



**Universidad Autónoma de Baja California**

**Escuela Superior de Ciencias Marinas**

**“Efectos de Contaminación Orgánica en la Zona Costera  
de la Bahía de Todos Santos, Baja California”.**

**T E S I S**

**Que para Obtener el Título de:**

**O C E A N O L O G O**

**PRESENTA:**

**Fausto Alonso Arce Duarte**

**Ensenada, Baja California**

**Julio de 1984**

## RESUMEN.

Se efectuaron muestreos mensuales en la franja costera de un kilómetro de la Bahía de Todos Santos, B.C., de Febrero a Septiembre de 1982, con la finalidad de determinar los lugares más afectados por la introducción de material orgánico al medio ambiente costero marino, proveniente de la industria del pescado y de uso doméstico.

Se determinó la concentración de oxígeno disuelto (O.D.), demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.), demanda química de oxígeno (D.Q.O.), sólidos suspendidos volátiles (S.S.V.), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y sulfuros ( $\text{S}^{2-}$ ).

La información obtenida indica que los valores encontrados rebasan los límites tolerables permisibles por la legislación mexicana y de otros países. Encontrándose que la zona de rompiente, se encuentra más contaminada que a un kilómetro de la costa. Existe una relación directa entre el grado de contaminación y los meses de mayor producción pesquera en la entidad. El mayor efecto contaminante se presenta en la dársena portuaria, arroyo el Gallo, parte expuesta del rompeolas y la zona industrial del Sauzal, B.C.

EFFECTOS DE CONTAMINACION ORGANICA EN LA ZONA  
COSTERA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B. C.


T E S I S  
QUE PRESENTA  
FAUSTO ALONSO ARCE DUARTE

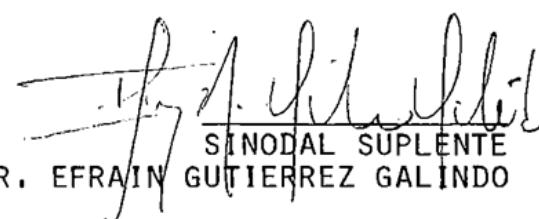
APROBADA POR:

  
PRESIDENTE DEL JURADO  
OC. SALVADOR GALINDO BECT

  
SINODAL PROPIETARIO  
OC. JOSE ANTONIO SEGOVIA ZAVALA

  
SINODAL PROPIETARIO  
OC. BERNARDO FLORES BAEZ

  
SINODAL SUPLENTE  
OC. SERGIO SAÑUDO WILHELMY

  
SINODAL SUPLENTE  
DR. EFRAIN GUTIERREZ GALINDO

DEDICATORIA

A MIS PADRES

FAUSTINO Y ANTONIA

POR SU APOYO Y CONFIANZA

A MI ABUELA

BALBINA

CON CARÍÑO

A MIS HERMANOS

MARCO ANTONIO, ALMA CECILIA

MONICA GUADALUPE Y FAUSTINO

CON CARÍÑO

A MI NOVIA

CARMEN

CON AMOR

A MIS TIOS

ENRIQUE Y ELVIA

POR SU AYUDA

A MIS COMPANEROS DE GENERACION Y AMIGOS

## AGRADECIMIENTOS.

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, dependiente de la Universidad Autónoma de Baja California, ya que sin su apoyo no se habría realizado este trabajo. Tesis que se realizó en el Proyecto Estudio de Contaminación Costera en el Estado de Baja California, en colaboración con los Oceanólogos, Jose Antonio Segovia Zavala, Ignacio Rivera Duarte, Salvador Galindo Bect, y Jose Luis Peña Manjarrez.

Mi más sincero reconocimiento al Oceanólogo Sergio Sañudo Wilhelmy, por su valiosa participación y sugerencias aportadas en el análisis estadístico.

Al Oceanólogo Salvador Galindo Bect, por aceptar la dirección de esta tesis. A las valiosas sugerencias dadas en la revisión de este trabajo por los sinodales José Antonio Segovia Zavala, Bernardo Flores Baéz, Sergio Sañudo Wilhelmy y Efraín Gutierrez Galindo.

A los dibujantes del Instituto de Investigaciones Oceanológicas, en la realización de las representaciones gráficas.

Y a todos aquéllas personas que de una manera u otra  
colaboraron en la culminación de este trabajo.

# INDICE

INTRODUCCION . . . . .	1
ANTECEDENTES . . . . .	10
OBJETIVO . . . . .	12
HIPOTESIS DE TRABAJO . . . . .	13
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO . . . . .	14
LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO . . . . .	17
METODOLOGIA . . . . .	19
PROCESAMIENTO DE DATOS . . . . .	20
RESULTADOS . . . . .	23
DISCUSION . . . . .	48
CONCLUSIONES . . . . .	66
RECOMENDACIONES . . . . .	68
LITERATURA CITADA . . . . .	69

## CONTENIDO DE TABLAS

TABLA I . . . . .	24
TABLA II . . . . .	28
TABLA III . . . . .	30
TABLA IV. . . . .	33
TABLA V . . . . .	39
TABLA VI . . . . .	43
TABLA VII . . . . .	47

## CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1. . . . .	15
FIGURA 2 . . . . .	25
FIGURA 3 . . . . .	31
FIGURA 4 . . . . .	40
FIGURA 5 . . . . .	45

## INTRODUCCION

La falta de planeación, control y sistemas apropiados de tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas, en el aspecto técnico y económico, así como el alto índice demográfico por la liberación de distintos desechos producto de sus necesidades, en el aspecto social; provocan en conjunto problemas de contaminación costera. Entendiéndose por esta, aquella circunstancia en que la composición o el estado de las aguas están directa o indirectamente modificadas por la acción del hombre, debido al aporte de materiales de diferente naturaleza en los litorales (McNulty et al, 1959; Pearson, 1961; Brisou, 1968), en tal medida que daña los recursos vivos, pone en peligro la salud pública, reduce las actividades marinas (pesca), hace decrecer el valor recreativo y la calidad de las aguas del mar (Leynaud, 1979; Botello, 1982). Además la zona costera recibe el material contaminante vertido en los rios que pasan por centros urbanos, complejos industriales y áreas de cultivo (Perez, 1979); por el lavado de tierras, debido a la precipitación pluvial; distintos tipos de desechos liberados por la actividad de la navegación; acarreo de material terrígeno por la atmósfera; por derrames

accidentales de petróleo y otras sustancias en el mar, que alteran las condiciones naturales del cuerpo receptor (Secretaría de Marina, 1974).

Los principales tipos de contaminación marina que se presentan son; naturales e inducidos. La primera incluye todos los procesos que se llevan a cabo en la naturaleza y que pueden provocar algún trastorno a las condiciones de equilibrio (MacKee, 1967), citándose algunos como vulcanismo, erosión, depósitos naturales de hidrocarburos, mareas rojas. La segunda considera aquellos compuestos generados de una manera directa o indirecta por el hombre, como son las aguas de desecho doméstica, industrial y agrícola (Marc, 1973; Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, 1976; Johnston, 1976).

La calidad del agua que llega a la zona costera dependerá del uso recibido y generalmente viene acompañada por partículas suspendidas disueltas, coloidales, gran cantidad de materia orgánica (Parlante, 1976; Perés, 1979; Champ et al, 1981); metales pesados y otras sustancias tóxicas; un alto número de microorganismos, como bacterias causantes de enfermedades, que pueden poner

en peligro la salud pública (McGraw, 1969; Mahoney et al, 1973; Soudan, 1975; Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, 1976; Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 1976; Schoeffer, 1978; Gauthier, 1979).

El impacto potencial de un desecho en el ecosistema, está en función del tiempo de permanencia, la forma en que es desechado, así como las condiciones hidrológicas y topográficas del lugar (Soudan, 1975).

Los efectos al depositar el material orgánico en el mar, son de naturaleza física, biológica y química. Dentro de los aspectos físicos, el material en suspensión es uno de los elementos principales de contaminación, ya que la mayoría de las aguas residuales están concentradas de estos materiales (minerales u orgánicos) y según su densidad y características del medio receptor, ser depositadas o transportadas a mayor o menor distancia de la descarga, (Gauthier, 1979); manifestandose cambios de color y transparencia del cuerpo receptor. Además de estas alteraciones, se ha observado que ocurren procesos de precipitación, coagulación y floculación (Foyn, 1971), disminuyendo considerablemente la cantidad de energía

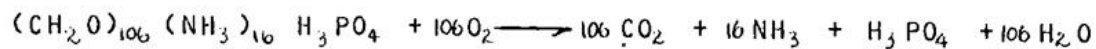
luminica disponible para llevar a cabo la fotosíntesis (Smith, 1971; Bertine et al, 1980), afectando la tasa de producción primaria.

En cuanto a la contaminación biológica, la sedimentación de grandes cantidades de material en suspensión deja el fondo en condiciones inhóspitas (Golubic, 1970), ocasionando cambios en la abundancia relativa y diversidad de especies, asociándose un decremento paralelo en la estabilidad de la población (Pearce, 1970; Dugan, 1972; McIntyre y Murison, 1972; Stenle y Stone, 1973; Goldberg, 1980).

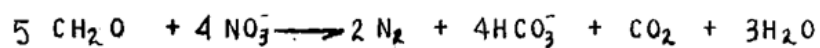
En cuanto a la contaminación química, el material orgánico ejerce diferentes funciones, tales como: fuentes de energía carbonosa, nitrógeno y fósforo, previa mineralización; sustrato para síntesis biológica; fuente de metabolitos y vitaminas; fuente de quelatos; así como inhibidor o estimulador. A consecuencia de una aportación excesiva de compuestos orgánicos, una u otra de estas actividades puede alterar el equilibrio del ecosistema y producir trastornos irreversibles (Leynaud, 1979).

Dicho material al ingresar al cuerpo de agua, es reducido en sustancias más estables (Auld, 1976), eliminandose grupos funcionales por deaminación, descarboxilación, condensación, depolimerización, isomerización y reacciones de oxido-reducción (Degens y Hopper, 1976; Price, 1976; Berner, 1980; Gagosian, 1980), regidas por influencia de microorganismos presentes, mediante una acción biológica o demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.), o bien por acción química o demanda química de oxígeno (D.Q.O.), las cuales consumen cantidades significativas de oxígeno disuelto (O.D.), en el agua (Cronin y Flemer, 1967; Leynaud, 1979).

En medio aerobio, los procesos catabólicos (que involucran el desdoblamiento de moléculas grandes a moléculas más simples o especies inorgánicas), generalmente siguen una secuencia de acción dependiendo de la naturaleza del agente oxidante y origen de la energía (Berner, 1980). Primeramente extraen el oxígeno disuelto del medio, necesario para iniciar el proceso degradativo, siguiendo la reacción descrita por Richard, (1965):



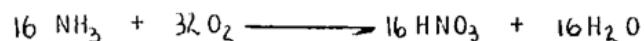
Y cuando el O.D. ha sido consumido por bacterias aerobias y además que no sea fácilmente adquirido por exclusión de las moléculas del agua, continua su transformación, mediante la utilización del oxígeno de los iones nitratos y nitritos, como un nuevo agente oxidante. A este proceso se le denomina denitrificación (Berner, 1980; Seitzinger et al, 1980), regidas por bacterias del género Pseudomonas sp., Thiobacillus sp. y Spirillum sp. (Dugan, 1972; Bott, 1976), y ocurre de la manera siguiente:



Liberando al medio nitrógeno molecular, iones bicarbonato y carbono orgánico en forma de  $\text{CO}_2$ .

La denitrificación puede alterar los rangos entre el oxígeno consumido y  $\text{N}(\text{NH}_3 + \text{HNO}_3)$  y  $\text{PO}_4^{3-}$ , producidos estos durante la oxidación del material orgánico en presencia del oxígeno (Seitzinger et al, 1980). El  $\text{NH}$  producido puede ser oxidado por bacterias nitrificantes (Price, 1976; Seitzinger et al, 1980), del género Nitrosocystis sp.,

Nitrosomonas sp. y Nitrobacter sp. (Dugan, 1972), según:



→ Por lo tanto la descomposición del material orgánico, en medios con concentraciones de oxígeno disuelto mayores al 5% (del porcentaje de saturación), presentará una mineralización más o menos completa, con productos finales inocuos: agua, gas carbónico, nitratos, fosfatos, entre otros (Dugan, 1972).

Cuando el oxígeno del medio ha sido totalmente removido, los organismos aerobios dejan de ser importantes (Foyt, 1971; Warren, 1971), y aparecen los anaerobios (Brooks, 1978), capaces de continuar con el desdoblamiento de compuestos orgánicos por la utilización del oxígeno que se encuentra combinado, principalmente en forma de óxidos de manganeso, hierro y de iones sulfato. Presentando distintos productos, como metano, amoníaco, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos, produciendo además una serie de efectos indeseables (olor, corrosión, toxicidad, etc.), y una contaminación más severa del medio marino.

Algunos nutrientes fertilizadores, como nitrógeno y fósforo, componentes de las aguas de desecho, bajo condiciones óptimas de luz, temperatura y salinidad, pueden influir en la estabilidad del medio (Bertine et al, 1980; Secretaría de Marina, 1974), ocasionando un excesivo desarrollo del fitoplancton, hasta condiciones de eutroficación (Natural Science Foundation, 1976; Perès, 1979; Friligos, 1981; Faganeli, 1982).

El proceso de eutroficación, sobre todo cuando llega a cierto límite, trae consigo un aumento del rendimiento piscícola. Pero este aumento favorable acarrea graves inconvenientes; decremento del oxígeno, convirtiendo el medio abiótico, ocurriendo una reducción en la abundancia y diversidad e influyendo en la distribución de las poblaciones marinas y en la estabilidad del ecosistema, llegando en ocasiones a provocar mortandad masiva de peces (Cole, 1972; Secretaría de Marina, 1974; Natural Science Foundation, 1976; Jenkins, 1978; Baltierra-Rodríguez et al, 1983).

Respecto a la región noroccidental de Baja California, las alteraciones o fuentes de contaminación pueden denominarse: alóctonas, que son originados en lugares lejanos y por influencia de corrientes litorales y

vientos, ser transportada a las costas de Baja California; y autóctonas cuando por la rápida descomposición de los contaminantes sus efectos no alcanzan a cubrir grandes extensiones, manifestandose a nivel local; presentandose principalmente en la Bahía de Todos Santos, B.C.

## ANTECEDENTES.

La información obtenida en la Bahía de Todos Santos, B.C., con respecto a los estudios de contaminación es escasa. Lizarraga-Partida (1973), realiza un estudio de organismos poliquetos como indicadores de contaminación orgánica en la dársena portuaria. De acuerdo a la presencia de especies dominantes, encuentra que el área más afectada por contaminación orgánica (caracterizada por la ausencia de vida macroscópica), esta localizada en la zona que ocupa el chalán de descarga de la Pesquera del Pacífico, al SW de la dársena portuaria, lugar de mayor protección y mínima circulación. El efecto disminuye hacia el centro de la misma. Domiguez-Malagón (1976), utilizando microalgas estuarinas como base de la cadena alimenticia, trata de purificar las aguas residuales domésticas. Encontrando que una mezcla de especies fitoplanctónicas (Nitzschia closterium, Monochrysis lutherii, Isochrysis galbana, Chlamydomonas 'sp. y Dunaliella tertilecta), son capaces de eliminar todo el nitrógeno, un alto porcentaje de fósforo y otros nutrientes fotosintéticos. Liedo-Galindo (1978), encuentra que un tratamiento químico (álcalis), puede remover hasta un 30% de materia orgánica, induciendo a la floculación y sedimentación. El Instituto de

Investigaciones Oceanológicas (1979-1983), realizando estudios periódicos en la evaluación de los desechos industriales y domésticos vertidos a La Bahía de Todos Santos, el comportamiento de estos en la columna de agua, su calidad bacteriológica y caracterización en sedimentos. Encuentran que las descargas de agua residual del Sauzal, Pesquera Galicia, S.A. y Peninsular, S.A., zona del arroyo el Gallo y dársena portuaria, presentan los mayores efectos sobre el medio al alterar sus condiciones naturales.

## OBJETIVO.

Estudiar la variación y distribución de los diferentes parámetros físico-químicos, indicadores de contaminación producida por residuos orgánicos a través de un estudio de contaminación en la franja costera de un kilómetro en la Bahía de Todos Santos, B.C.

Para evaluar las alteraciones físico-químicas de los efectos contaminantes, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- a) Comparar los valores encontrados con los límites establecidos por México y otros países, a través de las instituciones encargadas del control y prevención de la contaminación.
- b) Determinación de las zonas influenciadas por descargas industriales y domésticas, y por tanto, los sitios donde se requiera de una rápida intervención de las autoridades sanitarias.

## HIPOTESIS DE TRABAJO.

i) El impacto del material orgánico será mayor en la zona costera que a un kilómetro de ella, debido a que la mayor cantidad de desecho que ingresa al medio marino lo hace por este lugar.

ii) Debido que la Industria Pesquera no labora en forma continua durante el año, sino que incrementa su producción en los meses de verano. El problema se acentúa en los meses de Junio, Julio y Agosto meses de mayor producción industrial.

iii) Los niveles de la contaminación serán mayores en la zona centro costera de la Bahía de Todos Santos B.C., por presencia de barreras importantes de protección, disminuyendo los patrones de circulación, reciclaje y renovación del cuerpo de agua, permitiendo al material orgánico permanecer un mayor tiempo de residencia, alterando las condiciones físico-químicas del medio.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

La Bahía de Todos Santos, B.C., (figura 1), se localiza entre los  $31^{\circ} 40'$  y  $31^{\circ} 55'$  de latitud Norte,  $116^{\circ} 36'$  y  $116^{\circ} 50'$  de longitud Oeste, esta limitada al Sur y Oeste por la península de Punta Banda que es rocosa y montañosa y las islas de Todos Santos B.C., por el Norte con la costa de Baja California, al Sureste se localiza el Estero de Punta Banda, una laguna costera, la cual esta separada por una barra que se extiende desde Punta Banda hacia el Noroeste por una distancia de aproximadamente 7.5 kilómetros. La Bahía no es muy profunda, ya que el 80% presenta profundidades menores a 50 metros (Secretaría de Marina, 1974).

El área de estudio está comprendida desde el extremo Norte de la Bahía, conocido como Punta San Miguel, común por la dinámica de sus aguas y estar expuesta al embate del oleaje, presentando una pendiente abrupta en su batimetría; hasta la boca del Estero de Punta Banda, localizada en la parte Sureste e interna de la Bahía, en esta zona la energía del oleaje se ve disminuida debido al decremento gradual de la profundidad conforme se acerca a la playa.

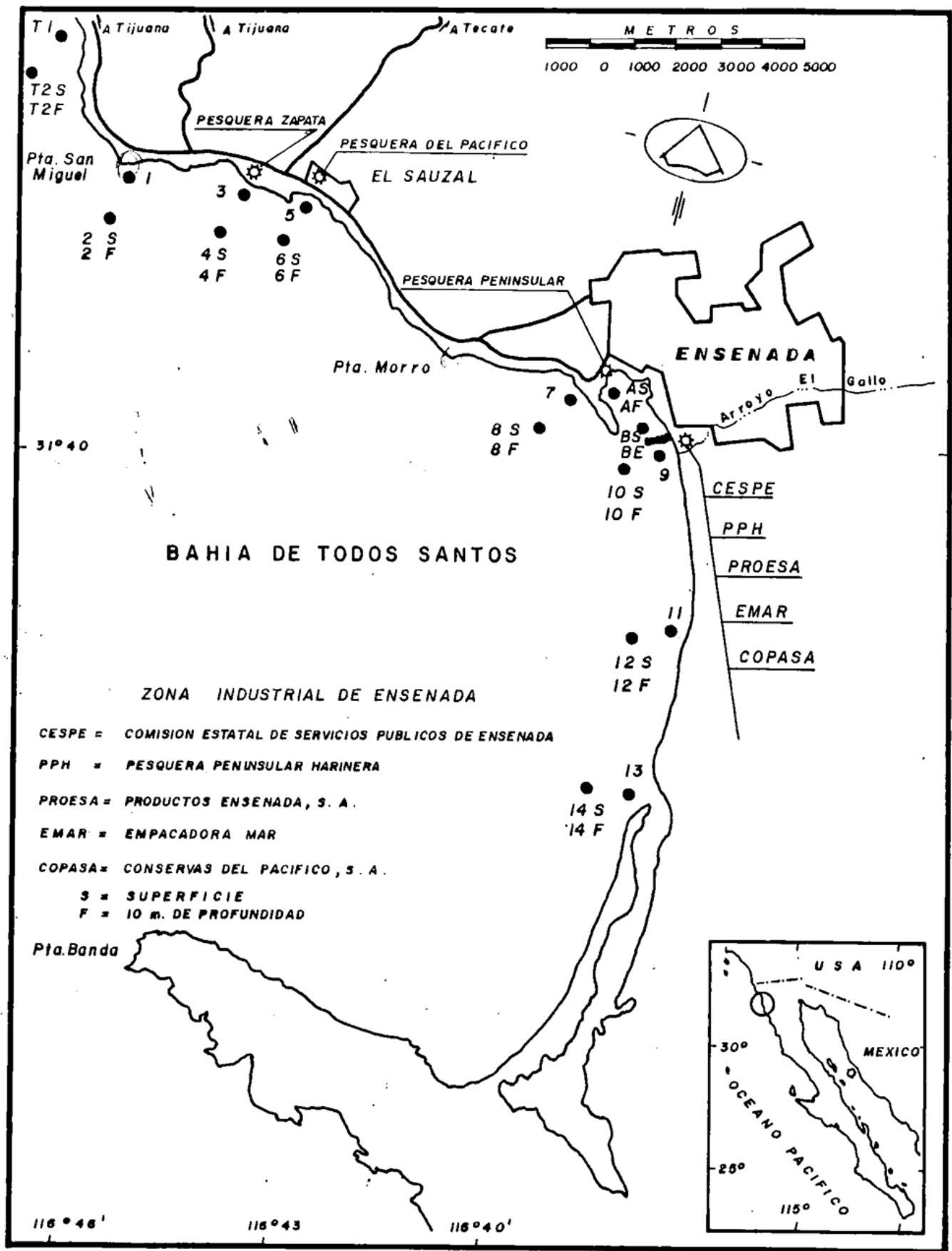


Fig.- 1- LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS Y LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

Limitada al Norte en la zona costera, por el establecimiento industrial del Sauzal de Rodríguez, evacuando sus aguas de desecho directamente al mar; hacia el interior y en la parte más protegida, se encuentra la dársena del puerto, siendo un cuerpo de agua semicerrado, encontrándose principalmente alterada por los desechos y descargas de embarcaciones. En esta área se encuentra asentada la ciudad de Ensenada, B.C., y otro complejo industrial, ambas arrojan a través del arroyo el Gallo sus aguas de desecho al mar sin tratamiento (fig. 1).

Hacia el Sur se extienden largas playas arenosas y la Barra del Estero de Punta Banda.

## LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

La localización de las estaciones de muestreo fueron determinadas en base a los efluentes de aguas residuales y domésticas, localizadas a lo largo de la franja costera, siendo lugares que presentan problemas de contaminación por materia orgánica. Estableciéndose un total de 25 estaciones en el área de estudio.

Debido a condiciones de alta energía de oleaje y baja profundidad que favorecen la homogeneidad de la columna de agua, se consideró apropiado tomar una muestra atrás de la línea de rompiente y la siguiente estación se situó a un kilómetro de la costa, tomándose muestras a dos niveles de la columna de agua; en la superficie y a diez metros de profundidad, para aquellos lugares donde la batimetría de la zona lo permitiera.

La localización de las estaciones se realizó por estima, mediante la ubicación de puntos de referencia en la costa y las islas de Todos Santos, B.C.

Las estaciones T1, T2S y T2F, se encuentran localizadas en Salsipuedes, B.C., fuera de La Bahía y se consideran como testigos e indicadores de los valores naturales. Las estaciones 3, 5, 7 y 9, se encuentran en el área donde se vierten las principales descargas de desechos orgánicos, tanto industriales como domésticos.

Las estaciones AS, AF, BS y BF, se encuentran establecidas en la dársena del puerto de Ensenada, B.C., lugar de condiciones estáticas. Las demás estaciones, contornarán la dispersión y comportamiento de los contaminantes.

## METODOLOGIA.

El periodo de estudio comprende de Febrero a Septiembre de 1982.

La toma de muestras se realizò con botellas Van Dorn, marca Kalhsico; se hicieron mediciones in situ de pH (potencial de hidrògeno), mediante el empleo de un potenciómetro Photovolt, modelo 126A, calibrado con un amortiguador de agua de mar pH 8.23; se determinò la temperatura, con termòmetros reversibles marca Kalhsico.

Se tomaron muestras de agua para oxígeno disuelto (O.D., ml/l); demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O., mg/l); sólidos suspendidos volátiles (S.S.V., mg/l), de acuerdo a American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation, (1975); demanda química de oxígeno (D.Q.O., mg/l, según Food and Agriculture Organization, (1976); amoniaco ( $\text{NH}_4$   $\mu\text{gratN/l}$ , Strickland y Parson, 1972); sulfuros ( $\text{S}$   $\mu\text{grat/l}$ , Grasshoff, 1976). Todas las muestras fueron conservadas a bajas temperatura, para su posterior análisis en el laboratorio.

## PROCESAMIENTO DE DATOS.

Se realizaron diagramas de temperatura contra salinidad (T-S) y pruebas t de Student (al nivel de significancia del 5%); para determinar si los valores de superficie y 10 metros de profundidad en las estaciones a un kilómetro de distancia de la costa, presentaban diferencias significativas y trabajarlas de manera conjunta o separada.

Con la información obtenida se agruparon los datos, para corroborar las hipótesis de trabajo.

Para la hipótesis i, los datos se agruparon en cuatro zonas. Las dos primeras comprendiendo los testigos de la zona de rompiente (T1), y a un kilómetro de la costa (T2), tanto superficial como a 10 metros de profundidad y conteniendo la información reunida en cada uno de los parámetros.

La zona de rompiente del área de estudio contiene a las estaciones (1,3,5,7,9,11,13) establecidas en dicha zona, incluyendo las estaciones que se encuentran en la rada portuaria (A y B).

Respecto a la segunda zona de estudio ( un kilómetro de la costa), se tomaron en cuenta las estaciones alejadas de la rompiente (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14). Esto se hace tanto para los niveles superficiales como a 10 metros de profundidad.

En la hipótesis de trabajo ii, los datos fueron reunidos para cada uno de los parámetros indicativos de contaminación por desechos orgánicos, por meses. Se agrupó la información total de los testigos y fué comparada con su mes correspondiente.

Para la hipótesis iii, se reordenan los datos en cuatro zonas, trabajando con la información global en la zona de testigos (T1, T2S y T2F).

La zona Norte contiene la información de las estaciones (1-6) localizadas desde San Miguel, B.C., hasta La Pesquera del Pacífico, S.A.

La zona Central contempla las estaciones dentro de la rada (A y B), las localizadas en la descarga de la Pesquera Peninsular S.A. y Galicia S.A. (7 y 8) y las establecidas frente al arroyo del Gallo (9 y 10).

La zona Sur comprende las estaciones desde el Ciprés, B.C. hasta la boca del Estero de Punta Banda (estaciones 11, 12, 13, 14).

En todos los casos se trabaja, tanto con la zona de rompiente y a un kilómetro de la costa (en ambos niveles de la columna de agua).

A los distintos agrupamientos realizados para constatar las hipótesis de trabajo se determinó,  $n$  (número de observaciones), rango (mínimo- máximo), promedio total y desviación estandar (tabla I, III, V), se les aplica el análisis no paramétrico de una vía de Kruskal-Wallis al 5% de significancia (tabla II, IV, VI)

Se trabaja con los rangos obtenidos en la zona testigo y se compara con los promedios de cada parámetro por mes. Sirviendonos para estimar si los testigos presentan las condiciones naturales del medio costero y además para determinar si la información recabada se encuentra dentro de los límites establecidos por la legislación mexicana y de otros países.

## RESULTADOS.

La prueba t de Student al nivel de significancia del 5% y diagramas T-S mostraron que las estaciones localizadas a un kilómetro de la costa, no presenta diferencias entre los valores encontrados en la superficie y a 10 metros de profundidad, por lo que dicha información será analizada en forma conjunta.

Para constatar la hipótesis de trabajo i, donde el impacto del material orgánico será mayor en la zona costera que a un kilómetro de ella; se utiliza la tabla I, que denota número de observaciones (n), rango (mínimo-máximo), media muestral total y desviación estandar en los parámetros indicativos de contaminación, empleados en este estudio y la figura 2, que indica la tendencia general de todos los parámetros.

Se observa (fig. 2a) un decremento en la concentración del O.D. en los testigos (5.94 ml/l) hacia la zona de rompiente (5.60 ml/l) y a un kilómetro de la costa (5.39 ml/l). La concentración máxima de 9.31 ml/l se observó en la franja de estaciones a un kilómetro

TABLA\_ I- n, RANGO PROMEDIO TOTAL Y DESVIACION ESTANDAR POR ZONAS PARA LOS PARAMETROS O.D, D.B.O, D.Q.O, S.S.V, N.H<sub>3</sub> Y S= EN LA ZONA COSTERA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C. ( Feb - Sept. 1982 )

		O. D. ( ml/l )	D. B.O. ( mg/l )	D. Q.O. ( mg/l )	S S V ( mg/l )	N H <sub>3</sub> ( $\mu$ grat N/l)	S= ( $\mu$ grat / l )
TESTIGO DE ROMPIENTE	n	7	7	8	7	5	7
	RANGO	4.57-6.9	1.6-8.6	0.4-2.4	0.5-71.0	0.19-2.07	0.002-.17
	PROMEDIO	5.94	4.68	1.17	28.93	0.850	0.051
	D. ESTANDAR	0.81	2.79	0.75	28.4	0.82	0.066
TESTIGO A UN KILOMETRO	n	14	12	13	12	10	14
	RANGO	3.91-9.08	1.3-8.6	0.0-1.2	0.0-53.0	0.122-1.85	0.0-0.156
	PROMEDIO	5.74	4.17	0.52	24.54	0.903	0.033
	D. ESTANDAR	1.23	2.24	0.36	22.3	0.66	0.047
ZONA DE ROMPIENTE	n	88	77	88	77	58	77
	RANGO	0.96-8.61	0.0-8.8	0.0-7.9	0.0-109.6	0.117-18.8	0.0-0.58
	PROMEDIO	5.60	4.35	1.50	27.03	2.370	0.086
	D. ESTANDAR	1.31	2.53	1.44	27.6	3.357	0.119
ZONA A UN KILOMETRO	n	111	98	110	97	70	97
	RANGO	2.69-9.31	0.0-8.7	0.0-9.6	0.0-252.0	0.15-4.04	0.0-0.82
	PROMEDIO	5.39	3.63	1.08	29.20	1.067	0.065
	D. ESTANDAR	1.72	2.32	1.01	36.5	0.771	0.017

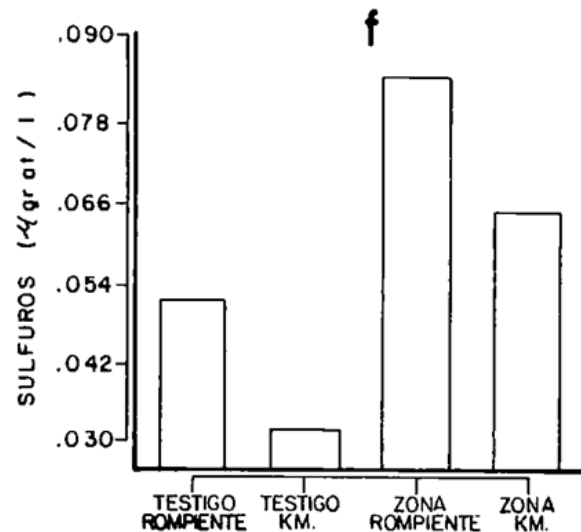
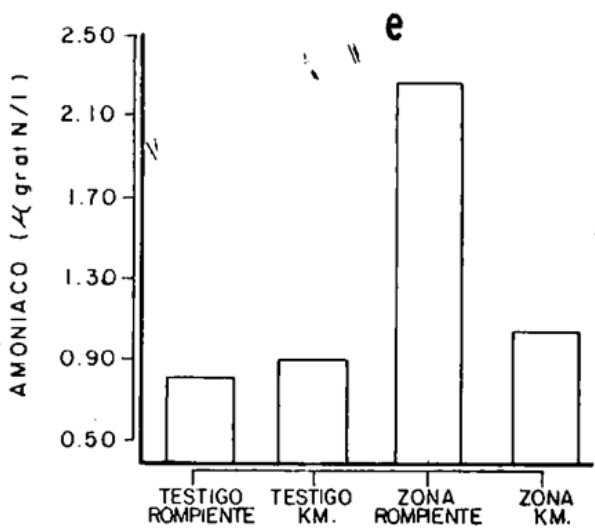
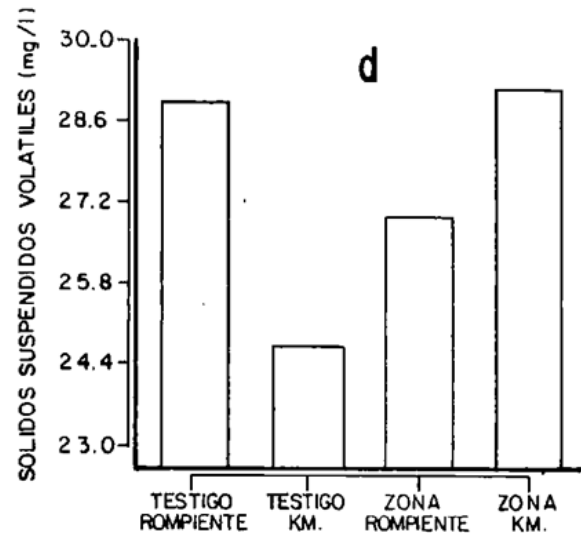
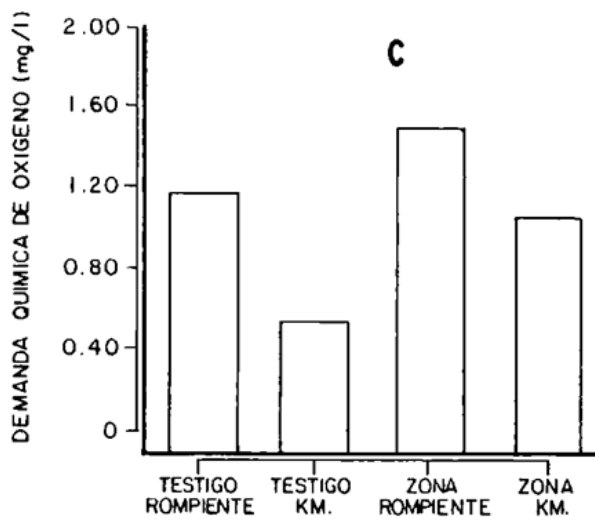
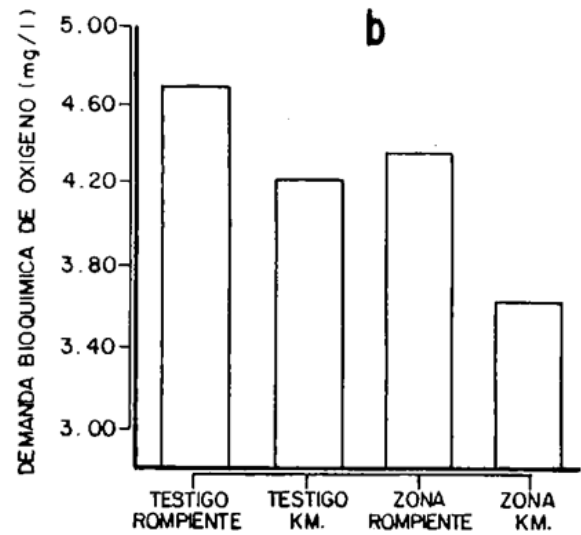
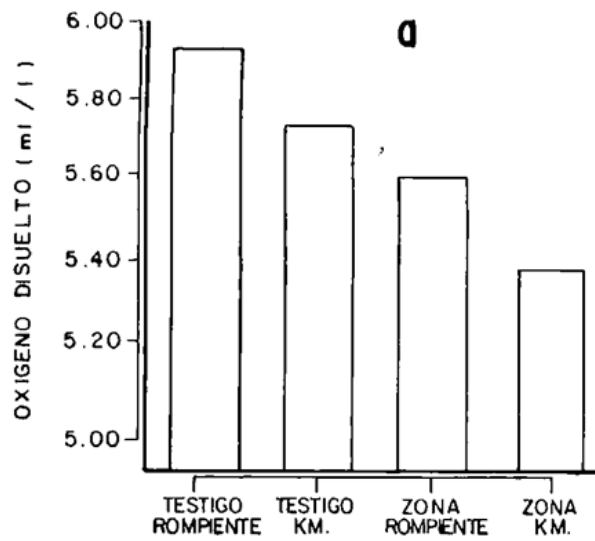


Fig. 2 - COMPORTAMIENTO DETERMINADO POR ZONAS EMPLEANDO LOS PROMEDIOS DE LOS PARAMETROS INDICATIVOS DE CONTAMINACION ( O.D, D.B.O, D.Q.O, S.S.V, N.H, Y S = ) EMPLEADOS EN ESTE ESTUDIO PARA LA ZONA COSTERA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C. ( Feb - Sept. 1982 )

de la costa y los mínimos se detectaron en la zona de rompiente, siendo la estación AF en la rada portuaria la de menor concentración (0.96 ml/l).

Para la D.O.C. (fig. 2b) existe una disminución en la concentración de la zona de rompiente (4.35 mg/l), hacia la zona a un kilómetro de la costa (3.63 mg/l). El valor máximo que detectado en la zona de rompiente (estación 14S) fue 5.8 mg/l).

Respecto a la D.O.O. (fig. 2c) la zona de rompiente presenta valores mayores (1.50 mg/l) que a un kilómetro de la costa (1.06 mg/l). El testigo de rompiente también es mayor que el testigo a un kilómetro. El valor máximo puntual (9.4 mg/l) es encontrado en la estación 14S a un kilómetro de la costa, frente a la boca del estero de Punta Bonal.

En S.S.V. (fig. 2d) se encuentran valores mayores a un kilómetro (29.02 mg/l) que en la zona de rompiente (27.03 mg/l). Sin embargo en los testigos este comportamiento es contrario, puesto que en la rompiente la concentración de sólidos fue mayor (28.93 mg/l) que

alejados de la costa (24.54 mg/l). El valor máximo puntual se detecta a un kilómetro de la costa (estación 10F), frente al arroyo el Gallo, con una concentración de 252.0 mg/l.

En amoníaco (fig. 2e) nuevamente se observa un mayor efecto contaminante en la zona de rompiente (2.370  $\mu\text{gratN/l}$ ), que a un kilómetro de la costa (1.067  $\mu\text{gratN/l}$ ). Ocurriendo un mismo comportamiento en los testigos. En la estación 9, frente a la desembocadura del arroyo el Gallo, se encontró el nivel puntual más alto de este compuesto reductor con 18.850  $\mu\text{gratN/l}$ .

En sulfuros (fig. 2f) ocurre un incremento en la concentración media de la zona de rompiente (0.065 y 0.033  $\mu\text{grat/l}$ ) hacia la zona de rompiente (0.086 y 0.051  $\mu\text{grat/l}$ ), tanto para la zona de estudio y testigos respectivamente. La estación 10F a un kilómetro frente al arroyo el Gallo presentó el valor máximo con 0.825  $\mu\text{grat/l}$ .

La tabla II describe los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, al 5% de significancia, aplicado a los datos agrupados en cuatro zonas, empleando los parámetros indicativos de contaminación orgánica.

TABLA - II - PRUEBA NO PARAMETRICA DE KRUSKAL-WALLIS DE UNA VIA AL 5 % DE SIGNIFICANCIA APLICADO A LOS DATOS -- AGRUPADOS POR ZONAS EMPLEANDO LOS PARAMETROS INDICATIVOS DE CONTAMINACION ( Feb.- Sept. 1982 )

PARAMETRO ANALISIS MULTIPLE	O. D ( ml/l )	D. B. O. ( mg/l )	D. Q. O. ( mg/l )	S S V ( mg/l )	N H <sub>3</sub> ( Mg rat N <sub>2</sub> )	S = ( Mg rat / l )
TR - TK	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
TR - ZR	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
TR - ZK	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
TK - ZR	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF
TK - ZK	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
ZR - ZK	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF

T R    TESTIGO DE ROMPIENTE  
 T K    TESTIGO A UN KILOMETRO  
 Z R    ZONA DE ROMPIENTE  
 Z K    ZONA A UN KILOMETRO

Se encontró que en O.D., D.B.O., D.Q.O., S.S.V. y  $\text{NH}_3$ , la zona de rompiente y a un kilómetro no presentan diferencias significativas entre ellas, rechazándose la hipótesis de trabajo. En tanto que existen evidencias suficientes para aceptarla en sulfuros.

En sulfuros se detectan diferencias significativas en la zona de estudio, siendo menor la zona a un kilómetro que en la zona de rompiente. El testigo a un kilómetro con 0.032  $\mu\text{grat/l}$ , fue significativamente menor a la zona de rompiente con 0.086  $\mu\text{grat/l}$ . No existiendo diferencias entre los testigos, así como tampoco entre el testigo de rompiente y la zona de estudio.

X Para corroborar la hipótesis de trabajo ii, o sea que el problema se acentuará en los meses de mayor producción, se utilizaron la tabla III que describe n, rango, promedio mensual total y desviación estandar de los parámetros empleados para evaluar el efecto contaminante y la figura 3 que denota el comportamiento seguido por los distintos parámetros por meses.

TABLA III - n, RANGO, PROMEDIO TOTAL Y DESVIACION ESTANDAR POR MESES PARA LOS PARAMETROS O.D., D.B.O., D.Q.O., S.S.V., NH<sub>3</sub> Y S = EN LA ZONA COSTERA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B. C. ( FEB. - SEP. 1982 ).

			O. D. ( ml/l )	D. B. O. ( mg/l )	D. Q. O. ( mg/l )	S. S. V. ( mg/l )	NH <sub>3</sub> ( µgrat N/l )		S = ( µgrat S/l )					
FEBRERO	TESTIGO	MIN - MAX RANGO	4.5-9.2	—	0.9-8.2	—	0.6-6.8	—	0.0-4.70	—	—	—	—	
		PROMEDIO	7.11	—	4.06	—	2.78	—	11.78	—	—	—	—	
		D. ESTANDAR	1.29	—	2.97	—	1.68	—	12.90	—	—	—	—	
MARZO	TESTIGO	MIN - MAX RANGO	4.30 6.88	5.50 5.97	5.6 6.8	5.7 6.2	0.0 0.6	0.0 0.8	0.0 1.6	0.1 0.5	.829 7.381	1.297 1.343	.083 .825	.104 .176
		PROMEDIO	5.59	5.77	6.16	6.0	0.34	0.30	0.32	0.23	2.29	1.31	0.261	0.168
		D. ESTANDAR	0.73	0.24	0.31	0.26	0.22	0.43	0.40	0.23	1.99	0.026	0.160	—
ABRIL	TESTIGO	MIN - MAX RANGO	4.75 6.93	3.91 6.22	1.5 7.7	1.5 3.6	0.0 3.9	0.0 1.2	31.0 94.0	33.0 53.0	1.188 18.850	1.547 2.076	0.0 .227	0.0 .109
		PROMEDIO	5.94	4.90	3.49	2.23	0.82	0.53	52.18	46.33	2.85	1.82	0.068	0.044
		D. ESTANDAR	0.71	1.19	1.56	1.18	0.82	0.61	12.80	11.50	3.55	0.26	0.057	0.057
MAYO	TESTIGO	MIN - MAX RANGO	2.74 6.07	4.27 6.45	0.4 6.8	1.3 7.0	0.5 2.4	0.6 2.3	0.0 28.0	0.0 10.0	0.288 7.983	0.304 0.490	.001 .071	0.0 .005
		PROMEDIO	4.93	5.52	2.06	3.50	1.12	1.30	5.52	5.33	0.76	0.41	0.023	0.002
		D. ESTANDAR	1.01	1.12	1.47	3.06	0.52	0.88	5.79	5.03	1.52	0.09	0.017	0.002
JUNIO	TESTIGO	MIN - MAX RANGO	0.96 7.95	4.74 9.08	1.5 8.8	3.8 8.6	0.4 9.6	0.4 2.4	—	—	0.265 16.010	0.196 1.515	0.0 .114	.005 .059
		PROMEDIO	5.13	6.93	6.15	7.0	2.60	1.40	—	—	1.64	0.69	0.040	0.030
		D. ESTANDAR	2.20	2.17	2.65	2.77	2.42	1.41	—	—	3.07	0.71	0.033	0.027
JULIO	TESTIGO	MIN - MAX RANGO	2.24 6.72	6.05 6.61	0.1 7.5	1.9 6.1	0.2 3.1	0.4 0.9	2.0 16.0	6.0 12.0	—	—	0.0 .172	0.0 .036
		PROMEDIO	5.28	6.42	3.01	3.70	0.98	0.66	7.04	8.33	—	—	0.075	0.030
		D. ESTANDAR	1.53	0.32	2.34	2.16	0.81	0.25	3.16	3.21	—	—	0.065	0.028
AGOSTO	TESTIGO	MIN - MAX RANGO	2.98 6.26	4.93 5.91	1.8 5.2	2.2 5.5	0.1 3.9	0.5 0.9	32.0 76.0	39.0 71.0	—	—	0.0 .067	0.0 .028
		PROMEDIO	5.21	5.24	2.98	3.40	1.02	0.66	49.0	53.33	—	—	0.022	0.010
		D. ESTANDAR	0.80	0.27	1.15	1.82	0.75	0.20	10.80	16.30	—	—	0.018	0.015
SEPTIEMBRE	TESTIGO	MIN - MAX RANGO	2.72 7.38	5.75 6.05	—	—	0.0 3.2	0.5 0.8	22.0 252.0	43.0 52.3	0.117 3.130	0.122 0.225	0.0 .586	.003 .018
		PROMEDIO	5.43	5.87	—	—	.08	0.66	72.66	48.76	0.68	0.17	0.039	0.009
		D. ESTANDAR	1.05	0.15	—	—	0.76	0.15	46.40	5.04	0.75	0.05	0.116	0.007

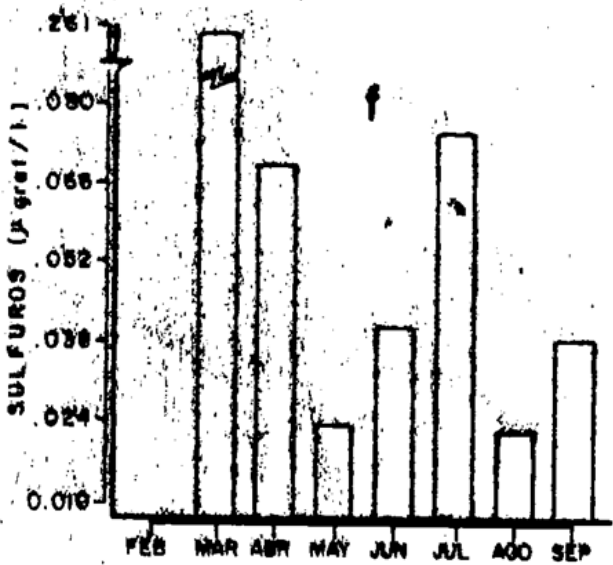
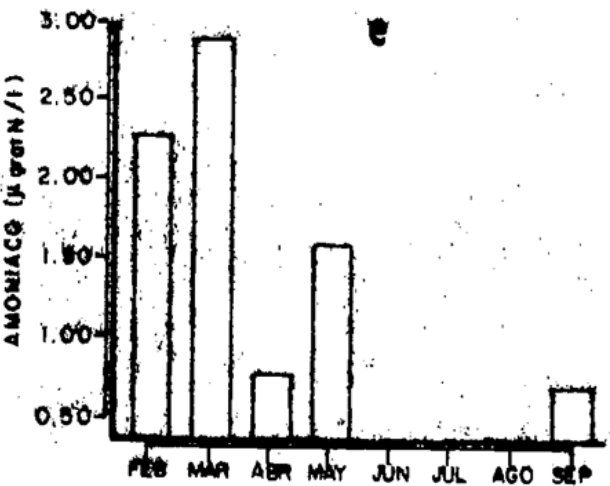
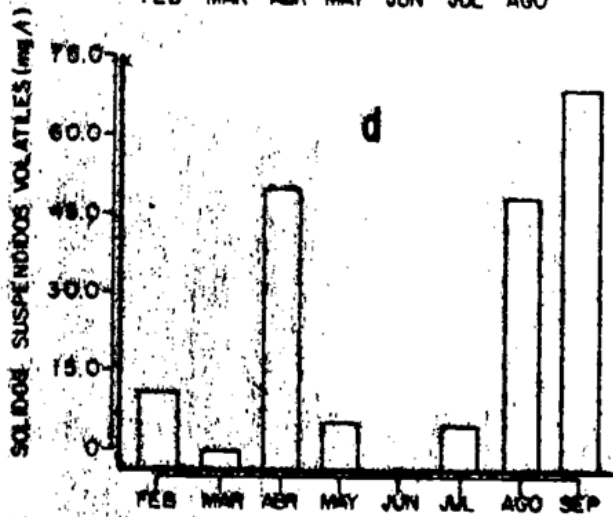
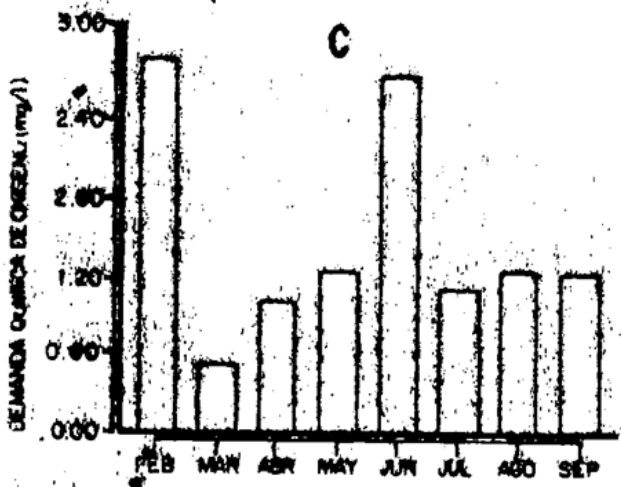
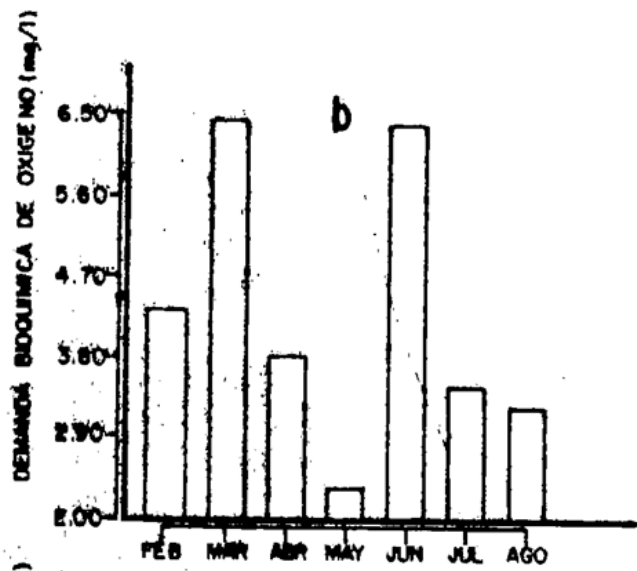
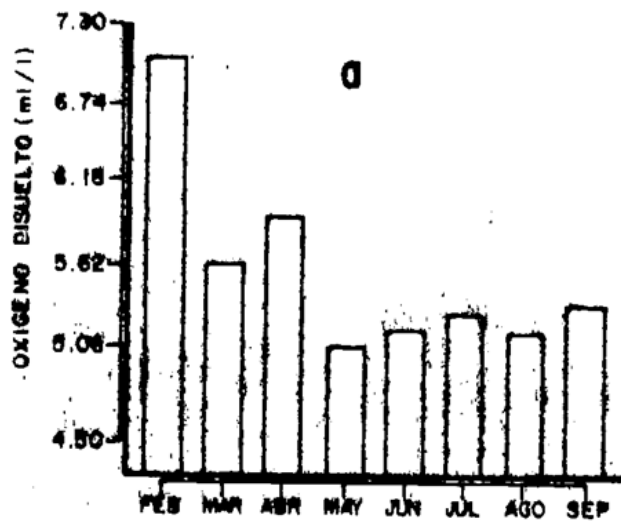


Fig. 3 - COMPORTAMIENTO DETERMINADO POR ZONAS EMPLEANDO LOS PROMEDIOS DE LOS PARAMETROS INDICATIVOS DE CONTAMINACION (O. D, D.B.O, DQO, S.S.V, N.H. Y S = ) EMPLEADOS EN ESTE ESTUDIO PARA LA ZONA COSTERA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B. C. Feb-Sept. 1982)

Observándose en O.D. (fig. 3a) que Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre presentan los promedios menores, así como los rangos (valores extremos) más amplios (tabla III). Además en general se determinan concentraciones mayores del testigo con respecto a su mes correspondiente. Encontrándose el valor promedio mínimo en Mayo con 4.93 ml/l, en tanto que Febrero presenta la concentración media máxima con 7.11 ml/l.

Respecto a la D.B.O. (fig. 3b) se encuentra una disminución en la demanda hacia Julio y Agosto. Detectándose además que los testigos de Febrero, Marzo y Abril, tienen una D.B.O. menor, en cambio Mayo, Junio, Julio y Agosto sus testigos tienen concentraciones mayores. Los promedios máximos se detectan en Marzo (6.16 mg/l) y Junio (6.15 mg/l), en tanto que la concentración media mínima se encontró en Mayo (2.06 mg/l).

Se encuentra un incremento secuencial en la D.Q.O. (fig. 3c) para los meses de Marzo, Abril, Mayo, Junio; decreciendo en verano (Julio, Agosto, Septiembre). En general los meses de máxima producción pesquera presentan demandas mayores con relación a los de baja producción.

En Febrero y Junio se detectan los promedios máximos con 2.78 y 2.60<sup>0</sup> mg/l, respectivamente. Observándose para Marzo el valor promedio mínimo con 0.34 mg/l.

La concentración de S.S.V. (fig. 3d) en Febrero, Marzo, Mayo y Julio, fue baja (11.78, 0.32, 5.52 y 7.04 mg/l, respectivamente), en tanto que en verano (Agosto y Septiembre) presentan concentraciones medias altas al igual que Abril con 49.0, 72.66 y 52.18 mg/l, respectivamente). Los testigos de Julio, Agosto y Septiembre son mayores con relación a su mes respectivo (tabla III).

Para NH<sub>3</sub> (fig. 3e) Marzo, Abril y Junio se detectan concentraciones medias más altas (2.29, 2.85 y 1.64 µgratN/l, respectivamente), así como los rangos (valores extremos) más altos. Además los testigos en todos los meses fueron menores que en su mes respectivo.

Para sulfuros (fig. 3f) se observa una disminución en la concentración promedio de este elemento reductor, de Marzo, Abril y Mayo (0.261, 0.068 y 0.023 µgrat/l respectivamente), ocurriendo un incremento en Junio y

Julio (0.040 y 0.075  $\mu\text{grat/l}$ ) disminuyendo nuevamente hacia verano (Agosto y Septiembre -0.022 y 0.039  $\mu\text{grat/l}$ , respectivamente-). Los testigos se comportan para este análisis, con concentraciones medias menores que con su mes, durante el periodo de muestreo.

La tabla IV, describe los resultados del análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis al nivel del 5% de significancia, aplicado a los datos agrupados por meses. Existiendo evidencias en O.D., D.Q.O y S.S.V. para aceptar la hipótesis de trabajo y rechazarse para B.B.O.,  $\text{NH}_3$  y S.

En términos generales se encuentra una menor concentración de O.D. en los meses de máxima producción pesquera (Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre) que en los meses de poca producción.

Encontrándose para O.D. que Junio, Julio, Agosto y Septiembre no presentan diferencias significativas entre ellos cuando la producción pesquera es máxima. Sin embargo estos meses son significativamente menores a Febrero (7.11 ml/l). Mayo no presenta diferencias con Junio, Agosto y Septiembre, únicamente con Julio; siendo este significativamente mayor (5.28 mg/l). Además Mayo y

TABLA IV - PRUEBA NO PARAMETRICA DE KRUSKAL WALLIS DE UNA VIA AL 5 % DE SIGNIFICANCIA POR MESES, EMPLEANDO LOS PARAMETROS INDICADORES DE CONTAMINACION EN LA ZONA COSTERA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C. (FEB - SEP. 1982)

PARAMETRO ANALISIS MULTIPLE	O. D. (ml/l)	D. B. O. (mg/l)	D. Q. O. (mg/l)	S. S. V. (mg/l)	NH <sub>3</sub> (µgratN/l)	S <sup>*</sup> (µgratS/l)
T FEB - FEB	—	NO SIGNIF.	NO SIGNIF.	NO SIGNIF.	—	—
FEB - MAR	SIGNIF.	SIGNIF.	SIGNIF.	SIGNIF.	—	—
FEB - ABR	SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	—
FEB - MAY	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	—
FEB - JUN	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	—	—
FEB - JUL	SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF	—	—
FEB - AGO	SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	—
FEB - SEP	SIGNIF	—	SIGNIF	SIGNIF	—	—
T MAR - MAR	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
MAR - ABR	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF
MAR - MAY	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF
MAR - JUN	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	—	SIGNIF	SIGNIF
MAR - JUL	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	SIGNIF
MAR - AGO	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	SIGNIF
MAR - SEP	NO SIGNIF	—	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF
T ABR - ABR	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
ABR - MAY	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF
ABR - JUN	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	SIGNIF	NO SIGNIF
ABR - JUL	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	—	NO SIGNIF
ABR - AGO	SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF	—	SIGNIF
ABR - SEP	NO SIGNIF	—	SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF
T MAY - MAY	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF
MAY - JUN	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF	—	SIGNIF	NO SIGNIF
MAY - JUL	SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	—	SIGNIF
MAY - AGO	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	—	NO SIGNIF
MAY - SEP	NO SIGNIF	—	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
T JUN - JUN	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	—	NO SIGNIF	NO SIGNIF
JUN - JUL	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	—	SIGNIF
JUN - AGO	NO SIGNIF	SIGNIF	SIGNIF	—	—	SIGNIF
JUN - SEP	NO SIGNIF	—	SIGNIF	—	SIGNIF	SIGNIF
T JUL - JUL	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	—	NO SIGNIF
JUL - AGO	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	—	SIGNIF
JUL - SEP	NO SIGNIF	—	NO SIGNIF	SIGNIF	—	SIGNIF
T AGO - AGO	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	—	NO SIGNIF
AGO - SEP	NO SIGNIF	—	NO SIGNIF	SIGNIF	—	NO SIGNIF
T SEP - SEP	NO SIGNIF	—	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF	NO SIGNIF

Agosto son significativamente menores a Abril (5.94 ml/l). Febrero y Abril no muestran diferencias entre ellos.

No se determina que haya ocurrido una mayor D.B.O. en los meses de alta producción con respecto a los demás meses. Mayo (2.06 mg/l) es significativamente menor a Junio y Agosto (6.15 y 2.98 mg/l, respectivamente), no mostrando diferencias con Julio. Junio es significativamente mayor a todos los meses; con excepción de Marzo con quien no muestra diferencia alguna. Febrero, Abril, Julio y Agosto no presentaron diferencias significativas entre ellos, pero son significativamente menores a Marzo (6.16 mg/l).

Para la D.Q.O. en general se encuentra una mayor demanda cuando la producción pesquera es máxima. Junio (2.60 mg/l) es significativamente mayor a Julio, Agosto y Septiembre (0.98, 1.02 y 1.08 mg/l, respectivamente), pero significativamente menores a Febrero (2.70 mg/l). No existen diferencias sustanciales entre Julio, Agosto y Septiembre. Mayo, Junio, Agosto y Septiembre son significativamente mayores Marzo y Abril (0.34 y 0.82 mg/l, respectivamente).

En S.S.V. se encuentra al nivel del 5% de significancia, que existe una mayor concentración de sólidos en los meses de máxima producción pesquera que cuando esta es mínima. Agosto y Septiembre (49.0 y 72.66 mg/l), son significativamente mayores a Mayo y Julio con 5.52 y 7.04 mg/l, respectivamente. Además Septiembre es significativamente mayor a Febrero, Marzo y Abril (11.78, 0.32 y 52.18 mg/l, respectivamente), en tanto que Agosto es mayor a los dos primeros y no muestra diferencias sustanciales con el tercer mes. Marzo es significativamente menor a todos los meses.

Para amoniaco en los meses de mayor producción industrial, se determina que existen evidencias suficientes para rechazar la hipótesis ii, ya que estos meses fueron significativamente menores a Marzo y Abril (2.29 y 2.85  $\mu\text{gratN/l}$ , respectivamente). Sin embargo se observa que Junio (1.64  $\mu\text{gratN/l}$ ), es significativamente mayor a Mayo y Septiembre (0.76 y 0.68  $\mu\text{gratN/l}$ ).

Para sulfuros, la hipótesis de trabajo se rechaza ya que en ningún caso Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre fueron significativamente mayores a Marzo y Abril. Únicamente Junio y Julio (0.040 y 0.075  $\mu\text{grat/l}$ ) no muestran diferencias sustanciales con Abril.

En general se puede observar (fig. 3) que en Mayo, Junio, Julio, Agosto, meses de máxima producción pesquera, se alteran las condiciones físico-químicas del medio marino.

No se tomaron como válidos los resultados obtenidos en los testigos al ser comparados con su mes correspondiente, debido a que el número de observaciones en los primeros es  $n=3$ . Ya que el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis se comporta como una distribución de Chi cuadrada (desplazada hacia valores pequeños); por lo tanto valores de  $n < 5$  no se comportan como tal; y es probable que estemos incurriendo en un error de tipo I y II.

Para constatar la hipótesis de trabajo iii, donde la zona costera central será más afectada, se empleó la tabla V, que contiene  $n$ , rango, media total y desviación estandar de los datos agrupados por zonas y la figura 4 que describe el comportamiento seguido por los parámetros indicativos de contaminación, utilizados en el presente estudio.

TABLA - V- n RANGO PROMEDIO TOTAL Y DESVIACION ESTANDAR POR ZONAS EMPLEANDO LOS PARAMETROS INDICATIVOS DE CONTAMINACION (O.D, D.B.O, D.Q.O, S.S.V, NH<sub>3</sub>, S = ) EN LA ZONA COSTERA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C. ( Feb - Sept. 1982 )

		O. D. (ml/l)	D. B. O. (mg/l)	D. Q. O. (mg/l)	S. S. V (mg/l)	NH <sub>3</sub> (µg.at N/l)	S = (µgrat/l)
TESTIGO	n	21	19	21	19	15	21
	MIN - MAX RANGO	3.91 - 9.06	1.3 - 8.6	0.0 - 2.4	0.0 - 71.0	0.122 - 2.076	0.0 - 0.176
	PROMEDIO	5.81	4.36	0.77	26.15	0.88	0.089
	D. ESTANDAR	1.09	2.39	0.61	24.10	0.69	0.053
ZONA NORTE	n	69	54	70	62	43	61
	MIN - MAX RANGO	2.24 - 8.61	0.1 - 8.8	0.0 - 4.6	0.0 - 132.3	0.155 - 7.047	0.0 - 0.547
	PROMEDIO	5.63	4.26	1.16	23.69	1.21	0.061
	D. ESTANDAR	1.32	2.39	1.03	27.60	1.22	0.098
ZONA CENTRAL	n	80	67	78	70	49	70
	MIN - MAX RANGO	0.96 - 9.31	0.4 - 8.3	0.0 - 6.8	0.0 - 252.0	0.117 - 18.850	0.0 - 0.825
	PROMEDIO	5.46	4.31	1.40	31.81	2.36	0.100
	D. ESTANDAR	1.63	2.37	1.30	39.30	3.67	0.144
ZONA SUR	n	47	42	60	42	30	42
	MIN - MAX RANGO	2.96 - 7.92	0.0 - 8.2	0.0 - 9.6	0.0 - 90.8	0.202 - 2.297	0.0 - 0.331
	PROMEDIO	5.72	3.49	1.44	28.93	1.02	0.064
	D. ESTANDAR	1.01	2.28	1.87	28.20	0.628	0.081

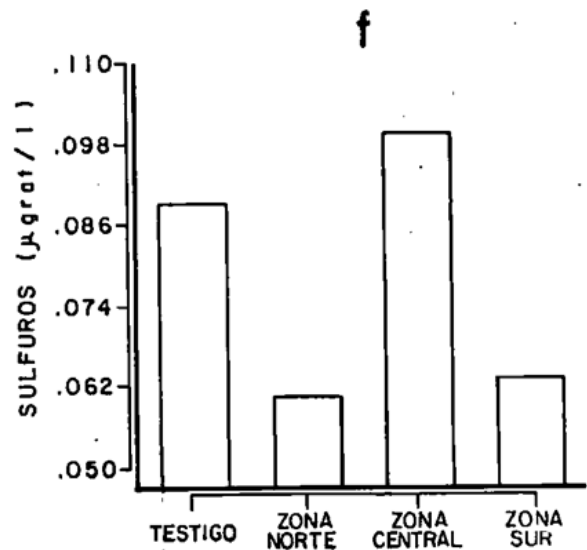
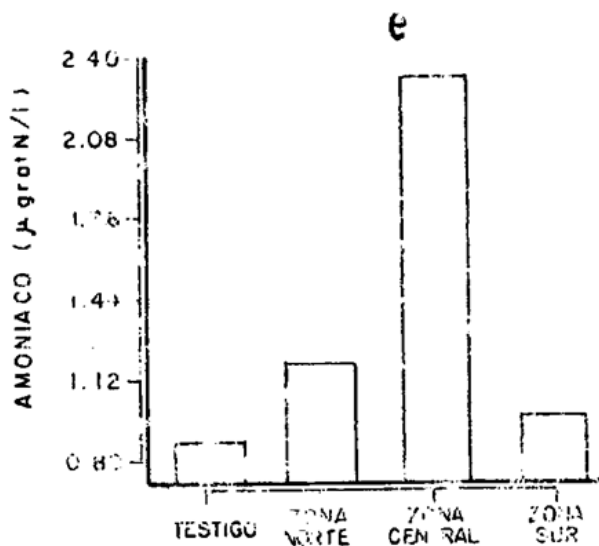
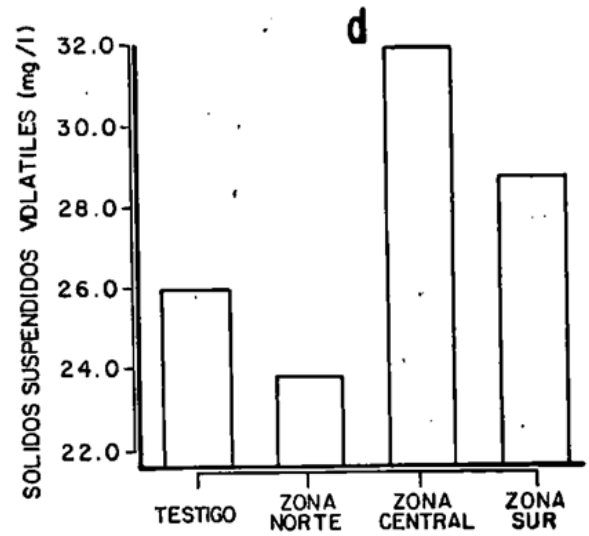
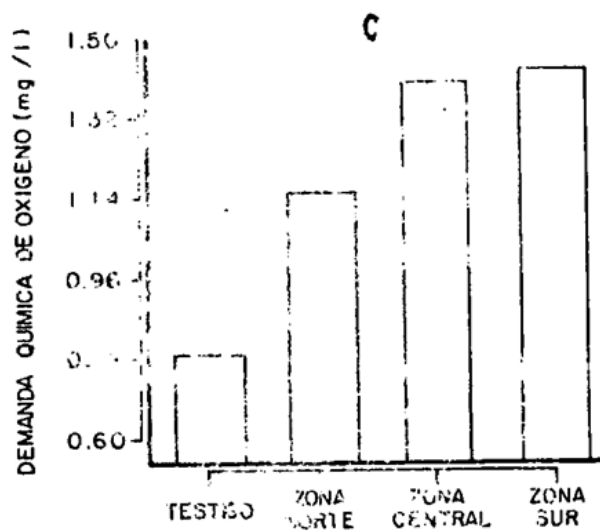
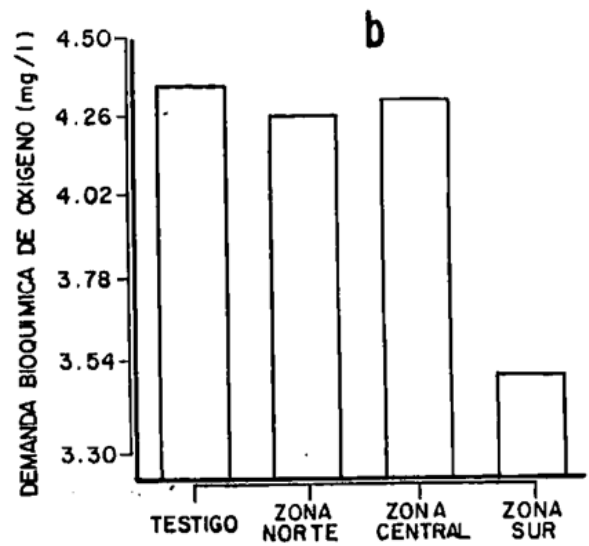
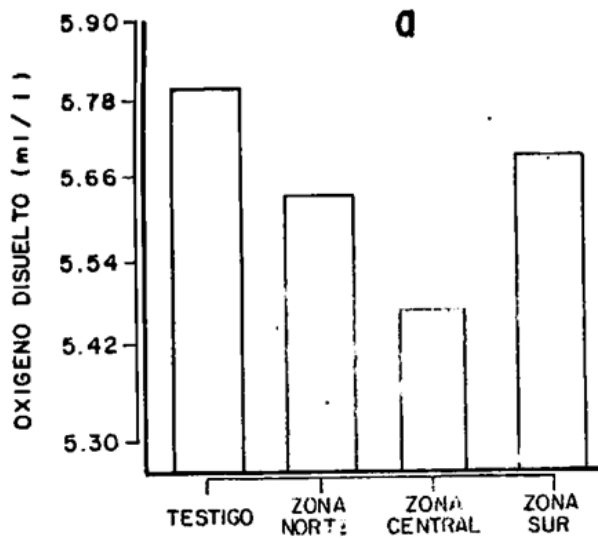


Fig. 4 - COMPORTAMIENTO DETERMINADO POR ZONAS EMPLEANDO LOS PROMEDIOS DE LOS PARAMETROS INDICATIVOS DE CONTAMINACION (D.B.O., D.Q.O., S.S.V., N. H<sub>3</sub> Y S) EMPLEADOS EN ESTE ESTUDIO PARA LA ZONA COSTERA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C. (Feb- Sept. 1982)

Observandose que ocurre una disminución en la concentración de O.D. (fig. 4a) de la zona testigo (5.1 ml/l) hacia la zona Norte (5.63 ml/l) y Central (5.46 ml/l) costera de la Bahía. La zona Central presenta el rango (valores extremos) más amplio de 0.96 a 9.31 ml/l).

Para la D.B.O. (fig. 4b) se observa que la zona Norte (4.26 mg/l) es menor que la zona Central (4.31 mg/l). Encontrándose que la demanda en la zona Sur (3.49 mg/l) es un 30% menor que en la Central. Determinándose además que el rango más amplio se encontró en la zona Norte de 0.1 a 8.8 mg/l.

Con respecto a la D.Q.O. (fig. 4c) se aprecia que la zona Sur presenta el valor medio máximo con 1.44 mg/l, además el rango más amplio (0.0 a 9.6 mg/l), siendo un 2.8% mayor que la zona Central (1.40 mg/l) y 20% más que en la Norte (1.16 mg/l).

En S.S.V. (fig. 4d) la zona Central presenta la concentración promedio máxima con 31.81 mg/l, siendo mayor en un 25% y 9% a la zona Norte y Sur con 23.69 y 28.93 mg/l, respectivamente. Además representaba el rango más amplio, de 0.0 a 252.0 mg/l.

En relación al amoniaco (fig. 4e) la zona Central con 2.36  $\mu\text{gratN/l}$ , es la concentración media máxima. Además en esta zona se detectan los valores más altos durante el periodo de muestreo (18.850  $\mu\text{gratN/l}$ ). La zona Central es un 48% mayor que la zona Norte (1.21  $\mu\text{grat/l}$ ) y un 56% que la Sur (1.02  $\mu\text{grat/l}$ ).

Con relación a sulfuros (fig. 4f) nuevamente la zona Central un valor medio máximo con 0.100  $\mu\text{grat/l}$ . La zona Norte y Sur contienen concentraciones medias más bajas (0.061 y 0.064  $\mu\text{grat/l}$ ).

La tabla VI, contiene los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al nivel del 5%, aplicado a la agrupación de los datos por zonas; encontrándose que la prueba estadística no mostró diferencias significativas en los parámetros de O.D., D.B.O., D.Q.O, S.S.V. y  $\text{NH}_3$ , rechazándose por lo tanto la hipótesis de trabajo y existen evidencias para ser aceptada en sulfuros.

La zona Central fue significativamente mayor a la zona Norte. El estadístico aplicado no encuentra diferencias entre la zona Central y Sur, Norte y Sur costera de la Bahía.

TABLA - VI - PRUEBA NO PARAMETRICA DE KRUSKAL-WALLIS DE UNA VIA AL 5% DE SIGNIFICANCIA POR ZONAS Y EMPLEANDO LOS PARAMETROS INDICATIVOS DE CONTAMINACION. (Feb - Sept. 1982)

PARAMETRO ANALISIS MULTIPLE	O. D. (ml/l)	D. B. O. (mg/l)	D. Q. O. (mg/l)	S S V (mg/l)	N H <sub>3</sub> (μgratN/l)	S = (μgrat/l)
TE - ZN	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
TE - ZC	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
TE - ZS	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF
ZN - ZC	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF
ZN - ZS	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	SIGNIF
ZC - ZS	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF	NO SIGNIF

T E    TESTIGOS  
 Z N    ZONA NORTE  
 Z C    ZONA CENTRAL  
 Z S    ZONA SUR

La figura 5 muestra el efecto global que presentó el medio ambiente marino, a causa de la introducción de desechos de origen industrial y doméstico en la zona costera de la Bahía de Todos Santos, B.C., encontrando que la zona industrial del Sauzal B.C., dársena portuaria, arroyo el Gallo y parte expuesta del rompeolas, son las áreas más afectadas.

Se encuentra en general que los testigos (T1, T2S y T2F) no funcionaron como tal, ya que presentan rangos amplios y por lo tanto no pueden considerarse como indicadores de las condiciones naturales del ecosistema. Determinándose que la estación 2, cumple con los requisitos de ser considerada como testigo.

Utilizando los límites establecidos por la legislación mexicana, se realizó una comparación con los promedios de cada mes (tabla III) para los parámetros contemplados usando los rangos de los valores correspondientes a la estación 2. No encontrando niveles contaminantes en los datos obtenidos en O.D. Sin embargo parámetros como D.B.O., D.Q.O., S.S.V., que son importantes para determinar la calidad del agua, no se contemplan. Los límites encontrados en la estación 2, muestran efectos contaminantes en estos parámetros. Los

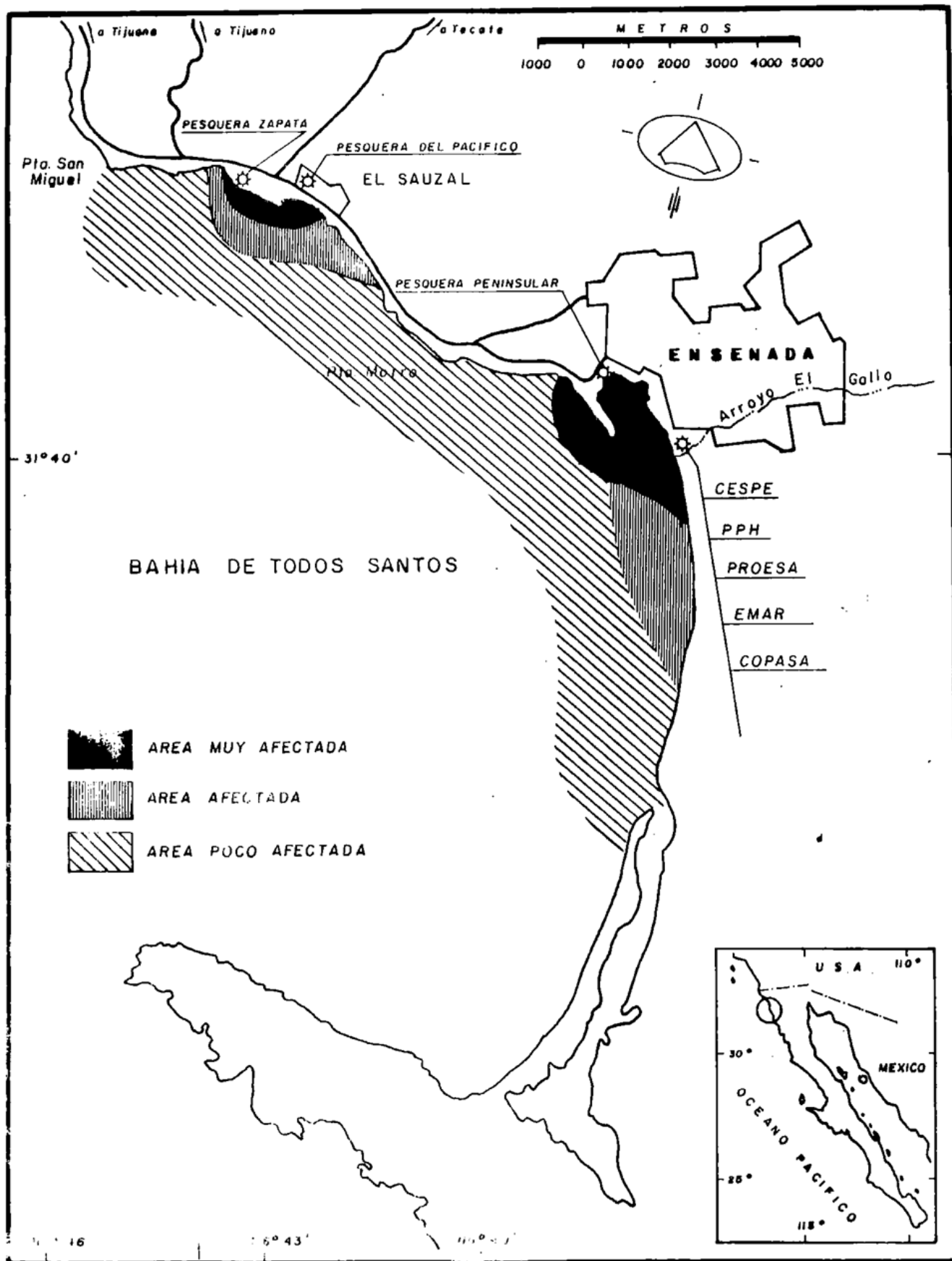


FIG. 5 - PATRON GENERAL DE LAS ZONAS AFECTADAS POR CONTAMINACION ORGANICA DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO (FEB-SEP. 1982).

datos determinados en O.D. no muestran efectos contaminantes al compararlo con los niveles establecidos en otros países (tabla VII). Sin embargo en D.B.O., se encuentra que exceden los límites de Rusia en pesquerías de escamas: Yugoslavia y Perú, por contacto primario y pesquerías de esca.

TABLA-VII. COMPARACION DE LOS ESTANDARES DE CALIDAD DEL AGUA DEL CUERPO RECEPTOR ENTRE DIFERENTES PAISES, a) SARH, 1979; b) Pearson, 1975; c) Aitasm, 1975; d) Ludwig, 1975; e) Stirn, 1975; f) Chang Reyes, 1972.

TIPO 1: Maricultura; 2: Recreación contacto primario; 3: Recreación sin contacto primario.  
 TIPO 4: Pesquerías de escama; 5: Pesquerías de peces muy sensitivos al oxígeno; 6: Navegación.  
 TIPO 7: Uso industrial.

A: Ausente; CN: Condiciones normales; MIN: Minimo; MAX: Maxima; NU: Nunca; I: Invierno; V: Verano.

PARAMETRO	MEXICO (a)				CALIFORNIA (b)	RUSIA (c)		FILIPINAS (d)				YUGOSLAVIA (e)		PERU (f)			
	1	2	3	4		4	5	1	2	4	6	1	2	2	4	6	7
PH	CN ± 0.3	CN ± 0.3	CN ± 0.4	CN ± 0.4	CN ± 0.2	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	MIN. 5	6.8-8.5	6.8-8.5	6-9	6-9	6-8.5	6-9
TEMPERATURA °C	CN ± 10% NU > 32	CN ± 10% NU > 32	CN ± 10% NU > 32	CN ± 10% NU > 32		VINO > 30 INV > 30	VINO > 30 INV > 30	30	30	30		< 28	< 30				
OD mg/l	90% CN NU < 4.0	90% CN NU < 3.0	90% CN NU < 3.0	90% CN NU < 5.0	90%	NU < 4.0	NU < 6.0	MIN 5.0	MIN 5.0	MIN 6.0	MIN 3.0	> 5	> 5	0	MIN 5	MIN 3	MIN 4
DBO mg/l						NU > 20	NU > 20	20	10	10		MAX 2	MAX 4	MAX 1	MAX 2	MAX 50	MAX 25
DQO mg/l												MAX 4	MAX 10				
G y A mg/l	A	A	A	A	A	A	A	10	20	20	100	A	A	A	A	A	A

(PROPORCIONADA POR CC. IGNACIO RIVERA DUARTE, 1984. E.S.C.N.)

## DISCUSION.

El material orgánico introducido a la Bahía de Todos Santos, es principalmente agua residual de origen industrial y doméstico que no han sido tratadas, en cuanto a la eliminación de sólidos se refiere ya que tienen una gran cantidad de partículas suspendidas, disueltas y en estado coloidal. Estos desechos difieren de un lugar a otro en calidad y cantidad, dependiendo de la época del año, tipo de producto procesado, eficiencia de la maquinaria en operación en cada industria. Así también sus efectos se manifestarán de manera distinta, al alterar las propiedades físico-químicas del cuerpo receptor en el medio ambiente marino.

Cualquier hipótesis que se plantee, está sujeta a ser rechazada, aceptada o bien cuando ninguno de los casos se satisface, ser parcialmente aceptada (Snedecor y Cochran, 1981).

Se encuentra que la prueba estadística empleada en los parámetros O.D., D.B.O., D.Q.O., S.S.V. y  $\text{NH}_3$ , no mostró un mayor efecto en la zona costera, que a un kilómetro de ella por lo tanto se rechaza la hipótesis de

trabajo y se acepta para sulfuros.

Aunque la concentración de O.D. (tabla II), no mostró diferencias significativas los valores medidos en la zona a un kilómetro (5.39 ml/l), fueron un 4 por ciento menores que la rompiente (5.60 ml/l). A pesar de que no se encuentran diferencias entre ellas, no obstante el efecto del material orgánico ocurre, ya que en la zona de rompiente normalmente se encuentran porcentajes de saturación o sobresaturación de este elemento, por la aereación ocasionada por el embate del oleaje. Además cuando el material orgánico ingresa al sistema marino, queda sujeto a procesos de dispersión-dilución y transporte, que son ocasionados por efecto del viento, corrientes costeras y marea alejándolo del lugar de descarga (Inman et al, 1971; Inman y Bruch, 1973; Argote-Espinoza et al, 1975; Soudan, 1975). Ocasionando una demanda homogénea de este elemento en la zona.

La D.B.O. es empleada como un estimador de la cantidad de O.D. requerido por los microorganismos (bacterias), para degradar el material orgánico (Auld, 1976; Kugelman, 1976; Hammer, 1977; S.R.H., 1979). Sugiriéndonos que las mayores demandas serán encontradas en los lugares donde se adiciona dicho material o donde se

adiciona dicho material o donde se encuentra acumulado. El material orgánico que ingresa al medio marino costero proveniente de la actividad humana, requiere de cantidades considerables de oxígeno disuelto en el agua para su descomposición, lo que ocasiona un decremento en la disponibilidad de ese elemento para los organismos.

La prueba de varianza, no mostró diferencias significativas en la D.B.O., sin embargo, los valores encontrados en la rompiente (4.35 mg/l), son mayores que a un kilómetro (3.63 mg/l), en un 17 por ciento.

La diferencia en el porcentaje puede deberse a los procesos de dilución-dispersión y transporte a que está sujeto el material introducido, ocasionando que este se aleje de la descarga (Inman y otros, 1971; Inman y Bruch, 1973; Argote-Espinoza et al, 1975). Razón por la cual no fue posible que el análisis de varianza empleado, mostrara diferencias significativas entre las zonas.

Ya que no toda la materia orgánica es biologicamente oxidable (Constable y Mc Bean, 1979), se emplea la D.Q.O., como una medida relativa del oxígeno molecular equivalente a una porción de material orgánico que es capaz de oxidarse por procedimientos químicos (A.P.H.A., A.W.W.A.,

W.P.C.F., 1975; F.A.O., 1976; Kugelman, 1976; Hammer, 1977; S.R.H., 1979). La D.Q.O., no estima necesariamente los mismos constituyentes que la D.B.O., sino que incluye algunos compuestos inorgánicos (sulfuros, cloruros, nitritos, óxidos ferrosos), que son susceptibles de una oxidación química (Mancy, 1972). Encontrándose que la zona de rompiente (1.50 mg/l), fue mayor que a un kilómetro (1.08 mg/l), pero no lo suficiente para que esta diferencia fuera significativa al 5% de significancia. Sin embargo se encuentra que el material introducido demanda más cantidad de O.D. al momento de ingresar que al tener un cierto tiempo de permanencia en él.

A pesar de que la prueba no paramétrica empleada, rechaza la hipótesis de trabajo para S.S.V., la zona a un kilómetro (29.20 mg/l), fue mayor que en la costa (27.03 mg/l). Y como se mencionó anteriormente posiblemente se deba, por efectos del viento que genera corrientes costeras, dispersando los desechos, lejos de la zona de descarga (Inman et al, 1971; Inman y Bruch, 1973; Argote-Espinoza et al, 1975; Soudan, 1975). Ya que los S.S.V. son principalmente compuestos orgánicos (Hammer, 1977), que contienen básicamente, carbono, hidrógeno y oxígeno, estando algunas veces combinado con nitrógeno, azufre o fósforo (Departamento de Sanidad del Estado de

Nueva York, 1976), ocasionando un decremento en el oxígeno del medio, y demandando este elemento, tanto biológica como químicamente en forma homogénea en la columna de agua. Esto confirma nuevamente, por que la prueba de varianza acepta la homogenidad de la zona para los parámetros antes descritos.

En amoniaco, a pesar de que la prueba no mostró diferencias significativas, se observa que el efecto fue mayor en la costa (2.370  $\mu\text{gratN/l}$ ), que a un kilómetro (1.067  $\mu\text{gratN/l}$ ), en un 55%. La zona de rompiente recibe desechos domésticos principalmente a través del arroyo del Gallo, e industriales como producto de las descargas de la industria del pescado. La síntesis de amoniaco, se produce a partir de los procesos catabólicos, llevado a cabo biológicamente, por la deionización del nitrógeno contenido en la porción orgánica y realizado en presencia o ausencia de O.D. (Seitzinger et al, 1980).

Los desechos de tipo domésticos por un lado, en promedio contienen un 40% de compuestos nitrogenados, 50 de carbohidratos y un 10% en grasas (Auld, 1976). Dentro de los compuestos nitrogenados, estas aguas contienen aproximadamente de 20 a 30 mg/l de amoniaco (nitrógeno amoniacal), y entre 10 y 20 mg/l como nitrógeno orgánico

(Heukelekian, 1976).

En tanto que para la industria del pescado, Segovia-Zavala, (1982), determina distintas concentraciones en el contenido de material orgánico, debido a los diversos desechos que se originan durante el procesado del producto (atún, sardina, anchoveta) y por consiguiente variando también el porcentaje en compuestos nitrogenados. Reportando en desechos del atún entre 16 y 33% y en sardina de 12 a 13%, en el contenido de material orgánico; en la descarga de sanguaza en anchoveta, estima porcentajes de sólidos orgánicos del 30%, conteniendo más del 7% de proteínas; en tanto que en el agua de cola (proteínas solubles) determina del 5 al 6% de compuestos orgánicos. Siendo la causa principal de las concentraciones más elevadas de este compuesto nitrogenado en la zona de rompiente que a un kilómetro de la costa.

Es importante mencionar, que la variedad de desechos que presenta la industria del pescado, dependerá de varios factores; procesamiento dado al producto (eviscerado, cocimiento, limpia, enlatado, etc.) y la eficiencia del equipo empleado para aprovechar la materia prima (Segovia-Zavala, 1982). Ocurriendo por lo tanto diferencias en calidad y cantidad en las aguas de desecho,

entre una industria y otra, e inclusive en la misma industrial al emplear descargas múltiples.

El análisis aplicado, acepta la hipótesis de trabajo para sulfuros, detectandose nuevamente un mayor efecto contaminante en la zona de rompiente, siendo este del 25% mayor, con respecto a un kilómetro. La reducción bacterial a corto plazo de  $\text{SO}_4$ , a sulfuros solubles ( $\text{HS}^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , y  $\text{FeS}$ ), como productos finales (Howarth y Teal, 1979), ocurre mayormente en los primeros decímetros de profundidad en los sedimentos (Brooks, 1978), liberandose al medio y presentandose en condiciones anóxicas (Richards, 1965; Berner, 1980). La diagénesis o procesos que provocan alteraciones en los sedimentos dependen de un número de factores que están directa o indirectamente relacionados y es difícil atribuir cualquier cambio observado a un solo factor (Price, 1976; Brooks, 1978). Uno de estos factores que controlan la distribución de compuestos orgánicos en la interfase agua-sedimento, y por consiguiente la liberación de elementos reductores, es la tasa de acumulación (Degens y Nopper, 1976), encontrandose una disminución en la sedimentación conforme nos alejamos de la costa (Price, 1976; Berner, 1980).

Se sabe que, aunque matemáticamente dos valores distintos siempre serán diferentes, estadísticamente pueden ser iguales. Este caso se contempla en esta hipótesis, ya que se encontró descriptivamente que la zona de rompiente presenta un mayor efecto contaminante que la zona a un kilómetro. Sin embargo la prueba de Kruskal-Wallis, no muestra diferencias significativas al nivel del 5% de significancia en O.D., D.B.O., D.Q.O., S.S.V. y  $\text{NH}_3$ . Esto puede deberse a que el análisis no-paramétrico no haya sido lo suficientemente sensitivo, como para detectar diferencias entre los grupos de datos, y posiblemente estemos incurriendo en un error del tipo II (o sea, el aceptar la hipótesis de trabajo cuando esta quizá sea falsa).

El análisis de varianza utilizado al nivel del 5% de significancia muestra que el efecto contaminante con respecto a los parámetros O.D., D.B.O., D.Q.O. y S.S.V., es mayor en los meses de máxima producción pesquera.

La producción pesquera en la entidad fue mayor en Mayo, Junio, Julio y Agosto con 32, 48, 47 y 19 x 10<sup>3</sup> toneladas, respectivamente (reportadas

como materia prima procesada) Secretaría de Pesca, Delegación en Ensenada, B.C., (1983), figura 6. Asumiéndose que los desechos aumentan con la producción.

En los meses de máxima producción, se detectaron las concentraciones menores de O.D. (fig. 3a) esto se debe a que la cantidad de desechos orgánicos introducidos fue mayor durante el periodo de muestreo ocasionando un decremento significativo en esta época.

Con relación a la disminución de la D.B.O. (fig. 3b) en Julio y Agosto, pudo deberse, posiblemente a que el medio haya tenido la capacidad asimilativa suficiente a corto plazo para incorporar rápidamente los desechos. O bien, que no se coincidió el día del muestreo con la descarga de la industria (principalmente de tipo industrial, ya que el agua residual doméstica es descargada en forma casi continua durante todo el año). Estando por lo tanto, subestimando en este caso las determinaciones encontradas. También es factible que las corrientes hayan alejado de la zona de descarga a lo largo de la costa el material desechado (Inman et al, 1971; Inman y Bruch, 1973). Argote-Espinoza et al, 1975) encuentran en la región que en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto, las aguas tienden a fluir hacia el interior de la Bahía.

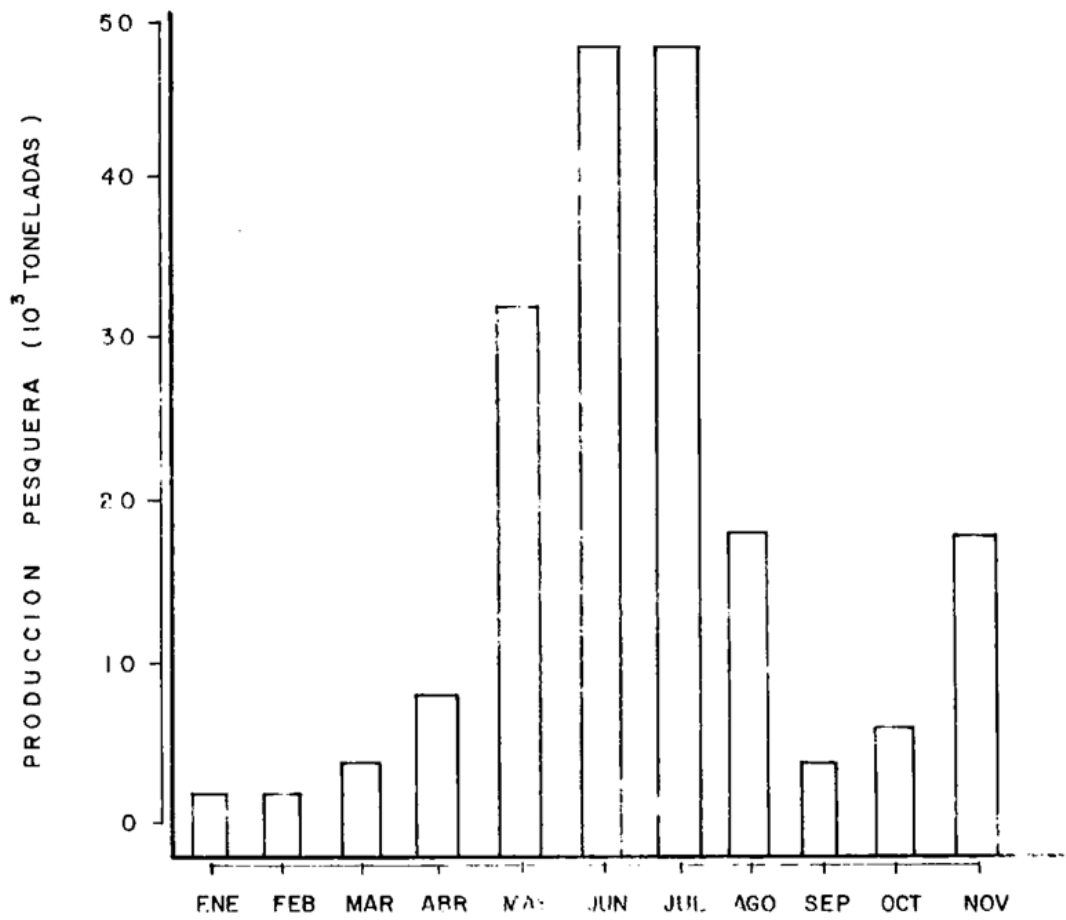


Fig. 6 - PRODUCCION DE LA INDUSTRIA PESQUERA POR CAPTURA EN 1982 EN LA REGION DE ENSENADA, B.C. ( OFICINA ESTATAL DE PESCA, ENSENADA, BC )

cuando los vientos presentan una componente fuerte en dirección Oeste o Suroeste, formando dos giros; uno hacia el Norte, fluyendo al exterior por la zona adyacente a Punta San Miguel y otro hacia el Sur fluyendo hacia afuera de la costa por Punta Banda. Esto confirma en parte, el que se encontraran concentraciones mayores de D.B.O. en los testigos de estos meses. Aunque tambien es posible que ocurra una combinación de estos procesos para obtener como resultante una disminución en este parámetro en Julio y Agosto. Encontrandose además que esta disminución no fue suficiente como para detectarse diferencias con Mayo. En cambio el incremento en la D.Q.O. (fig. 3c) Mayo y Junio se debió a que la producción pesquera se intensifica, siendo máxima en Junio e introduciendo cantidad y calidad del desecho distintos, tanto en compuestos orgánicos como inorgánicos, que son demandantes químicos de oxígeno.

En  $\text{NH}_3$  (fig. 3e) existe una variación con respecto a la cantidad de material orgánico introducido al medio costero ya que al incrementarse la producción pesquera (Mayo), ocurre una concentración de  $0.76 \mu\text{gratN/l}$ , sufriendo posteriormente un incremento del 115%, cuando la producción es máxima (Junio), decreciendo un 70% para Septiembre ( $0.68 \mu\text{gratN/l}$ ), coincidiendo además con una

baja en la producción ( $3.5 \times 10^3$  toneladas), esta reducción resulto ser lo suficientemente sustancial para que el análisis de varianza lo detectara encontrando que Septiembre fue significativamente menor que Junio.

En sulfuros (fig. 3f) se encuentra una disminución en Marzo, Abril y Mayo, debido a que el medio se encuentra en recuperación, ya que la introducción de material orgánico es mínima. Ocurriendo a partir de Mayo hasta Julio un incremento en la concentración de este elemento reductor del 330%, cuando la producción pesquera máxima. El medio se recupera para Septiembre, disminuyendo en un 48%.

Febrero a pesar de encontrarse en la época de mínima producción presenta concentraciones máximas en D.Q.O. Así también en Marzo se detectan, valores bajos en O.D., máximos en D.B.O. y sulfuros y concentraciones altas en amoníaco. Debiendose probablemente a la marea roja y ocasionada por efecto de la lluvia, ya que la precipitación pluvial máxima del año, se presentó en los meses de Enero, Febrero y Marzo (fig. 7), transportando al medio costero gran variedad de material tanto orgánico como inorgánico, siendo una fuente importante de nutrientes, ocasionando el desarrollo excesivo de

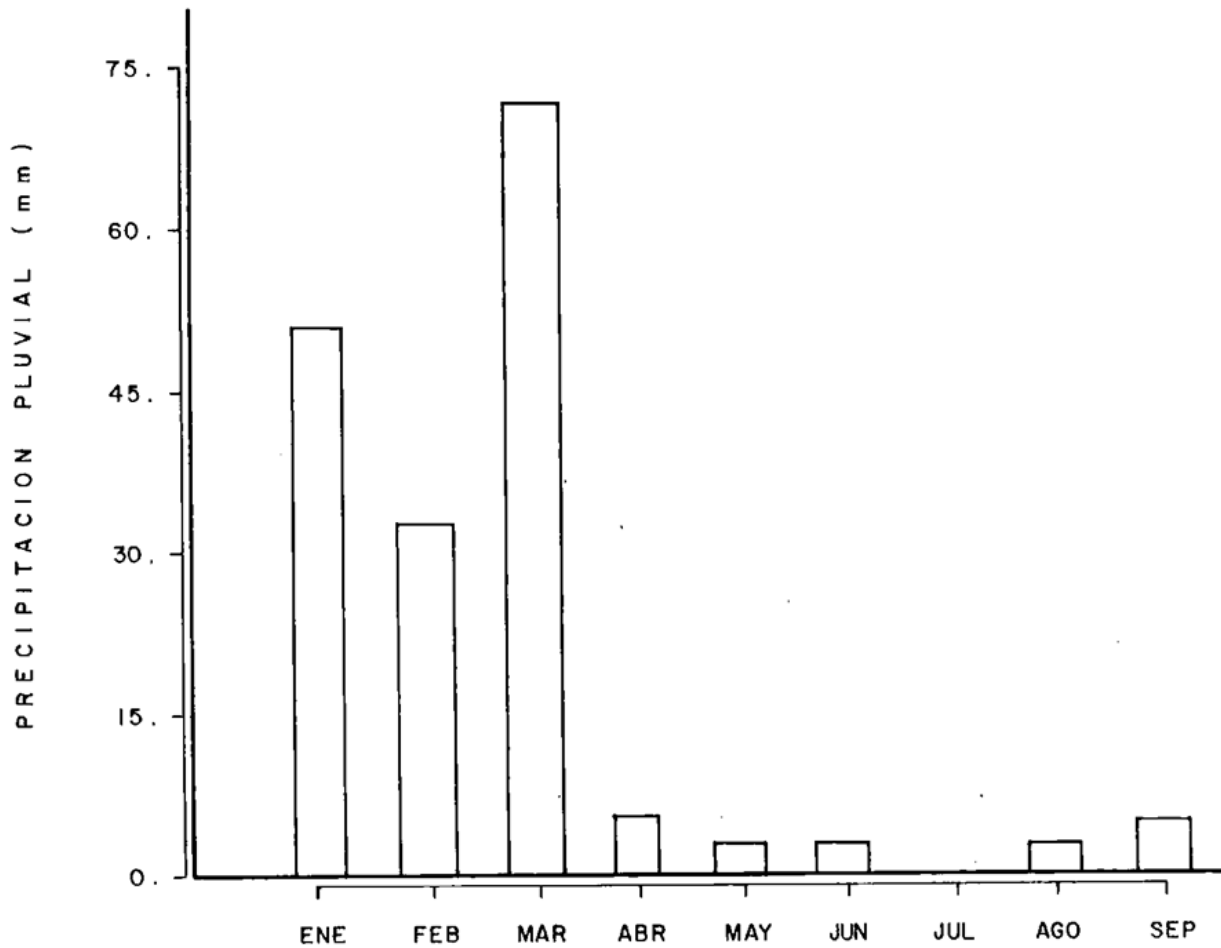


Fig- 7- PRECIPITACION PLUVIAL ( mm ) PARA LA REGION DE ENSENADA , B.C. EN 1982 ( S.A.R.H. DIVISION HIDROMETRICA , ENSENADA , B. C. )

Gonyaulax poliedra (Dra. Elizabeth Orellana Cepeda, E.S.C.H., comunicaci3n personal).

Junio mes de m3xima producci3n pesquera coincide con m3ximos en D.B.O., D.Q.O., NH<sub>3</sub> y m3nimos en O.D. Debiendose a la gran cantidad de aportes provinientes de la industria del pescado. Se reporta tambien en este mes la presencia de marea roja, aunque este hecho no es una causa, s3 es un efecto indirecto que puede venir a raz de la descarga de las plantas procesadoras de pescado. Contribuyendo este fen3meno a encontrar las condiciones reportadas.

Julio con respecto a Junio, presenta un incremento en la concentraci3n de O.D. en tanto que disminuye en D.B.O., D.Q.O.. Observandose la ausencia de marea roja y por lo tanto una relaci3n entre la biomasa excesiva de Gonyaulax poliedra y las condiciones fisico-qu3micas del cuerpo receptor.

No se detectan diferencias significativas al nivel del 5% de significancia en O.D., D.B.O., D.Q.O. y S.S.V. entre la zona costera

Central y las demás zonas, rechazándose por lo tanto la hipótesis de trabajo y aceptándose para sulfuros.

Sin embargo en la figura 4, se observa como la zona Central (considerada como un lugar semicerrado), presenta el mayor efecto contaminante. Apreciándose concentraciones menores en O.D., altas en D.B.O., D.Q.O., S.S.V.,  $\text{NH}_3$  y  $\text{S}^=$ . Estas características se presentan debido a que la rada portuaria presenta condiciones de protección importantes y se estima que el tiempo de residencia de sus aguas posiblemente sea mayor, comparado con el resto de las estaciones estudiadas, encontrándose los distintos productos de degradación de la materia orgánica (amoníaco y sulfuros, en este estudio; Berner, 1980).

Peña-Manjarrez, 1984, (tesis profesional en elaboración), encuentra que la zona del arroyo el Gallo (caracterizado por la presencia de desechos domésticos municipales e industriales), es uno de los principales aportes de materia orgánica que recibe la Bahía. El I.I.O. (1982), establece que los desechos de la industria del pescado que ingresa a las aguas costeras, presenta una equivalencia a una población con 237,072 habitantes, aportando esta zona el 57% del total que ingresa.

Orozco-Borbon y Gutierrez-Galindo, (1982); Orozco-Borbon y Delgadillo-Hinojosa, (1983); Sañudo-Wilhelmy et al, (1983); encuentran bacteriologicamente que la zona Central costera en este estudio, presentan los índices más altos en coliformes fecales y totales.

La zona Norte, donde se encuentra el complejo industrial del Sauzal de Rodríguez presenta un efecto alto, pero menor que en la zona Central. Encontrándose valores promedio bajos en O.D., altos en D.B.O., D.Q.O. y  $\text{NH}_3$ , comportamiento similar reportado por el IIO (1979); Segovia-Zavala (1982). Aquí los patrones de circulación son más intensos, por lo que la renovación del cuerpo de agua es más rápida que en la rada portuaria, haciendo que los tiempos de residencia del material adicionado sea corto. Dichas concentraciones no fueron lo suficientemente sustanciales para mostrar diferencias significativas entre las zonas. Sin embargo el material aportado es de magnitud suficiente para ocasionar un disturbio inmediato en el medio, indicándonos con esto que la capacidad asimilativa de la zona no es lo suficiente a corto plazo.

El impacto contaminante se hace manifiesto, en lugares alejados de las descargas (testigos y Zona Sur),

encontrándose para el primero, valores altos en D.B.O. y S.S.V.; y en el segundo, en D.Q.O. y S.S.V. Sin embargo estas diferencias no fueron significativas. Esto puede deberse por lluvias (mencionado anteriormente), ya que introduce todo tipo de material en la zona costera y aunada a esta, el desecho que llega a la zona de rompiente, proveniente de la industria o por uso doméstico, son transportadas por corrientes a estos lugares, alejados de los sitios de descarga (Argote-Espinoza et al, 1975). También pudo deberse por efecto de la marea roja (presente en los primeros 5 meses de muestreo).

Apoiados en la información proporcionada por las hipótesis de trabajo (figuras 2, 3 y 4; tablas I, III y V). Así como en el patrón de circulación costera descrito por Chee-Barragán y Pérez-Higuera, (1982), se encuentra que las zonas más afectadas (fig. 5) se encuentra en la zona industrial del Sauzal, dársena portuaria, arroyo el Gallo y descarga de la Pesquera Galicia, S.A. y Pesquera Peninsular, S.A. en la parte expuesta del rompeolas. La zona afectada comprende el área adyacente a la zona más afectada al Norte y hacia el Sur, en la parte costera Central de la Bahía. La zona poco afectada comprende las demás localidades costeras, desde San Miguel, B.C. hasta

La boca del Estero de Punta Banda, B. C.

CONCLUSIONES.

Los desechos orgánicos de origen industrial y doméstico al momento de ingresar a las aguas de la Bahía de Todos Santos, B.C., no tienen tratamiento alguno en cuanto a eliminación de partículas suspendidas disueltas en estado coloidal, ocasionando un impacto inmediato de contaminación física, biológica y química. La zona más rompiente se encuentra más afectada que las aguas a un kilómetro de la costa.

Existe una relación directa entre Mayo, Junio, Julio y Agosto, meses de mayor producción pesquera y por consiguiente de desechos residuales evacuados, con la mayor alteración encontrada en el medio marino costero.

La zona costera Central (descarga de la Pesquera Galicia, S.A. y Peninsular, S.A., arroyo el Gallo y dársena portuaria) por presentar condiciones de protección importantes y tener una menor dinámica del sistema en cuanto a oleaje y corrientes, mostrando un mayor signo de alteración que la zona Norte y este a su vez se encuentra más afectado que la zona Sur (donde el impacto contaminante es bajo).

La cantidad de material orgánico que ingresa al medio costero marino por la zona Norte es tal, que ocasiona un impacto inmediato en el cuerpo receptor, restableciéndose las condiciones poco después (días) de interrumpida la descarga de agua residual.

La zona testigo no funcionó, ya que presenta rangos amplios en las determinaciones realizadas en los parámetros indicativos de contaminación empleados y por lo tanto no es representativa de las condiciones naturales.

La distribución de los desechos se ve marcadamente influida por las condiciones físicas dominantes (marea, corrientes costeras, vientos) y la topografía de la zona.

La legislación mexicana adolece de algunos parámetros importantes indicadores de contaminación orgánica para estimar la calidad del cuerpo receptor, lo que hace que resulte inapropiada para determinar el efecto que presenta el medio marino. No encontrándose en base a los límites establecidos por ella, condiciones contaminantes en las aguas de la Bahía de Todos Santos, B.C.

## RECOMENDACIONES.

Se sugiere determinar y establecer antes de realizar cualquier estudio, el lugar que representará las condiciones naturales del medio marino en la zona de estudio.

Se deben emplear otros análisis estadísticos complementarios para darle mayor potencia al estudio. Ya que de otra manera se puede incurrir a errores del tipo I y II y modificar la información recabada.

Se recomienda a las Autoridades Sanitarias, encargadas del control y prevención de la contaminación, realicen investigación científica adecuada para conocer el sitio apropiada para descargar las aguas residuales y domésticas, minimizando así el efecto sobre el medio ambiente costero marino y la salud de la población.

Las aguas residuales evacuadas al arroyo el Gallo, deben ser tratadas (tratamiento secundario), reutilizadas o bien ser conducidas a otros sitios donde el impacto ocasionado sea mínimo.

LITERATURA CITADA.

- American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation. 1975. Métodos Estándar para el Exámen de Aguas y Aguas de Desecho. Interamericana (Ed.) México, D.F. 11 Ed.
- Argote-Espinoza, M.L., Amador-Buenrostro, A. y C. Morales-Zuniga. 1975. Distribución de los patrones de Salinidad y Temperatura y tendencia de la circulación en la Bahía de Todos Santos, B.C. En: Memorias de la primera reunión de los centros de investigación de Baja California y la Institución de SCRIPPS de Oceanografía. CIBCASIO. Ensenada, B.C. 1976.: 3-30.
- Auld, D.V. 1976. Wastewater in the city. En: Handbook of Water Resources and Pollution Control. Gelfin, H.W. y J.I. Bregman (Eds.). Van Nostrand Reinhold, New York. :429-460.
- Baltierrra-Rodriguez, J.L., Gluyas-Millán, G. y J.C. Chavez-Comparán. 1983. La marea roja de Abril de 1982 en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Ciencias Marinas (Méx). 9(1):35-39.
- Berner, R.A. 1980. Marine sediments of the continental margins. En: Early Diagenesis. Berner, R.A. (Ed.):135-177.
- Bertine, K., J.K. Cochran, L.E. Cronin, W.P. Davis, C.S. Martens, L.R. Pomeroy, J. Schubel, L.L. Taft, J. Teal y R. Wilson. 1980. Estuaries. En: Proceeding of a workshop on Assimilative Capacity of U.S. Coastal Waters for pollutants. U.S. Dept. of Commerce. Working Paper No. 1: Federal Plan for Ocean pollution research development and monitoring. E.D. Goldberg (Ed.): 59-97.
- Botello, A.V. 1982. La contaminación en el mar. Ciencia y Desarrollo. 43: 91-101.

- Bott, T.L. 1970. Nutrient cycles in natural systems: microbial involvement. En: Biological Control of Water Pollution. Tourbier J. y R.W. Pierson (Eds): 41-52.
- Brisou, J. 1968. La contaminación de las aguas costeras. Crónicas de la Organización Mundial de la Salud. 23(5): 33-79.
- Brooks, J. W. 1970. Diagenesis of organic matter: Some microbiological, Chemical and Geochemical studies on sedimentary organic matter. En: Environmental Biotecology and Geomicrobiology. Krumbein, W.E. (Ed): 277-308.
- Champ, R. G., G. O'Connor y F.K. Park. 1981. Ocean dumping of solid waste in the United States. Mar. Poll. Bull. 12(7): 241-244.
- Chavez, R. y R. Pérez-Higuera. 1982. Patrón de contaminación costera a partir de algunas características naturales de sedimentos en la Bahía de Todos Santos, B.C. Informe anual. IIO-UABC-SEP.
- Colinvaux, P. 1971. North sea pollution. En: Marine Pollution and Sea Life. Ruivo M. (Ed): 3-8.
- Constable, W.J. y E.R. Mc Bean. 1979. BOD/TOC correlation and their application to water quality evaluation. In: Air and Soil Pollution :363-375.
- Cronin, L.E. y A. Klamer. 1967. Energy transfer and pollution. En: Pollution and Marine Ecology. Oliver, J. y F.J. Burgess (Ed). Interscience Publishers, London: 171-185.
- Degens, E.T. y G. Jøppen. 1976. Factors controlling the distribution and diagenesis of organic material in marine sediment. En: Chemical Oceanographic. Riley, J.P. y M. Chester (Ed). (6)31:60-110.
- Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. 1976. Manual de Tratamientos de Aguas Negras. Editorial Limusa. México, D.F. 5: 15-39.

Dominguez-Milagón, J.P. 1976. Diseño de una planta de tratamiento por eutroficación controlada para aguas residuales y bioensayos preliminares. Tesis para obtener la licenciatura en Oceanología. Esc. Sup. Ciencias Marinas. Univ. Aut. Baja California. Ensenada, B.C. Méx.

Dugan, P.R. 1972. Biochemical Ecology of Water Pollution. Plenum Press. New York.:

Faganeli, V. 1982. Nutrients dynamics in sea water column in the vicinity of Piron submarine sewage outfall (North Adriatic). Mar. Poll. Bull. 13(2):61-66.

Friligos, N. 1981. Enrichment by inorganic nutrients and oxygen utilization rates in Etef is Bay (1973-1976). Mar. Poll. Bull. 12(12): 431-436.

Food and Agriculture Organization. 1976. Manual of Methods in Aquatic Environment and Monitoring of Water Pollution. Rome. Fisheries Technical. Paper No. 137.: 238.

Foyn, E. 1971. Municipal Wastes. En: Impingement of Man on the Oceans. Hood, D.W. (Ed). John Wiley & Sons, Inc., New York, N.Y.: 44-460.

Gagosian, R.B. 1980. Transformation reactions of biogenic organic compounds at the sediment-water interfase. En: Woods Hole Oceanographic Institution: 211-219.

Gauthier, M.J. 1979. Poluciones bacterianas en el medio marino. En: Polución de las áreas marinas. Omega (Ed). Barcelona, España.

Goldberg, E.D. 1980. Assimilative Capacity of U.S. Coastal waters for Pollutants: December 1979. Overview and Sumary. 2da. Ed., Goldberg, E.D. (Ed). Boulder, Colo.:1-7.

Golubic, S. 1970. Effect of Organic Pollution on Benthic Communities. Mar. Poll.Bull. 1(4): 56-57.

Grasshoff, K. 1976. Methods of Seawater Analysis. Verlag, Chemiewein.

- Hammer, M.J. 1977. Water and waste-water technology. J. Wiley & Sons, Inc. (Ed): 503.
- Heukelekian, H. 1976. Principles and applications of bacteriology to polluted water. En: Handbook of water resources and pollution control. Gehm, H.W. y J.J. Bregman (Eds): 132-156.
- Howarth, R.W. y J.M. Teal. 1979. Sulfate reduction in a New England Salt Marsh. Woods Hole Oceanographic Institution: 999-1013.
- Inman, D.L., Trit, R.L. y C. Nordstrom. 1971. Mixing in the surf-zone. Journal of Geophysical Research. 26(15): 3493-3514.
- Inman, D.L. y B.M. Bruch. 1973. The coastal challenge. Science. 181: 20-32.
- Instituto de Investigaciones Oceanológicas. 1979-1983. Diagnóstico permanente de la contaminación en el Estado de Baja California. Informe presentado a la Secretaría de Educación Pública. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Esc. Sup. Ciencias Marinas. Univ. Aut. Baja California. Ensenada, B.C., Méx. (sin publicar).
- Jenkins, S.H. 1978. Effects of domestic sewage on marine phytoplankton. Mar. Poll. Bull. 9(6): 147.
- Johnston, R. 1976. Marine Pollution. Academic Press (Ed). New York, N.Y.: 3-151.
- Kugelman, I.J. 1976. Status of advanced waste treatments. En: Handbook of water resources and pollution control. Gehm, H.W. y J.J. Bregman (Eds). 593-656.
- Leynaud, G. 1979. Modificaciones del medio arctico por influencia de la polución. En: La Contaminación de las Aguas Continentales. Pesson, F. (Ed). Madrid, Espana.:1-25.
- Liedo-Galindo, H. 1978. Inducción a floculación de materia orgánica en agua de mar. Tesis para obtener la licenciatura en Oceanología. Esc. Sup. Ciencias Marinas. Univ. Aut. Baja California. Ensenada, B.C. Méx.

- Lizarraga-Partida, M.L. 1973. Contribución al estudio de Vermes anélidos poliquetos como indicadores de contaminación orgánica. Tesis para obtener la licenciatura en Oceanología. Esc. Sup. Ciencias Marinas. Univ. Aut. Baja California. Ensenada, B.C. Méx.
- Mac Kee, J.E. 1967. Parameters of marine pollution: An overall evaluation. En: Pollution and Marine Ecology. Olson, T.A. y F.J. Burgess (Eds). New York, N.Y.: 259-269.
- Mahoney, J.B., F.H. Mdlige y D.G. Deuell. 1973. A fin rot disease of marine and euryhaline fishes in the New York Bight. Trans. Am. Fish. Soc. 102 (3): 596-605.
- Mancy, H.K. 1972. Analytical Problems in Water Pollution Control. En: Analytical Chemistry: Key to progress on national problems. Proceeding of the 20th annual summer Symposium on Analytical Chemistry. National Bureau of Standards special publication 351. Meinke, W.W. y J.K. Taylor (Eds). Washington, D.C.: 356-357.
- Marc, P.S. 1973. La Contaminación. En: Salvat (Ed). Barcelona, Espana.: 144.
- Mc Graw, D.S. 1969. Continuation of the investigation of waste disposal in the New York Bight. U.S. Dept. Hew, Public Health Service.
- McIntyre, A.D. y D.J. Murison. 1972. The Benthos of a polluted beach. I.C.E.S.C.A. 1972. : 30. Fish improvement Comm.
- Mc Nulty, J.K., Reynolds, E.S. y S.M. Miller. 1959. Ecological effects of sewage pollution in Biscayne Bay, Florida: Distribution of coliform bacteria, chemical nutrients and volumes of zooplankton. En: Second Seminar of Biological Problems in water Pollution. U.S. Public Health Service, Cincinnati, Ohio.
- Natural Science Foundation. 1976. Anoxia on the middle atlantic shelf during the summer of 1976. Office for International Decade of Ocean Exploration.

- Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. 1976. Riesgos del Ambiente Humano para la Salud. Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud (Eds).
- Orozco-Borbón, M.V. y F. Delgadillo-Hinojosa. 1983. Estimación de la contaminación bacteriológica en sedimentos superficiales de la Bahía de Todos Santos, B.C. En: Informe Anual IIO-UABC-SEP. (sin publicar).
- Orozco-Borbón, M.V. y E.A. Gutierrez-Galindo. 1982. Contaminación fecal costera en la zona del puerto de Ensenada, Baja California. Ciencias Marinas. 9(1): 27-34.
- Parlante, R. 1976. Water in the industry. En: Handbook of Water Resources and Pollution Control. Gehm, H.W. y J.I. Bregman (Eds.): 365-428.
- Pearce, J.B. 1970. The effects of solid waste disposal on benthic communities in the New York Bight. Proc. FAO. Tech. Conf. on Marine Pollution. Rome, Italy.
- Pearson, E.A. 1961. Marine Waste Disposal. En: 75th E.I.C. Annual General Meeting, Vancouver, Berkeley.: 3-8.
- Peña-Manjarrez, J.L. 1984. Evaluación de la Carga Orgánica en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis para obtener la licenciatura en Oceanología. Esc. Sup. Ciencias Marinas. Univ. Aut. Baja California. Ensenada, B.C. Méx. (En elaboración).
- Perés, J.M. 1979. La Polución de las Aguas Marinas. Omega (Ed). Barcelona, Espana.
- Price, B.N. 1976. Chemical diagenesis in sediments. En: Chemical Oceanographic, Riley, J.P. y R. Chester (Ed). (6)30: 1-51.
- Richard, F. 1965. Anoxic basins and fjords. En: Chemical Oceanographic. Riley, J.P. y C. Skirrow, (Ed). (1)13: 611-645.
- Sañudo-Wilhelmy, S.A., A. Morales-Yanes y J.A. Vargas-Flores. 1983. Faecal Pollution in Ensenada Bay, México. Ciencias Marinas. 10(1): 7-17

Secretaría de Marina. 1974. Estudio geográfico de la región de Ensenada, B.C., Mex.: 402

Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1979. Análisis de Aguas y Aguas de Desecho. Subsecretaría de Planeación. (1) 4ta. Ed.: 41-116.

Segovia-Zavala, J.A. 1982. Estudio de Contaminación por Materia Orgánica en la zona Industrial de el Salto, B.C. Tesis para obtener la licenciatura de Oceanología. Esc. Sup. Ciencias Marinas. Univ. Aut. Baja California. Ensenada, B.C. Mex.

Seitzinger, S., Nixon, S., Pilson, M.E.Q. y S. Burki. 1980. Denitrification and N<sub>2</sub>O production in near-shore marine sediments. *Geochemistry and Cosmochimica*. (44): 1853-1860.

Schoeffler, G.F. 1978. A Philosophy of water pollution control past and present. *Journal Water Pollution Control Federation*. (50): 2104-2110.

Smith, D.R. 1971. Pollution and range ecosystems. *Man's Impact on terrestrial and Oceanic ecosystems*. Matthews W.H., Smith, F.E. y E.O. (Eds). Massachusetts Inst. of Tech.: 130-143. 1978.

Udecolor, G.W. y W.G. Cochran. 1981. Métodos Estadísticos. 4ta. Ed. Cecsa (Ed). México, D.F.: 57.

Goudan, M. 1975. Biological effects of industrial and domestic waste discharge in coastal water. *Progress in water technology*. Pergamon Press. (7) 5,6: 905-999.

Steimle, F.W. Jr. and R.B. Stone. 1973. Abundance and distribution of inshore benthic fauna off Southern Western Long Island. NOAA-NMFS Tech. Rep. SSRF: 673.

Strickland, J.D.H. and T.R. Parson. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada, Bull.

Warren, E.C. 1971. Biology and Water Pollution Control. Kinds of water pollution. Saunders, W.B. (Ed). Philadelphia.: 57-63.