escurrimientos superficiales, sino hasta de cauces definidos; además el suelo, muy poroso y absorbente, impide la llegada de dichos escurrimientos

al mar.

No fué posible relacionar los resultados de los análisis bacteriológicos con los parámetros fisicoquímicos, principalmente debido a los conteos de bacterias sumamente bajos obtenidos. Otro tipo de correlaciones se hubieran podido obtener si se hubieran hecho otros análisis, como demanda bioquímica de oxígeno, nutrientes, plancton, etc., si bien su utilidad para un fin práctico sería discutible. Ya se vió anteriormente el efecto de estos factores sobre la sobrevivencia de bacterias, virus y hongos en el medio ambiente marino y sería interesante, a la luz de estas observaciones, especular cual sería el poder de autodepuración de la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón sobre la base de causas biológicas.

Como se habrá observado, para el caso de la zona estudiada en este trabajo, las densidades de bacterias parecen depender más de las características físicas y biológicas de la zona, que de las químicas. No obstante el oxígeno disuelto, en un caso dado, podría servir como indicador de zonas anóxicas para localizar bacterias de tipo anaerobio, involucradas en procesos de fermentación o putrefacción. Su influencia en la sobrevivencia de microorganismos terrestres en el agua de mar, como ya se vió, es conflictiva.

Anteriormente se discutió que la salinidad es importante para la sobrevivencia de organismos coliformes; en general los niveles presentes en el agua de mar inhiben el crecimiento de estos organismos. Además puede servir de control ya que es posible encontrar, si se supone que todo el aporte de contaminación de la tierra es a través del agua dulce (ríos o escurrimientos), una relación entre salinidad y concentración de coliformes totales y fecales, procedimiento de aplicación más sencilla en estuarios. De esta manera, conforme baja el nivel de concentración de sales disueltas, aumenta el de bacterias, hasta que se llega a un nivel que sirve de aviso para iniciar los análisis bacteriológicos y determinar con exacti-

tud el grado de seguridad de las aguas.

Anteriormente se mencionó el efecto de la temperatura en la sobrevivencia de bacterias no marinas. La información era conflictiva, pero parece ser que los valores obtenidos en este trabajo resultan más bien no dañinos para coliformes. Posiblemente se pueda relacionar la temperatura con aumentos en la actividad filtradora de moluscos bivalvos y asimilación de bacterias entéricas, o aprovechar su relación con la solubilidad de los gases disueltos en el agua de mar. De cualquier manera, en este estudio, la temperatura demostró ser de poca utilidad para los fines que se perseguían.

Las magnitudes de pH medidas en las aguas de la zona (7.9 a 8.4) parecen no favorecer el crecimiento de organismos intestinales. Como ya se vió la mortandad era más rápida en medios alcalinos. Además es posible -- servirse de este parámetro para localizar zonas de fermentación.

La influencia de la turbidez no pudo ser apreciada debido a que el método utilizado para medirla únicamente detectaba de 25 U.T.J. para arriba. Al principio de este trabajo se discutieron los efectos de este parámetro sobre la población microbiana, que parece ser bastante sensible a los efectos de partículas orgánicas e inorgánicas suspendidas, por lo cual parece ser importante contar con medios adecuados para evaluar más exactamente el grado de turbidez de las aguas, tomando en cuenta su utilidad no solo en análisis bacteriológicos, sino en otros para distinto fin. También es útil en zonas con aportes de descargas de tipo doméstico o de plantas de tratamiento, como indicador de la cantidad de materia orgánica vertida y efectividad de estas plantas. Por todo lo anterior, la evaluación del grado de turbidez en análisis bacteriológicos, representa un medio valioso para normar criterios acerca del grado de contaminación de una zona y sería conveniente, siempre que sea posible, medirlo con la mayor exactitud posible.

CONCLUSIONES

- 1) En la zona estudiada, comprendida por la Laguna San Ignacio y Estero - El Cardón, 93.7% de las muestras tomadas contuvieron menos de 1.8 ó -- 2.0 coliformes totales/100 ml., y 98.5% contuvieron menos de 1.8 ó 2.0 coliformes fecales/100 ml.. Estos niveles se encuentran muy por debajo de los establecidos por la Legislación Mexicana y las legislaciones de otros países. Por lo tanto la calidad bacteriológica del medio ambiente acuático es bastante buena, y el consumo de productos extraídos de estas aguas no representa ningún peligro para la salud pública.
- 2) Los campos pesqueros asentados en los márgenes de la laguna y el estero no contribuyen con niveles detectables de contaminación fecal, pero pueden llegar a ser una fuente potencial de cierta consideración, debido a la falta de precaución sanitaria que se observa en el manejo de los productos marinos, a la carencia de obras de infraestructura básica y a factores de tipo socioeconómico.
- 3) Este estudio, si se exceptúa la falta de lluvia, se realizó en la época que representó las condiciones hidrográficas más favorables a la -- contaminación, por lo que los conteos obtenidos fueron de los más elevados que se pudieron encontrar, para las dos masas de agua consideradas.
- 4) La carencia de lluvias se considera que no afecta sustancialmente los resultados obtenidos, pues no representa problema como fuente potencial de contaminación. El bajo índice de precipitación, la evaporación elevada, el suelo poroso y la orografía son factores que impiden al Arroyo San Ignacio y otros escurrimientos llegar a la laguna y al estero.
- 5) Valores de contaminación de más de 70 coliformes totales/100 ml. se encontraron en solamente 0.8% de las muestras, y estos valores fueron ocasionados por bacterias de origen no fecal.

- 6) Hubo una tendencia a encontrar los valores más elevados de densidad de bacterias en marea alta, debido posiblemente a que los bajos que quedaban al descubierto en bajamar, con desechos fecales de aves y lo bos marinos que se aposentaban en ellos para descansar, eran lavados y disueltos en el agua durante el período de marea alta. O bien lo mis mo puede pasar con bacterias que ocurran naturalmente en los lodos y - sedimentos de estos mismos bajos.
- 7) No pudo ser establecida ninguna relación entre la cantidad de coliformes totales y fecales.
- 8) No se encontró correlación entre los resultados de los análisis químicos y bacteriológicos del agua de mar.

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

- 1) Sería recomendable realizar análisis de contenidos bacterianos coliformes en aguas profundas y sedimentos, para investigar mejor los niveles de contaminación en estas zonas.
- 2) Es necesario realizar estudios completos de corrientes, demanda bioquímica de oxígeno, nutrientes, plancton y otros que sirvan para establecer un cuadro ambiental completo de la zona, teniendo en cuenta su futuro como área de cultivo y explotación de especies marinas.

R E S U M E N

Se realizaron análisis bacteriológicos de coliformes totales y coliformes fecales para la determinación de la calidad del agua de mar en la zona comprendida por la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón, B.C.S., en el período durante el cual las condiciones hidrográficas eran las más favorables a la contaminación. El estudio se realizó desde el 24 de febrero de 1976 al 12 de marzo del mismo año. Se efectuaron mediciones superficiales de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura, pH y turbidez. También fueron utilizados datos de corrientes que se obtuvieron posteriormente, como también observaciones meteorológicas correspondientes a este mismo período tales como las medias anuales de temperatura y precipitación para diferentes años a partir de 1954. Como información complementaria se recabaron datos socioeconómicos de la zona.

Se presentan los méritos y limitaciones de los coliformes totales y fecales como indicadores de contaminación fecal en estudios realizados en otros países y algunos antecedentes sobre su uso. Como coliformes totales se consideraron a todas las bacterias aerobias y facultativas anaerobias, en forma de bacilo, gram negativas, no formadoras de esporas, las cuales fermentan lactosa con formación de gas dentro de las 48 horas a 35° C y que con su presencia demuestran que la contaminación ha ocurrido, existiendo la posibilidad de encontrar bacterias y virus patógenos.

En base a una revisión bibliográfica se discute la influencia del agua de mar y moluscos bivalvos como vectores de enfermedades infecciosas y de tipo viral tales como cólera, tifoidea, poliometitis y hepatitis entre otras; los efectos bactericidas del agua de mar sobre bacterias y virus de origen terrestre y las ventajas y desventajas de utilizar otros organismos como indicadores además del grupo coliforme; métodos de análisis

bacteriológicos por filtro de membrana, agar en placa, técnica cromatográfica, carbón radioactivo y fermentación por tubos múltiples-número más probable (NMP). Para este trabajo se escogió la última. Se incluye además una breve explicación de la teoría del número más probable.

Se recolectaron muestras en marea alta y baja y se establecieron ocho estaciones para la Laguna San Ignacio y seis para el Estero El Cardón. Todas las muestras fueron analizadas dentro de 15 horas de su recolección. Como medios de cultivo se utilizaron Lactosa, Bilis Verde Brillante y Medio EC. Se escogieron diluciones de 10.0 ml., 1.0 ml., 0.1 ml., y 0.01 ml. y temperaturas de incubación de 35° C para coliformes totales y 44.5° C para coliformes fecales. Las determinaciones de oxígeno disuelto se hicieron por el método Winkler y la salinidad con un refractómetro. Se tomó como límite aceptable de contaminación para coliformes totales la mediana de una serie significativa de análisis que no excediera de 70 bacterias/100 ml., con un 10% no mayor de 230 bacterias/100 ml.; y para coliformes fecales una mediana que no excediera de 14 bacterias/100 ml. con un 10% no mayor de 43 bacterias/100 ml..

Aunque no se encontraron buenas condiciones sanitarias en la región, tampoco se encontraron fuentes potenciales de contaminación de importancia que pusieran en peligro la calidad del agua de mar.

En los conteos bacteriológicos fueron analizadas 474 muestras para coliformes totales y para coliformes fecales. 93.7% de las muestras contuvieron menos de 1.8 ó 2.0 coliformes totales/100 ml., y 98.5% contuvieron menos de 1.8 ó 2.0 coliformes fecales/100 ml.. Se encontraron valores elevados, pero aislados, de coliformes totales, que sólo representaron un 0.8% del total de las muestras y donde un valor solamente excedió de 230 bacterias/100 ml., lo que significó 5.9% de los valores obtenidos para la estación analizada. Para coliformes fecales sólo se encontró un valor arriba de 14 bacterias/100 ml.. De estos conteos sumamente bajos se conclu

ye que la calidad bacteriológica del medio ambiente acuático en la Laguna San Ignacio y Estero El Cardón era bastante buena.

La relación de coliformes fecales a totales fué una indeterminación en todos los casos debido a los valores muy bajos obtenidos. No se encontró correlación entre los resultados bacteriológicos y las fuentes potenciales de contaminación. Los resultados sugieren que las aguas profundas o los sedimentos pueden contener mayor densidad de bacterias. Los valores más elevados de densidades de bacterias se presentaron en marea alta, posiblemente debido a que los bajos dejados al descubierto en marea baja, conteniendo bacterias que ocurren naturalmente, o excrementos de aves y lobos marinos, eran lavados en marea alta. Se considera que la falta de lluvia no afectó sustancialmente los resultados obtenidos, ya que el índice de precipitación bajo, la evaporación elevada, el suelo poroso, la orografía, y el hecho de que los períodos de precipitación coinciden con los máximos de temperatura, son factores que impiden a los escurrimientos llegar a la laguna y al estero.

Los valores más elevados de oxígeno disuelto, salinidad, temperatura y pH se presentaron en marea baja, siendo más notable ésto en el Estero El Cardón. La turbidez siempre fué menor de 25 unidades de Turbidez Jackson. No se encontró correlación entre los resultados de los análisis químicos y bacteriológicos. Las mayores magnitudes de corrientes fueron encontradas en la Laguna San Ignacio debido a que en esta zona existe un mayor intercambio de agua con el mar abierto.

Se recomienda realizar análisis de coliformes totales y fecales en aguas profundas y sedimentos como también estudios completos de tipo biológico y fisicoquímico para establecer un cuadro ambiental completo de la zona.

R E F E R E N C I A S

- ADAMS, A. Paul y J. Clifton Spendlove. 1970. Coliform aerosols emitted by sewage treatment plants. Science, 169(3951):1218-1220.
- AGNESE, G. y G.M. Lamedica. 1960. On the use of a solid medium with tri-phenyl-tetrazolium chloride (TTC) and sodium eptadecylsulfate for the detection of coliform bacteria in mussels. Boll. Ist. Sieroter. Milan., 39(3/4):115-120.
- ANDREWS, Wallace H. 1974. Incidence of Salmonella in shellfish. En: Proceedings 8th national shellfish sanitation workshop, 16-18 January, 1974, Public Health Service, p. 80-87.
- ANDREWS, Wallace H. y Maynard W. Presnell. 1972. Rapid recovery of Escherichia coli from estuarine water. Appl. Microbiol., 23(3):521-523.
- ANONYMOUS. 1968. Comparison of MacConkey broth, Teepol broth and glutamic acid media for the enumeration of coliform organisms in water. J. Hyg., 66(1):67-82.
- BALCH, N., D. Ellis, J. Littlepage, E. Marles y R. Pym. 1976. Monitoring-a deep marine wastewater outfall. J. Water Pollut. Contr. Fed., 48 -- (3):429-457.
- BENDINELLI, M. y A. Ruschi. 1969. Isolation of human enetrovirus from mussels. Appl. Microbiol., 18(3):531-532.
- BONDE, G.J. 1966. Heterotrophic bacteria in a polluted marine environment. J. Water Pollut. Contr. Fed., 3ed. Int. Conf. on Water Poll. Research, Sect. 3, no. 5, Munich, 38(3):380, part 1.
- BONDE, G.J. 1968. Studies on the dispersion and disappearance phenomena - of enteric bacteria in the marine environment. Rev. Int. Oceanogr. Med., 9:17-44.
- BRAZIS, A. Richard. 1974. Report on the FDA split sampling program for -- shellfish meats. En: Proceedings 8th national shellfish sanitation -- workshop, 16-18 January, 1974, Public Health Service, p. 137-144.
- BREZENSKI, F.T. y J.A. Winter. 1969. Use of the delayed incubation membrane filter test for determining coliform bacteria in seawater. Water Res., 3(8):583-592.
- BUCK, John D., Donald D. Ahearn, Frank J. Roth, Jr. y Samuel P. Meyers. - 1963. Inhibition of yeast by a marine bacterium. J. Bacteriol., 85 -- (5):1132-1135.
- BUCK, John D., Samuel P. Meyers y Katherine M. Kamp. 1962. Marine bacteria with antiyeast activity. Science, 138(3547):1339-1340.
- BUCK, John D. y Samuel P. Meyers. 1965. Antiyeast activity in the marine-environment. 1. Ecological considerations. Limnol. Oceanogr., 10(3): - 385-391.
- BURKHOLDER, Paul R. y Lillian M. Burkholder. 1958. Antimicrobial activity of horny corals. Science, 127(3307):1174.

- CABELLI, Victor J. y W. Paul Heffernan. 1971. Seasonal factors relevant to coliform levels in the northern quahaug. Proc. Nat. Shellfish. Ass., 61:95-101.
- CACHOLA, Rui y Maria Celeste Nunes. 1974. Quelques aspects de la pollution bacteriologique des centres producteurs de mollusques de L'Algarve (1963-1972). Bol. Inform. Inst. Biol. Marit., Lisboa, no. 13. Fevereiro. 33 p.
- CANALE, Raymond P. 1973. Model of coliform bacteria in Grand Traverse Bay. J. Water Pollut. Contr. Fed., 45(11):2358-2371.
- CANALE, Raymond P., R.L. Patterson, J.J. Gannon y W.F. Powers. 1973. Water quality models for total coliform. J. Water Pollut. Contr. Fed., 45(2):325-336.
- CARLUCCI, Angelo F., P.V. Scarpino y David Pramer. 1961. Evaluation of factors affecting the survival of Escherichia coli in sea water. V. Studies with heat- and filter-sterilized sea water. Appl. Microbiol., 9(5):400-404.
- CARLUCCI, Angelo F. y David Pramer. 1960a. An evaluation of factors affecting the survival of Escherichia coli in sea water. I. Experimental procedures. Appl. Microbiol., 8(4):243-247.
- CARLUCCI, Angelo F. y David Pramer. 1960b. An evaluation of factors affecting the survival of Escherichia coli in sea water. II. Salinity, pH, and nutrients. Appl. Microbiol., 8(4):247-250.
- CARLUCCI, Angelo F. y David Pramer. 1960c. An evaluation of factors affecting the survival of Escherichia coli in sea water. III. Antibiotics. Appl. Microbiol., 8(4):251-254.
- CARLUCCI, Angelo F. y David Pramer. 1960d. An evaluation of factors affecting the survival of Escherichia coli in sea water. IV. Bacteriophages. Appl. Microbiol., 8(4):254-256.
- CARLUCCI, Angelo F. y David Pramer. 1959. Factors affecting the survival of bacteria in sea water. Appl. Microbiol., 7:388-392.
- CARLUCCI, Angelo F. y David Pramer. 1957. Factors influencing the plate method for determining abundance of bacteria in sea water. Proc. Soc. Expt. Biol. Med., 96:392-394.
- CASPER, Victor L., J.C. Bugg, Jr. y R.J. Hammerstrom. 1967. Sanitary survey studies of shellfish growing areas in Florida and Mississippi. En: Proceedings Gulf and South Atlantic shellfish sanitation research conference, 21-22 March, 1967, Public Health Service, p. 151-171.
- CESCON, B., G. Grancini y A. Paoletti. 1971. Correlations between chemical-physical and microbiological factors: contribution of the oceanography to the coastal pollution problem. Rev. Int. Oceanogr. Med., 24:131.
- COX, K.E. y F.B. Claiborne. 1949. Effect of age and storage temperature on bacteriological water samples. J. Amer. Water Works Ass., 41:948-952.

- DABROWA, Nina, Joseph W. Landau, Victor D. Newcomer y Orda A. Plunkett.---
1964. A survey of tide-washed coastal areas of Southern California --
for fungi potentially pathogenic to man. Mycopathol. Mycol. Appl., 24
(2):137-150.
- DELANEY, John. 1971. Rapid MPN procedure for the estimation of E. coli ty-
pe I in shellfish-benthal deposits and turbid waters. En: Proceedings
7th national shellfish sanitation workshop, 20-22 October, 1971, Pu-
blic Health Service, p. 187-196.
- DONSEL, D.J. Van y E.E. Geldreich. 1971. Relationships of Salmonellae to
fecal coliforms in bottom sediments. Water Res., 5(11):1079-1087.
- DOUGAN, J. y L. Tan. 1973. Detection and quantitative measurement of fe-
cal water pollution using a solid-injection gas chromatographic tech-
nique and fecal steroids as a chemical index. J. Chromatogr., 86(1):-
107-116.
- DUFF, D.C.B., D.L. Bruce y N.J. Antia. 1966. The antibacterial activity -
of marine planktonic algae. Can. J. Microbiol., 12(5):877-884.
- DUFF, Michael F. 1967. The uptake of enteroviruses by the New Zealand ma-
rine blue mussel Mytilus-edulis-aoteanus. Amer. J. Epidemiol., 85(3):
486-493.
- EDWARDS, P.R. y W.H. Ewing. 1972. Identification of enterobacteriaceae. -
3. ed. Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing. 362 p.
- EIELAND, Erling. 1966. A study of the pollution of the sea by sewage at -
the Trondheim bathing beaches. Zentralbl. Bakterirol. Parasitenk. - --
Infektionskr. Hyg. Abt. Orig., 199(2):216-225.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1974. Current practices in water micro--
biology. 345 p.
- FEARY, Thomas W., Alton B. Sturtevant, Jr. y John Lankford. 1972. Antibio-
tic-resistant coliforms in fresh and salt water. Arch. Environ. - ---
Health, 25(3):215-220.
- FLYNN, Michael J. y D.K.B. Thistlethwayte. 1965. Sewage pollution and sea
bathing. Water Res., 9(10):641-653.
- FURFARI, Santo A. 1968. A problem paper on boat wastes and the national -
shellfish sanitation program. En: Proceedings 6th national shellfish-
sanitation workshop, 7-9 February, 1968, Public Health Service, p. 85
-101.
- GALLAGHER, T.P. y D.F. Spino. 1968. The significance of numbers of coli--
form bacteria as an indicator of enteric pathogens. Water Res., 2(2):
169-175.
- GAMESON, A.L.H., A.W.J. Bufton y D.J. Gould. 1967. Studies of the coastal
distribution of coliform bacteria in the vicinity of a sea outfall. -
J. Water Pollut. Contr. Fed., 66(5):501-523.
- GAMESON, A.L.H. y J.R. Saxon. 1967. Field studies on effect of daylight -
on mortality of coliform bacteria. Water Res., 1(4):279-295.

- GARCIA-TELLO, Patricio, Rodolfo Iturriaga y Alicia Vera. 1970. Nota sobre bacterias coliformes en el camarón Heterocarpus reedi Bahamonde. --- Biol. Pesq., 4:33-40.
- GELDREICH, E.E. 1972. Buffalo Lake recreational water quality: a study in bacteriological data interpretation. Water Res., 6(8):913-924.
- GELDREICH, E.E., H.F. Clark, P.W. Kabler, C.B. Huff y R.H. Bordner. 1958. The coliform group. II. Reactions in EC medium at 45 C. Appl. Microbiol., 8:347-348.
- GELDREICH, E.E., L.C. Best, B.A. Kenner y D.J. Van Donsel. 1968. The bacteriological aspects of stormwater pollution. J. Water Pollut. Contr. Fed., 40(11):1861-1872, part 1.
- GELDREICH, E.E., R.H. Bordner, C.B. Huff, H.F. Clark y P.W. Kabler. 1962. Type distribution of coliform bacteria in the feces of warm-blooded animals. J. Water Pollut. Contr. Fed., 34(3):295-301, part 1.
- GERHARD, Peter y Howard E. Gulick. 1962. Lower California guidebook. Glendale, California: The Arthur H. Clark Co. 243 p.
- GODBOLE, S.H. y P.M. Wagle. 1967. Studies on the use of Brilliant Green - Bile broth for primary inoculation in bacteriological examination of waters. Environ. Health, 9(2):137-141.
- GOLA, Giuseppe, Giovanni Negri y Carlo Cappelletti. 1961. Tratado de botánica. 2. ed. Barcelona: Editorial Labor. 1160 p.
- GORE, P.S. 1971. Some observations on the bacterial flora of the beach -- sand and beach seawater. Environ. Health, 13(2):115-119.
- GRAY, R.D. 1964. An improved formate lactose glutamate medium for the detection of Escherichia coli and other coliform organisms in water. J. Hyg., 62(4):495-508.
- GRIFFITHS, Robert P., F.J. Hanus y Richard Y. Morita. 1973. Applicability of the reverse-flow filter technique to marine microbial studies. --- Appl. Microbiol., 26(5):687-691.
- GRUNNET, K. y G.J. Bonde. 1971. Methods for estimation of Escherichia coli in receiving waters and sewage a comparison between Gray's glutamic acid medium, MacConkey's and plain lactose peptone media. Rev. Int. Oceanogr. Med., 24:133-134.
- GRUPO MIXTO DE EXPERTOS OCMI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/OIEA/NACIONES UNIDAS SOBRE LOS ASPECTOS CIENTIFICOS DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL MAR (GESAMP). 1975. Informe de la séptima reunión, Londres, 24 a 30 de abril de 1975. 161 p.
- HAMBLET, F.E., W.F. Hill, Jr., E.W. Akin y W.H. Benton. 1967. Effect of turbidity on the rate of accumulation and elimination of poliovirus - type 1 by the eastern oyster, Crassostrea virginica. En: Proceedings-Gulf and South Atlantic shellfish sanitation research conference, 21-22 March, 1967, Public Health Service, p. 13-22.
- HANES, N. Bruce y Robert Fragala. 1967. Effect of seawater concentration-

- on survival of indicator bacteria. J. Water Pollut. Contr. Fed., 39 - (1):97-104, part 1.
- HANSEN, E. Hartmann y H. Sogaard. 1969. Gray's glutamic acid medium: a -- chemically defined medium for the detection of E. coli I and other co--
liform organisms in water. An estimate of the application of the me--
dium for examination of sewage and recipients. Nord. Vet. Med., 21 --
(5):266-275.
- HARREMOËS, Poul. 1970. Field determination of bacterial disappearance in
seawater. Water Res., 4(11):737-749.
- HEDSTRÖM, Carl-Erik y Erik Lycke. 1964. An experimental study on oysters--
as virus carriers. Am. J. Epidemiol., 79(2):134-142.
- HEFFERNAN, W. Paul y Victor J. Cabelli. 1971. The elimination of bacteria
by the northern quahog: variability in the response of individual ani--
mals and the development of criteria. Proc. Nat. Shellfish. Ass., 61:
102-108.
- HENDERSON, W.L. 1959. Studies on the use of membrane filters for the esti--
mation of coliform densities in sea water. J. Water Pollut. Contr. --
Fed., 31(1):78-91.
- HIDAKA, T. 1963. Studies on the marine bacteria. I. Comparative observa--
tions on the inorganic salt requirements of marine and terrestrial --
bacteria. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ., 12(2):135-152.
- HOSKINS, J.K. 1947 (rev.). Most probable numbers for evaluation of Coli --
aerogenes tests by fermentation tube method. Public Health reports. --
Reprint no. 1621. 29 p.
- HUFHAM, James B. 1974. Evaluating the membrane fecal coliform test by u--
sing Escherichia coli as the indicator organism. Appl. Microbiol., 27
(4):771-776.
- HUNT, Daniel A. y Janet Springer. 1974. Preliminary report on a compari--
son of total coliform and fecal coliform values in shellfish growing--
area waters and a proposal for a fecal coliform growing area stan--
dard. En: Proceedings 8th national shellfish sanitation workshop, 16--
18 January, 1974, Public Health Service, p. 97-104.
- JANNASCH, Holger W. 1965. Biological significance of bacterial counts in
aquatic environments. Proceedings of the Atmospheric Biology Conferen--
ce, p. 127-132.
También en: Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 1490, part
1.
- JANNASCH, Holger W. 1968. Competitive elimination of enterobacteriaceae --
from seawater. Appl. Microbiol., 16(10):1616-1618.
También en: Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 2052, part
2.
- JANNASCH, Holger W. 1969. Estimations of bacterial growth rates in natural
waters. J. Bacteriol., 99(1):156-160.
También en: Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 2321, part
2.
- JANNASCH, Holger W. 1971. New approaches to assessment of microbial acti--

- vity in polluted waters. Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 2599, p. 291-303, part 2.
- JANNASCH, Holger W. 1958. Studies on planktonic bacteria by means of a direct membrane filter method. J. Gen. Microbiol., 18:609-620.
- JANNASCH, Holger W. y Galen E. Jones. 1959. Bacterial populations in sea water as determined by different methods of enumeration. Limnol. Oceanogr., 4(2):128-139.
También en: Scripps Inst. Oceanogr., contribution no. 1077.
- JANNASCH, Holger W. y W.S. Maddux. 1967. A note on bacteriological sampling in seawater. J. Mar. Res., 25(2):185-189.
También en: Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 1822, part 1.
- JEBB, W.H.H. 1969. A minerals-modified glutamate medium for the enumeration of coliform organisms in water. J. Hyg., 67(2):367-374.
- JOHANNESSEN, J.K. 1957. Nature of the bactericidal agent in sea water. Nature, 180(4580):285-286.
- JONES, Galen E. 1964. Effect of chelating agents on the growth of Escherichia coli in seawater. J. Bacteriol., 87(3):483-499.
- KAMPELMACHER, E.H., A.W. Fonds y Lucretia M. Van Noorle Jansen. 1973. Bacteriological investigations of sea water along the Dutch coast: 1971- and 1972. Zentralbl. Bakteriologie. Parasitenkunde. Infektionskrankheiten. Hygiene. Abteilung. Originalien, 157(4):313-327.
- KETCHUM, Bostwick H. 1955. Distribution of coliform bacteria and other pollutants in tidal estuaries. J. Water Pollut. Contr. Fed., 27(11): 1288-1296.
También en: Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 772, part 1.
- KETCHUM, Bostwick H., John C. Ayers y Ralph F. Vaccaro. 1952. Processes contributing to the decrease of coliform bacteria in a tidal estuary. Ecology, 33(2):247-258.
También en: Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 561.
- KLEIN, Calvin A., Jr., John Walker, Richard C. Swanson, Charles Caraway y John E. Trygg. 1974. Epidemiological reports of infectious hepatitis associated with the consumption of oysters. En: Proceedings 8th national shellfish sanitation workshop, 16-18 January, 1974, Public Health Service, p. 53-64.
- KOLLINS, Stephen Alan. 1966. The presence of human enteric viruses in sewage and their removal by conventional sewage treatment methods. -- Advan. Appl. Microbiol., 8:145-193.
- KOTT, Yehuda. 1966. Survival of T bacteriophages and coliform bacteria in sea water. Contrib. Mar. Sci., 11:1-6.
- KUFFERATH, Jean. 1970. Contributions to the study of bacteria in the marine water off the Belgian coast. Bull. Inst. Roy. Sci. Matur. Belg., 46(36):1-6.

- LEAR, Donald W. 1962. Growth of coliform bacteria in estuarine waters. - Chesapeake Sci., 3(3):160-165.
- LEAR, Donald W. 1960. Stormy fermenters and coliform bacteria in the soft-shelled clam Mya arenaria and its habitat. Chesapeake Sci., 1(1):36-40.
- LEMUS Mieres, Rafael y Jesús W. Bastardo. 1972. Enterobacterias en las aguas del río Manzanares de Cumaná (Edo. Sucre, Venezuela). Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente Cumaná, 11(2):107-114.
- LEVIN, Gilbert V., Virginia L. Stauss y Walter C. Hess. 1961. Rapid coliform organism determination with C-14. J. Water Pollut. Contr. Fed., 33(10):1021-1037.
- LI, C.P., B. Prescott, W.G. Jahnes y E.C. Martino. 1962. Antimicrobial -- agents from mollusks. Trans. N.Y. Acad. Sci., 24(5):504-509, Ser. 2.
- LIU, Oscar C., Helen R. Seraichekas y Bert L. Murphy. 1967a. Viral depuration of the northern quahog. Appl. Microbiol., 15(2):307-315.
- LIU, Oscar C., Helen R. Seraichekas y Bert L. Murphy. 1967b. Viral pollution and self-cleansing mechanism of hard clams. En: Transmission of viruses by the water route, Interscience Publishers, John Wiley and Sons: New York, p. 419-437.
- LIU, Oscar, Helen R. Seraichekas y Bert L. Murphy. 1966. Viral pollution of shellfish. 1. Some basic facts of uptake. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 123(2):481-487.
- LIVINGSTONE, D.J. 1969. An appraisal of sewage pollution along a section of the Natal coast. J. Hyg., 67(2):209-223.
También en: S. Afr. Counc. Sci. Ind. Res. Nat. Nutr. Inst. Annu. -- Rep., reprint no. 333.
- LONSANE, B.K., N.M. Parhad y N.U. Rao. 1967. Effect of storage temperature and time on the coliforms in water samples. Water Res., 1(4):309-316.
- LOUTIT, Margaret. 1972. Standards for faecal coliform bacterial pollution: comment. N.Z.J. Mar. Freshwater Res., 6(1/2):214-215.
- LYCKE, Erik, Sigyn Magnusson y Ebba Lund. 1965. Studies on the nature of the virus inactivating capacity of sea water. Arch. Gesamte Virusforsch., 17(3/4):409-413.
- MARA, D.D. 1973. Coliform counts of polluted waters: a comparison of media and methods. Water Res., 7(12):1899-1903.
- MARTIN-BOUYER, G., H. Veiga-Pires, G. Salama, J.P. Bechac, F. Roger y A. Roger. 1973. Evaluation of surface water pollution at several points in relation to zones of shellfish industry in roadsteads of the Brest region. Rev. Int. Oceanogr. Med., 31/32:91-121.
- MAY, Edwin B. 1971. A survey of the oyster and oyster shell resources of Alabama. Alabama Marine Resources Bulletin, no. 4. 53 p.

- MAZIERES, M.J. 1963. Study of coliform bacteria in sea water and in oyster culture hygiene. Bull. Acad. Vet. Fr., 36(8):363-367.
- MCCALL, Gerald W. 1974. The elevated temperature coliform plate count and E. coli MPN procedures as shellfish process monitors. En: Proceedings 8th national shellfish sanitation workshop, 16-18 January, 1974, Public Health Service, p. 105-106.
- METCALF, T.G. y W.C. Stiles. 1965. The accumulation of enteric viruses by the oyster, Crassostrea virginica. J. Infect. Dis., 115(1):68-76.
- MEXICO. 1975a. Departamento del Distrito Federal. Memoria de las obras -- del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal. v. 1. p. XXVI.
- MEXICO. 1975b. Departamento del Distrito Federal. Memoria de las obras -- del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal. v. 2. p. XIII.
- MEXICO. 1975c. Departamento del Distrito Federal. Memoria de las obras -- del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal. v. 3. p. 233.
- MEXICO. 1975d. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Legislación relativa al agua y su contaminación.
- MICHELE, Eugene de. 1974. Pathogenic organisms in the Murderkill River estuary. J. Water Pollut. Contr. Fed., 46(4):772-776.
- MITCHELL, J.R., Maynard W. Presnell, E.W. Akin, J.M. Cummins y Oscar C. - liu. 1966. Accumulation and elimination of poliovirus by the eastern-oyster. Amer. J. Epidemiol., 84(1):40-50.
- MITCHELL, Ralph. 1968. Factors affecting the decline of non-marine micro-organisms in seawater. Water Res., 2:535-543.
- MITCHELL, Ralph, Shlomit Yankofsky y Holger W. Jannasch. 1967. Lysis of Escherichia coli by marine micro-organisms. Nature, 215(5103):891-893. También en: Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 1953, part 2.
- MITCHELL, Ralph y Holger W. Jannasch. 1969. Processes controlling virus inactivation in seawater. Environ. Sci. Technol., 3(10):941-943. También en: Woods Hole Oceanogr. Inst., contribution no. 2241, part 2.
- MITCHELL, Ralph y Shlomit Yankofsky. 1969. Implication of a marine ameba in the decline of Escherichia coli in seawater. Environ. Sci. Technol., 3(6):574-576.
- MITCHELL, Ralph y Z. Nevo. 1965. Decomposition of structural polysaccharides of bacteria by marine micro-organisms. Nature, 205(4975):1007-1008.
- MUZZI, A., N. Vescia y A. Borgioli. 1968. The state of pollution of the Roman ocean beaches: I. Researche on chemical and bacterial pollution. Nuovi Ann. Ig. Microbiol., 19(6):425-443.
- NAKAMURA, Mitsuru, Robert L. Stone y Judith E. Krubsack. 1964. Survival -

of Shigella in sea water. Nature, 203(4941):213-214.

NIGRELLI, Ross F., Sophie Jakowska y Idelisa Calventi. 1959. Ectyonin, an antimicrobial agent from the sponge, Microciona prolifera Verrill. -- Zoologica, 44(4):173-176.

NISKIN, Shale J. 1962. A water sampler for microbiological studies. Deep-Sea Res. Oceanogr. Abstr., 9:501-503.

OGAWA, Kazunari. 1973. Distribution of coliform bacteria in the coastal water. J. Oceanogr. Soc. Jap., 29(5):203-208.

OPPENHEIMER, Carl H. 1952. The membrane filter in marine microbiology. -- J. Bacteriol., 64(6):783-786.

También en: Scripps Inst. Oceanogr., contribution no. 594.

OPPENHEIMER, Carl H. y Arthur L. Kelly. 1952. Escherichia coli in the intestine of a wild sea lion. Science, 115(2993):527-528.

También en: Scripps Inst. Oceanogr., contribution no. 559.

PAVLETIC, Zlatko, Bozidar Stilinović, Zvonimir Crc y Ignac Munjko. 1972. Winter and summer aspect of heterotrophic and coliform bacteria and some ecological characteristics of polluted seawater in the region of Rijeka in north Adriatic. Acta Adriat., 14(5):1-15.

PAYERAS Cifre, Bartolomé. 1975. Estudio de la contaminación bacteriana en el puerto de Mahón. Influencia de las condiciones ecológicas del mismo. Bol. Inst. Españ. Oceanogr., no. 203. 24 p.

PIKE, E.B., A.L.H. Gameson y D.J. Gould. 1970. Mortality of coliform bacteria in sea water samples in the dark. Rev. Int. Oceanogr. Med., 18:19:97-107.

PINON, J. y J. Pijck. 1972. Microbiological sea water contamination along the Belgian coast: II. Techniques, norms, preliminary results. Rev. Int. Oceanogr. Med., 27:17-40.

PRATT, Robertson, T.C. Daniels, John J. Eiler, J.B. Gunnison, W.D. Kummer, John F. Oneto, Louis A. Strait, H.A. Spoehr, G.J. Hardin, H.W. Milner, J.H.C. Smith y H.H. Strain. 1944. Chlorellin, an antibacterial substance from Chlorella. Science, 99(2574):351-352.

PRESCOTT, B. y C.P. Li. 1966. Antimicrobial agents from sea food. Malacologia, 5(1):45-46.

PRESNELL, Maynard W. 1971a. Abstracts of rapid methods for the recovery of Escherichia coli. En: Proceedings 7th national shellfish sanitation workshop, 20-22 October, 1971, Public Health Service, p. 215-216.

PRESNELL, Maynard W. 1971b. Discussion of fecal coliform standards for shellfish growing waters. En: Proceedings 7th national shellfish sanitation workshop, 20-22 October, 1971, Public Health Service, p. 210-214.

PRESNELL, Maynard W. 1974. Evaluation of membrane filter methods for enumerating coliforms and fecal coliforms in estuarine waters. En: Proceedings 8th national shellfish sanitation workshop, 16-18 January, 1974, Public Health Service, p. 127-131.

- PRESNELL, Maynard W., J.M. Cummins y John J. Miescier. 1967. Influence of selected environmental factors on the elimination of bacteria by the eastern oyster, Crassostrea virginica. En: Proceedings Gulf and South Atlantic shellfish sanitation research conference, 21-22 March, 1967, Public Health Service, p. 47-65.
- PRESNELL, Maynard W. y John J. Miescier. 1971. Coliforms and fecal coliforms in an oyster-growing area. J. Water Pollut. Contr. Fed., 43(3): 407-416, part 1.
- PRESSWOOD, William G. y Lynn R. Brown. 1973. Comparison of Gelman and Millipore membrane filters for enumerating fecal coliform bacteria. Appl. Microbiol., 26(3):332-336.
- PROCEEDINGS 7TH NATIONAL SHELLFISH SANITATION WORKSHOP. 1971. Public Health Service. p. 80.
- THE PUBLIC HEALTH LABORATORY SERVICE STANDING COMMITTEE ON THE BACTERIOLOGICAL EXAMINATION OF WATER SUPPLIES. 1968. Confirmatory tests for coliform organisms. J. Hyg., 66(4):641-647.
- RAO, N.U. y N.M. Parhad. 1967. Quantitative studies on the bacterial pollution of lake and river waters. Environ. Health, 9(2):93-102.
- Recommended procedures for the examination of sea water and shellfish. 1970. 4. ed. New York: American Public Health Ass.
- REDMAN, James H. 1974. A simpler multiple fermentation tube test for monitoring the bacteriological quality of shellfish harvest waters; the examination of twelve 1.0 sample portions. En: Proceedings 8th national shellfish sanitation workshop, 16-18 January, 1974, Public Health Service, p. 123-124.
- RHEINHEIMER, G.. 1974. Aquatic microbiology. London: John Wiley. 184 p.
- RICE, D.W. y A.A. Wolman. 1971. The life history and ecology of the gray-whale (Eschrichtius robustus). American Society of Mammalogists, special publication n.3. 142 p.
- RITTENBERG, Sydney C., Tod Mittwer y Daniel Ivler. 1958. Coliform bacteria in sediments around three marine sewage outfalls. Limnol. Oceanogr., 3(1):101-108.
- SALINGER, A.C.. 1971. Revision of standards for shellfish growing waters, including coliform and fecal coliform indices. En: Proceedings 7th national shellfish sanitation workshop, 20-22 October, 1971, Public Health Service, p. 206-209.
- SANTIAGO Fierro, Guillermo A., Inés García de la Banda, María Purificación Mate Seco y María del Olvido Chereguini. 1976a. Contribución al estudio de las especies de bacterias marinas. Bol. Inst. Españ. Oceanogr., no. 214. 17 p.
- SANTIAGO Fierro, Guillermo A., Inés García de la Banda y José María Masso. 1976b. Análisis bacteriológico en las rías de Arosa, Vigo y Pontevedra. Bol. Inst. Españ. Oceanogr., no. 205. 13 p.
- SAVAGE, Hugh P. y N. Bruce Hanes. 1971. Toxicity of seawater to coliform

- bacteria. J. Water Pollut. Contr. Fed., 43(5):854-861.
- SAZ, Arthur K., Stanley Watson, Sarah R. Brown y Dolores L. Lowery. 1963. Antimicrobial activity of marine waters. I. Macromolecular nature of - antistaphylococcal factor. Limnol. Oceanogr., 8(1):63-67.
- SCARPINO, P.V. y David Pramer. 1962. Evaluation of factors affecting the survival of Escherichia coli in sea water. VI. Cysteine. Appl. Microbiol., 10(5):436-440.
- SCOTT, Robert M., Dorothea E. Seiz y Howard J. Shaughnessy. 1964. Rapid - carbon-14 test for coliform bacteria in water. II. Rapid carbon-14 -- test for sewage bacteria. Amer. J. Pub. Health, 54(5):827-844.
- SEN, Ranjit y Surjya Narayan Ghosh. 1970. A comparison of the enterococci index with coliform index as indication of faecal pollution of water. Indian J. Med. Res., 58(9):1164-1168.
- SHUVAL, Hillel I., Andrew Thompson, Badri Fattal, Samuel Cymbalista y -- Yael Wiener. 1971. Natural virus inactivation processes in seawater. Journal of the Sanitary Engineering Division. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 97(SA5):587-600.
- SIEBURTH, John McNeill. 1963. A simple form of the ZoBell bacteriological sampler for shallow water. Limnol. Oceanogr., 8(4):489-492.
- SIEBURTH, John McNeill. 1960. Acrylic acid, an "antibiotic" principle in Phaeocystis blooms in Antarctic waters. Science, 132(3428):676-677.
- SIEBURTH, John McNeill. 1959. Antibacterial activity of Antarctic marine- phytoplankton. Limnol. Oceanogr., 4(4):419-424.
- SIEBURTH, John McNeill y David M. Pratt. 1962. Anticoliform activity of - sea water associated with the termination of Skeletonema costatum -- blooms. Trans. N.Y. Acad. Sci., 24(5):498-501, Serv. 2.
- SLANETZ, L.W., Clara H. Bartley y K.W. Stanley. 1971. Comparison of num-- bers of coliform and fecal coliform bacteria in shellfish growing wa-- ters in relation to bacteriological standards. En: Proceedings 7th na-- tional shellfish sanitation workshop, 20-22 October, 1971, Public -- Health Service, p. 197-205.
- SOUTHERN CALIFORNIA COASTAL WATER RESEARCH PROJECT. 1973 (March). The eco-- logy of the Southern California bight: implications for water quality management. X. Public health and aesthetics. SCCWRP TR104, p. 361-409.
- SPOTTE, Stephen H. 1970. Fish and invertebrate culture. II. Effects of -- captive water on animals. Wiley-Interscience: New York. p. 75.
- SPRINGER, Janet A. 1974. Statistical considerations in using the twelve-- tube MPN test for routine monitoring of shellfish waters. En: Procee-- dings 8th national shellfish sanitation workshop, 16-18 January, - -- 1974, Public Health Service, p. 125-126.
- STEVENS, Alanson P., Rosario J. Grasso y John E. Delaney. 1974. Measure-- ment of fecal coliform in estuarine water. En: Proceedings 8th natio-- nal shellfish sanitation workshop, 16-18 January, 1974, Public Health

Service, p. 132-136.

- STOLP, H. y M.P. Starr. 1963. Bdellovibrio bacteriovorus gen. et sp. n., - a predatory ectoparasitic, and bacteriolytic microorganism. Antonie - Van Leeuwenhoek J. Microbiol. Serol., 29(3):217-248.
- STRICKLAND, J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2. ed., Ottawa, Fisheries Research Board of Canada, Bull. - 167. 310 p.
- SUÑER, J. y J. Piñol. 1966. Coliform bacteriophages and marine water contamination. J. Water Pollut. Contr. Fed., 3rd. Int. Conf. on Water -- Poll. Recherche, Sect. 3, no. 5, Munich, 38(3):381, part 1.
- TAYSI, I. y N. van Uden. 1964. Occurrence and population densities of - - yeast species in an estuarine-marine area. Limnol. Oceanogr., 9(1):42-45.
- TENNANT, A.D., J.E. Reid, L.J. Rockwell y E.T. Bynoe. 1961. Coliform bacteria in sea water and shellfish. II. The E.C. confirmation test for - Escherichia coli. Can. J. Microbiol., 7(5):733-739.
- TENNANT, A.D. y J.E. Reid. 1961. Coliform bacteria in sea water and shell fish. I. Lactose fermentation at 35.5° and 44° C. Can. J. Microbiol., 7(5):725-731.
- TORNES, Eilif y Paul George. 1971. Manipulación de las ostras y otros mariscos. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero MAC-PNUD- -- FAO, Informe Técnico n. 38, Caracas.
- UDEN, N. van y R. Castelo Branco. 1963. Distribution and population densities of yeast species in Pacific water, air, animals, and kelp off -- Southern California. Limnol. Oceanogr., 8(3):323-329.
- U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION, AND WELFARE. 1973. Food and Drug Administration. Shellfish growing area survey procedures. 58 p.
- U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION, AND WELFARE. 1965. Shellfish Sanitation Branch. Sanitation of shellfish growing areas. ed. rev. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office. Part 1.
- VIDAL, I.L. y A.A. Collins. 1970. Faecal coliform bacteria: is a national standard applicable to the Wellington area? N.Z.J. Mar. Freshwater Res., 4(4):445-455.
- VIDAL, I.L. y A.A. Collins. 1972. Standards for faecal coliform bacterial pollution: reply. N.Z.J. Mar. Freshwater Res., 6(1/2):215-219.
- WALLACE, G.M., Lorraine E. Newman y Jacqueline L. Jerrome. 1956. Bacteriological survey of Auckland harbours. IV. Manukau harbour. N.Z. Oceanogr. Inst., collected reprint no. 17, p. 663-670.
- WELCH, Ann Marie. 1962. Preliminary survey of fungistatic properties of - marine algae. J. Bacteriol., 83(1):97-99.
- WILHM, Jerry L. y Troy C. Doris. 1968. Biological parameters for water -- quality criteria. BioScience, 18(6):477-481.

- WINDLE Taylor, E. y N.P. Burman. 1964. The application of membrane filtration techniques to the bacteriological examination of water. J. Appl. Bacteriol., 27(2):294-303.
- WOODWARD, Richard L. 1957. How probable is the most probable number? J. - Amer. Water Works Ass., 49:1060-1068.
- YAMANAKA, Shoichi, Daiji Mizuno, Shigeru Ishii, Maki Hayashi, Tsutomu Une moto y Makoto Hayashi. 1970. Pollution by coli-form group bacteria in sea water of swimming resorts: I. J. Hig. Chem., 16(5):281-283.
- ZOBELL, Claude E. 1941a. Apparatus for collecting water samples from different depths for bacteriological analysis. J. Mar. Res., 4(3):173-188.
También en: Scripps Inst. Oceanogr., contribution no. 150.
- ZOBELL, Claude E. 1960. Marine pollution problems in the Southern California area. Transactions of the Second Seminar on Biological Problems in Water Pollution, 20-24 April, 1959, U.S. Public Health Service, p. 177-183.
También en: Scripps Inst. Oceanogr., contribution no. 1183.
- ZOBELL, Claude E. 1941b. The occurrence of coliform bacteria in oceanic water. J. Bacteriol., 42:284.
- ZOBELL, Claude E. y Winifred A. Landon. 1937. Bacterial nutrition of the California mussel. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 36:607-609.