



T  
628.1687  
P695  
C-2



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar**



**"Evaluación de la Contaminación en un ramal del Estero Salado (Puente 5 de Junio - Puerto Marítimo) en base a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) calculada por el Método Manométrico"**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del Título de:  
OCEANOGRAFO**

Presentado por:

**Sonia Nathaly Pizarro Andrade**

**Guayaquil - Ecuador**

**1991**

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

Al Dr. Nicolás Campaña, Asesor de mi Tesis, por su constante guía durante la realización de este trabajo.

A mi hermano Konrad, y a mi amigo Carlos quienes acertadamente contribuyeron en la parte experimental de mi tesis, al acompañarme en cada uno de los muestreos.

Gracias a todos y cada una de las personas que me dieron facilidades aquí en la Facultad.



DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Si hasta aquí he  
llegado es por el  
estímulo, cariño y  
paciencia de ellos.

.....  
Ing. Néstor Alejandro  
Subdecano FIMCM  
Presidente del Tribunal

.....  
Francisco Medina, M.Sc.  
Director de Tesis

.....  
Leda. Mercy Borbor  
Primer Miembro del Tribunal

.....  
José Luis Santos, M.Sc.  
Segundo Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

.....  
Sonia Nathaly Pizarro Andrade

## RESUMEN

Una evaluación de la contaminación marina en un ramal del Estero Salado, en base al análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y calculada por el Método Manométrico, es realizada; el fin fue establecer un criterio acerca de la relación enriquecimiento orgánico-biológico y de algunos nutrientes como posible resultado de continuas descargas al estero, sobre todo de tipo biológico.

Esto implicó el análisis de las condiciones físico-químicas de las aguas del Estero, relacionadas con la DBO<sub>5</sub>. Para dicho efecto se realizaron cinco muestreos durante los meses de Septiembre y Octubre de 1990, que caracterizan a la época seca del año, en 6 estaciones establecidas estratégicamente en un tramo del Estero Salado comprendido entre el Puente 5 de Junio y el Puerto Marítimo, con una extensión de 20.4 Km.

Los parámetros de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, transparencia (Disco Secchi), nubosidad, vientos y nutrientes fueron también observados. Para el análisis bacteriológico se escogieron las estaciones con

## VII

valores de DBO<sub>5</sub> más elevados (desde 8.5 mg/l hasta 12 mg/l); por tal motivo este proceso se lo efectuó en la estación 1, Fuente 5 de Junio, y en la estación 4, Fuente Estero Salado (VP).

El valor de  $10^5$  col/100ml para coliformes totales en la estación 1 y de  $10^4$  col/100 ml en la estación 4 establecieron que en la zona de estudio, la influencia poblacional como producto de las invasiones es considerable y aún mayor que la influencia industrial y que el verdadero impacto a las condiciones ambientales es de origen biológico.

Todos los resultados de esta investigación están tabulados y graficados, a la vez que comparados con los rangos de niveles límites declarados en el R.O. Nº 204 del 5 de Junio de 1989 y en circunstancias posibles con datos anteriores en la misma zona de estudio o cercana a ella. Cabe indicar que la idea de una investigación completa en bajamar, está justificada puesto que en esta fase de marea es donde se encuentran los mayores y más evidentes rangos de contaminación, sobre todo por los bajos niveles de oxígeno y altos niveles de DBO<sub>5</sub>.

## INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN .....	VI
INDICE GENERAL .....	VIII
INDICE DE TABLAS .....	XII
INDICE DE FIGURAS .....	XV
INDICE DE ABREVIATURAS .....	XVIII
INTRODUCCION .....	20
I. FUNDAMENTOS BASICOS .....	28
1.1 Aspectos Teóricos .....	28
1.2 Aspectos Técnicos .....	34
1.2.1 Objetivos y alcance de la evaluación de la contaminación en base a la de- terminación de la DBO <sub>5</sub> .....	34
II. METODOLOGIA .....	36
2.1 Generalidades del área de estudio.....	36
2.1.1 Ubicación de Estaciones de Muestreo	37
2.1.2 Geomorfología del área de estudio .	40
2.1.1.1 Geografía y Geología.....	40
2.1.1.2 Recientes desarrollos geo- morfológicos en el Estero Salado (CN) .....	41
2.1.1.3 Mareas .....	42
2.1.1.4 Análisis de Mareas efectuado por APG en el Estero Salado,	

	año 1949 .....	44
2.2	Técnicas de Análisis Químico aplicadas ...	47
2.2.1	Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	47
2.2.2	Fundamento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno cinco días, por el Método de Winkler (De Dilución).....	49
2.2.3	Medida Manométrica de la DBO .....	51
2.2.4	Determinación de parámetros comple- mentarios: Nutrientes, OD, Oxígeno de saturación, Corrientes, Tempera- tura, Salinidad, pH y Producción Primaria .....	58
2.2.4.1	Nutrientes .....	58
2.2.4.2	Equipo y Técnica usada pa- ra la determinación de los nutrientes, color y turbie- dad .....	61
2.2.4.3	Trabajo de campo: Toma de muestras y preservación ..	62
2.2.4.4	Nitrógeno (Inorgánicos No- metales) .....	63
2.2.4.5	Turbidez .....	66
2.2.4.6	Color .....	67
2.2.4.7	Oxígeno Disuelto .....	68
2.2.4.8	Oxígeno de Saturación ....	71
2.2.4.9	Potencial Hidrógeno (pH)..	72

2.2.4.10	Salinidad .....	74
2.2.4.11	Temperatura .....	77
2.2.4.12	Disco Secchi .....	78
2.2.4.13	Producción Primaria .....	79
2.2.4.14	Bacterioplancton .....	79
2.3	Obtención de Datos .....	82
III.	ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	85
3.1	Demanda Bioquímica de Oxígeno por Método Manométrico .....	85
3.2	DBO por el Método de Winkler, comparación posible en estaciones.....	97
3.3	Relación de la DBO <sub>5</sub> con los parámetros complementarios .....	99
3.3.1	Análisis de las condiciones del área de estudio y su posible influencia en la DBO .....	99
3.3.1.1	Con los datos de Viento .	99
3.3.1.2	Con las Mareas .....	102
3.3.1.3	Corrientes (Perfiles)....	105
3.3.2	Relación de la DBO con los parámetros físico-químicos y químicos .....	113
3.3.2.1	Con el Disco Secchi .....	113
3.3.2.2	Con la Salinidad .....	115
3.3.2.3	Con la Temperatura .....	120
3.3.2.4	Con el Potencial Hidrógeno	128
3.3.2.5	Con el OD y con el ODs ..	131

3.3.2.6	Con los Nutrientes .....	134
3.3.2.7	Con la Productividad Pri- maria y las Bacterias ...	136
3.4	Interpretación de los resultados .....	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		164
APENDICE A:	Cuadros Comparativos: Variación Anual de los parámetros físico-químicos y qui- micos en el Estero (Est. 1, 2, 4, y 6..	176
APENDICE B:	Gráficos de la Variabilidad Temporal de cada uno de los parámetros .....	183
APENDICE C:	Gráficos de la Variabilidad Espacial de cada uno de los parámetros .....	192
APENDICE D:	Tablas de datos por muestreos .....	203
BIBLIOGRAFIA	.....	224

## INDICE DE TABLAS

I.1:	Composición de las aguas negras sin Tratar en Stevenage, Inglaterra .....	29
I.2:	Compuestos orgánicos típicos de origen industrial que se encuentran en el agua de la parte inferior del Río Missisipi.....	30
II.1:	Ubicación de Estaciones de muestreo .....	38
II.2:	Cuadro comparativo entre muestras Filtradas y No Filtradas, Estación Pte. 5 de Junio ....	62
II.3:	Coeficientes de Actividad Total de iones en el agua de mar .....	76
II.4:	Datos de campo, Primer Muestreo ( R ) .....	204
II.5:	Datos de campo, Segundo Muestreo ( R ) .....	205
II.6:	Datos de campo, Tercer Muestreo ( R ) .....	206
II.7:	Datos de campo, Cuarto Muestreo ( R ) .....	207
II.8:	Datos de campo, Quinto Muestreo ( R ) .....	208
II.9:	Datos de laboratorio, Primer Muestreo ( R )..	209
II.10:	Datos de laboratorio, Segundo Muestreo ( R )	210
II.11:	Datos de laboratorio, Tercer Muestreo ( R ).	211
II.12:	Datos de laboratorio, Cuarto Muestreo ( R ).	212
II.13:	Datos de laboratorio, Quinto Muestreo ( R ).	213
II.14:	Datos de campo, Tercer Muestreo ( F ) .....	214
II.15:	Datos de campo, Cuarto Muestreo ( F ) .....	215
II.16:	Datos de campo, Quinto Muestreo ( F ) .....	216
II.17:	Datos de laboratorio, Tercer Muestreo ( F )	217
II.18:	Datos de laboratorio, Cuarto Muestreo ( F ).	218

II.19: Datos de laboratorio, Quinto Muestreo ( F ).	219
II.20: Datos del análisis bacteriológico .....	220
II.21: Datos de Perfiles Puente 5 de Junio .....	221
II.22: Datos de Perfiles Puente de la Calle 17 .....	221
II.23: Datos de Perfiles Puente Portete .....	222
II.24: Datos de Perfiles Puente Estero Salado (VP)	222
II.25: Datos de Perfiles Puente Estero Muerto (VP)	223
II.26: Datos de Perfiles Puerto Marítimo .....	223
III.1a-III.1e: Datos de DBO, Método Manométrico ..	89
III.2: Datos de DBO, Método de Winkler .....	91
III.3: Promedio de Fuerzas de Vientos para Puná ...	100
III.4: Promedio de Fuerzas de Vientos para el Estero	101
III.5: Promedio de Mareas registradas en el Mareógrafo del Terminal Marítimo .....	102
III.6: Comparación de pleas y bajas mares entre las estaciones Puerto Marítimo y Puente 5 de Junio .....	104
III.7: Disco Secchi-Reflujo .....	114
III.8: Disco Secchi-Flujo .....	115
III.9: Salinidad-Reflujo- Superficie .....	116
III.10: Salinidad-Reflujo- Fondo .....	118
III.11: Salinidad-Flujo-Superficie .....	118
III.12: Salinidad-Flujo-Fondo .....	118
III.13: Temperatura-Reflujo-Superficie .....	121
III.14: Temperatura-Reflujo-Fondo .....	123
III.15: Temperatura-Flujo-Superficie .....	126

III.16: Temperatura-Flujo-Fondo .....	127
III.17: Calificación de Estaciones de acuerdo al tipo de descarga incidente y según el rango de in- fluencia .....	140

## INDICE DE FIGURAS

### FIG. N<sup>o</sup>

1	Ubicación de las estaciones de muestreo ...	39
2	Desfasamiento de las Mareas ocurridas en el Río Guayas y el Estero Salado, APG 1949 .	46
3	Fundamento de la Demanda Bioquímica de Oxí- geno con el Tiempo .....	50
4	Aparato Manométrico Hach para la DBO <sub>5</sub> ....	53
5	Cámara de incubación para la medición de DBO <sub>5</sub> .....	54
6	Reacciones que se efectúan en la DBO <sub>5</sub> .....	56
7	Ciclo del Nitrógeno en la naturaleza .....	64
8	Ciclo del Carbono en la naturaleza .....	69
9	Ciclo del Oxígeno en la naturaleza .....	70
10	Potencial redox, degradación de materia orgánica .....	75
11	DBO 7 días, primer muestreo .....	92
12	DBO 21 días, segundo muestreo (Cuadratura).	93
13	DBO 7 días, tercer muestreo .....	94
14	DBO 21 días, cuarto muestreo (Sicigia) ....	95
15	DBO 7 días, quinto muestreo .....	96
16	DBO 5 días, Winkler, 4to. y 5to. muestreo.	142
17a-17b	Coliformes Totales y Fecales .....	142
18	Comparación de la DBO <sub>5</sub> .....	143
19	DBO espacial, Primer Muestreo .....	144

20	DBO espacial, Segundo Muestreo .....	144
21	DBO espacial, Tercer Muestreo .....	145
22	DBO espacial, Cuarto Muestreo .....	145
23	DBO espacial, Quinto Muestreo .....	145
24	Vientos en Estación 1 y 2 .....	146
25	Vientos en Estación 3 .....	147
26	Vientos en Estación 4 .....	148
27	Vientos en Estación 5 .....	149
28	Vientos en Estación 6 .....	150
29	Desfase de Mareas entre Puente 5 de Junio y Puerto Marítimo, 21 de Octubre 1990 .....	151
30	Desfase de Mareas entre Puente 5 de Junio y Puerto Marítimo, 22 de Octubre de 1990 ....	152
31	Desfase de Mareas entre Puente 5 de Junio y Puerto Marítimo, 23 de Octubre de 1990 ....	153
32	Desfase de Mareas entre Puente 5 de Junio y Puerto Marítimo, 24 de Octubre de 1990 ....	154
33	Desfase de Mareas entre Puente 5 de Junio y Puerto Marítimo, 25 de Octubre de 1990 ....	155
34	Sección Batimétrica del Puente 5 de Junio .	156
35	Sección Batimétrica Club Náutico .....	156
36	Sección Batimétrica Puente Portete .....	156
37	Sección Batimétrica Puente Est. Salado ....	157
38	Sección Batimétrica Puente Est. del Muerto .	157
39	Sección Batimétrica Puerto Marítimo .....	157
40	Perfiles de Corrientes, estaciones 1, 2, 3, 4 .....	108

41	Perfiles de Corrientes, estaciones 5, 6 ...	111
42	Perfiles de Salinidad, estaciones 1, 2, 3, 4 .....	117
43	Perfiles de Salinidad, estaciones 5, 6 ...	117
44	Perfiles de Temperatura, estaciones 1, 2, 3, 4 .....	122
45	Perfiles de Temperatura, estaciones 5, 6 ..	122
46	OD vs Profundidad, Est. Pte. 5 de Junio ...	158
47	DBO vs Profundidad, Est. Pte. 5 de Junio ..	158
48	ODs vs Profundidad, Est. Pte. 5 de Junio ..	159
49	Porcentaje de Saturación de OD vs Profun- didad, Est. Pte. 5 de Junio .....	159
50	DBO vs Salinidad (S), M1 .....	160
51	DBO vs Temperatura (S), M1 .....	160
52	DBO vs Disco Secchi (S), M1.....	160
53	DBO vs Salinidad (F), M1 .....	161
54	DBO vs Temperatura (F), M1 .....	161
55	DBO vs Disco Secchi (F), M1 .....	161
56	DBO vs Salinidad (S), M2 .....	162
57	DBO vs Temperatura (S), M2 .....	162
58	DBO vs Disco Secchi (S), M2 .....	162
59	DBO vs Salinidad (F), M2 .....	163
60	DBO vs Temperatura (F), M2 .....	163
61	DBO vs Disco Secchi (F), M2 .....	163

## INDICE DE ABREVIATURAS

ag	Aguas
AP	Aguas Pluviales
APG	Autoridad Portuaria de Guayaquil
°C	Grados centígrados
CN	Canal de Navegación
DBO <sub>5</sub>	Demanda bioquímica de Oxígeno, 5 días
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DTO	Demanda Total de Oxígeno
DST	Desviación Estándar
EMAG	Empresa Municipal de Alcantarillado Guayaquil
EPA	Enviromental Protection Agency
E	Estación
Est	Estero
F	Flujo
Fig.	Figura
FTU	Unidades de Turbidez (Furmacina turbidity units)
HP	Hidrocarburos de Petróleo
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
INP	Instituto Nacional de Pesca
IS	Infiltraciones subterráneas
Kg	Kilogramo
M	Muestreo
°MAG	Grados magnéticos
Max	Máximo Valor obtenido por muestreos y estaciones
MD	Manipulación Doméstica

MI	Manipulación Industrial
mg/l	miligramo por litro
ml	mililitro
m/s	metros por segundo
NMP col	Número Más Probable coliformes
OD	Oxígeno Disuelto
ODs	Oxígeno Disuelto de Saturación
OP	Organismos Patógenos
p	Profunda
pH	Potencial Hidrógeno
%. (ppt)	partes por mil (Salinidad)
Pte, Pto	Puente, Puerto
Q	Caudal
R	Reflujo
RO	Registro Oficial
S	Salado
s	superficie
SS	Estación en el Salado impuesta por Sonia Pizarro
SM	Standard Methods
t	tiempo
U Pt-Co	Unidades de Platino Cobalto
VP	Vía Perimetral
$\alpha$	Constante en función de la densidad de plancton
$\delta S$	Diferencia con los datos de superficie
$\delta RS$	Diferencia con los datos de Reflujo-Superficie
$\delta RF$	Diferencia con los datos de Reflujo-Fondo

## INTRODUCCION

"El gran valor de la zona estuarina radica en la multiplicidad de sus usos y servicios, pero aquí también radica su vulnerabilidad" (Wiley, 1976).

El Golfo de Guayaquil es considerado como una fuente de riqueza biológica no comparable con ningún lugar en la Costa del Pacífico Oriental.

Parte integrante del Golfo lo constituye el Estero Salado por estar en el interior del sistema mismo, su valor ecológico aún puede mantenerse por las evidencias de la existencia de larvas de peces y camarón reportadas (Bayas, et al. 1985). Resulta pues muy importante precautelar su ecología actual ya que cualquier acción en el futuro podría ser inútil, en virtud del aumento de la contaminación, que tendría consecuencias graves para la industria pesquera nacional, afectando además a la conservación de un importante recurso natural, actualmente considerado como Parque Nacional, (Holden, 1978).

Los estuarios poseen la habilidad para tolerar cada "insulto ambiental", y los segmentos localizados para los



varios usos no son exclusivos, y limitados espacialmente, pero podrian ser definidos como una función en tiempo y sensibilidad. De allí que la necesidad de tipificar zonas antes de usarlas es inminente.

En cuerpos naturales de agua, los procesos de oxidación inestable pueden ocurrir como resultado de los continuos cambios del medio (incluyendo abastecimientos por ciclos biológicos). Estuarios con ambientes transicionales de generalmente alta actividad biológica, serían de más equilibrio que muchas otras regiones de la hidrósfera (Burton, 1976).

Los problemas de contaminación son problemas de desequilibrio de los procesos naturales, por esto se trata de volver al equilibrio. Estos procesos naturales combaten la contaminación en forma más eficiente y económica que muchos procesos artificiales.

Existen cuatro criterios para evaluar un estuario y su capacidad de limpieza:

- 1) Ausencia de indicadores de percepción en la calidad del agua degradada, tales como olores cuestionables, materiales flotantes, películas superficiales, o agua decolorada.
- 2) Ausencia de problemas estuarinos relacionados con la

salud pública y un nivel de OD presente en un 30% de saturación: la saturación del oxígeno permite determinar la calidad de vida que hay en el estuario. Concentraciones de OD que permanecen en un rango de 3 - 4 mg/l provocan la muerte en algunos peces y si llega a 0 mg/l entonces los olores son evidentes ( $H_2S$ ) provocando la muerte de la mayoría de organismos; el OD y el ODs son los principales indicadores de la calidad del agua (Grant, 1974), de allí que la medición de la DBO y DTO se hace indispensable.

- 3) Las variaciones de salinidad, puesto que la reducción resultante en el gradiente de salinidad horizontal prodría reducir la intensidad de la circulación estuarina (Burton, 1976).
- 4) Convección Gravitacional y no una circulación mareal a través del estuario influyen en la poca renovación del agua. (Burton, 1976).

Como bien se sabe el principal problema del Estero Salado radica en el hecho de ser receptáculo de descargas de desechos domésticos y biológicos por vía de alcantarillas y por vía directa, así como también por desechos industriales e hidrocarburos; estos últimos no son tan determinantes en estaciones 1 y 4.

Las aguas negras son el producto de las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido

impurificadas por diversos usos. Resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de casas de habitación, edificios comerciales e instituciones, junto con los provenientes de los establecimientos industriales, y aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que puedan agregarse.

El tipo de disposición de aguas negras que se efectúa en Guayaquil y que indudablemente afecta al Estero Salado, es el de DISPOSICION POR DILUCION, que consiste en descargar las aguas negras en cuerpos receptores como las de un río, un lago o un mar. Esto da lugar a la contaminación del agua receptora, siendo este grado de contaminación dependiente de la dilución, o sea del volumen de las aguas negras y de su composición, en comparación con el volumen del agua con que se mezclan. Muchas veces aunque las aguas receptoras tengan su condición aeróbica, la contaminación bacteriana sigue siendo una amenaza para la salud, es más si hay los sólidos flotantes estos son una evidencia de contaminación.

En los casos en que el OD del agua receptora no sea suficiente para mantener la descomposición aerobia, tendrá lugar la descomposición anaerobia y la putrefacción, resultando esto en condiciones indeseables.

Con la DBO<sub>5</sub> usada en las estaciones establecidas a lo largo de la zona de estudio, se identifica también que dónde existen niveles más bajos de OD hay altos valores de DBO<sub>5</sub> y que donde hay altos valores de DBO es evidencia de un enriquecimiento orgánico alarmante, y si son altos los valores de OD significa que hay presencia abundante de algas.

Por lo tanto no es precisamente el volumen de aguas negras lo que puede considerarse como valor crítico, sino más bien la cantidad de materia orgánica de fácil descomposición que contengan las aguas crudas. Por esto es que un determinado volumen de aguas crudas que han sido tratadas para disminuir o eliminar su materia orgánica, puede descargarse en una superficie de agua natural sin crear condiciones indeseables, mientras que el mismo volumen de aguas crudas y negras o sin tratar podrían producir molestias. El factor determinante es el oxígeno disuelto que contenga el agua receptora (EPA, 1976).

El oxígeno se disuelve en el agua por el contacto del aire con la superficie del agua; cuando la concentración del OD en el agua disminuye a menos del punto de saturación, recibe el aporte del aire: es por esta razón de saturación que la temperatura es factor importante y así mismo su influencia en las pruebas de DBO, puesto que a mayor temperatura menos oxígeno disuelto y mayor rapidez en la

degradación bacteriana, mas no, valores más altos de DBO<sub>5</sub> (Lejchan, 1984).

Varios autores tienen estudiado el efecto de temperatura sobre la DBO. La EPA (Enviromental Protection Agency) en sus investigaciones consideró como principal tópico el efecto de la variación de la temperatura sobre la razón constante y última de la DBO. Valores normales de la DBO<sub>5</sub> días pueden ser obtenidos en 2.5 días en 35°C. Esto fue también observado por Orford y Matusky (10) quien conduce su estudio en 37° C para dos días. Ellos entonces multiplicaron esto por 1.45 para obtener los resultados en 5 días a 20 °C. Young y Clark (10) usando el aparato de electrólisis Clark tiene comparado la DBO en 2.5 días y 35 °C con la DBO 5 días a 20 °C. Sus resultados continúan en sentido de apoyar el tiempo reducido (5 días) en los estudios de la DBO.

A lo largo de este trabajo se trató de mantener siempre como parámetro fundamental el estudio de la DBO<sub>5</sub>; en forma colateral se trata de obtener una relación con los otros parámetros del medio en el que se tomaban las muestras, siendo esta metodología similar a la efectuada por Ramalho, 1977.

En el Estero Salado se ha reportado altos niveles de

oxígeno, alta productividad, como probable presencia de eutroficación: en otras ocasiones se han encontrado valores bajos de oxígeno medidos en las inmediaciones de los Puentes 5 de Junio, de la Calle 17, Portete, y Estero del Muerto (VP), especialmente en las muestras de fondo. Esta situación es semejante a la presentada en los puentes de Nueva York, (Wiley, 1976) donde los niveles de OD bajaron desde su construcción.

El éxito de la limpieza requiere objetivos definidos y un plan regional basado sobre estudios científicos comprensivos, gran capital, asegurando una implementación constante de estos programas (Wiley, 1976). El problema de daños a la calidad del agua por descargas domésticas e industriales en los estuarios urbanos viene desde los años 1800 (Blake, 1956), y el problema continúa, siendo parte preliminar del progreso.

En síntesis el propósito del presente trabajo es la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas del Estero Salado, como parámetro base para la determinación del grado de contaminación del mismo.

## CAPITULO I

### FUNDAMENTOS BASICOS

#### 1.1 Aspectos Teóricos

Es necesario establecer que existen procesos que modifican la calidad del agua y que estos son naturales o artificiales.

Las aguas naturales en sí nunca están libres de organismos. Aun el agua tratada por desinfección para el suministro público contiene microorganismos.

La importancia de los microorganismos en el agua natural se relaciona con los tipos de transformaciones químicas que catalizan. Estas actividades se pueden dividir en dos tipos:

- i) aquellas que proporcionan energía utilizable para el organismo (catabolismo) y
- ii) el tipo por el cual el organismo gasta energía (anabolismo).

Como las reacciones anabólicas y catabólicas individuales que llevan a cabo los microorganismos

son demasiado numerosas para tratarlas en forma individual, procedemos a tomar un ejemplo típico de un proceso catabólico: **la fotosíntesis.**

La **fotosíntesis** es la reacción en la que los organismos utilizan la energía radiante (luz solar) para impulsar una reacción de oxidación-reducción en la que el dióxido de carbono se reduce a materia orgánica mediante el agua y con producción de oxígeno.

La **fotosíntesis** es en primer término la responsable de la mayoría de la materia orgánica presente en la tierra y en las aguas naturales. Como muchas otras reacciones biológicas, influye sobre la calidad del agua. Los organismos fotosintéticos al consumir carbono inorgánico ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ ) de la solución, reducen la alcalinidad y aumentan el pH del agua en que crecen. Las sustancias cuya solubilidad está relacionada en forma inversa al pH, por ejemplo,  $\text{Mg}(\text{OH})$  y  $\text{CaCO}_3$  pueden **precipitar** en un agua natural donde se lleva a cabo fotosíntesis. Esta reacción produce oxígeno de manera que debe esperarse que existan condiciones óxicas en un agua que contiene organismos donde la fotosíntesis se realiza activamente. Otras reacciones de los microorganismos que

producen energía implican la reducción del oxígeno a agua, la reducción de nitratos a amoníaco y gas nitrógeno, la reducción de sulfatos o sulfuros y la reducción del bióxido de carbono a metano. Todas esas reacciones pueden ejercer un efecto profundo sobre la calidad del agua, en especial cuando se observa que las especies químicas afectadas también intervienen en muchas otras reacciones químicas. Esta reacción (fotosíntesis) es de importancia fundamental en los sistemas naturales porque su verificación dicta que el sistema acuático no se puede tratar como un sistema cerrado.

Las actividades anabólicas de los organismos acuáticos también modifican la calidad del agua. Los organismos no fotosintéticos elaboran su material celular a partir de compuestos orgánicos modificando el contenido de ellos en el agua natural. Como la elaboración de material celular requiere el uso de elementos como nitrógeno, fósforo y potasio además de carbono, hidrógeno y oxígeno, el crecimiento de organismos en aguas naturales modificará las concentraciones de estos elementos, llamados nutrientes. El crecimiento de algas en un agua natural productiva puede agotar casi por completo las concentraciones de fósforo y nitrógeno en ella; de hecho, esta situación se da donde la cantidad y

rapidez de crecimiento de los organismos acuáticos fotosintéticos están controladas por las concentraciones de nutrientes como nitrógeno ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) y fósforo ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

El agua de desecho tanto de la industria como de fuentes agrícolas y domésticas, contiene también una gran variedad de compuestos orgánicos: las Tablas I.1 I.2 muestran dos ejemplos típicos de regiones del mundo con valores típicos de composición.

TABLA I.1  
COMPOSICION DE LAS AGUAS NEGRAS SIN TRATAR EN STEVENAGE,  
INGLATERRA. RAW SEAWAGE \*

Constituyente	Miligramos como carbono por litro
Acidos grasos	71.20
Esteres de ácidos grasos	28.20
Proteínas	31.0
Aminoácidos	5.0
Carbohidratos	55.0
Acidos solubles	21.0
Amidas	1.5
Agentes tensoactivos aniónicos	14.0
Creatinina	3.5
Aminoazúcares	1.8
Acidos murámicos	0.2
Total identificado	232
Carbono orgánico total	311
Proporción identificada	75 %

\*Fuente H.A. Painter, M. Viney y A. Bywaters, "Composition of Sewage and Sewage Effluents", J. Inst. Sewage Purif. (1961) Inst. of Water Pollution Control.

TABLA I.2  
 COMPUESTOS ORGANICOS TIPICOS DE ORIGEN INDUSTRIAL QUE SE  
 ENCUENTRAN EN EL AGUA DE LA PARTE INFERIOR DEL RIO  
 MISISIPI.\*

=====

Acetofenona  
 A-camfanona  
 Diciclopentadieno  
 1.2-dimetoxibenceno  
 2.3-dimetilnaftaleno  
 2.3-dimetiloctano  
 N-dodecano  
 4-etil piridina  
 Etilbenceno  
 Isopropilbenceno  
 O-metoxi fenol  
 Nitrobenceno  
 Tolueno  
 O-Cresol  
 Fenil ciclohexano  
 1.3.5-triclorofenol  
 Vinilbenceno  
 Xileno

=====

Un drenaje doméstico típico contiene en promedio alrededor de 100 a 300 mg/l de carbono orgánico, 10 a 30 mg/l de nitrógeno orgánico, y 1 a 2 mg/l de fósforo enlazado a compuestos orgánicos. Para efectos comparativos, las concentraciones aproximadas en aguas superficiales en el río Misisipi del carbono orgánico es de 1 a 5 mg/l, nitrógeno <1 mg/l, y fósforo <0.5 mg/l (27).

El impacto de estos drenajes orgánicos sobre la calidad del agua natural tiene muy diversas formas.

---

\*Fuente "Industrial Pollution of the Lower Mississippi River in Louisiana". Informe de la U.S. Environmental Protection Agency. Región VI. Dallas. Tex. abril 1982.

Por otro lado los compuestos orgánicos biodegradables pueden eliminarse :

- i) en una planta de tratamiento de desechos o
- ii) ser degradados por la flora y la fauna natural del agua.

En el segundo caso, es importante la dilución del agua de desecho en el agua receptora porque la concentración de materia orgánica biodegradable en los drenajes sin diluir requiere mucho más oxígeno para su degradación aeróbica que el que está presente en el agua saturada con oxígeno disuelto en contacto con la atmósfera terrestre. Si no se tiene una dilución adecuada, la degradación de esta materia orgánica puede consumir todo el oxígeno presente y convertir el agua de un estado óxico a una condición anóxica. Este cambio puede tener consecuencias de gran alcance para la química de muchas especies (33).

La presencia de compuestos orgánicos persistentes (no biodegradables) en aguas de desecho afecta al agua en formas que dependen de la naturaleza de dichos materiales. Por ejemplo, los productos de la degradación microbiana (**materiales húmicos**) pueden dar al agua un color café y modificar el comportamiento de los iones metálicos. Los

materiales tóxicos (tanto inorgánicos como orgánicos) pueden modificar o eliminar los procesos biológicos que se llevan a cabo en el agua natural. Los orgánicos de origen industrial pueden causar sabores y olores, o bien pueden tener efectos indeseables sobre la salud si no se les elimina durante la purificación y más aún para obtener agua potable, si ese es el caso. Los compuestos orgánicos de todos tipos pueden reaccionar con los productos químicos en el tratamiento del agua y así producirse nuevos compuestos orgánicos con efectos indeseables.

Si se hace referencia a las reacciones químicas de la atmósfera y los sólidos en las rocas de la superficie de la tierra, estas forman soluciones minerales diluidas a las cuales se llama aguas superficiales y aguas subterráneas. Estas aguas y los minerales degradados que se obtienen de su flujo al océano constituyen una reacción inversa a la que se produce durante el envejecimiento de las mismas. Se obtiene un océano con una composición tal como la que tiene actualmente y se producen nuevas rocas. Además las actividades del hombre y las de los organismos que se desarrollan dentro y alrededor de las aguas naturales modifican tanto la composición inorgánica como la orgánica de todas estas soluciones. Esta situación

es precisamente la que ocurre en el Estero Salado, puesto que se trata de un ecosistema marino joven y que estuvo siempre sometido a la influencia dañina de una primera población quizás inexperta o de una civilización ignorante, ambiciosa de progreso, en la que siempre tuvieron las necesidades justificadas.

## 1.2 Aspectos Técnicos

El análisis de la  $DBO_5$  es de limitado valor, en virtud que si medimos la demanda actual de oxígeno de aguas superficiales y extrapolamos los resultados a la real  $DBO_5$  de la descarga, los resultados son cuestionables: a esto se agrega que las condiciones del laboratorio no reproducen las condiciones naturales del ambiente, particularmente en lo que se relaciona a temperatura, luz, población biológica, movimiento del agua y concentración de oxígeno. Esta es la razón fundamental por la que al momento de iniciar el estudio se deba decidir entre usar una técnica de análisis establecida para ciertas condiciones y otra con algunas adaptaciones necesarias que el investigador crea conveniente.

### 1.2.1 Objetivos y alcance de la evaluación de la contaminación en base a la determinación de la $DBO_5$

El objetivo principal del presente estudio es la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas del estero Salado, como parámetro base para la determinación del grado de contaminación del mismo.

Para la consecución de lo dicho fue necesario determinar:

- a) El rango e inicio de la demanda carbonácea y nitrogenácea respectivamente en las muestras tomadas.
- b) el proceso de descomposición de la materia orgánica así como la descomposición aeróbica en aguas receptoras, y
- c) establecer un criterio de zonificación a lo largo del estero Salado según las descargas y su influencia.

La DBO no contempla los compuestos químicos que reaccionan con el OD, a no ser que la prueba se base sobre el dato calculado del oxígeno disuelto inicial.

## CAPITULO II

### METODOLOGIA

#### 2.1. Generalidades del área de estudio

La zona de influencia del Estero Salado se caracteriza por presentar un déficit de áreas verdes y un mal uso de áreas libres y de reserva; esta carencia de espacios no favorecen el desarrollo del individuo en condiciones óptimas que, beneficien el medio ambiente y su capacidad depuradora y oxigenadora, originando por consiguiente un evidente proceso de involución, es decir, un total desmejoramiento de las condiciones de habitabilidad.

El Estero Salado posee una extensión de 90 Km desde la ciudad de Guayaquil (Pto. Marítimo) a la parte interior del Golfo del mismo nombre. La zona de estudio en el presente trabajo posee 20.4 Km y se extiende desde el Puente 5 de Junio hasta Puerto Marítimo (considerando el trayecto de las estaciones de muestreo).

Las aguas del Estero conlindantes a la ciudad de Guayaquil, están altamente contaminadas por efecto del ingreso desmesurado de desperdicios domésticos (EMAG, et al. 1986) con altos niveles de coliformes totales y fecales, con valores mínimos (e inexistentes en algunos sitios) de oxígeno disuelto, donde la apariencia del agua es negruzca por la descomposición de material biológico degradable, de olor nauseabundo. El Estero Salado en su zona norte presenta el mayor problema relacionado con el alto enriquecimiento orgánico provocado por aguas cloacales, excesos de nutrientes, exceso en el crecimiento de microplantas, y eutroficación presente en algunas estaciones. El grado actual de contaminación no es realmente conocido, esto da lugar a que surjan algunas interrogantes que solucionen problemas como por ejemplo identificar la forma en que estos contaminantes son transportados aguas abajo y la forma cómo afectan a los recursos marinos de la zona, específicamente el camarón, que es adquirido como un recurso natural en las aguas del estuario o de las camaroneras que se instalan a lo largo del Estuario.

#### 2.1.1 Ubicación de Estaciones de Muestreo

La Tabla II.1 muestra la localización de las

estaciones de muestreo seleccionadas considerando su ubicación geográfica urbana, al igual que lo representativo de la información que nos proveería y además porque estas coinciden en un 50%, con las estaciones fijadas por el Plan Maestro de Alcantarillado, 1986, Fig. 1; estas consideraciones sirvieron para hacer una comparación de la contaminación a partir de los resultados desde 1980 hasta 1986, específicamente durante la época seca, APENDICE A.

TABLA II.1  
UBICACION DE ESTACIONES DE MUESTREO

Estaciones	Norte (UTM)	Este (UTM)
*1. Puente 5 de Junio (S4-A)	9758700	622760
*2. Puente de la 17 (S5-A)	9758240	621200
*3. Puente Portete (S6-A)	9757620	618500
4. Puente Salado (Vía Perim.)	9753540	617300
5. Puente Muerto (Vía Perim.)	9752820	621120
6. Puerto Marítimo (Muell. de canoas)	9748500	620900

\* Estaciones Plan Maestro, EMAG, 1986

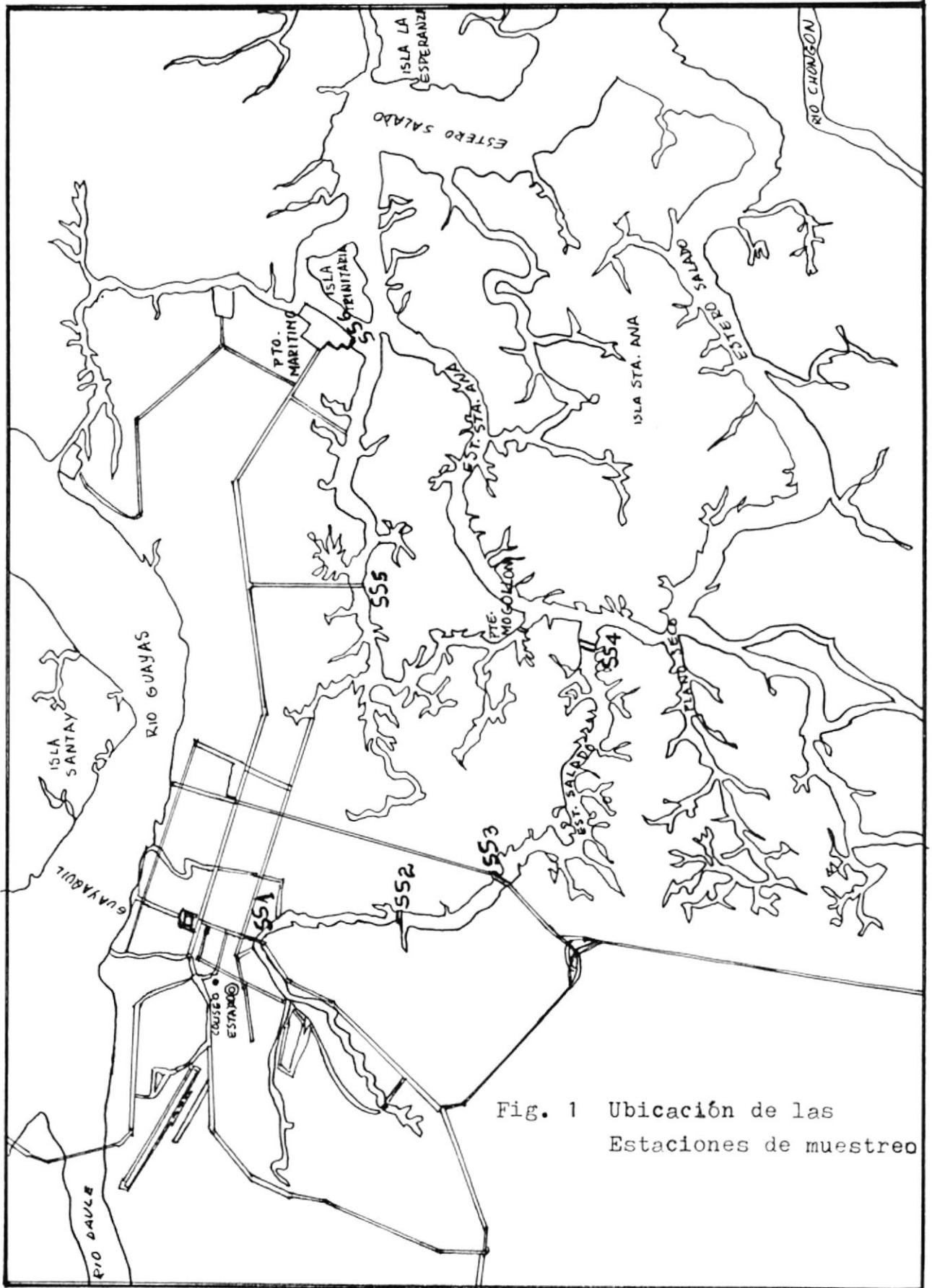


Fig. 1 Ubicación de las Estaciones de muestreo

## 2.1.2 Geomorfología del area de estudio

### 2.1.1.1 Geografía y Geología.

El área de estudio lo constituye la parte interior del sistema estuarino entre la ciudad de Guayaquil y el Golfo de Guayaquil; de acuerdo a los trabajos efectuados por AFG-INOCAR, (1986), esta área es geológicamente muy joven. Ha sido formada por los mismos procesos morfogenéticos que se pueden observar en la actualidad, tales como:

- La descarga de agua dulce y de sedimentos desde los ríos.
- La intrusión de agua salada y los mismos movimientos de la marea desde el mar.
- La acción de las olas entrando desde el océano y las generadas por los vientos locales.
- Los movimientos de agua y sedimentos dentro de la geometría de todo el sistema bajo la influencia de estas fuerzas externas, y

- Movimientos tectónicos del área.

#### 2.1.1.2 Recientes desarrollos geomorfológicos en el Estero Salado (Canal de Navegación).

El suministro de agua dulce y sedimentos por los ríos al Estero Salado es pequeño; este suministro está influenciado por los fenómenos estacionales, así en la época invernal, con la presencia de las precipitaciones. Recientes estudios han determinado que las principales causas para la existencia de grandes profundidades del Estero Salado, se expliquen por:

- Pequeños suministros, desde los ríos, principalmente de sedimentos finos.
- Débiles corrientes de densidad.
- Grandes áreas de sedimentación cerca al estuario exterior, yendo por el Canal de Navegación hacia el Sur, y
- Fuertes corrientes de marea en los

canales hacia el Sur de Puerto Maritimo.

Esto aparentemente parece oponerse al hecho de que la concentración de sedimentos es alta y que, consecuentemente grandes cantidades de sedimentos se mueven alrededor del estero por las corrientes de marea, no ocurriendo así en la zona de estudio propiamente dicha puesto que allí el movimiento del agua por mareas es mínimo, de tal forma que el sedimento se mueve en mínima escala, precipitándose en parte y por otro lado manteniéndose suspendido sobre todo si se trata de sedimento orgánico.

#### 2.1.1.3 Mareas

El área costera del Ecuador presenta mareas del tipo semidiurna con pequeñas desigualdades diurnas.

Según los trabajos efectuados por APG-INOCAR (1986), la onda de marea

que viene del océano se desplaza desde el Golfo exterior al estuario interior (Pto. Marítimo) en cerca de dos horas. Su influencia se estima que desaparece unos 50 a 100 Km aguas arriba desde el Pto. Marítimo hacia el Norte. La difícil geometría del sistema estuarino y la fricción hidráulica causa una deformación.

En el Golfo de Guayaquil la amplitud de marea varía de 1.5 m en Cuadratura a 2.3 metros en Sicigia. En el Estuario interior la amplitud se incrementa gradualmente de 2.5 m en cuadraturas a 3.6 m en sicigias cerca de la ciudad y el Pto. Marítimo; esto se debe especialmente a la reducción del área de cauce del Estero por problemas de sedimentación.

El tiempo de retardo desde la pleamar en La Libertad (Puerto Patrón en la Costa Ecuatoriana) hasta que se presenta en el Pto. Marítimo es de 2 a 2 ½ horas.

La fase de pleamar tanto en el Estero Salado como en el Río Guayas a veces se presenta en forma simultánea; solo en algunas ocasiones se produce un adelanto de esta fase, y esto ocurre en el Río Guayas. La bajamar siempre se observa primero en el Estero Salado, por cuanto los tiempos de flujo y reflujo son mucho más regulares que en el Río Guayas (1).

#### 2.1.1.4 Análisis de mareas efectuado por APG en el Estero Salado en el año 1949.

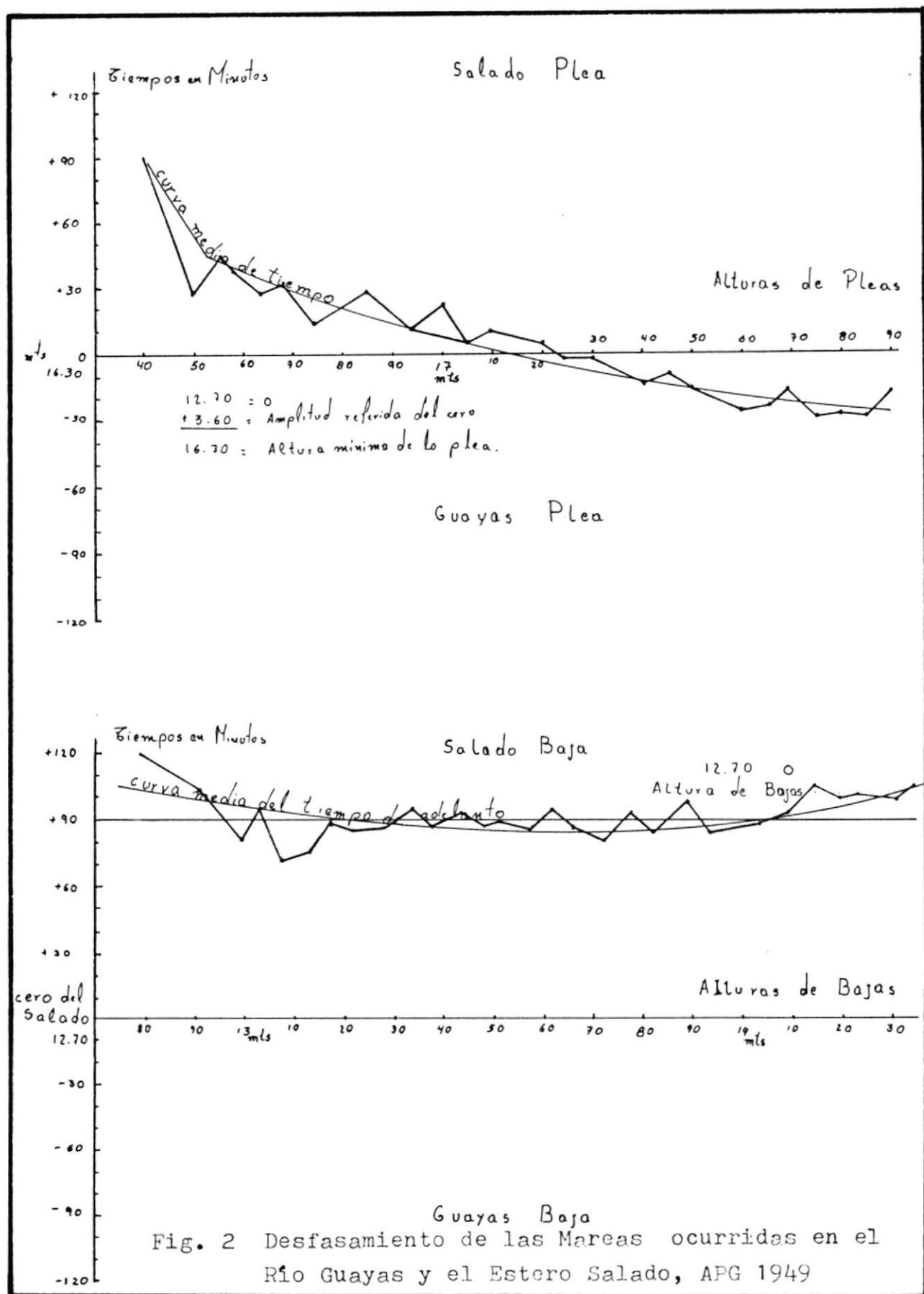
Un análisis observacional de los cambios de las mareas a la altura del muelle de la "Cemento" que está ubicado actualmente entre el Pte. de Portete y Pte. Estero Salado (VP) durante abril a diciembre de 1949, corrobora lo establecido en el subcapítulo anterior. En esa ocasión se logró determinar una línea media de las más bajas de las bajamares, situándosela a los 12.70 m con relación a la cota de origen (+20). Esta cota sirve como cero hidrográ-

fico en el Estero Salado, por lo tanto, cualquier altura de plea que ocurra en el Salado se la suma a esta cota de 12.70 m.

Entre julio y diciembre de 1949, la plea menor ocurrida fue de 3.60 m, la que añadida a la cota de 12.70 m, representó una altura de 16.30 m.

Haciendo el cálculo de las probabilidades se logró establecer que, por ejemplo para una plea de 16.40 m el Estero Salado presentaba un adelanto en tiempo de 90 minutos; para una altura de 17.10 m el adelanto fue de 58 minutos, mientras que para una altura de 17.90 m el Río Guayas adelantaba al Estero Salado en 26 minutos Fig. 2.

Este estudio comprobó que cuando las pleas alcanzan una mayor altura en el Salado (lo que ocurre al mismo tiempo en el Guayas en sicigias por ejemplo) la fase de pleas se presentan previa-



mente en el río, por cuanto la creciente en este asciende velozmente; sin embargo, cuando las pleas alcanza una menor altura, ésta se presenta primero en el Estero Salado. Esto se debe a la regularidad de las mareas en el Estero Salado. (2)

Las bajamares siempre se realizan primero en el Salado, con un adelanto de 90 minutos sobre el Río Guayas (esto se debe a que las vaciantes en el río son más tardías por la corriente propia del río, 7 horas más o menos. (2)

## 2.2 TECNICAS DE ANALISIS QUIMICO APLICADAS

### 2.2.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno ( DBO<sub>5</sub> )

La demanda de oxígeno de las aguas negras, efluentes de plantas de tratamiento de aguas negras, aguas contaminadas y desechos industriales se debe a tres clases de materiales:

- a) Materiales orgánicos carbonosos que son aprovechados como fuente de nutrientes

por los organismos aerobios:

- b) Materiales nitrogenados oxidables, que se derivan de los compuestos de nitrito, amoníaco y nitrógeno orgánico que sirven de nutrientes a bacterias específicas, como las Nitrosomas y Nitrobacter y,
- c) Ciertos compuestos químicos reductores (hierro ferroso, sulfito y sulfuro), que reaccionan con el oxígeno molecular disuelto. Las tres clases de compuestos influyen en el balance de oxígeno en una corriente.

En las aguas negras domésticas, crudas y sedimentadas el total de la demanda de oxígeno se debe a los materiales orgánicos carbonosos y se determina por la prueba de la DBO. En efluentes que han sufrido un tratamiento biológico, una proporción de consideración de la demanda de oxígeno se puede deber a la oxidación de los compuestos nitrogenados, que también se incluyen en la prueba de la DBO. Los compuestos químicos reductores no quedan incluidos en la prueba del DBO, a no ser de que se base sobre el dato calculado del oxígeno

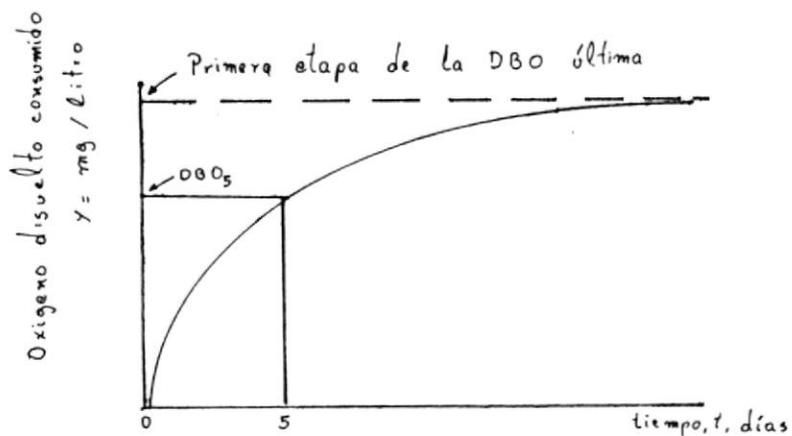
disuelto inicial. El progreso de la descomposición o la estabilización de la materia orgánica en el agua se refleja en un lento agotamiento del oxígeno disuelto, OD, es decir es la satisfacción de la DBO. La DBO es un análisis empírico de tipo biológico que mide el oxígeno disuelto consumido por los microorganismos mientras asimilan y oxidan la materia orgánica presente.

Los criterios de calidad de aguas de la Ley de Prevención y Control de Contaminación de la Ley Ecuatoriana en sus Art. 25 referente a aguas marinas y estuarinas no hace referencia a la DBO, pero si al límite aceptable de oxígeno disuelto, bacterias coliformes, nitritos, nitratos y amonio que tienen relación con los resultados de la DBO.

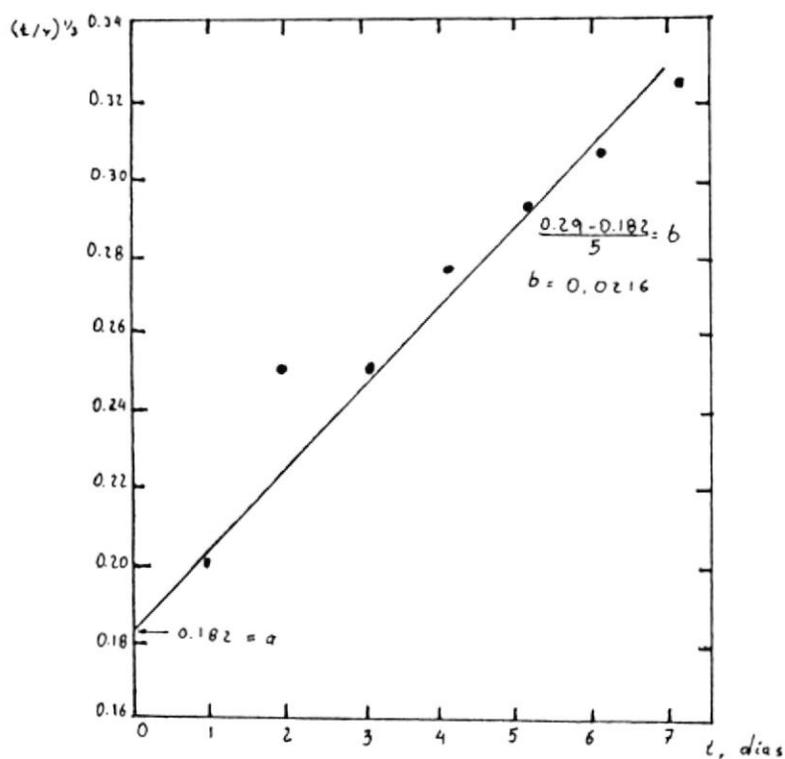
#### 2.2.2 Fundamento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno cinco días, por el Método de Winkler (De dilución)

La muestra de agua de desecho en una dilución apropiada es incubada a la temperatura de 20°C por 5 días en la oscuridad. La reducción en la concentración del OD durante el período de

Fig. 3 Fundamento de la DBO con el Tiempo



Representación de "primer orden" de la primera etapa de la DBO carbonosa.



Gráfica de  $(t/Y)^{1/3}$  respecto a  $t$  para determinar  $K$  y  $L_0$ .

incubación, da la medida de la DBO. (Fig. 3)

### 2.2.3 Medida Manométrica de la DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

La más amplia medida de contaminación usada para ciudades e industrias es la demanda bioquímica de Oxígeno (DBO). Por muchos años el método de dilución tuvo que ser el ensayo estandar, y a veces muchas objeciones se presentaron por sus usuarios.

Algunas de estas objeciones son que el método de dilución usado en pequeños volúmenes de muestra residual hace decrecer la probabilidad de una muestra residual confiable.

Varias diluciones tienen que ser conducidas sobre la muestra hasta que la demanda de oxígeno de la muestra no puede exceder la solubilidad del oxígeno en el agua de dilución. Además, en orden para tener significativas lecturas de la demanda residual antes de los 5 días, que es el normal periodo de incubación, varios sets de botellas de dilución tiene que ser incubado por varios periodos de tiempo.

Tal que cada determinación es sobre una muestra diferente, un amplio rango de valores puede resultar si no se toma cuidado a través del experimento.

Durante los años en que la prueba de la DBO fue ejecutada, hubo una continua investigación para un ensayo simple que podría rendir resultados equivalentes al método de dilución.

Los métodos manométricos se basan en un cambio físico en el sistema (cambios de presión) tal que la muestra no es destruida y una continua curva de los valores de DBO es obtenida.

En virtud de las ventajas y desventajas del método manométrico, un nuevo y simplificado aparato manométrico (DBO MANOMETRICO HACH) fue diseñado de tal forma que es fácil de manejar y no se requieren de altas técnicas de adiestramiento (Fig. 4). Para mayores residuos el sistema es operado tomando una medida de volumen y entonces se hacen las lecturas directas en la escala manométrica, que es calibrado como mg/l DBO.

Un manómetro de terminal cerrado es usado tal

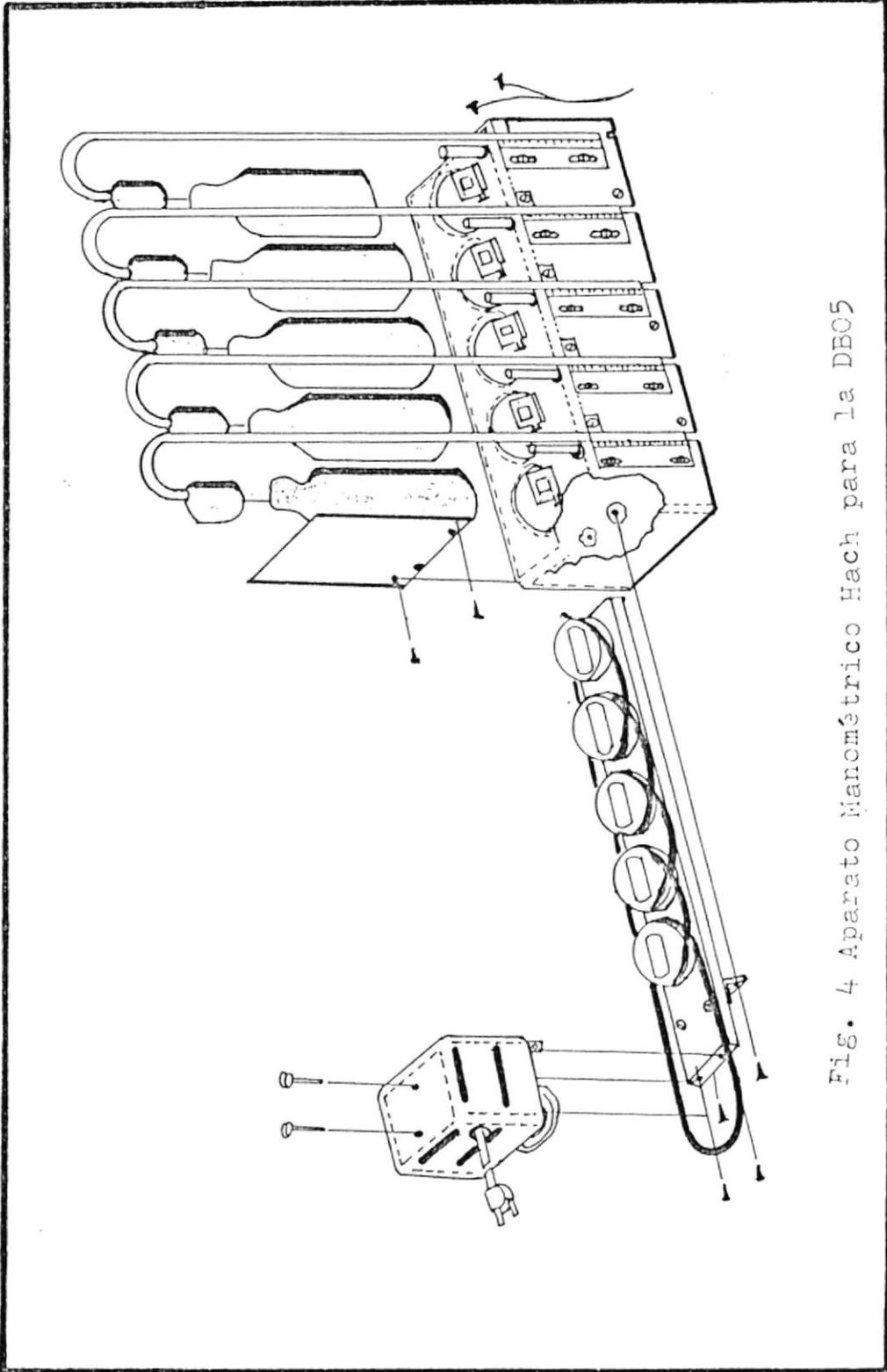
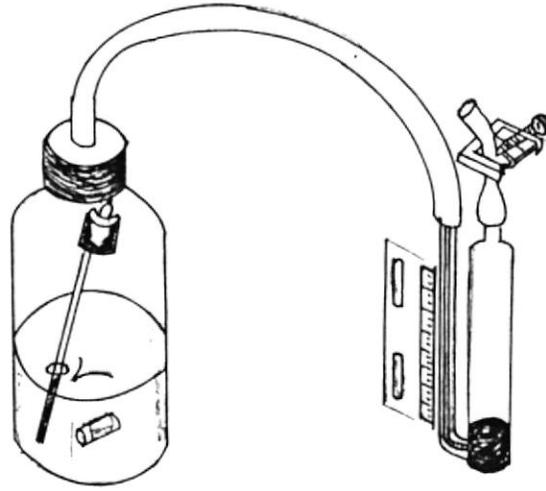
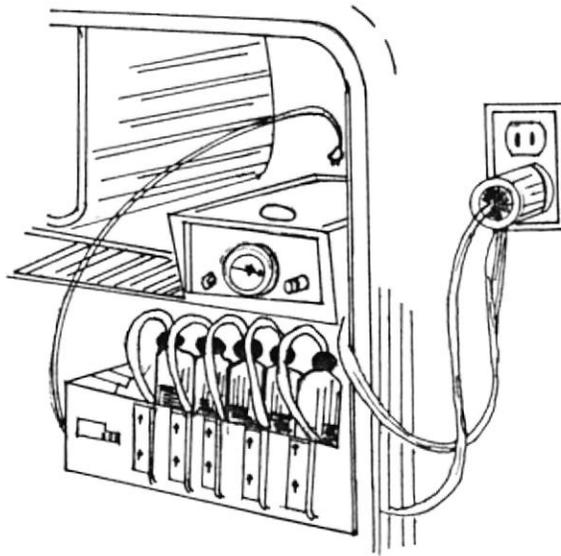


Fig. 4 Aparato Manométrico Hach para la DBC5



BOTELLA de DO



CAMARA de INCUBACION

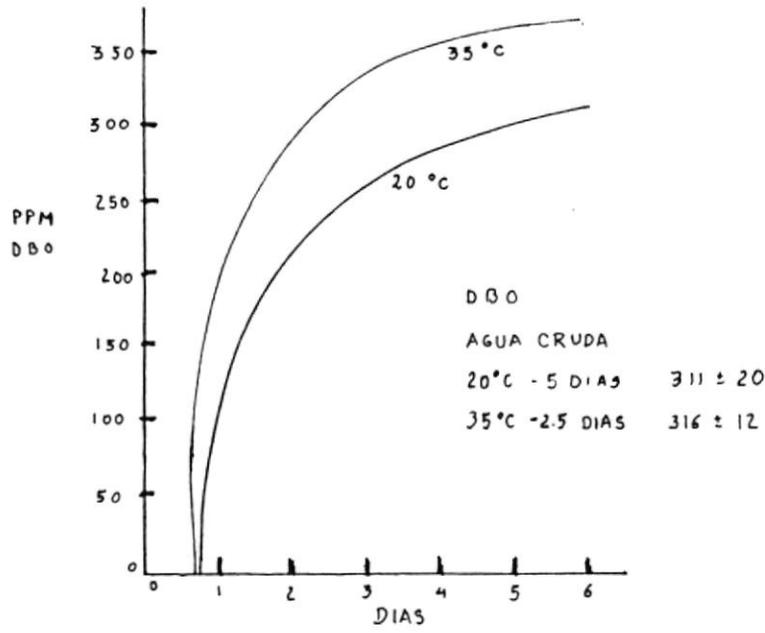
Fig. 5 Cámara de Incubación y Botella de Incubación para la medición de la DBO5

es así que el aparato es independiente de algunos cambios de presión y de temperatura, Fig. 5.

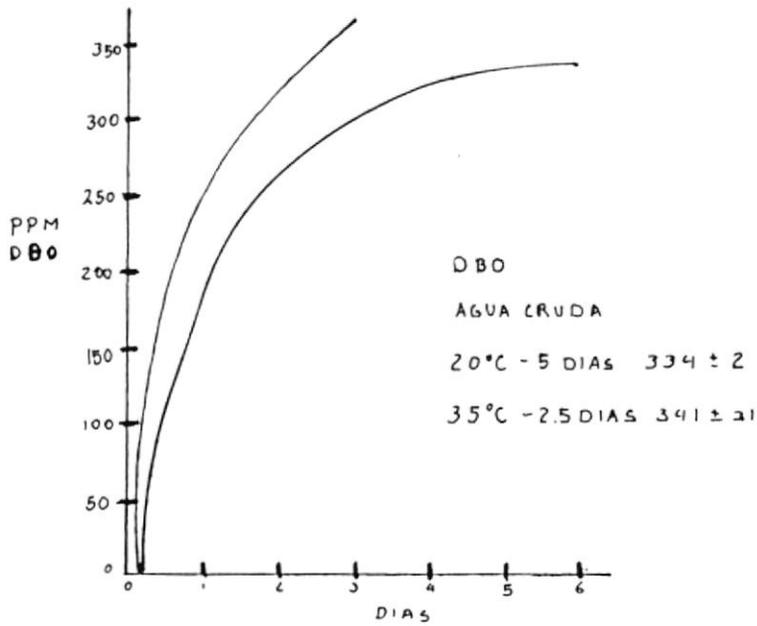
El sistema es liberado de dióxido de carbono por un (inhibidor) o sello lubricante que puede ser hidróxido de potasio o de sodio. La razón de reacción es mostrada en la Fig. 6 para el agua cruda en diferentes diluciones. Está establecido que este aparato tiene las siguientes ventajas:

- 1.- El costo es considerablemente menor que otros aparatos manométricos y la diferencia entre éste y el método de dilución no es grande.
- 2.- Es extremadamente simple para operar, por eso requiere solamente de una medida de volumen y la lectura es directa en la escala manométrica.
- 3.- Como se describe en la 11ra. Edición de APHA, los buffers no tienen que ser usados en el Aparato Manométrico Hach puesto que los ensayos comparativos proporcionan resultados idénticos.
- 4.- Los resultados obtenidos son aproximadamente los mismos que en el

Fig. 6 Curvas de la DBO5



Razón de curva 35°C, Agua cruda



Razón de curva 35°C, Agua cruda

método de dilución y aún mejores si se maneja a conciencia el aparato.

Entre las desventajas principales están las siguientes:

- 1.- En vista de que el sistema es eléctrico un problema de voltaje puede alterar la normalidad de la curva que se está consiguiendo en función del tiempo.
- 2.- Las fallas de fábrica, como déficit en la velocidad en poleas, que son las que permiten girar las barras agitadoras en las muestras, malogran la información puesto que las muestras no poseen una agitación constante y los resultados pueden ser erróneos.

Podría ser también puntualizado que el método manométrico simula más cercanamente las condiciones actualmente establecidas en las plantas de tratamiento, plantas de disposición de efluentes industriales y descargas de desechos domésticos; esto es, las muestras son constantemente agitadas, guardando la solución en contacto con oxígeno, y el dióxido de carbono es removido del sistema.

Dentro de las adaptaciones que se efectuó estuvo la temperatura en que se deben mantener la muestra, siendo ésta de 24°C, esta variante es exclusivamente causada porque la temperatura promedio más baja encontrada para la zona de estudio en investigaciones anteriores fue de 24 °C y por lo tanto este bioensayo de la DBO debe acercarse más a las condiciones reales del medio.

#### 2.2.4 Determinación de Parámetros complementarios:

NUTRIENTES, OD, OXIGENO DE SATURACION, CORRIENTES, TEMPERATURA, SALINIDAD, pH Y PRODUCCION PRIMARIA.

Si hablamos de parámetros complementarios, nos referimos a todos aquellos que nos dan la pauta para explicar por qué ocurren ciertas formas de contaminación previamente detectadas por la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

##### 2.2.4.1 Nutrientes

Nutrientes considerados en el presente estudio son los siguientes:

Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ),

Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), Amoniaco ( $\text{NH}_3^+$ ) y Fosfatos de la forma de Ortofosfatos ( $\text{PO}_4^{---}$ ).

Los nutrientes de mayor importancia y que es necesario analizar son los elementos de nitrógeno y fósforo, puesto que son de uso durante la fotosíntesis: gas nitrógeno disuelto no es usado, excepto por unas plantas especializadas en fijación de nitrógeno, y así este no es considerado como un nutriente.

Según estudios, un estuario presenta un valor típico para la concentración de nitrógeno contenido en estos complejos nutrientes es 0.5 ppm por peso, con grandes fluctuaciones debido a la actividad biológica. (37)

Las plantas usualmente obtienen su fósforo a través de fosfatos ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  o  $\text{HPO}_4^{--}$ ). La concentración de fósforo en agua de mar es típicamente 0.07 ppm, con amplias variaciones, frecuente  $\text{PO}_4^{3---}$  o  $\text{HPO}_4^{2--}$ .

Otros particulares tienen que ser considerados como "nutrientes" por organismos específicos, tales como el silicato disuelto usado en el material esquelético de algunos organismos.

Nutriente nitrógeno es más abundante que el fósforo, y es también de gran demanda en la fabricación de tejidos orgánicos. El promedio del nitrógeno nutriente es aproximadamente 16 veces más abundante que el fósforo nutriente por número de átomos, pero 7 veces más abundante por peso (37).

Con frecuencia las personas se refieren a la cantidad de fósforo en el agua o en el agua de desecho. No hay fósforo en el agua pura o en el agua de desecho. Si así fuera esto provocaría un problema porque el agua no podría utilizarse en diversas situaciones. Pero si hay varios tipos de fosfatos, que es posible expresar analíticamente como fósforo (33).

De los criterios de calidad en lo que se refiere a los nutrientes según el Art. 25 del R.O. N° 204, están en el siguiente rango:

- Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) 0.1 mg/l
- Nitratos ( $\text{N-NO}_3^-$ ) 10.0 mg/l
- Nitritos ( $\text{N-NO}_2^-$ ) 1.0 mg/l

Las investigaciones marinas dicen que valores de 10 mg/l en el caso de los Nitratos y 1 mg/l en el caso de los Nitritos, son valores muy altos.

#### 2.2.4.2 Equipo y la técnica usada para la determinación de los Nutrientes, color y turbiedad.

Para la determinación de los nutrientes además del color y la turbiedad, se utilizó el Espectrofotómetro HACH DR-2000, previamente calibrado y probado. Las técnicas usadas son las descritas en el HACH PROCEDURES MANUAL DR/2000 SPECTROPHOTOMETER, 1988, 1990 (13) corresponden a las técnicas Standard Methods modificadas.

### 2.2.4.3 Trabajo de Campo: Toma de muestras y preservación.

Las muestras para ser analizadas fueron tomadas y preservadas de acuerdo a las indicaciones del Standard Methods, es decir las que eran para el análisis de la DBO como las que eran para el análisis de Nutrientes, para estas últimas según el SM es necesario filtrar la muestra para hacer las diferentes determinaciones de N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NH<sub>3</sub> Y PO<sub>4</sub>, en estado disuelto únicamente, eliminando las que están en estado particulado y para tales filtraciones se usó la membrana filtro de 0.45  $\mu$ m. (36)

Tabla II.2.

TABLA No.II.2  
CUADRO COMPARATIVO ENTRE MUESTRAS FILTRADAS Y NO FILTRADAS  
ESTACION PTE. 5 DE JUNIO  
FILTRO USADO: FILTRO MEMBRANA 0.45  $\mu$ m

Parámetro	Unidades	Filtrada	Sin Filtrar
N-NO <sub>2</sub>	mg/l N-NO <sub>2</sub>	0.00295	0.003
N-NO <sub>3</sub>	mg/l N-NO <sub>3</sub>	0.0605	0.060
N-NH <sub>3</sub>	mg/l N-NH <sub>3</sub>	0.050	0.050
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1.208	1.210

#### 2.2.4.4 Nitrógeno (Inorgánicos No-metales)

El orden decreciente de oxidación de los nutrientes de nitrógeno es: Nitratos, Nitritos, Amonia y Nitrógeno Orgánico y son bioquímicamente interconvertibles y componentes del ciclo del Nitrógeno, Fig. 7a.

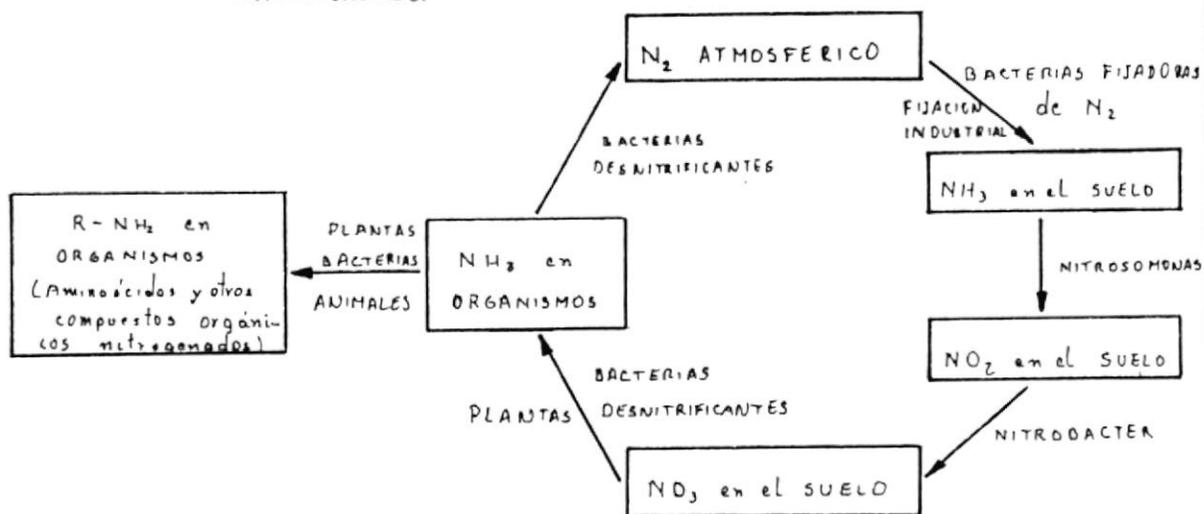
##### a) Nitratos en aguas estuarinas

Se encuentran muchas veces trazas en aguas superficiales, altos niveles en aguas subsuperficiales y manantiales, hallado en muy pequeñas cantidades en aguas residuales domésticas no salinas, esencial para seres autótrofos fotosintéticos y es a veces el nutriente limitante del desarrollo (36).

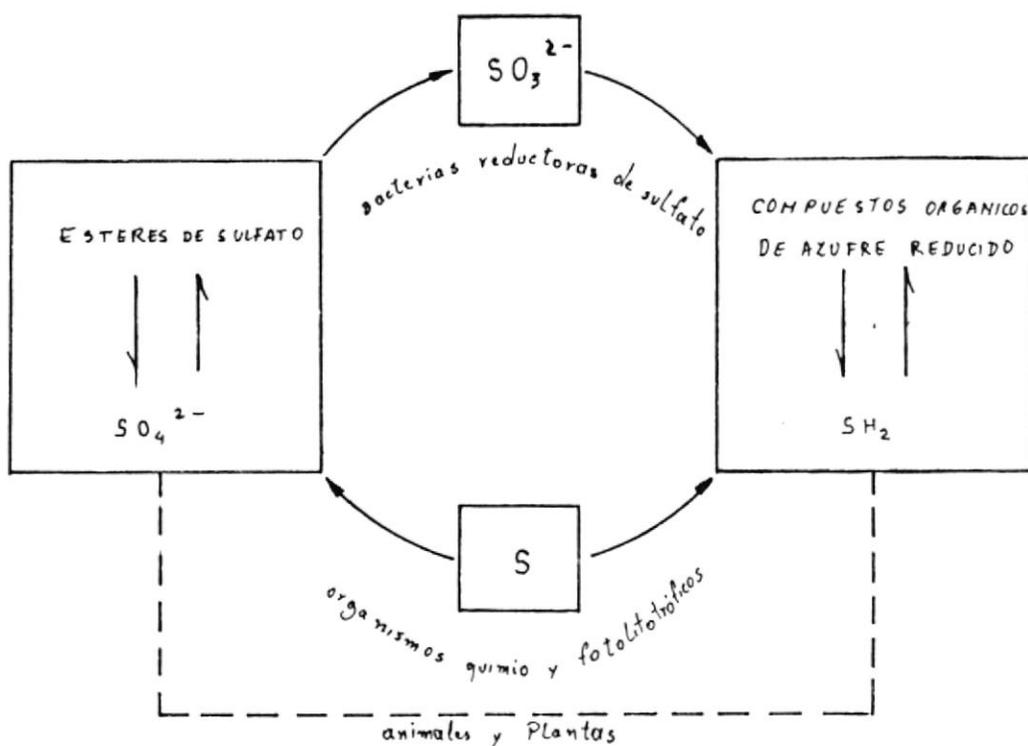
##### b) Nitritos

Es un estado intermedio de la oxidación en el ciclo biológico del Nitrógeno, así en la oxidación de amonia a nitrato y en la reducción de nitrato.

Fig. 7 Ciclo del Nitrógeno y del Azufre en la Naturaleza



a) Ciclo biológico del nitrógeno



b) Ciclo biológico del azufre

c) Amonio (NH<sub>4</sub>)

Esta naturalmente presente en superficie y subsuperficie y en aguas residuales. Es producido largamente por la deaminación de nitrógeno orgánico o la hidrólisis de urea. Se produce también bajo condiciones anaeróbicas por la reducción del nitrato. El amonio varía desde < 10 µgN/l a > 50 mgN/l en aguas residuales.

e) Fosfatos

En el agua de mar de salinidad de 34.8 ‰, y pH de 8 en 20 °C los fosfatos inorgánicos son principalmente establecidos como HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (87%), seguido por PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (12%), y HPO<sub>4</sub><sup>-</sup> (1%) (Kester y Pythowics, 1967). Así ortofosfatos libres representan 28.7 % del fosfato inorgánico total en agua de mar (Atlas et al., 1976) (23), el resto son porcentajes de las sales de fósforo con los diferentes cationes existentes en el agua de mar. Estos porcentajes varían no solo con el pH,

sino también con las concentraciones y proporciones relativas de cationes y complejos competitivos, temperatura y presión (Cembella et al. 1983)

#### 2.2.4.5 Turbidez

Es la falta de transparencia del agua ocasionada por residuos suspendidos, coloides, poluentes físicos suspendidos en el agua y los microorganismos acuáticos.

La mayor o menor presencia de coloides impide en mayor o menor grado la dispersión de un rayo de luz incidente, siendo así que la turbidez reduce la productividad de las algas y de esta forma impone limitaciones en la cadena alimenticia o en procesos fisiológicos del sistema ecológico (7).

La turbidez se midió por medio del método Nefelométrico según la técnica 750 HACH (13) que permite medir

turbidez en un rango de 0-450 FTU. La desviación estándar es de  $\pm 2$  FTU.

Según el R. O. Nº 204, del 1 de Junio de 1989, establece en el Art. 25 que "La turbiedad para aguas estuarinas deberá ser considerada :

- a) Condición natural más 5 %, si la turbiedad varía entre 0 -50.
- b) Condición natural más 10 %, si la turbiedad varía entre 50 y 100.
- c) Condición natural más 20 %, si la turbiedad natural es  $>100$ .

#### 2.2.4.6 Color

El color, antes que un parámetro físico es un parámetro estético, tiene amplia relación con la turbiedad y su variación es en proporción directa.

El color en este trabajo fue medido siguiendo el método Estándar Unidades Platino-Cobalto según la Técnica 120 HACH (13) que nos permite medir en un rango de 0 - 500 unidades de Pt- Co.

#### 2.2.4.7 Oxígeno Disuelto

La medición de oxígeno disuelto se la efectuó por el método de Winkler (36), y por el método de winkler simplificado (Hach- in situ).

En los datos de oxígeno disuelto se determina el trabajo de tres procesos:

- 1) Intercambio con la atmósfera
- 2) Intercambio en la capa inferior y
- 3) Actividad de los organismos dentro de la superficie oceánica (fotosíntesis).

La distribución de oxígeno no se puede considerar como una propiedad conservativa. En las aguas superficiales está sometido a mayores variaciones que en aguas profundas en donde se puede considerar constante.

El intercambio del oxígeno atmosférico con el agua es mucho mayor que los procesos de producción y consumo. Fig. 8 y 9. Según estudios por cada

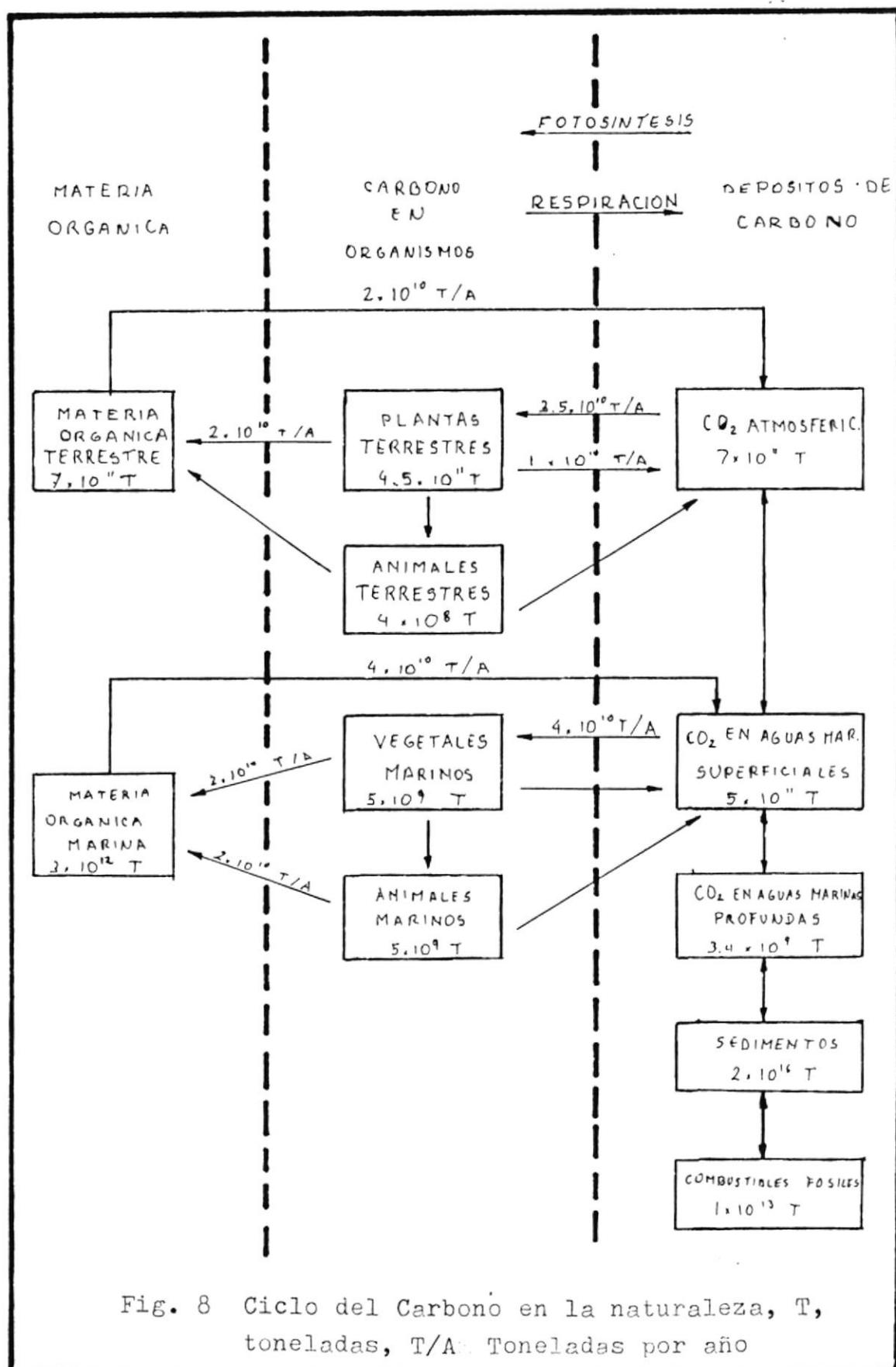
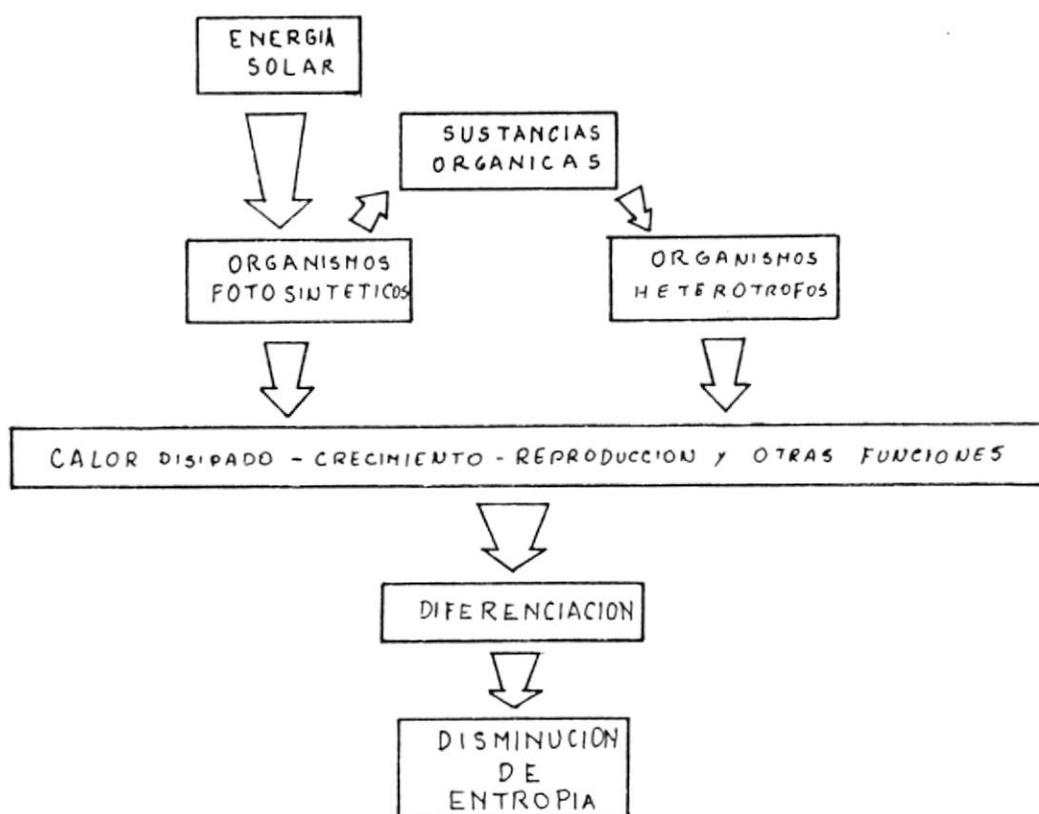


Fig. 8 Ciclo del Carbono en la naturaleza, T, toneladas, T/A: Toneladas por año



Flujo de la energía en los seres vivos

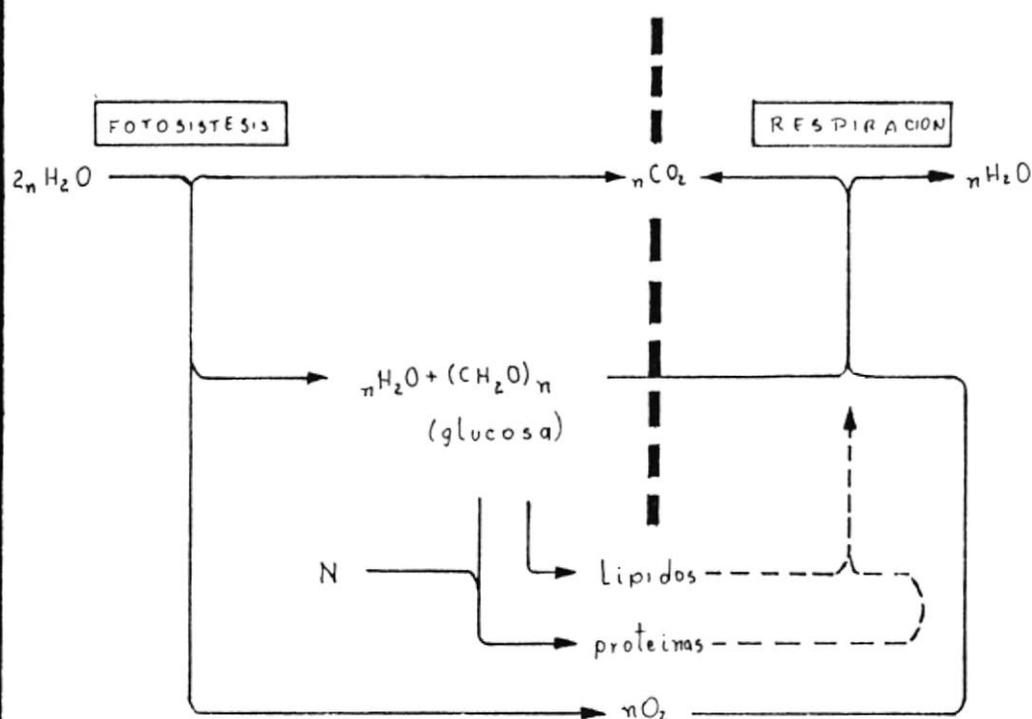


Fig. 9 Ciclo del Oxígeno en la naturaleza, acoplado con el carbono

unidad de carbón que está siendo fijada, 1.4 unidades de  $O_2$  son producidos: como la mayoría de la materia orgánica formada en cualquier momento es oxidizada dentro de la capa superficial. Por cada mol de  $CO_2$ , 1.4 moles de gas oxígeno desaparecen (33). Por debajo de la zona fotosintética en el océano existe un consumo neto de oxígeno, por la respiración, descomposición y oxidación bioquímica del material orgánico.

En lo referente al oxígeno disuelto según los criterios de calidad de aguas estuarinas en el Art. 25 del R.O. N° 204 dice que el OD medido en mg/l deberá ser igual al 60 % del oxígeno de saturación y no menor a 5 mg/l.

#### 2.2.4.8 Oxígeno de Saturación

El oxígeno de saturación es la medida de solubilidad de oxígeno gaseoso en un cuerpo de agua de acuerdo a las

condiciones de salinidad y temperatura del mismo, para su determinación se utilizó el método descrito en Standard Methods, 1974.

Los valores de oxígeno de saturación nos permiten idealizar un entorno de óptimas condiciones y compararlo con las reales para determinar deficiencias, causas y consecuencias.

#### 2.2.4.9 Potencial Hidrógeno (pH)

"La presencia de biomoléculas orgánicas en forma iónica está determinada por la concentración de iones hidrógeno (pH) del sistema". El pH fisiológico es de aproximadamente 7.

Un pH predominante confiere una identidad iónica específica a las moléculas, que es importante para su estructura química total y su función biológica. Es decir que el efecto dañino de las variaciones de pH,

resulta en un efecto dañino para las moléculas (5).

Los valores de pH del agua corriente van desde 4.5 -8.5, el pH de la sangre humana va desde 7.3-7.5 y el pH de una disolución de amoníaco es de 11.5 (24).

El pH del 95 % de las aguas naturales se encuentra en el intervalo de 6 a 9; los constituyentes como el SiO<sub>2</sub> y el K<sup>+</sup> también están regulados dentro de límites muy estrictos (33). Un pH constante y bien regulado es esencial para el funcionamiento adecuado de muchos procesos químicos y biológicos que intervienen en el tratamiento de aguas y desechos. Si un pH baja o disminuye marcadamente puede reducir la eficiencia de ciertos procesos como el de lodos activados por ejemplo. (R.W. Okey, et al. 1978).

Además, cuando se habla de pH nos referimos también al potencial de

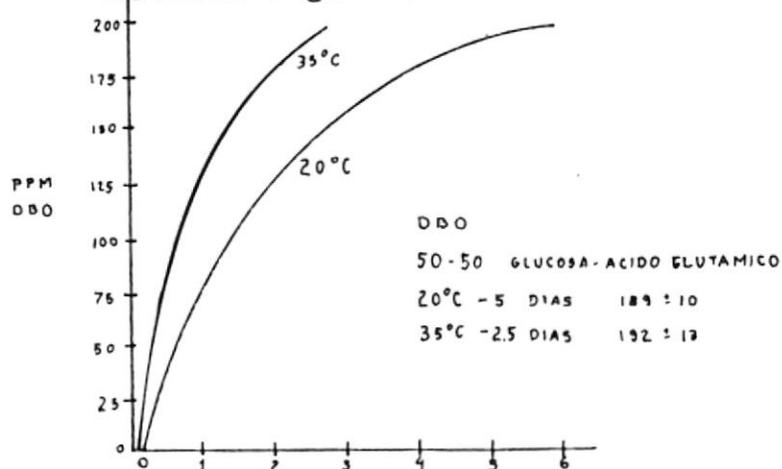
oxidación-reducción o al potencial redox que es una medida de las propiedades oxidantes o reductoras de la disolución. Por tal motivo cuando hablamos de oxidación o reducción de materia orgánica, en una columna de agua se sobreentienden los cambios en el pH, así como los cambios en el Eh que es la fuerza electro motriz (f.e.m) medida en cada estrato de la columna determinando cual es el punto crítico en donde la materia comienza a reducirse (8) .

El pH para aguas estuarinas según los criterios de calidad establecidos en el Art. 25 del R.O. Nº 204, es de 6.5 - 8.5 .

#### 2.2.4.10 Salinidad

La salinidad se define como la cantidad total de sólidos disueltos en el agua de mar (Tabla Nº 2.3) (8), en partes por mil ( S %.). Para trabajos prácticos la salinidad no se

Fig. 10 Potencial REDOX; degradación de la materia orgánica



Razon de la curva 35°C, 50-50 mezclado GLUCOSA-ACIDO GLUTAMICO

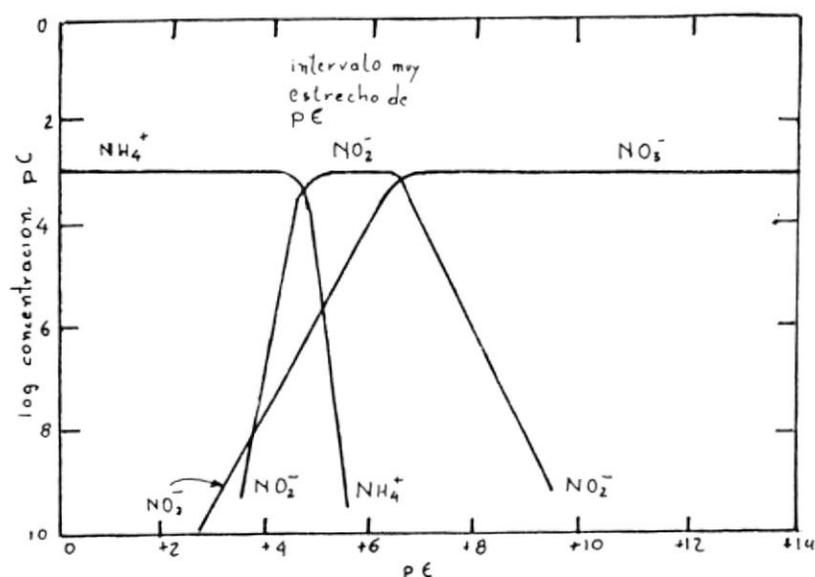


Diagrama pC - pE para los especies de nitrógeno ( $C_N = 10^{-3}$  M pH 8) omitiendo gas nitrógeno y N<sub>2</sub> acuoso.

determina directamente sino que se extrapola de la conductividad eléctrica, índice de refracción o de cualquier otro parámetro cuya relación con la salinidad se conozca bien. En el presente trabajo se utilizó un refractómetro de marca AQUAFAUNA muy utilizado para determinaciones de salinidad in situ y conveniente por la facilidad de su lectura. La salinidad excesiva dificulta el movimiento osmótico del agua y de los electrolitos por las vías fisiológicas normales, interfiriendo con la absorción de los sustratos y del agua (7).

TABLA No.II.3 (8)  
COEFICIENTES DE ACTIVIDAD TOTAL DE IONES EN AGUA DE MAR

Fuente	Na	K	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>
Garrels & Thompson (1962)	.75	.63	.32	.25	.64	.065	.47	.02
Berner (1971)	.70	.62	.25	.23	.63	.07	.51	.02
Leyendekkers (1973)	.68	.63	.23	.21	.66	.11	.59	.03
Whithfield (1973)	.65	.62	.22	.20	.69	.12	--	--
Free ion activity coeff. given by Berner (1971) modified for the extent of ion-pairing usind the data								
Pytkowicz & Hawley(1974)	.69	.62	.26	.23	.63	.066	.55	.016
Millero (1974)	.68	.64	.23	.21	.68	.11	.55	.02

#### 2.2.4.11 Temperatura

El parámetro de la temperatura es importante considerarlo puesto que está ligado en la estructura de diferentes procesos como son los de disolución, coagulación o floculación, dilución, advección, convección y otros (7). La temperatura en el estero está además muy relacionada con los procesos de mezcla que sufre este cuerpo de agua en alta mar. La temperatura es un factor secundario en el control de la densidad de aguas estuarinas, mientras que la salinidad es más importante en este sentido (30).

Debido a que las aguas superficiales no sólo están sometidos al calentamiento normal provocado por el sol sino también al calentamiento dañino originado por plantas industriales es necesario considerar que según el R.O. Nº 204 de la Ley de Prevención y Control de contaminación de la Ley Ecuatoriana en su Art. 25 referente a

los criterios de calidad admisibles para aguas estuarinas establece que la temperatura del agua para ser descargada será +3 de sus condiciones naturales y como máxima de 32 °C.

#### 2.2.4.12 Disco Secchi-Transparencia

El disco Secchi es uno de los instrumentos mas aplicables por la facilidad que ofrece y el poco costo del mismo, para determinar la transparencia del agua y con ello la penetración de la luz.

A través de las lecturas del disco Secchi se pueden determinar otros valores que permiten obtener más información así:

- a) Coeficiente de extinción de la luz ( $k_e$ ) (7)

$$K_e = \frac{1.7}{\text{LECT. DISCO SECCHI}} \quad (\text{m}^{-1})$$

- b) Profundidad de Compensación o profundidad de la Zona Eufótica (35)

$$PC = 2.8 * \text{DISCO SECCHI}$$

c) La Demanda Bioquímica de oxígeno es una función de la temperatura, densidad de plancton, material orgánico (6)

$$DBO = \frac{1}{\alpha} \text{ VISIBILIDAD DE SECCHI}$$

#### 2.2.4.13 Producción Primaria

Es importante la determinación de la producción primaria por lo menos en forma cualitativa, puesto que de acuerdo al tipo de algas presentes siendo en su mayoría fototróficas, en mayor o menor cantidad la energía lumínica se transforma en química por el proceso fotosintético, tal que, mayor irradiación, mayor productividad (35).

#### 2.2.4.14 Bacterioplancton

El bacterioplancton está relacionado con todo tipo de bacterias de las cuales algunas incluyen elementos nocivos causantes de la contaminación bacteriológica, otras simplemente son importantes en la transferencia de la

materia y energía, su función, reciclaje de los elementos y material orgánico dentro de la cadena alimenticia.

De la distribución bacterial en el sistema estuarino se puede observar un máximo en la zona de la interfase fondo-agua (35).

Anteriormente se habló del bacterioplancton en condiciones normales pero ahora es necesario hacer hincapié al análisis bacteriológico en condiciones anormales o en todo caso dañinas.

El principal análisis bacteriológico para aguas contaminadas es el análisis de coliformes (ANÁLISIS BÁSICO).

Las coliformes son bacterias de fermentación lactosa del grupo de los gram-negativo y que habitan en el tracto intestinal de los mamíferos. Son miembros de la familia de bacterias llamadas Enterobacteriaceae

y por lo tanto se cultivan en las heces fecales.

Las **Coliformes Totales** que son las más frecuentes comprenden especies de *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*, todos estas especies pueden existir como saprofitas libres o viviendo en el tracto intestinal, a excepción de la *Escherichia* (Davis et al. 1973).

Las **Coliformes Fecales** definido primeramente por la *Escherichia coli*, y a veces por la *Klebsiella* sp. Son capaces de fermentar la lactosa a elevadas temperaturas tales como 35 °C. La elevada temperatura de 44.5 °C ± 0.2 ha sido mostrada como la mejor temperatura para el desarrollo de coliformes fecales (Pelzcar 1977).

Para el presente trabajo se utilizó el análisis de coliformes por el método llamado de Filtro Membrana que realmente reduce las posibili-

dades de error dando resultados más confiables por el alto grado de reproductibilidad, la posibilidad de analizar grandes volúmenes de muestra y la habilidad de obtener resultados más definitivos que los conseguidos por el procedimiento de tubos estándar (36), puesto que informan el número de colonias existentes en un volumen determinado.

Según la Ley Ecuatoriana en su R.O. Nº 204, en el Art. 23 y 25 establece que son condiciones límites:

- Coliformes totales 4000NMP/100ml
- Coliformes fecales 70NMP/100ml

### 2.3 Obtención de datos

La obtención de datos estuvo determinado por:

- a) Trabajo de Campo
- b) Trabajo de Laboratorio

Para la obtención de datos se efectuaron cinco muestreos a partir del 6 de septiembre de 1990 hasta el 22 de octubre de 1990, durante cada uno de los muestreos se tomaron datos de campo como son: vientos (dirección e intensidad), nubosidad y disco

secchi. como datos globales y posteriormente: salinidad, temperatura, pH y oxígeno disuelto, tanto para superficie como para fondo (4 m). Véase Tablas II.4 - II.8 en el APENDICE D

Después se obtuvieron los datos de laboratorio TABLAS II.9 - II.13, APENDICE D, siguiendo cada una de las técnicas descritas en la sección 2.2, de los siguientes parámetros: color, turbiedad, nitritos, nitratos, amonio, fosfatos (ortofosfatos), oxígeno de saturación y porcentaje de saturación de oxígeno, además de los análisis de fitoplancton y bacteriología TABLA II.20, APENDICE D, que se hicieron en una y dos ocasiones respectivamente.

Se debe indicar que durante el quinto muestreo se obtuvieron datos de corrientes puntuales (perfiles) mediante el NBA correntómetro, así como también perfiles de salinidad y temperatura. Véase TABLAS II.21 - II.26, APENDICE D.

Cabe indicar que para el análisis de los datos se sacaron los valores máximos, mínimos, promedios y desviaciones estándares de cada parámetro, los mismos que constan en las Tablas anteriormente mencionados. Conociendo que esto nos determina una variación espacial de los datos, fueron tratados de tal forma

que también se obtuvo información gráfica relacionada con la variación temporal de los mismos datos de campo y laboratorio respectivamente. Véase APENDICE B

Dentro del presente estudio se hace referencia exclusivamente a las variaciones en la fase de reflujo, pero se creyó necesario tomar datos de flujo como referencia únicamente, mas no como objetivo del presente trabajo. Los datos de campo como de laboratorio constan en las TABLAS II.14 - II.16 y TABLAS II.17 - II.19 respectivamente del APENDICE D.



BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

## CAPITULO III

### ANALISIS DE LOS RESULTADOS

#### 3.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) por Método Manométrico.

Las TABLAS III.1a - III.1e nos entregan la información referente a la DBO calculada por el método manométrico en cada una de las estaciones cubiertas en el tramo de estudio.

Es necesario indicar que durante la fase experimental (Septiembre 6 - Octubre 22, 1990) todas las muestras se mantuvieron 7 días en el sistema manométrico (Fig. 11, 13, 15) y que tanto en el segundo muestreo (cuadratura) y en el quinto muestreo (sicigia) las muestras estuvieron por 21 días (Fig. 12, 14) con el fin de encontrar una relación aproximada del inicio de la demanda nitrogenácea con los valores de la DBO<sub>5</sub> y el grado de contaminación de cada estación.

Para determinar el comportamiento de la DBO<sub>5</sub> se tomó en las curvas los valores hasta el séptimo día

unicamente, que es como se creyó conveniente limitar la demanda carbonácea.

En la estación 1 la demanda bioquímica de oxígeno durante todos los muestreos registró valores altos con relación a los niveles permisibles que son de 0.1 a 1 mg/l de DBO, presentando como valor máximo de 9.0 mg/l (V muestreo) y valor mínimo de 2.5 mg/l (IV Muestreo); el promedio de la DBO<sub>5</sub> en esta estación fue de 6.12 mg/l que es alto con relación a 1980 y 1983, pero muy similar a la DBO de 1981 e inferior a los valores presentados en 1985 y 1986; por ser un lugar problema se tomaron también muestras para el análisis bacteriológico.

La estación 2 presentó un comportamiento bastante parecido a la estación 1 con valores máximos de 4.7 mg/l durante el primer muestreo y valores mínimos de 2.2 mg/l durante el cuarto muestreo. La DBO<sub>5</sub> promedio fue de 3.44 mg/l.

En la estación 3 la DBO<sub>5</sub> tuvo 4.0 mg/l como valor máximo durante el primer muestreo y 0.9 mg/l como valor mínimo durante el segundo muestreo y 2.16 mg/l como valor promedio.

Para la estación 4 la DBO<sub>5</sub> tuvo como valor máximo 8 mg/l durante el segundo muestreo y como valor mínimo de 1.0 mg/l durante el primero, tercero y cuarto muestreo. el valor promedio fue de 3.0 mg/l; esta estación con DBO<sub>5</sub> aparentemente baja presenta un comportamiento extremadamente variable, que está sometido a la influencia de la contaminación biológica y a la de la contaminación por hidrocarburos, además en el gráfico de comparación de DBO<sub>5</sub> por el método manométrico presenta un máximo (Fig. 18)

En la estación 5 encontramos un valor máximo de 8.5 mg/l durante el primer muestreo y un valor mínimo de 0 mg/l durante el cuarto muestreo, la DBO<sub>5</sub> promedio es de 3.8 mg/l.

En la estación 6 encontramos el valor máximo de 3.0 mg/l durante el quinto muestreo y el valor mínimo de 0 mg/l durante el cuarto muestreo, el valor promedio de DBO<sub>5</sub> es de 1.82 mg/l.

Resulta claro establecer que el grado de enriquecimiento orgánico siempre fue mayor en las estaciones ubicadas al norte, puesto que a partir del Pte. 5 de Junio, el valor máximo de los promedios calculados fue de 6.12 mg/l; la tendencia de la DBO<sub>5</sub> fue decreciente hasta llegar a Pto. Marítimo donde

encontramos un valor mínimo promedio calculado de 2.24 mg/l.

Es necesario indicar también que valores mínimos y a veces nulos de la DBO<sub>5</sub> registrados, no significaron una falta de actividad bacteriana o una disminución del enriquecimiento orgánico, sino mas bien, que la presencia de sustancias tóxicas como metales pesados eliminan las actividades bioquímicas, o que sustancias como hidrocarburos la inhiben, y los valores de DBO<sub>5</sub> se ven influenciados.

En cuanto a los valores máximos de la demanda nitrogenácea (DBO<sub>21</sub>) se presentaron para la estación 1 con 15.9 mg/l en el quinto muestreo y la estación 4 con 9.5 mg/l en el segundo muestreo, Figs. 12 y 14.

Aquellos saltos en las curvas de 21 días podrían deberse a problemas de voltaje durante el tiempo de instalación del Aparato Manométrico.

Un análisis de la variabilidad espacial de la DBO<sub>5</sub> (Fig. 19 -23) nos demuestra que no mantiene un solo patrón de comportamiento ya que ella depende de otros variados factores; lo que si se pudo notar es que durante el cuarto muestreo en todas las estaciones

TABLA No. III.1.a

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (METODO MANOMETRICO) mg/l						
MUESTREO SEPTIEMBRE 6 DE 1990						
MUESTREO No 1						
TEMPERATURA PROMEDIO 24 °C.						
ESTACIONES	1	2	3	4	5	6
FECHAS						
SEP 7/90	0	0	0	0	0	0
SEP 8/90	2.5	0	0	0	0	1.2
SEP 9/90	3.9	3.4	3	0.9	0.9	1.1
SEP 10/90	4.8	4.5	4	0.9	8.3	4.3
SEP 11/90	4.9	4.5	3.4	0.8	8.5	1
SEP 12/90	4.9	4.5	3.4	0.8	8.5	1
SEP 13/90	5	4.7	4	1	8.5	3
SEP 14/90	5.5	4.8	4	0.8	8.4	3.7
SEP 15/90	5.7	4.9	4	1	8.3	2.7
PROMEDIO	4.13	3.48	2.87	0.69	5.71	2.00

TABLA No. III.1.b

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (METODO MANOMETRICO) mg/l						
MUESTREO SEPTIEMBRE 17 DE 1990						
MUESTREO No 2						
TEMPERATURA PROMEDIO: 24 C.						
ESTACIONES	1	2	3	4	5	6
FECHAS						
SEP 18/90	6.8	0	0	6.5	2.2	0.5
SEP 19/90	8	1	0	7.5	4	1
SEP 20/90	9	2	0	8	4.2	2
SEP 21/90	9	2.5	0	8	4	2
SEP 22/90	8.9	3	0	8	4	2
SEP 23/90	9	4	1	8	4	2.5
SEP 24/90	8.8	3.1	0.9	8	4.2	2.5
SEP 25/90	6.6	3	0.8	8	4.1	2.5
SEP 26/90	10	3.5	0.8	8	4.2	2.5
SEP 27/90	9.8	4	1	8	4.2	2.5
SEP 28/90	9	4	1	8	4.2	2.5
SEP 29/90	10.5	4.8	2	8	4.1	2.5
SEP 30/90	11.5	6.2	2	8.5	4.2	2.5
OCT 1/90	11.5	6.2	2.2	8.5	4.2	2.8
OCT 2/90	10.5	5.6	2	8.5	4.1	2.5
OCT 3/90	10.8	6.2	2.1	8.5	4.2	2.5
OCT 4/90	11.5	8	3.2	8.6	5	2.7
OCT 5/90	12	8.8	4	9.5	6	3.5
OCT 6/90	12	8.8	4	9.5	6	3.5
OCT 7/90	12	8.8	4	9.5	6	3.5
OCT 8/90	10.8	8	4	9.5	5	3.2
PROMEDIO	10.01	4.84	1.67	8.31	4.39	2.46

TABLA No. III.1.c

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (METODO MANOMETRICO) mg/l						
MUESTREO SEPTIEMBRE 24 DE 1990						
MUESTREO No 3						
TEMPERATURA PROMEDIO: 24 C.						
ESTACIONES	1	2	3	4	5	6
FECHAS						
SEP 25/90	1	0	0	0	0	0
SEP 26/90	3.5	0	0	0	0	0
SEP 27/90	4	2.5	0.8	2	0	0
SEP 28/90	4.2	2.5	0.5	2	0	0
SEP 29/90	5	2.5	0.8	2	0.5	2
SEP 30/90	5.8	2.5	1	2	1.8	2
OCT 1/90	5	2.5	1.2	2	1.7	2
OCT 2/90	5.2	2.6	0.9	2	1.7	2
PROMEDIO	4.21	1.89	0.65	1.50	0.71	1.00

TABLA No. III.1.d

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (METODO MANOMETRICO) mg/l						
MUESTREO OCTUBRE 1 DE 1990						
MUESTREO No 4						
TEMPERATURA PROMEDIO: 24 C.						
ESTACIONES	1	2	3	4	5	6
FECHAS						
OCT 2/90	0	1.2	0	0	0	0
OCT 3/90	2.7	1.6	3.2	0.9	0	0
OCT 4/90	2.7	1.7	2.2	1	0	0
OCT 5/90	3.2	2.5	2.8	1.5	0	0
OCT 6/90	4	3.8	2.2	1.5	0	0
OCT 7/90	2.5	2.5	2.2	1	0	0
OCT 8/90	2.5	2.2	2	1	0	0
PROMEDIO	2.51	2.11	1.94	0.99	0.00	0.00

TABLA No. III.1.e

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (METODO MANOMETRICO) mg/l						
MUESTREO OCTUBRE 22 DE 1990						
MUESTRAS No 5						
TEMPERATURA PROMEDIO: 24 C.						
ESTACIONES FECHAS	1	2	3	4	5	6
OCT 23/90	3	2.2	0.8	0	0	1.5
OCT 24/90	3.6	2.8	1	2.4	0	1.8
OCT 25/90	4.2	3.6	1.2	2.8	0	2
OCT 26/90	6	4	2	3	1	2
OCT 27/90	8	4.2	2.8	3	1.5	3
OCT 28/90	8.2	4.6	3.6	3.1	1.8	3.2
OCT 29/90	9	4.5	3.7	3	1.6	3
OCT 30/90	10	4.5	2.5	3.2	1.8	3.2
OCT 31/90	11.3	4.5	2.8	3.2	1.9	3.2
NOV 1/90	11.3	4.5	1.8	3.2	0.7	1.4
NOV 2/90	13.5	4.5	2.8	3.2	1.2	2.6
NOV 3/90	14	4.7	2.9	3.5	1.9	2.9
NOV 4/90	14.6	5	3.6	3.9	2.3	3
NOV 5/90	14.6	5.5	3.9	3.9	2.7	3.2
NOV 6/90	14.9	5.5	4	4	2.9	3.2
NOV 7/90	15.2	6	4	4	3	4
NOV 8/90	15.5	6.2	4.5	4.2	3.3	4
NOV 9/90	15.3	7	5	4.5	3.5	4
NOV 10/90	15.9	7	5	4.5	3.5	4.5
NOV 11/90	15.8	7	5	4.5	3.4	4.7
NOV 12/90	15.6	6.8	5.1	4.5	3.4	4.6
NOV 13/90	15.5	6.5	5.2	4.5	3.5	4.5
NOV 14/90	15.5	7	5.6	4.4	4	5
PROMEDIO	11.79	5.13	3.32	3.59	2.12	3.24

TABLA No. III.2

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (METODO WINKLER) mg/l						
MUESTREOS OCTUBRE DE 1990						
HORA DE LECTURA: 16H00						
TEMPERATURA PROMEDIO 24 C.						
ESTACIONES	1	2	3	4	5	6
MUESTREO No 4 (OCT/02/90)	15	31.25	2.95	4	4.85	2.25
MUESTREO No 5 (OCT/22/90)	10.65	15.01	6.25	17.1	4.26	2.27

# DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MUESTREO No. 1

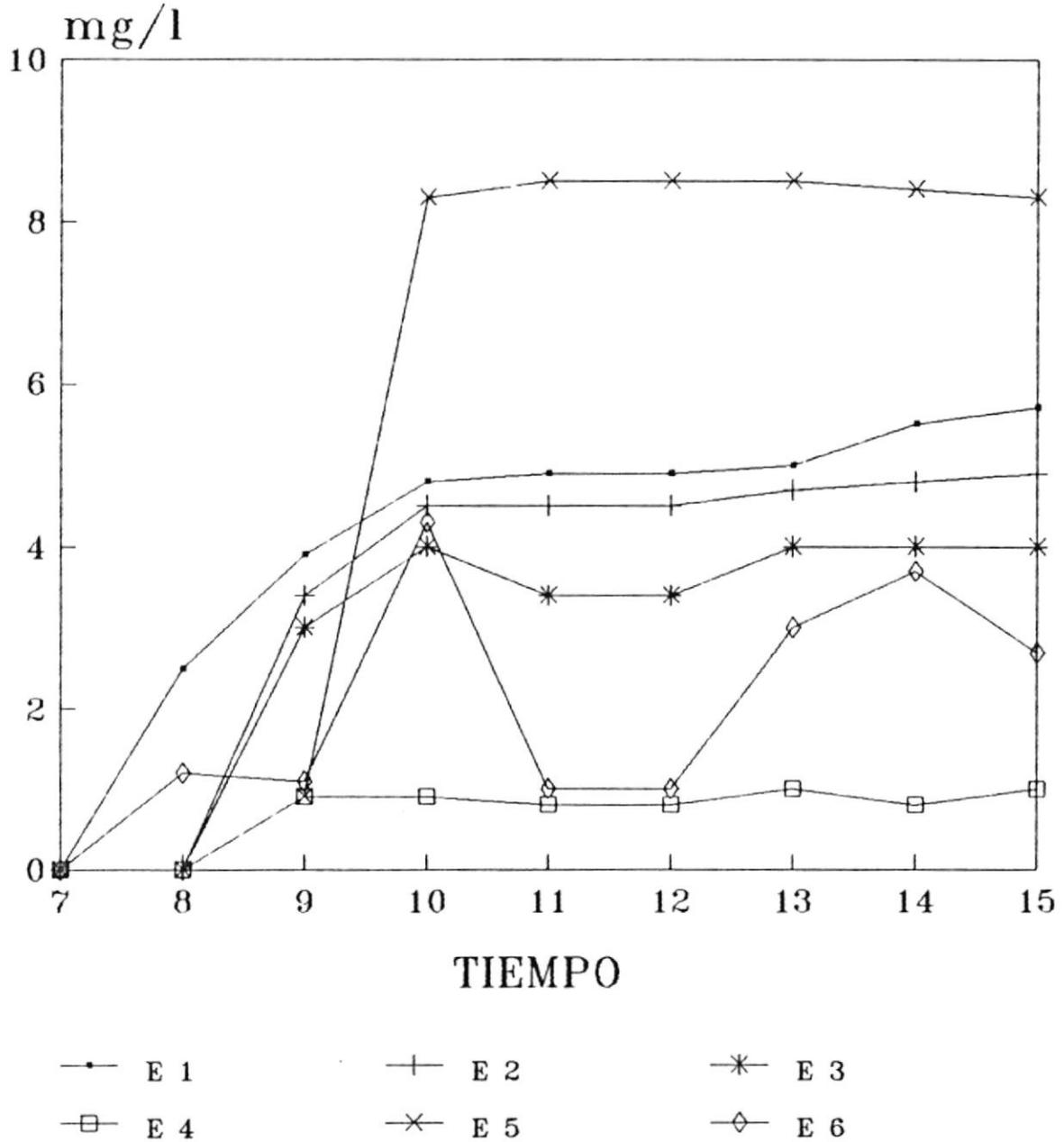


Fig. 11 DBO 7 días, primer muestreo

# DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MUESTREO No. 2

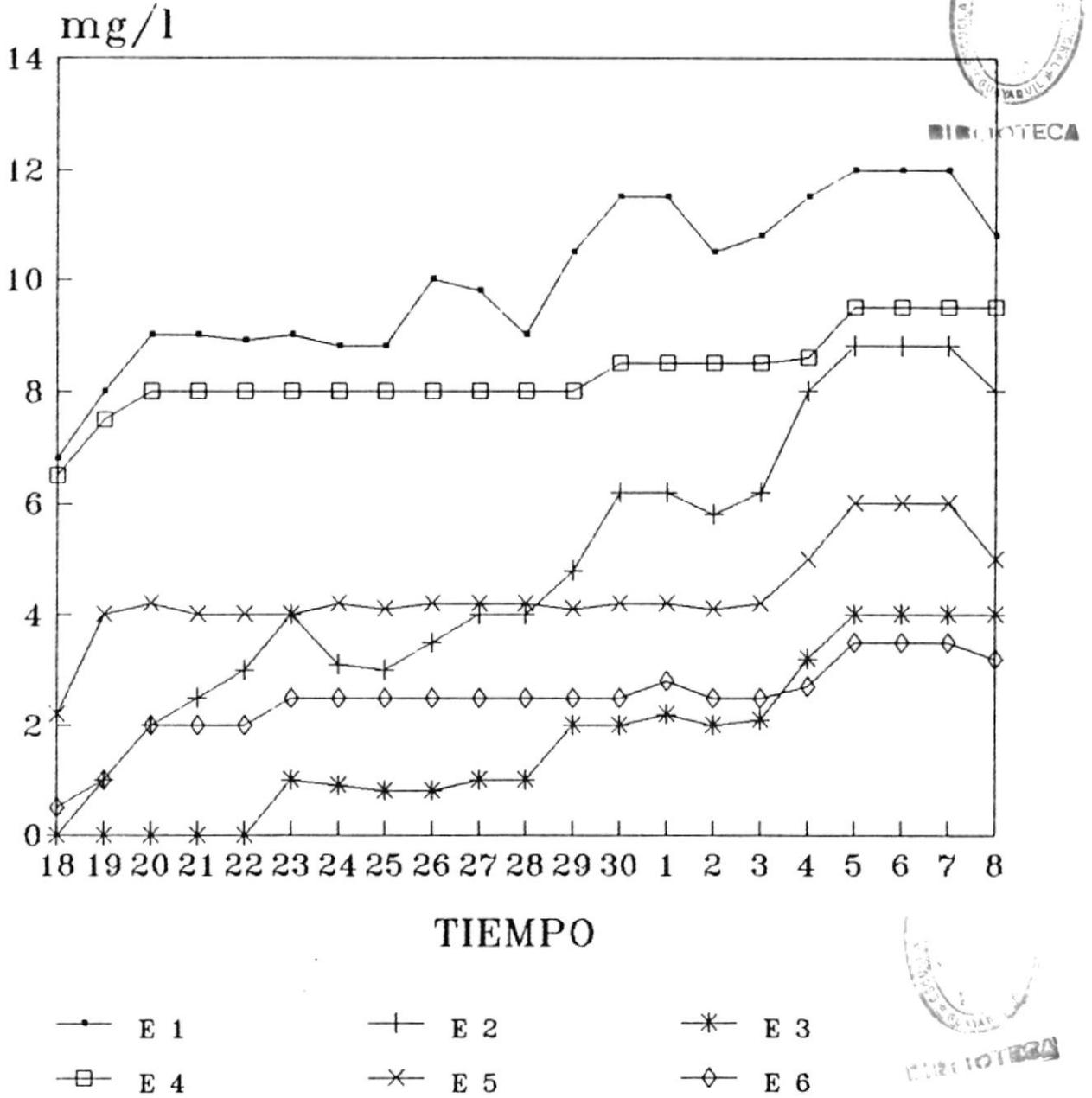
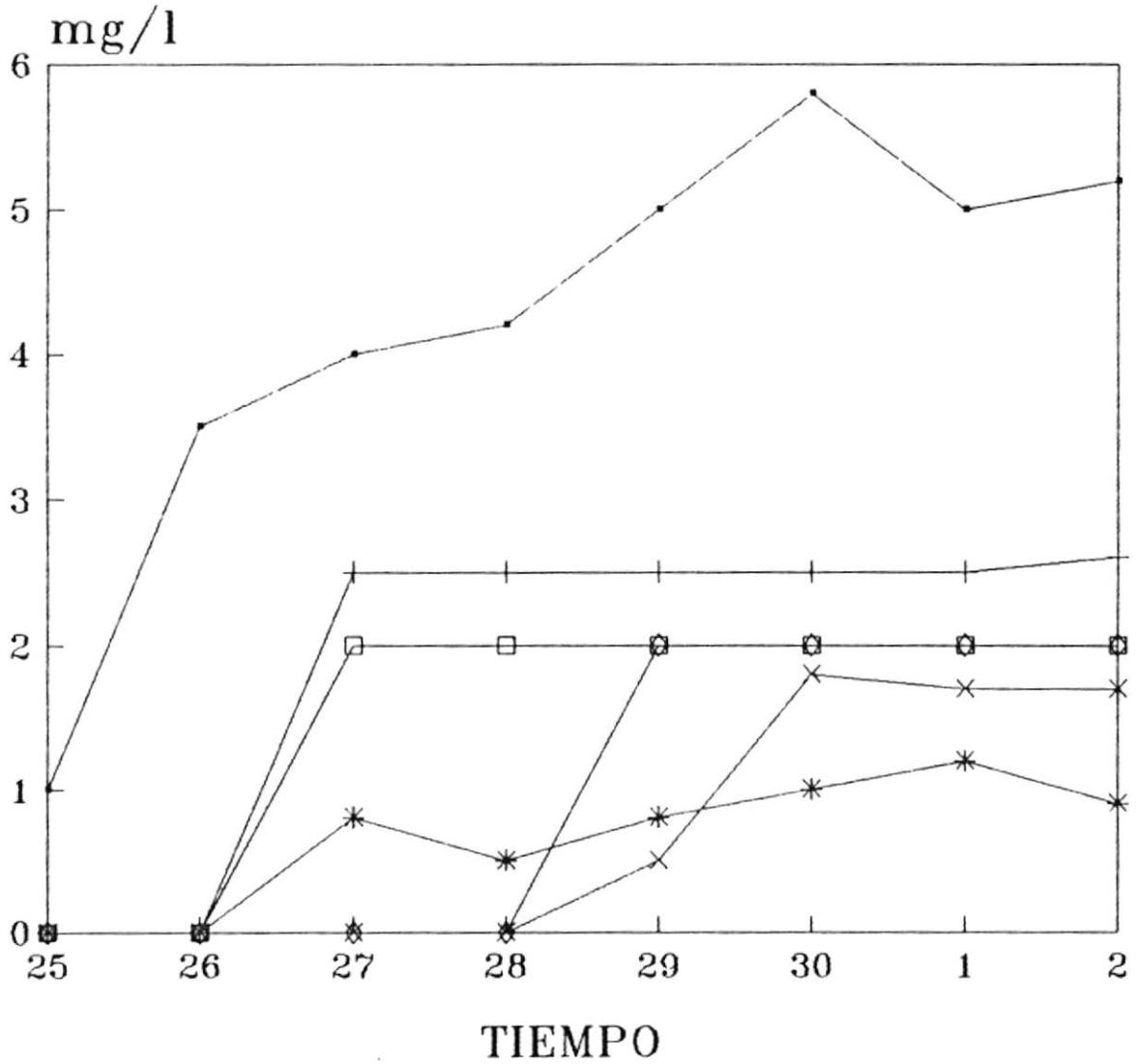


Fig. 12 DBO 21 días, segundo muestreo (Cuadratura)

## DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MUESTREO No. 3



—•— E 1	—+— E 2	—*— E 3
—□— E 4	—x— E 5	—◇— E 6

Fig. 13 DBO 7 días, tercer Muestreo

## DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MUESTREO No. 4

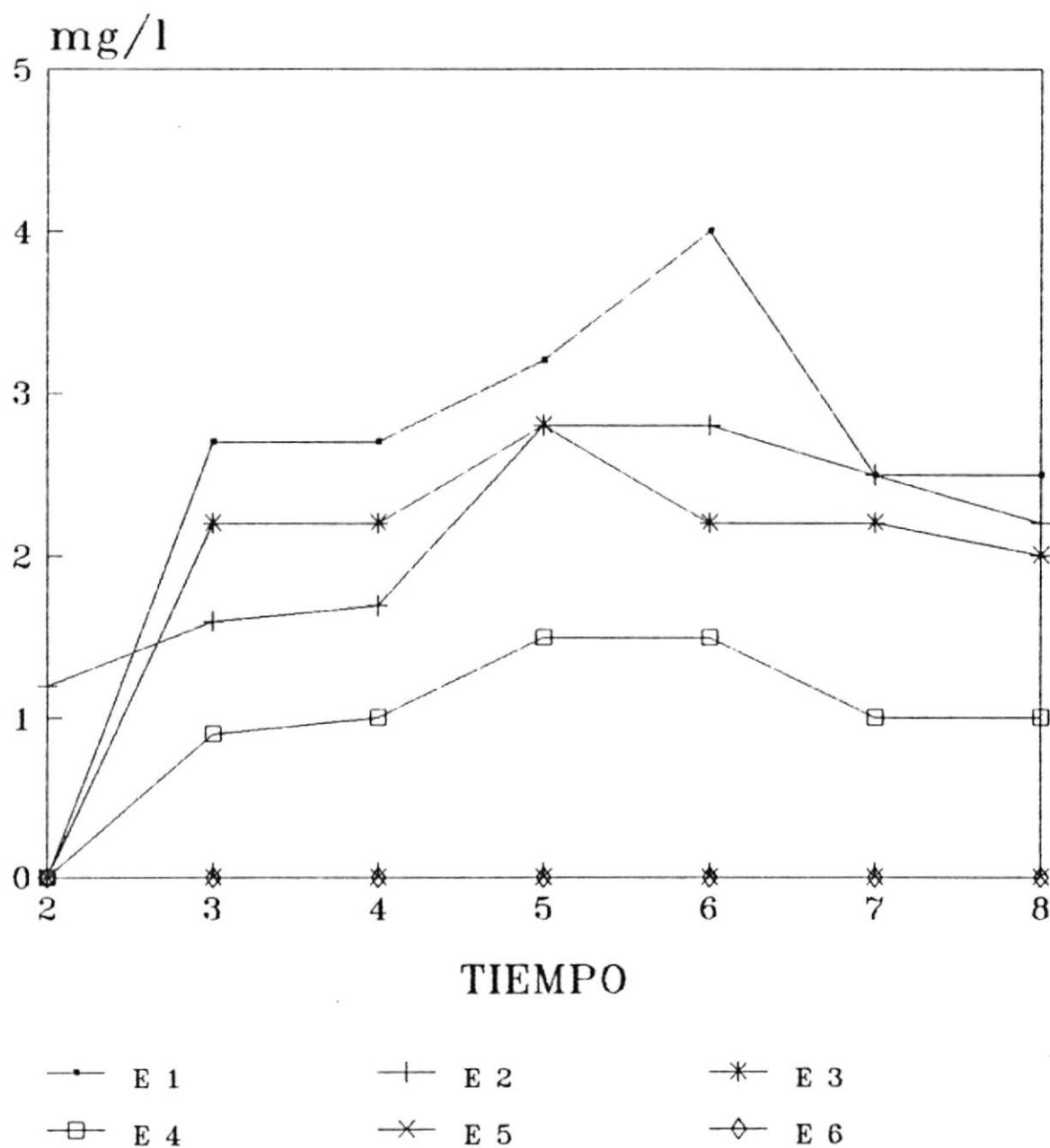


Fig. 14 DBO 7 días, cuarto muestreo

## DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MUESTREO No.5

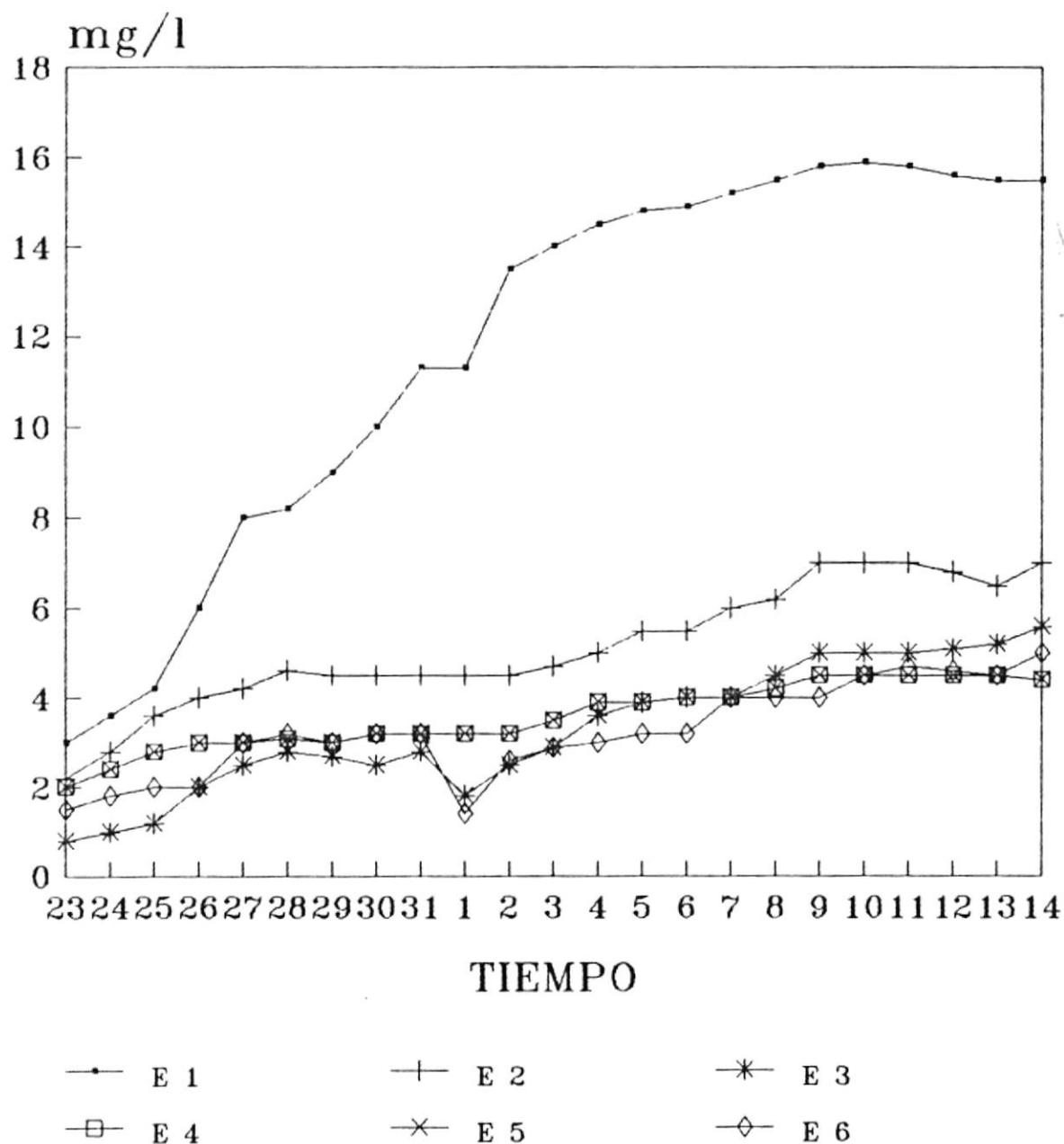


Fig. 15 DBO 21 días, quinto muestreo

los valores encontrados fueron los más bajos, al igual que los valores de nutrientes.

La medida de la DBOs por sí sola ya nos proporciona la información necesaria del grado y tipo de contaminación en cada estación, por esta razón la importancia de los datos netos puesto que su relación con otros parámetros será discutida en el subcapítulo 3.3.

### 3.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno por el Método de Winkler.- Posible comparación de los resultados.

Una comparación de los resultados obtenidos con los dos métodos de cálculo de la DBO (Manométrico y Winkler) en ciertas estaciones puntuales es realizado, utilizando las muestras obtenidas en cada estación durante el cuarto y quinto muestreo.

De los datos obtenidos (Tabla III.2) observamos que los valores de la DBOs calculada por el Método de Winkler coinciden aproximadamente en un 40 % con la información obtenida por el Método Manométrico; sin embargo por las razones descritas en el capítulo anterior se da más credibilidad a los logrados por el método manométrico.

Para el cuarto y quinto muestreo en la Estación 1, tuvo demanda de 15 y 10.65 mg/l respectivamente, esto es comparable con los valores obtenidos por el método manométrico, 10 mg/l, durante el quinto muestreo. Al comparar estos valores con la DBO<sub>5</sub> promedio de 6.364 mg/l, para época seca, para el período de 1980 -1986 (EMAG,1986) hay una diferencia de aproximadamente 4 mg/l de incremento actual.

Para la estación 2 se obtuvo valores superiores durante el cuarto muestreo, DBO<sub>5</sub> de 31.25 mg/l, el cual fue descartado, por considerarlos erróneos durante el cuarto muestreo, el promedio de la DBO por el Método de Winkler para esta estación fue de 23.13 mg/l que significativamente es superior al valor promedio obtenido de 4.85 mg/l desde 1980 hasta 1986.

En la estación 4 durante el cuarto muestreo el valor de la DBO<sub>5</sub> encontrado por este método fue de 4 mg/l para el cuarto muestreo y 17.1 mg/l para el quinto muestreo, siendo el valor promedio de 10.55 mg/l el mismo que puede ser considerado como una evidencia de la alta demanda existente en esta estación por la notable contaminación biológica presente que quizás fue captada por el método de Winkler, ya que por el método manométrico se

registraron valores promedios inferiores tales como 3.04 mg/l.

Tanto para muestreo 5 como para el 6 la estación 6 presentó valores promedios de 2.26 mg/l; estos son similares a los obtenidos por el método manométrico. Esta similaridad nos permite concluir que cualquier incremento o disminución se debe exclusivamente a la cantidad de hidrocarburos presentes en esta estación.

Las estaciones 3 y 5 mantienen un comportamiento muy diferente al encontrado por el método manométrico, 4.6 mg/l promedio entre los dos muestreos para la estación 3 y 4.55 mg/l promedio para la estación 5 (Fig. 16 -17).

### 3.3 Relación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) con los parámetros complementarios.

#### 3.3.1 Análisis de las condiciones del área de estudio y su posible influencia en la DBO

##### 3.3.1.1 Vientos

El Golfo de Guayaquil, está situado en un área donde no existe una variación estacional muy marcada del viento.

Los vientos del sur-oeste predominan en todo el año. Los efectos de la brisa de tierra y de mar juegan un papel muy importante. Las velocidades de vientos dentro del estero Salado son las mismas o aún menores que las reportadas en la Isla Puná en la parte exterior del Golfo. La Tabla Nº III.3 (1) nos indica los valores promedios obtenidos durante Septiembre, Octubre de 1984 en Puná.

TABLA Nº III.3  
PROMEDIO DE FUERZAS DE VIENTOS PARA PUNA (m/s) \*

Meses	Velocidades promedio del viento según la hora		
	07H00	09H00	13H00
Septiembre	2.8	4.1	3.2
Octubre	3.2	4.3	3.2

Durante cada muestreo de nuestro estudio se obtuvieron mediciones de la dirección e intensidad del viento.

\*Fuente: Volumen Final de Estudios Hidrográficos APG - INOCAR, 1986.

Un 20 % del total de los registros presentó vientos mínimos con direcciones sureste y noreste que son vientos fuera del patrón conocido para la zona. Véase TABLAS II.5 - II.14, APENDICE D.

El ciclo diario regular de calma o de vientos suaves durante la noche, gradualmente cambia a una brisa moderada sobre la costa únicamente con un aumento de temperatura durante el día; siendo ésta la principal variación que el viento experimenta. TABLA III.4, APENDICE D.

TABLA III.4  
PROMEDIO DE FUERZAS DE VIENTOS PARA ESTERO SALADO (m/s)  
DE LOS DATOS DE CAMPO OBTENIDOS EN MUESTREOS (1990)

	09H00	11H00	13H00
Septiembre	1.875	3.16	2.75
Octubre	0.125	0.63	0.75

Del análisis de viento puede decirse que este no ejerce influencia directa sobre la DEO, sino más bien en la concentración del oxígeno disuelto de

la capa superficial.

### 3.3.1.2 CON LAS MAREAS

Para las mediciones de mareas se establecieron dos estaciones límites: Pto. Maritimo ( 9°748.500 N 620.900 E UTM) y Pte. 5 de Junio ( 9°758.700 N y 622.760 E UTM).

Para el Terminal Marítimo se tiene una amplitud promedio de 3.25 m (TABLA III.5):

TABLA III.5  
PROMEDIOS DE AMPLITUDES DE MAREAS REGISTRADOS EN EL  
MAREOGRAFO DEL TERMINAL MARITIMO

MES (1990)	NIVEL DE MAREA MLWS	AMPLITUD (pies)	AMPLITUD (metros)
Septiembre	50.67	10.56	3.220
Octubre	50.66	10.67	3.251
Noviembre	50.67	10.75	3.276

De los datos obtenidos en la regla (Pte. 5 de Junio) y los facilitados por APG se deduce que los tiempos de ocurrencia de las pleas y las bajas

entre Pto. Maritimo y el Pte. 5 de Junio tienen un desfaseamiento que va de tres minutos hasta una hora treinta minutos en casos extremos.



No existe precisamente un ~~esquema~~ específico de la variación de las mareas en el Estuario, sin embargo se puede decir que las pleas son casi simultáneas, con solo 4 a 6 minutos de diferencia, ocurriendo primero en el Pto. Marítimo y después en el Pte. 5 de Junio: el decir simultáneas podría significar que el agua a la altura del Pte. 5 de Junio no completa su total retiro (reflujo), así el agua se mantiene.

En cuanto a las fases de baja mar siempre ocurren primero en el Pto. Marítimo mientras que en el Pte. 5 de Junio, sufren un atraso sobre todo las segundas bajas del día que ocurren 4 a 10 minutos después de la ocurrida en el Pto. Marítimo, presumiblemente esto se debe a que en el Pte. 5 de Junio el agua permanece más tiempo

TABLA N<sup>o</sup> III.6

TABLA COMPARATIVA DE LOS TIEMPOS DE OCURRENCIA DE LAS PLEAS Y BAJAS  
MAREAS REGISTRADAS EN PTO. MARITIMO Y PTE. 5 DE JUNIO

FECHAS: OCTUBRE 21 - 25 DE 1990

FASE LUNAR: SICIGIA (LUNA NUEVA)

NIVEL DE REDUCCION PTE. 5 DE JUNIO: 4.33

FECHA	PTE. 5 DE JUNIO			PTO. MARITIMO		
	HORA	LECTURAS	AMPLITUD	HORA	LECTURAS	AMPLITUD
OCT/21/90	01:30	5.28		02:17	13.78	
			3.29			3.33
	08:00	8.50		08:04	17.11	
			4.07			3.56
	14:30	4.50		14:21	13.55	
		4.1			3.66	
20:30	8.60		20:34	17.21		
OCT/22/90	03:00	5.18		03:30	13.87	
			3.22			3.17
	08:00	8.40		08:33	17.04	
			3.5			3.43
	15:00	4.90		14:51	13.61	
		3.55			3.51	
21:00	8.45		21:06	17.11		
OCT/23/90	03:30	5.20		03:15	13.96	
			3.1			2.99
	09:00	8.30		08:57	16.95	
			3.3			3.23
	15:30	5.00		15:15	13.72	
		3.4			3.23	
21:30	8.40		21:33	16.95		
OCT/24/90	04:00	5.20		03:39	14.07	
			2.90			2.73
	09:30	8.10		09:24	16.79	
			3.00			2.91
	16:00	5.10		15:34	13.88	
		3.6			2.99	
22:00	8.30		22:08	16.87		
OCT/25/90	04:00	5.40		04:11	14.19	
			2.62			2.42
	10:00	8.02		09:54	16.61	
			2.92			2.56
	16:00	5.10		16:10	14.05	
		3.1			2.73	
22:30	8.20		22:36	16.78		

tardando unos minutos en bajar completamente. La escasa influencia de la marea en la renovación del agua por lo que el agua tiende a mantenerse más tiempo en sitios interiores del Estero, a la altura de los puentes 5 de Junio y de la Calle 17, es un indicativo de la posible influencia de la marea en los altos rangos de DBO medidos.

Véase comparación de pleas y bajas mareas para las dos estaciones límites TABLA Nº III.6 y Fig. 29 - Fig. 33.

### 3.3.1.3 CON LA CIRCULACION (Corrientes - Perfiles)

Un perfil de corrientes fue obtenido durante el quinto muestreo (22 de octubre de 1990), para cada una de las estaciones, figuras 46, 47, 48 y 49.

La idea fundamental fue identificar si los movimientos del agua en el Estuario Interior se deben o no

exclusivamente a las mareas o en base a su propia dinámica interior.

El análisis que se realiza para cada estación es basado en los movimientos del agua para la fase de bajamar.

En el Pte. 5 de Junio, la velocidad máxima se presenta en la superficie siendo 0.55 nudos ( 0.28 m/s) y la velocidad mínima fue en el fondo, 0 nudos, la velocidad media en esta estación fue de 0.14 nudos (0.07 m/s), valores nulos de corriente hace presumible el grave problema de contaminación que se manifiesta con el excesivo material en suspensión que se mantiene como tal sin moverse, ni depositarse. La dirección superficial de la corriente obedece a la acción del viento (Fig. 40 a).

En el Pte. de la Calle 17 la velocidad presente en la superficie fue la mínima registrada, 0.10 nudos (0.051 m/s), no obedeciendo a la dirección del viento; la velocidad máxima fue

cerca del fondo (7 m) con 0.35 nudos (0.1785 m/s). El promedio de velocidad fue de 0.23 nudos (0.116 m/s) que se mantuvo durante la elaboración del perfil (Fig. 40 b). No existen valores de velocidad cero (velocidades nulas) a ninguna profundidad de la estación, se piensa que esto se debe a que las descargas subsuperficiales y de fondo existentes en la zona representan flujos con un valor de velocidad que incrementa el flujo real que cruza por debajo del puente, puede ser también que por efecto del fondo y sistema de pilotaje del puente esto provoque cambios del flujo en cierta dirección e intensidad cambiando así el patrón de velocidad.

En el Pte. Portete el promedio de las velocidades en el perfil hasta los 10 metros fue de 0.1 nudos (0.051 m/s); el cual es también el valor mínimo registrado. En la superficie la velocidad fue de 0.15 nudos (0.077 m/s) y fue bajando hasta el primer

metro a partir del cual se presentó un brusco cambio a los 2 m llegando a medirse 1.1 nudos (0.561 m/s), o cual representa una de las más altas velocidades encontradas a lo largo del estero Fig. 40 c.

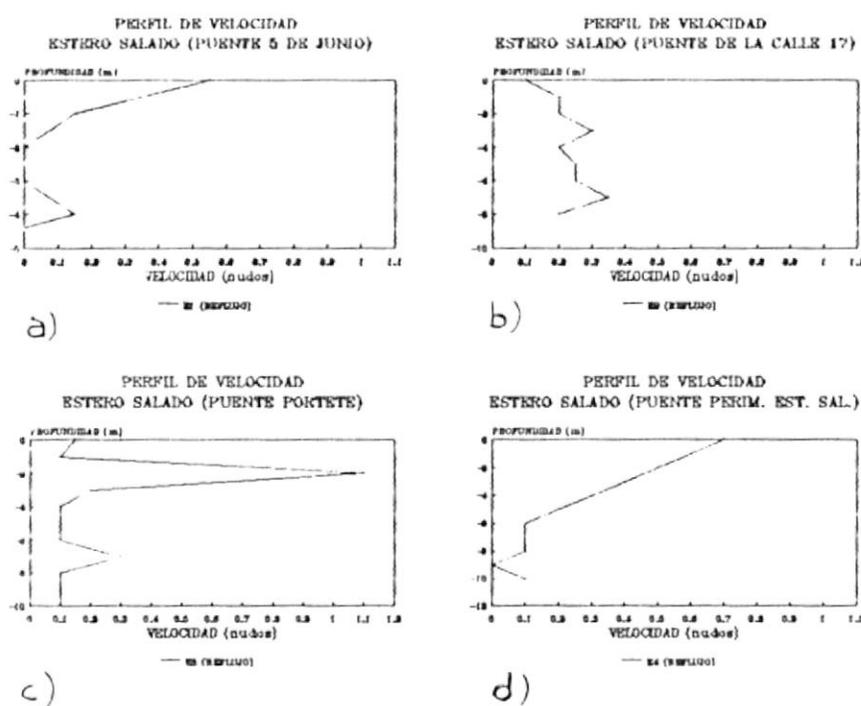


Fig. 40 Perfiles de corrientes, estaciones 1,2,3 y 4

Una probable explicación ? . inicios del refluo. El promedio de velocidad en esta sección fue de 0.22 nudos (0.112 m/s).

En el Pte. Estero Salado (VP), el perfil de velocidad fue algo

diferente, puesto que en la superficie se encontró el máximo valor de 0.70 nudos (0.357 m/s) que varía linealmente con profundidad llegando hasta los 8 m con ese comportamiento: una velocidad nula fue observada a los 9m. Fig. 40 d. La velocidad promedio fue de 0.28 nudos (0.143 m/s), superior a las anteriores.

En el Pte. Estero del Muerto (VP), al igual que en la estación del Pte. Estero Salado en la misma vía, el comportamiento es superior en la superficie, 0.4 nudos (0.204 m/s) que se mantiene constante hasta los 2 m y luego comienza a disminuir linealmente hasta los 5 m alcanzando la velocidad de 0.1 nudos (0.051 m/s). Existe velocidad nula a los 7 metros que es también la mínima. La velocidad promedio fue de 0.21 nudos (0.110 m/seg) que después del Pte. 5 de Junio es la estación que menor velocidad registra (Fig. 41 a).

En el Pto. Marítimo el perfil se

mantuvo aparentemente constante con ligeros cambios desde 1 m hasta los 5 m de profundidad, la máxima velocidad fue registrada en los 2 primeros metros con 0.40 nudos (0.204 m/s) y el valor mínimo fue de 0.20 nudos (0.102 m/s). La velocidad promedio para esta estación fue de 0.29 nudos (0.14 m/s).

Valores frecuentes para sicigia en época seca en la estación Pto. Marítimo van desde 0.07 m/s hasta 1.28 m/s, según la distribución de la velocidad de la corriente existente, efectuado por APG-INOCAR, 1986, demuestran que la velocidad media durante el refluo 0.69 m/s es superior a la velocidad promedio del flujo 0.61 m/s. Fig. 41 b.

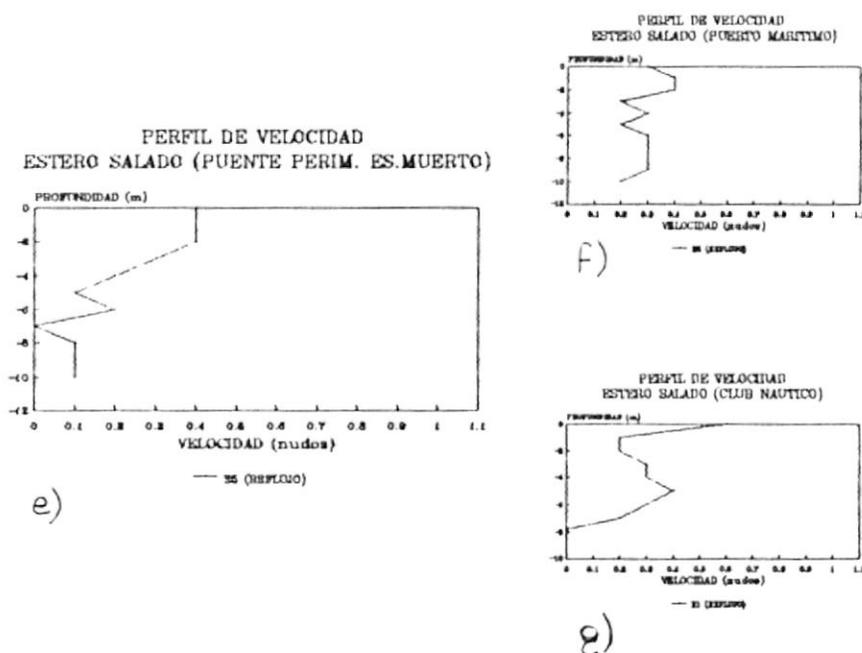


Fig. 41 Perfiles de Corrientes, estaciones 5 y 6

En el Pto. Marítimo el patrón de comportamiento es que durante el refluo en sicigia como en cuadratura, existen valores de corriente superficial superiores a los del fondo, mientras que durante el flujo tanto en sicigia como en cuadratura la distribución de velocidad no obedece a este esquema puesto que en algunas ocasiones la velocidad de corriente en superficie es menor a la subsuperficial y a veces a la de fondo, esto es debido a que las corrientes de salini-

dad se incrementan. En cuadratura el promedio de velocidades medias es de 0.70 m/s para el reflujó y 0.495 m/s para el flujo, cumpliéndose el mismo comportamiento que en sicigia (1).

Cerca al Club Náutico El Salado fue cubierta una estación adicional: ésta presentó velocidades máximas en la superficie de 0.60 nudos (0.306 m/s) y nula a los 7.80 m. El patrón de comportamiento es muy similar a la estación Pte. 5 de Junio por su cercanía al mismo. La velocidad media en esta estación fue de 0.27 nudos (0.137 m/s), Fig. 41g. Tablas Nº II.20 - II.25, Cap.2, sección 2.3.

Considerando que los valores mínimos de velocidad en las diferentes estaciones demuestran la mínima circulación existente, así como el camino directo al estancamiento y excesos de sedimentos orgánicos suspendidos, en los puntos de velocidades completamente nulas, fue donde se encontraron los valores más altos de DBO, tal es

el caso de la estación 1 (Puente 5 de Junio).

### 3.3.2 Relación de la DBO con los parámetros de campo

Como se describió en el capítulo 2 todos los parámetros complementarios que fueron medidos tuvieron como propósito principal afianzar la investigación, así como también tratar de establecer alguna relación del parámetro de la DBO con los parámetros de campo.

#### 3.3.2.1 CON EL DISCO SECCHI

Cuando hablamos de DBO pensamos en la cantidad de materia orgánica en descomposición, en el grado de actividad biológica y en la cantidad de sólidos en suspensión que quitan transparencia al agua, de allí que las mediciones de disco secchi se podrían interpretar también como índices de DBO según lo descrito en el capítulo 2, figuras 52, 55.

##### 3.3.2.1.A CONDICIONES DE REFLUJO

La TABLA III.7 indica los valores de transparencia obtenidos en las diferentes estaciones para la fase de bajamar (reflujo), para el área de estudio.

TABLA III.7  
DISCO SECCHI - REFLUJO

Estaciones Nº	Rango de transparencia m	Media m
1	0.7 - 0.4	0.5
2	0.8 - 0.5	0.66
3	1.1 - 0.7	0.94
4	2.5 - 1.0	1.66
5	2.6 - 1.0	1.72
6	2.1 - 0	1.28

### 3.3.2.1.B CONDICIONES DE FLUJO

La TABLA III.8 muestra los valores obtenidos para la fase de pleamar (flujo), para cada una de las estaciones.

Ver figuras en Apéndice B y C.

TABLA III.8  
DISCO SECCHI - FLUJO

Estaciones Nº	Rango de transparencia m	Media m
1	0.5 - 0.40	0.47
2	0.8 - 0.75	0.78
3	1.3 - 0.7	1.00
4	2.8 - 1.0	1.80
5	2.9 - 1.0	1.87
6	1.8 - 1.20	1.57

### 3.3.2.2 CON LA SALINIDAD

Una relación de la variación de la DBO con los cambios de salinidad no ha sido establecida (Figs. 50, 53, 56), sin embargo es conocido que la salinidad influye en la determinación de las pequeñas corrientes de salinidad presentes en el tramo de estudio, las que a su vez provocan movimientos de agua que contribuyen al transporte de ciertos organismos frecuentes en la superficie y que a veces están también en el fondo, TABLAS III.9 - III.12. Un análisis de esta relación es realizada:

## 3.3.2.2.A CONDICIONES DE REFLUJO

Las Figs. 42 y 43 muestran los perfiles de salinidad correspondientes a cada una de las estaciones, durante el quinto muestreo para la fase de reflujo únicamente.

Para el análisis de salinidad es necesario recalcar que se tomaron muestras de superficie y de fondo.

TABLA III.9  
SALINIDAD - REFLUJO - SUPERFICIE

Estaciones Nº	Rango de salinidad %.	Media %.
1	28.50 - 19.80	21.56
2	29.20 - 20.00	23.20
3	28.00 - 24.00	25.52
4	28.90 - 25.00	27.68
5	27.50 - 25.00	25.62
6	30.20 - 25.00	27.74

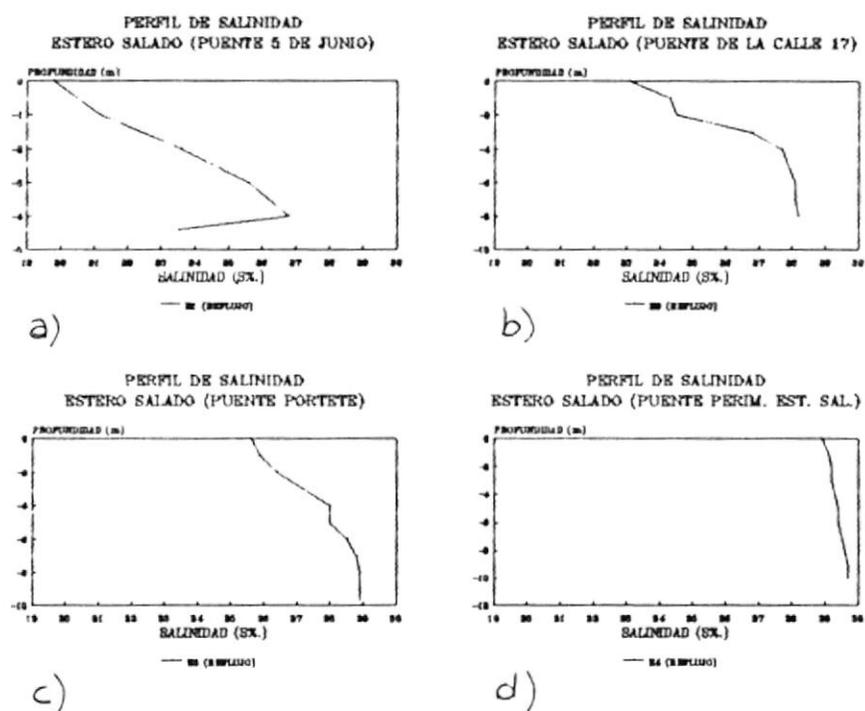


Fig. 42 Perfiles de Salinidad, estaciones 1,2,3 y 4

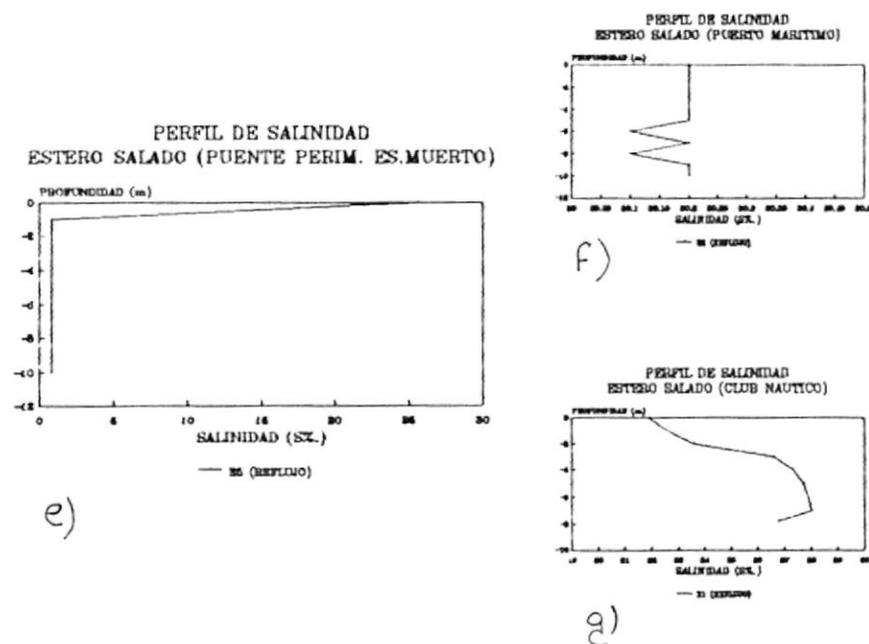


Fig. 43 Perfiles de Salinidad, estaciones 5 y 6

TABLA III.10  
SALINIDAD - REFLUJO - FONDO

Estaciones Nº	Rango de salinidad %	Media %	δS %
1	27.50 - 25.00	26.06	+2.44
2	29.70 - 21.00	25.34	+2.08
3	28.50 - 25.00	27.10	+1.58
4	29.30 - 24.00	27.46	-0.22
5	30.00 - 0.80	27.25	+1.67
6	33.00 - 21.00	27.84	+0.10

### 3.3.2.2.B CONDICIONES DE FLUJO

TABLA III.11  
SALINIDAD - FLUJO - SUPERFICIE

Estaciones Nº	Rango de salinidad %	Media %
1	28.50 - 20.00	23.16
2	29.00 - 22.00	25.16
3	29.00 - 25.00	26.67
4	29.50 - 27.90	28.80
5	30.00 - 26.30	27.77
6	33.00 - 30.00	31.40

TABLA III.12  
SALINIDAD - FLUJO - FONDO

Estaciones Nº	Rango de salinidad %	Media %	δS %
1	27.20 - 21.50	24.90	+1.74
2	27.90 - 23.00	24.96	-0.19
3	28.50 - 25.00	26.83	+0.16
4	29.50 - 25.00	26.83	-1.97
5	26.00 - 24.50	25.16	-2.60
6	31.20 - 22.00	27.40	-4.00

En cuanto a la diferencia

máxima de salinidad de la superficie con el fondo de los valores medidos se presentó en la estación 1 con 2.44 % y el mínimo de 0.22 % en la estación 4; más salino y menos salino respectivamente.

El comportamiento de la salinidad durante el flujo se presentó casi constante siendo siempre superior en la superficie que en el fondo esto es debido al ingreso de agua más salina por acción propia de la marea, empezando desde el Pto. Marítimo hacia las estaciones interiores; la excepción fue en la estación 1 donde la salinidad superficial no fue mayor que la de fondo, siendo una prueba más del poco recambio de agua con relación a la marea.

### 3.3.2.3 CON LA TEMPERATURA

La temperatura y la  $DBO_5$  mantiene una estrecha relación tanto en un ambiente natural como en el laboratorio; de ella depende a rapidez en la degradación de la materia orgánica por actividad bacteriana en cada uno de los lugares de muestreo, así también la solubilidad del oxígeno en el agua receptora. Por otro lado en el laboratorio puede ser un catalizador de las reacciones intrínsecas en las botellas de incubación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, las mismas que se mantuvieron a temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ , que relacionada con la temperatura promedio encontrada durante los muestreos es aproximadamente  $2^{\circ}\text{C}$  inferior, pero se asemeja más a las condiciones propias de un medio tropical.

Del análisis de temperatura expuesto a continuación se notó que tanto en la estación 4 y 5 de las muestras de fondo durante el refluo los valores altos de temperatura provocados por descargas puntuales, ocasionaron valores considerables en la  $DBO$  sobre todo en la estación

cuatro, durante el quinto muestreo. TABLAS III.13 - III.16, figuras 51,54,57 y 60.

### 3.3.2.3.A Condiciones de reflujó

En las Figs. 44 y 45 se presentan los perfiles de temperatura para todas las estaciones, durante el quinto muestreo para la fase de reflujó.

TABLA III.13  
TEMPERATURA -REFLUJO - SUPERFICIE

Estaciones Nº	Rango de temperatura °C	Media °C
1	30.80 - 26.80	28.42
2	28.80 - 26.40	27.74
3	27.80 - 26.10	27.34
4	27.70 - 26.10	27.19
5	28.30 - 25.70	26.90
6	27.20 - 25.50	26.26

En la estación 1 existe una notable variación de temperaturas según los datos de los diferentes muestreos.

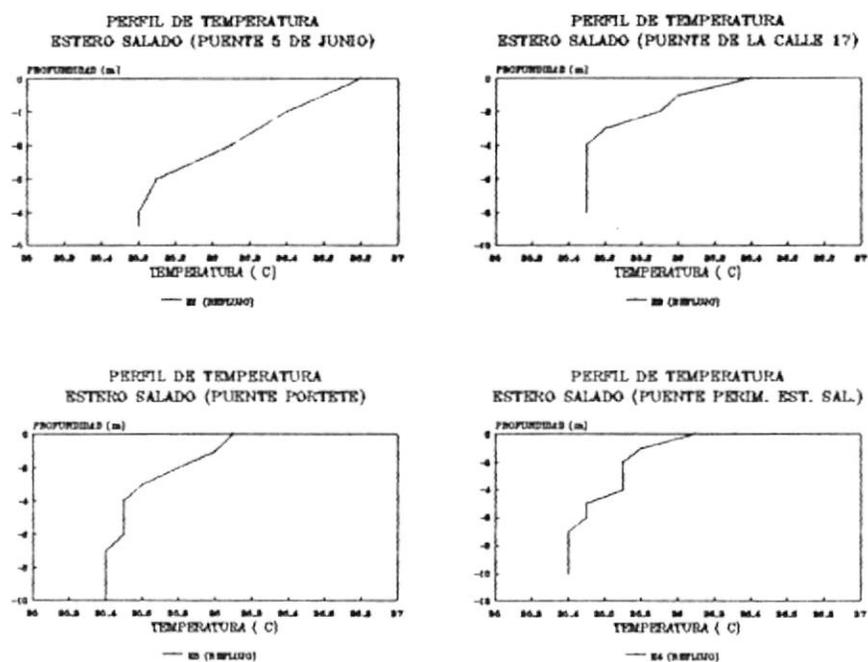


Fig. 44 Perfiles de Temperatura, estaciones 1,2,3 y 4

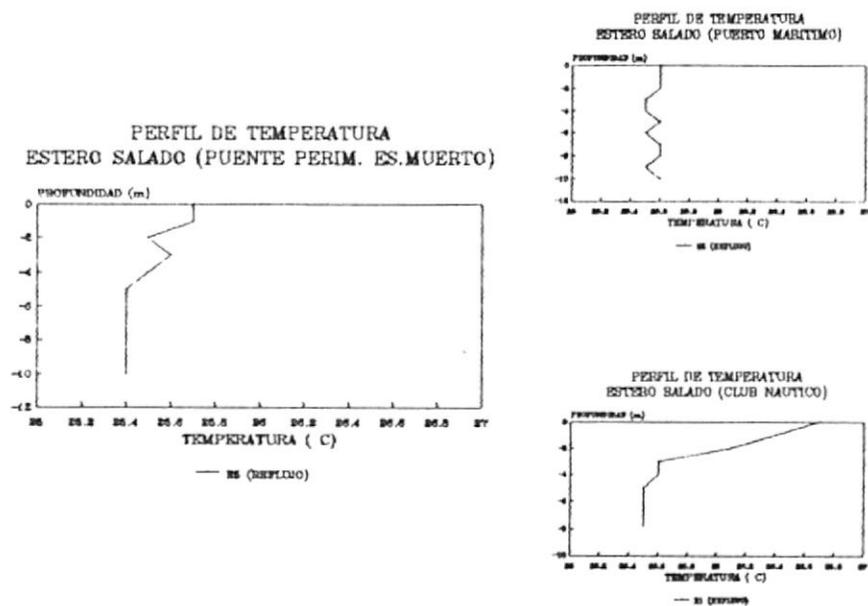


Fig. 45 Perfiles de Temperatura, estaciones 5 y 6

En la estación Pto. Maritimo durante el primer muestreo presentó la mínima temperatura superficial encontrada con relación a las otras estaciones, además de que durante el quinto muestreo también se presentó una temperatura de 25.60 °C, 0.10 °C mayor que la mínima.

Los valores máximos de temperatura se encontraron en casi todas las estaciones durante el cuarto muestreo que fue un día muy soleado.

TABLA III.14  
TEMPERATURA - REFLUJO - FONDO

Estaciones Nº	Rango de temperatura °C	Media °C	Dif. Sup °C
1	27.30 - 25.60	26.49	-1.93
2	27.40 - 25.50	26.66	-1.08
3	27.20 - 25.50	26.70	-0.64
4	27.25 - 25.70	26.69	-0.50
5	29.10 - 25.60	27.02	+0.12
6	26.70 - 25.50	26.16	-0.10

La estación 5 es la única

estación donde se presentó la temperatura de fondo superior a la temperatura superficial promedio.

Es necesario indicar que la estación 5 (Pte. Estero del Muerto (Vía Perimetral) fue la única estación que presentó un esquema diferente de temperatura, puesto que mayor valor en el fondo significará la presencia de aguas más cálidas en el fondo en el nivel de 4 m medido que puede ser provocado quizás por descargas con temperaturas superiores a las ambientales, es decir que provocan un calentamiento extra del agua, consiguiendo que en los dos primeros muestreos suceda esto: puede ser también por la presencia de corrientes de densidad, puesto que en el fondo fue donde se midieron

menores salinidades lo que determina surgimientos de aguas provocados por sus bajas densidades si las temperaturas son superiores y las salinidades bajas, mientras que aguas con salinidades superiores de la superficie se hundieron, esto da la seguridad de que el punto de muestreo coincide con una descarga puntual.

La estación Pto. Marítimo es la que menor temperatura promedio de fondo presentó 26.16 °C al igual que la de superficie siendo 0.865 °C menor a la temperatura promedio de la estación 5 que es la del esquema diferente y 0.33 °C menor que la temperatura del Pte. 5 de Junio desde donde en el fondo se observa que conforme avanzamos hacia el Sur-Suroeste siguiendo por los

puntos de muestreo existen incrementos en la temperatura de fondo justamente hasta la estación 5.

### 3.3.2.3.B Condiciones de flujo

TABLA III.15  
TEMPERATURA - FLUJO - SUPERFICIE

Estaciones Nº	Rango de temperatura °C	Media °C	δRS °C
1	27.00 - 25.80	26.27	-2.15
2	27.00 - 26.20	26.57	-1.17
3	27.20 - 25.50	26.53	-0.81
4	26.80 - 26.00	26.43	-0.76
5	26.95 - 25.30	26.25	-0.65
6	27.50 - 25.00	26.50	+0.24

De los datos obtenidos en la estación 6 es el único caso en que la temperatura superficial promedio del reflujó es inferior a la del flujo, esto se debe a que durante el flujo el agua que está avanzando con la marea es más cálida en la superficie, y solo afecta a esta estación porque es el límite exterior del tramo de

estudio.

Para el 80 % de los casos la máxima temperatura fue durante el cuarto muestreo, y para el 100 % de los casos la mínima fue durante el quinto muestreo. Siendo el mismo patrón de comportamiento en respuesta a la influencia directa de la radiación solar en la superficie.

TABLA III.16  
TEMPERATURA - FLUJO - FONDO

Estaciones Nº	Rango de temperatura °C	Media °C	$\delta S$ °C	$\delta RF$ °C
1	25.90 - 25.30	25.57	-0.70	-0.92
2	27.00 - 26.00	26.33	-0.24	-0.35
3	27.00 - 25.00	26.03	-0.50	-0.67
4	26.25 - 25.30	25.78	-0.65	-0.91
5	26.80 - 25.20	26.17	-0.08	-0.85
6	27.00 - 24.50	26.00	-0.50	-0.16

En cuanto a los valores de temperatura al igual que en los datos de superficie fueron mayores durante el cuarto muestreo en un 80% y menores durante el quinto

muestreo, coincidentemente en un 100%, siempre durante el flujo las temperaturas de fondo fueron inferiores a las de superficie en un rango de 0.08 °C a 0.70°C teniendo mucho que ver la influencia del aspecto climático de cada día en que se efectuaron los muestreos.

Para hacer una comparación de los datos de fondo durante el flujo con los datos de fondo durante el reflujo, la temperatura osciló en un rango de 0.92 °C a 0.16 °C de decremento a las temperaturas del reflujo, siendo al igual que en la superficie mayores siempre durante el reflujo para época seca.

#### 3.3.2.4 Con el Potencial Hidrógeno

Cuando hablamos de pH, hablamos también de oxidación o reducción de materia orgánica y

por lo tanto de ello dependerá la DBO<sub>5</sub>, por esta razón en la estación 1 por ejemplo donde los valores de pH son altos existe una gran cantidad de materia orgánica que está oxidándose siendo por esto que los valores de DBO<sub>5</sub> son altos.

De los valores de pH obtenidos de las TABLAS II.4 - II.8 encontramos que el pH promedio superficial para el reflujó es de 7.54 en todo el tramo de estudio y que el valor promedio para fondo es de 7.26; en cuanto al pH promedio durante el flujo es de 7.28 para superficie y 7.29 para fondo, TABLAS II.14 - II.16.

Dentro del análisis del pH durante el reflujó notamos que en la superficie los valores fueron los más altos, posiblemente causados por la presencia de altos valores de fosfatos. En el fondo los valores más bajos fueron causados porque en esta fase de marea es donde más evidente es la reducción de la materia orgánica, ocasionándose valores típicamente bajos de pH.

El utilizar los datos de flujo como referencia nos permite apreciar que en esta fase no existen tales variaciones de pH y que entre el pH de superficie y de fondo sólo existe una diferencia de 0.3 siendo mayor en el fondo. El hecho de ser menor en la superficie y sobre todo en las estaciones norte desde la estación 5 hasta la estación 2 es que altos contenidos de amonio presentes están siendo trasladados aguas arriba durante esta fase.

Un pH con tales valores no significa que está fuera de los rangos normales o permitidos, puesto que ese no es el problema, el verdadero síntoma de contaminación son esas dramáticas variaciones entre la superficie y el fondo, entre las estaciones y entre los muestreos.

Los valores más altos de pH fueron encontrados durante el refluo en la estación 1, de 8.50 y en la estación 3, de 8.15 ambos durante el cuarto muestreo, además se encontró un valor de 8.01 en la estación 1 durante el segundo muestreo, y fue también

en la estación 1 donde se encontró el mínimo valor de pH 7.00. La desviación estándar promediada durante los muestreos es de 0.15.

Durante el refluo el comportamiento del pH fue en sentido decreciente de norte a sur, esto se debe a que los altos contenidos de amonio son transportados hacia el Sur.

#### 3.3.2.5 Con el oxígeno disuelto y con el Oxígeno de Saturación.

El valor de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua es importante porque de la cantidad de oxígeno disuelto consumido por la respiración o por la oxidación-reducción de la materia orgánica determinamos la verdadera DBO, de tal forma que se representó la producción neta de OD por la fotosíntesis y la profundidad donde este proceso tiene lugar como la Profundidad de la Zona Eufótica.

Para la fase de refluo, el OD en la superficie presenta un valor máximo de 9.50

mg/l en el quinto muestreo en la estación 5 seguido por valores máximos en los muestreos anteriores como 8.50 mg/l en el cuarto muestreo en la estación 2, 7.50 mg/l en el tercer muestreo en la estación 2, 8.20 mg/l en el segundo muestreo en la estación 1 y 7 mg/l en el primer muestreo en la estación 3; en la mayoría de los casos los valores máximos de oxígeno significaron sobresaturación de OD y se presentaron siempre en las estaciones 1, 2 y 3; una vez en la estación 4 y dos veces en la estación 5. Véase TABLAS II.9 - II.13 del capítulo 2 en la sección 2.3.

El valor máximo de OD no precisamente coincidió con el día soleado y desprovisto de nubes, puesto que 9.50 mg/l de la estación 5 se presentó con 100 % de nubosidad obedeciendo esto a una alta productividad o a la presencia de oxigenación mecánica, o local provocada por algún sistema de aereación o flujo abundante de agua (chorro oxigenado) pudiendo ser esta la descarga puntual del que antes se habló, además el hecho de existir un nivel alto de OD no significa

buena calidad de agua, sino que es un punto de discusión del por qué valores tan altos en un lugar donde las condiciones climáticas y de calidad no favorecían a una sobresaturación de OD.

El valor máximo promedio de OD fue de 7.04 mg/l durante el segundo muestreo que coincidió además con un día soleado, es necesario indicar que los valores máximos y más o menos frecuentes, fueron en la estación 2.

El OD de saturación permite determinar el porcentaje de sobresaturación del OD, tal es así que tanto para reflujo como para flujo hubo sobresaturación de OD en la superficie, en las estaciones 3, 4, 5 y 6. TABLAS II.17 - II.19.

La relación del OD con la DBO, es inversamente proporcional tal es así que a menor OD, mayor DBO; y en las muestras de fondo analizadas donde el OD era 0 mg/l el valor de la DBO era muy alto, tal es el caso de la estación 1 en el quinto muestreo

con valores de 0 mg/ l OD y 15.9 mg/l DBO. Véase figuras 46,47,48 y 49.

Con respecto a los valores menores de OD según el límite establecido en la Ley Ecuatoriana R.O. Nº 204, se encontraron en la estación 1, 2, y 4 en muestras de fondo, siendo 0, 1 y 4 mg/l de OD, siendo esta la razón por la que son estaciones problema.

#### 3.3.2.6 Con los Nutrientes

Los nutrientes representados por ortofosfatos y nutrientes de nitrógeno, mantienen una relación muy variable con la DBO; no presentan un sólo esquema de comportamiento, no pudiendo decir que si aumenta o disminuyen los nitratos por ejemplo la DBO también aumenta o disminuye, y viceversa.

Sin embargo el comportamiento de los nutrientes de nitrógeno se mostró regular durante todos los muestreos, los únicos máximos fueron del amonio en la Estación 6 en el segundo muestreo con una concentración de 0.037  $\text{NH}_3^-$  mg/l en

superficie y del nitrato en la estación 3, en el cuarto muestreo con una concentración de  $0.495 \text{ NO}_3^- \text{ mg/l}$ .

El amonio tiene como valor promedio  $0.159 \text{ NH}_3^- \text{ mg/l}$ , el nitrito  $0.076 \text{ NO}_2^- \text{ mg/l}$ , el nitrato  $0.302 \text{ NO}_3^- \text{ mg/l}$ , con respecto a los valores promedios de años anteriores para esta misma época se han mantenido y en algunas ocasiones parece que hubieran disminuído. Se debe recordar que los fuertes calentamientos van a inhibir los procesos de afloramiento, debido a la gran estratificación de la columna de agua.

Los valores de ortofosfatos sí ocasionan problemas puesto que son bastante altos con valores máximos de  $2.60 \text{ PO}_4^{3-} \text{ mg/l}$  en la estación 4 durante el quinto muestreo y valores mínimos de  $0.25 \text{ PO}_4^{3-} \text{ mg/l}$  en la estación 6 durante el cuarto muestreo. Todas las estaciones presentaron valores de superficie máximos de  $2.5 \text{ PO}_4^{3-} \text{ mg/l}$  en el quinto muestreo, y valores de fondo máximos en el segundo y tercer muestreo con valores promedios de  $1.69 \text{ PO}_4^{3-} \text{ mg/l}$ .

### 3.3.2.7 Con la Productividad Primaria y las Bacterias

En medios tropicales la clorofila A está dada por la necesidad de luz, pero si hablamos de la superficie existe una saturación de luz es decir que una excesiva intensidad lumínica provoca una limitación de nutrientes en la superficie (nitrógeno), la inhibición disminuye también la clorofila A.

Debido a la gran cantidad de fosfatos era evidente que había gran cantidad de algas azul-verdosas, tal es así que del análisis cualitativo obtuvimos las siguientes:

- 1s: Corcinodiseus SP
- 1p: Corcinodiseus SP
- Nitzschia SP
- Nitzschia noviculatoris
- Rhizosolenia SP
- 2s: Nitzschia Bribisoni
- Bidulphia SP
- 2p: No se ven en la muestra
- 3s: Corcinodiseus

Skeletonema Nitudes  
 Chaetoceros  
 Bidulphia  
 3p: No se ven en la muestra  
 4s: Chaetoceros Curvisetus  
       Skeletonema Constatum  
       Chaetoceros SP  
 4p: Thalassionema Nitzschioides  
       Chaetoceros Curvisetus  
       Skeletonema Constatum  
 5s: Chaetoceros Curvisetus  
       Skeletonema Constatum  
 5p: Chaetoceros Curvisetus  
       Skeletonema Constatum  
       Chaetoceros Subsecundes  
 6s: Chaetoceros SP  
 6p: Chaetoceros Curvisetus  
       Skeletonema Constatum  
       Gyrosigma hipporaurpus

Esta información cualitativa permite  
 determinar simplemente que la presencia de  
 algas azul-verdosas fue más evidente donde  
 hubieron valores más altos de fosfatos, mas  
 no es algo definitivo puesto que no se  
 hicieron análisis cuantitativos.

Debido a la importancia que tiene la relación de la DBO con el tipo de bacterias presentes en el cuerpo de agua, análisis bacteriológicos se efectuaron en las estaciones de mayor índice de DBO<sub>5</sub>, encontrándose que durante el cuarto muestreo en las estaciones 1p, 4p y 6p, se encontraron Coliformes Totales en el rango de  $10^5 - 10^4$  col/100ml, siendo aún más grave el problema porque se encontraron Coliformes Fecales en el mismo rango con los valores de  $3 \times 10^4$  col/100 ml en las estaciones 1 y 4. En la estación 6 no se encontraron.

Para el quinto muestreo se efectuaron análisis en las estaciones donde se encontraron las coliformes fecales anteriormente tal es así que en la estación 1 los niveles de coliformes totales y fecales aumentaron a un rango de  $10^6$  y  $10^5$  respectivamente y en la estación 4 los niveles bajaron. Véase Tabla 2.20

Como se pudo observar entre los altos valores de DBO y el número de bacterias

presentes existe una relación casi directa, y en comparación a los datos de años anteriores el incremento de bacterias a la estación 1 y 4 es notable, sobre todo para época seca.

### 3.4 Interpretación de los resultados

De los resultados obtenidos y analizados en las secciones anteriores podría establecerse que no hay relación directa o inversa entre los parámetros complementarios y la DBO, pero sí que hay alguna influencia en los valores de dicha demanda.

Además con la idea de presentar una zonificación de acuerdo a los rangos de los diferentes parámetros y de que posibles fuentes provienen he establecido el siguiente cuadro:

<u>Tipo de Contaminación</u>	<u>Nomenclatura</u>	<u>Escala</u>
A) Desechos humanos y animales	OP	1)OP,MI,MD,IS,AP
B) Desechos industriales	MI	2)OP,MI,MD,IS
C) Desperdicios caseros	MD	3)OP,MI,MD
D) Infiltración ag. subterráneas	IS	4)OP,MD,IS
E) Corrientes o redes pluviales	AP	5)OP,MD,AP
F) Hidrocarburos	HP	6)MD,AP,HP

Los tipos de descargas reportados nos permite establecer La zonificación a lo largo del Estero Salado según las mismas. Un reporte de las escalas del 1-6 de acuerdo a la influencia mayor o menor de descargas es presentado, luego de lo cual en Tabla III.17 se establece la clasificación de las estaciones por la descarga incidente.

TABLA III.17  
CALIFICACION DE ESTACIONES DE ACUERDO AL TIPO DE DESCARGA INCIDENTE Y SEGUN EL RANGO DE INFLUENCIA

ESTACION	CALIFICACION
Puente 5 de Junio	1
Puente de la Calle 17	1
Puente de la Calle Portete	1, 6
Puente del Estero Salado (VP)	4, 6
Puente del Estero del Muerto (VP)	3
Puerto Maritimo	6

Cuando la estación es calificada con un solo dígito, significa que el rango de peligrosidad para la salud es máxima, por la influencia de esos tipos de descarga, lo que se observa reducido cuando es calificada con dos dígitos, puesto que es compartida en su influencia, significando que el aporte a la contamina-

ción de las aguas es el 50 % para cada descarga.

De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que el Estero Salado en los actuales momentos está llegando a su etapa más crítica, debido a que la eutroficación es evidente y su capacidad de autodepuración va disminuyendo a tal velocidad que el problema se puede tornar irreversible a un periodo no mayor a 5 años. Esta conclusión es elaborada basada en este estudio y trabajos previos reportados por la EMAG, 1986.

VARIACION ESPACIAL COLIFORMES TOTALES  
MUESTRAS DE PROFUNDIDAD

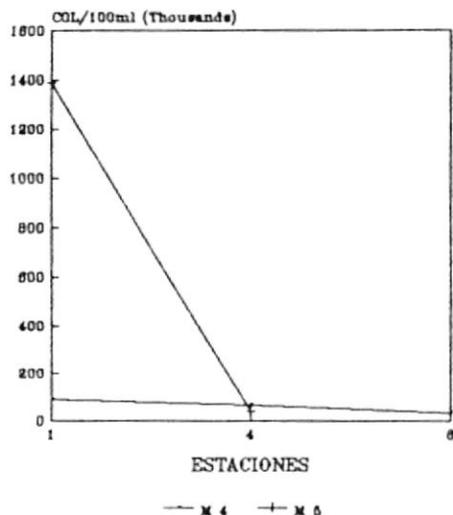


FIG. 17 a

VARIACION ESPACIAL COLIFORMES FECALES  
MUESTRAS DE PROFUNDIDAD

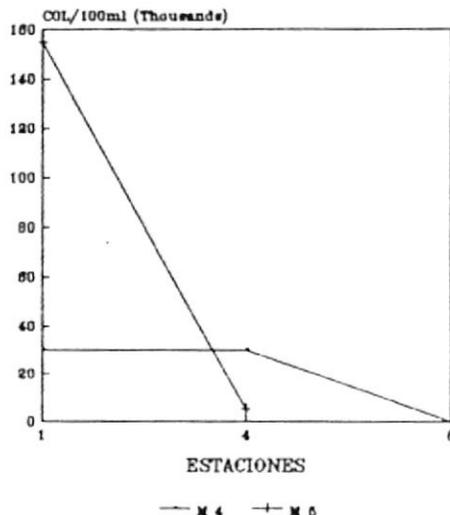


FIG. 17 b

Fig. 17 Coliformes Totales y Fecales  
DBO5 (METODO DE WINKLER)  
MUESTRAS DE FONDO

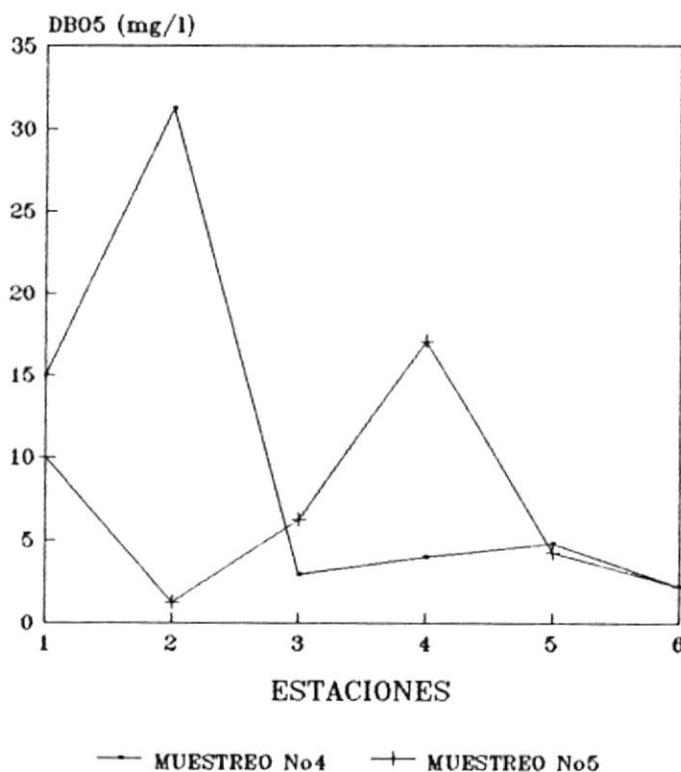


FIG. 16 DBO 5 días, Winkler, 4to. y 5to. muestreo

# DBO (METODO MANOMETRICO) COMPARACION DE DBO5

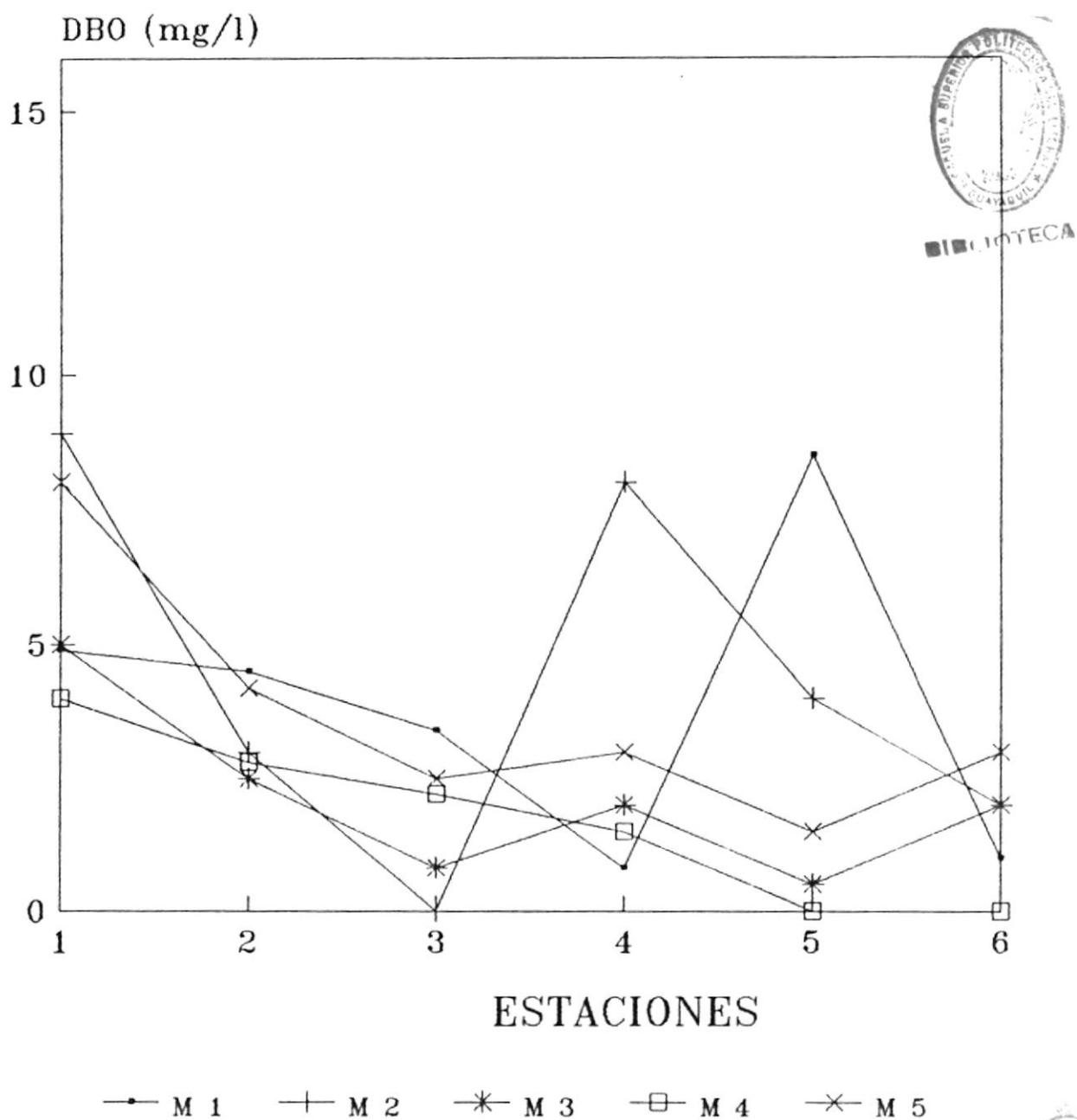


FIG. 18 Comparación de la DBO5

DBO (METODO MANOMETRICO)  
MUESTREO N: 1 (SEPTIEMBRE)

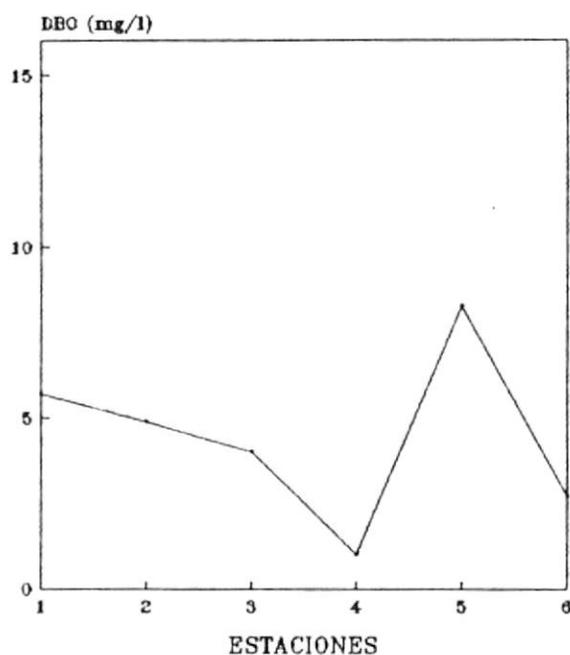


FIG. 19 DBO espacial, Primer muestreo

DBO (METODO MANOMETRICO)  
MUESTREO N: 2 ( SEPT. - OCT.)

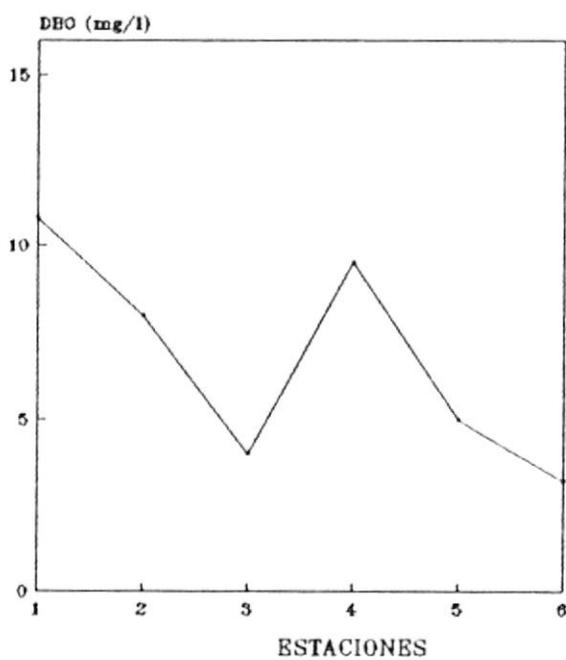


FIG. 20 DBO espacial, Segundo muestreo

DBO (METODO MANOMETRICO)  
MUESTREO N° 4 (MES DE OCTUBRE)

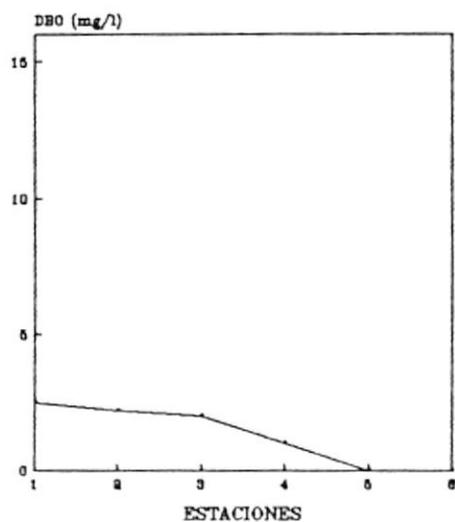


FIG. 22 DBO Espacial, 4to. muestreo

DBO (METODO MANOMETRICO)  
MUESTREO N° 5 (OCT. - NOV.)

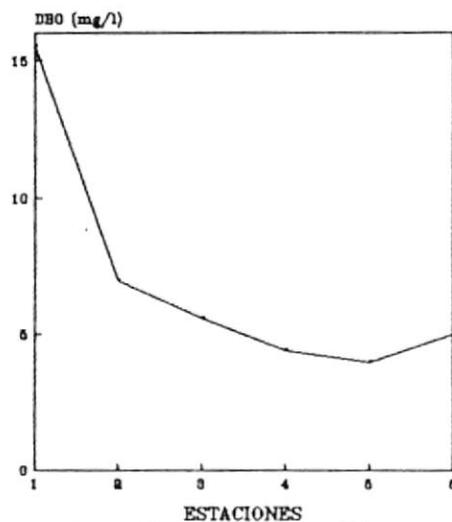


FIG. 23 DBO Espacial, 5to. muestreo

DBO (METODO MANOMETRICO)  
MUESTREO N° 3 (SEPT. - OCT.)

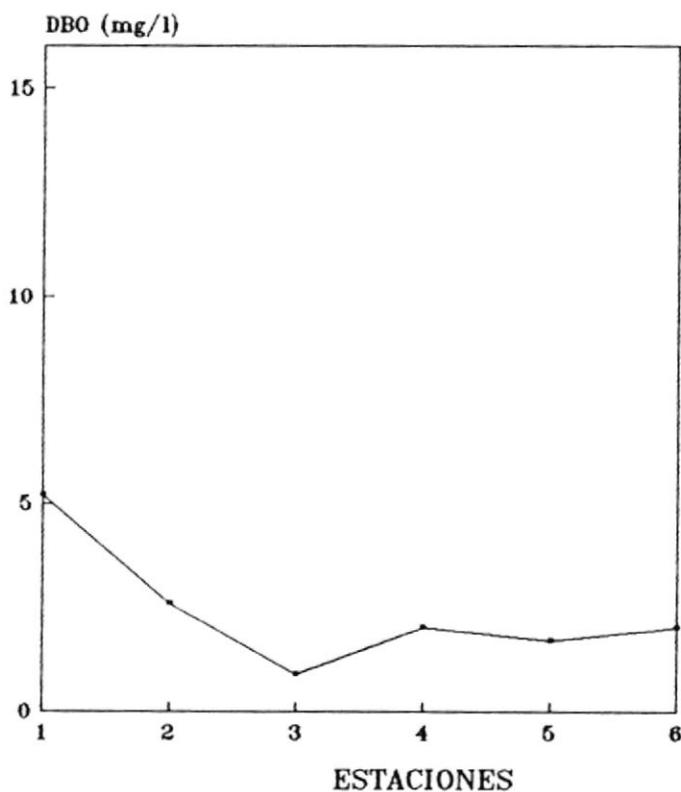


FIG. 21 DBO Espacial, 3er. Muestreo

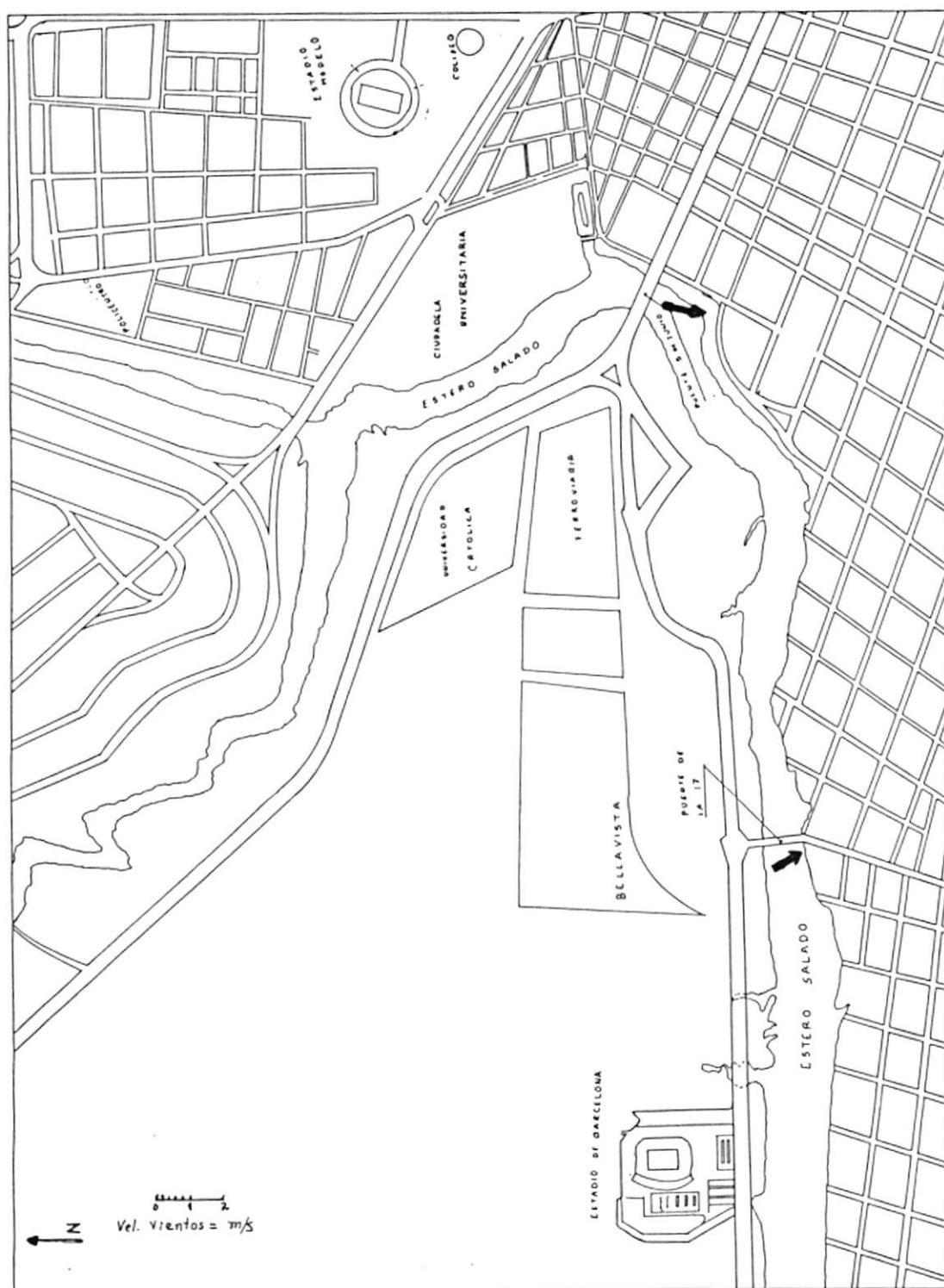


Fig. 24 Vientos en estación 1 y 2

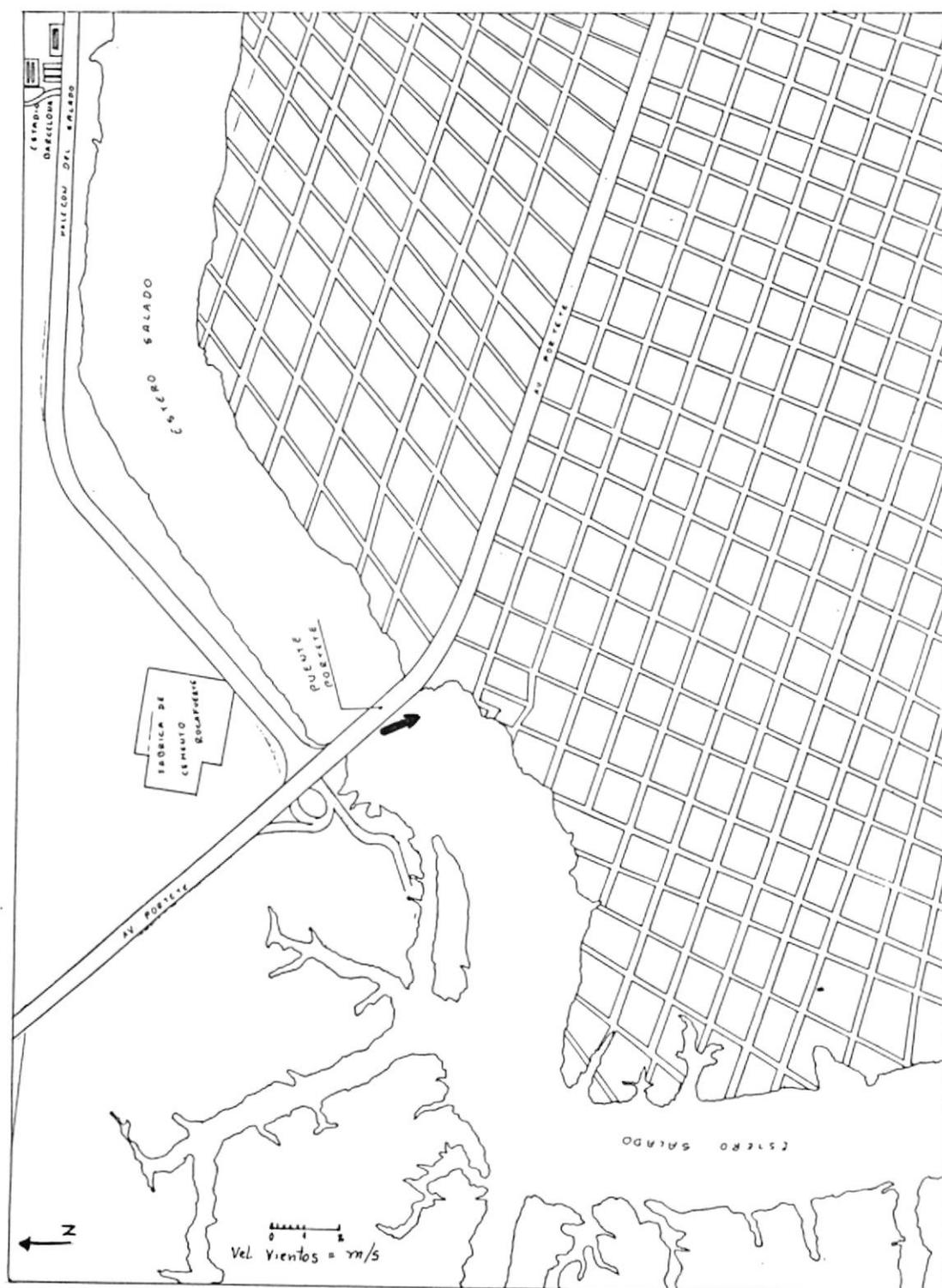


Fig.25 Vientos en estación 3

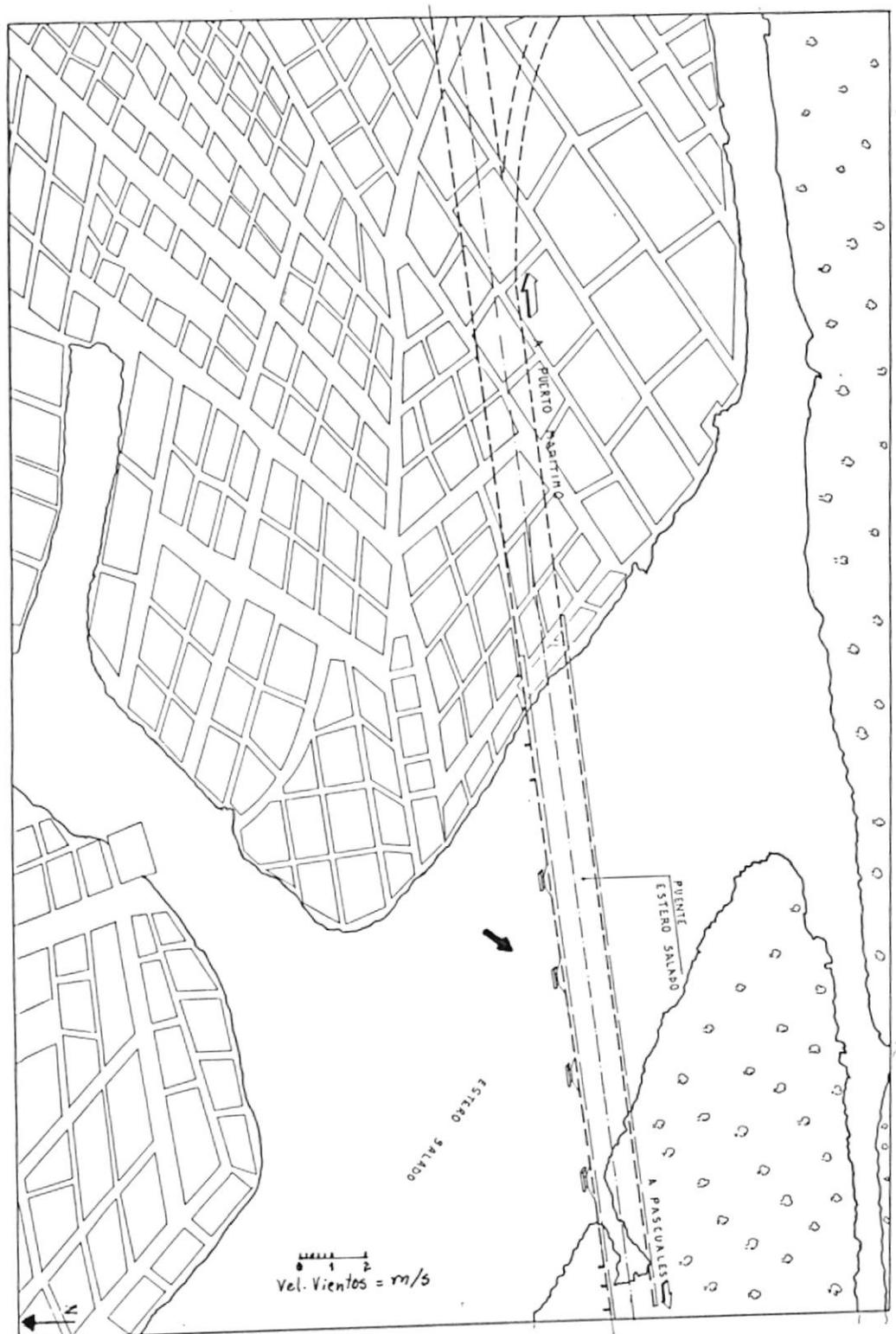


Fig.26 Vientos en estación 4

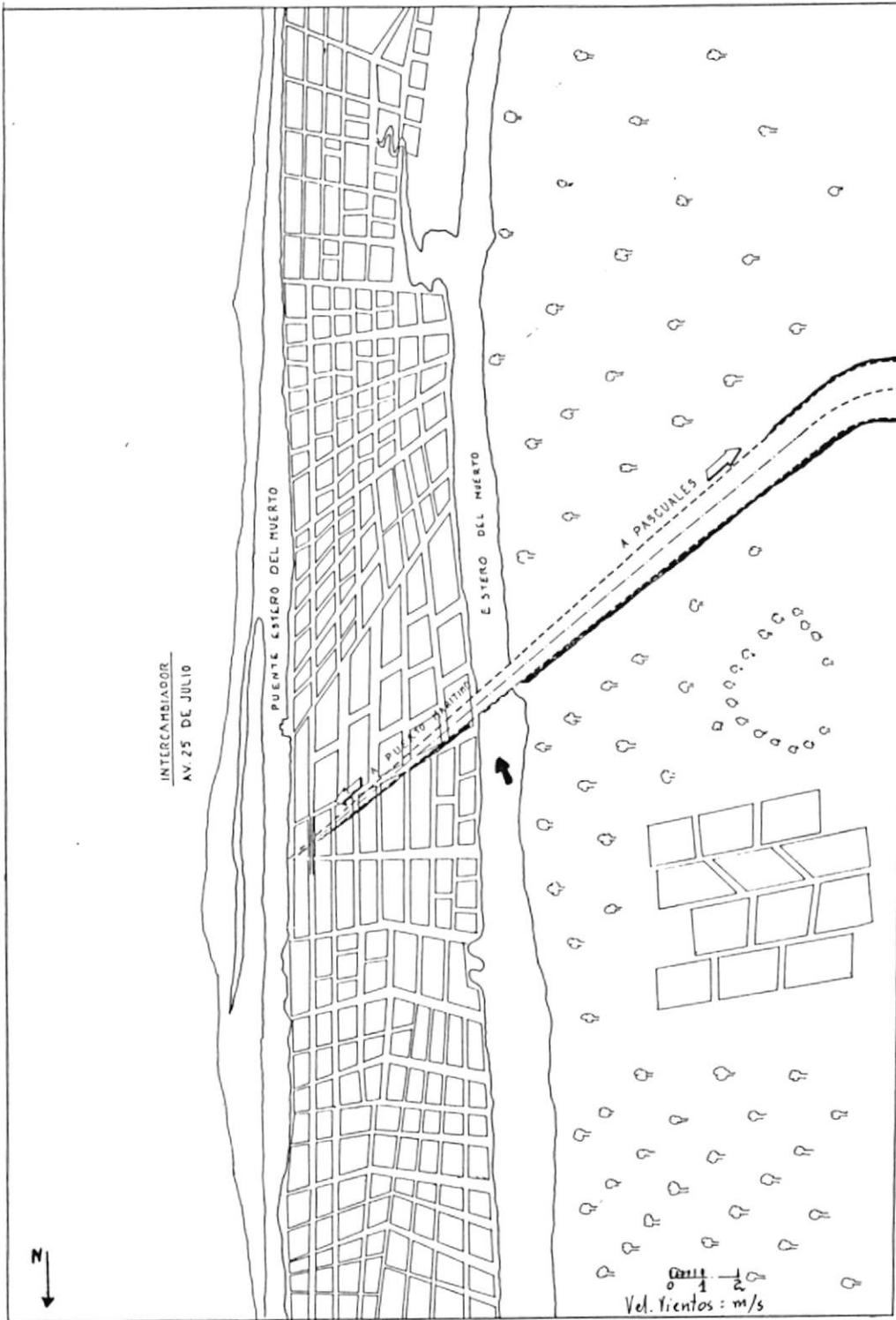


Fig. 27 Vientos en estación 5

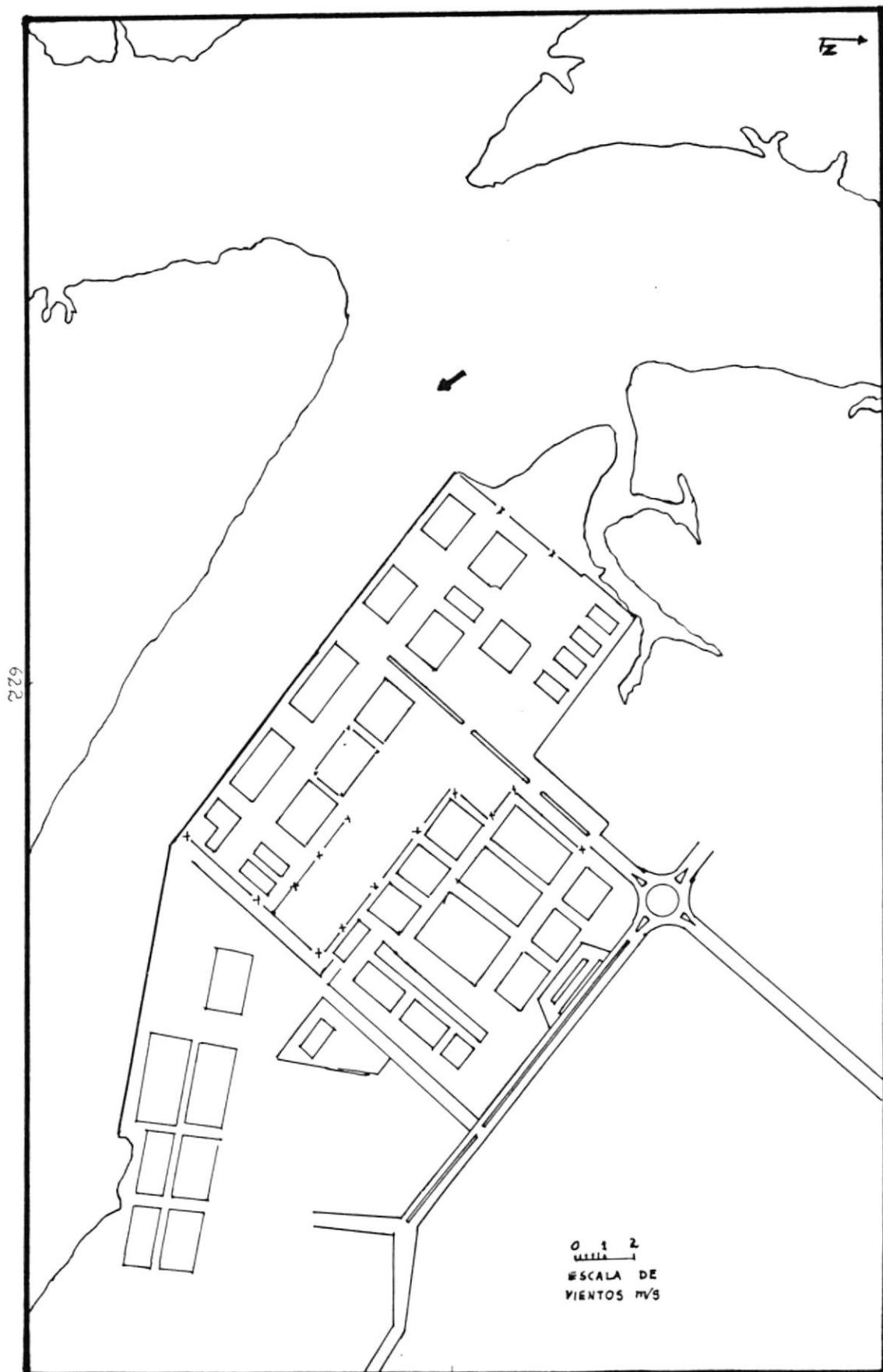


Fig. 28 Vientos en estación 6

# COMPARACION DE MAREAS

## MAREA OCTUBRE 21 DE 1990

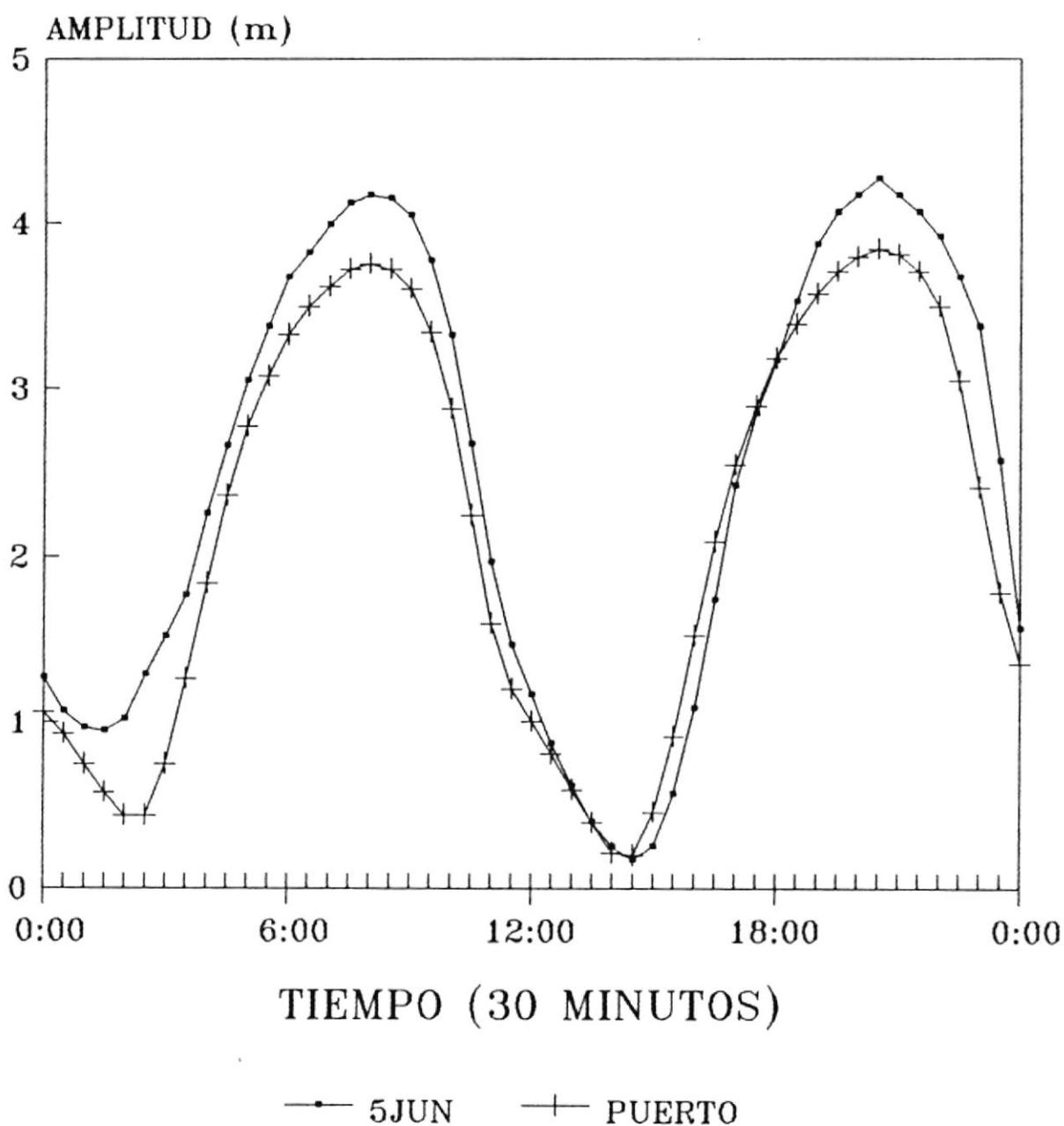


FIG. 29 Desfase de Mareas entre Puente 5 de Junio y Pto. Marítimo, 21 de Octubre de 1990

# COMPARACION DE MAREAS

## MAREA OCTUBRE 22 DE 1990

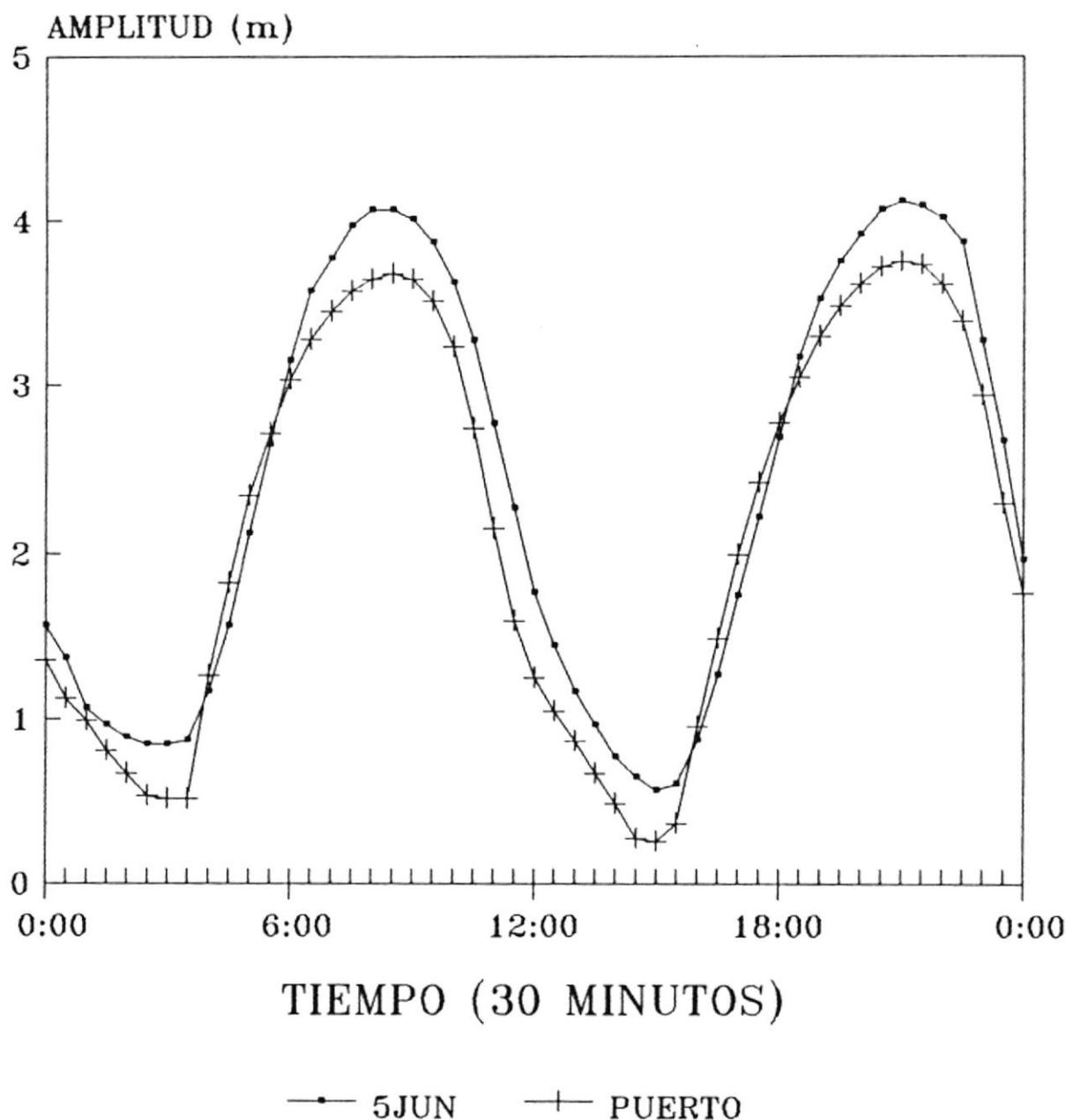


FIG. 30 Desfase de Mareas entre Pte. 5 de Junio y Pto. Marítimo, 22 de Octubre de 1990

# COMPARACION DE MAREAS

## MAREA OCTUBRE 23 DE 1990

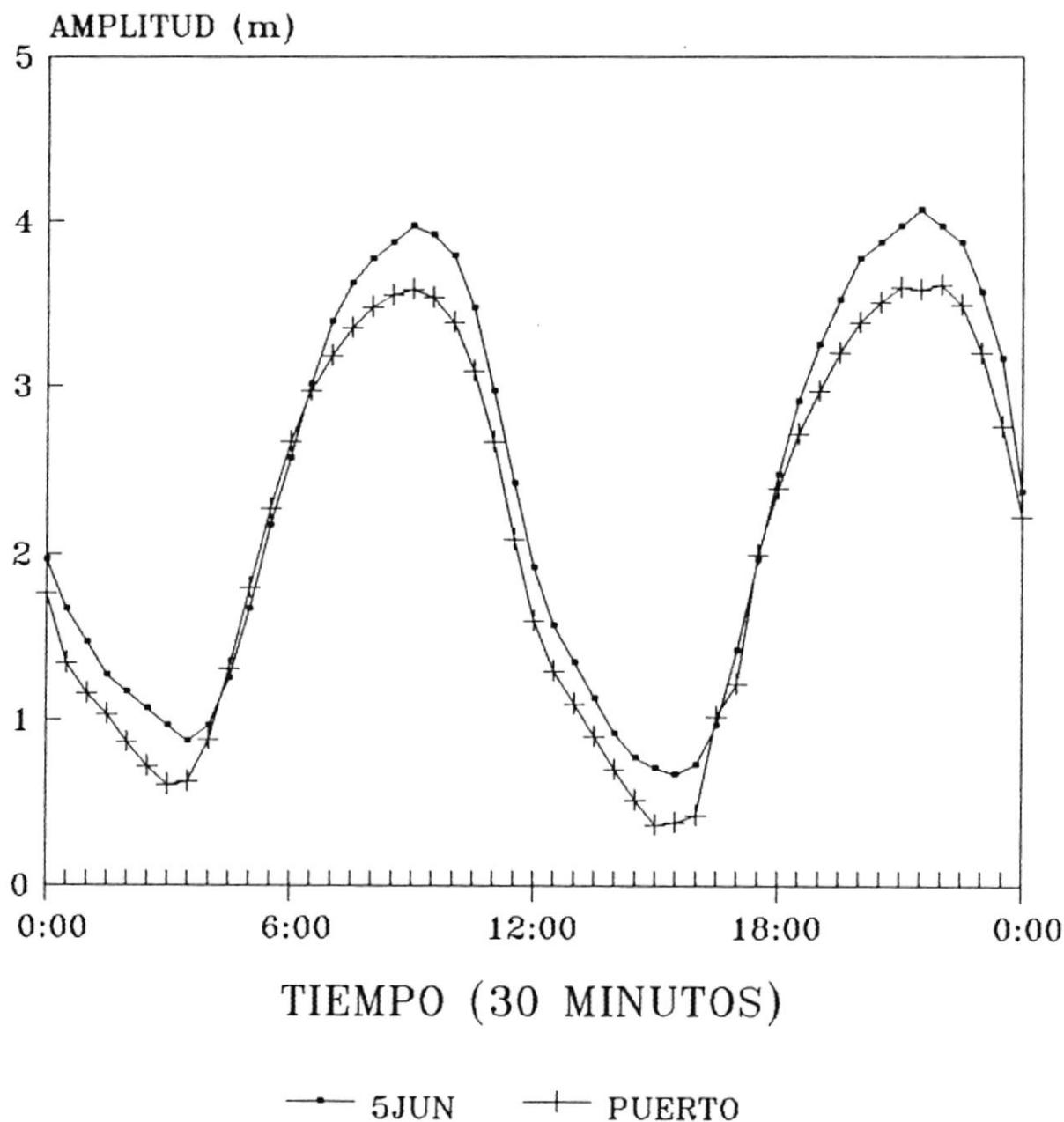


FIG. 31 Desfase de Mareas entre Puesto 5 de Junio y Pto. Marítimo, 23 de Octubre de 1990

# COMPARACION DE MAREAS

## MAREA OCTUBRE 24 DE 1990

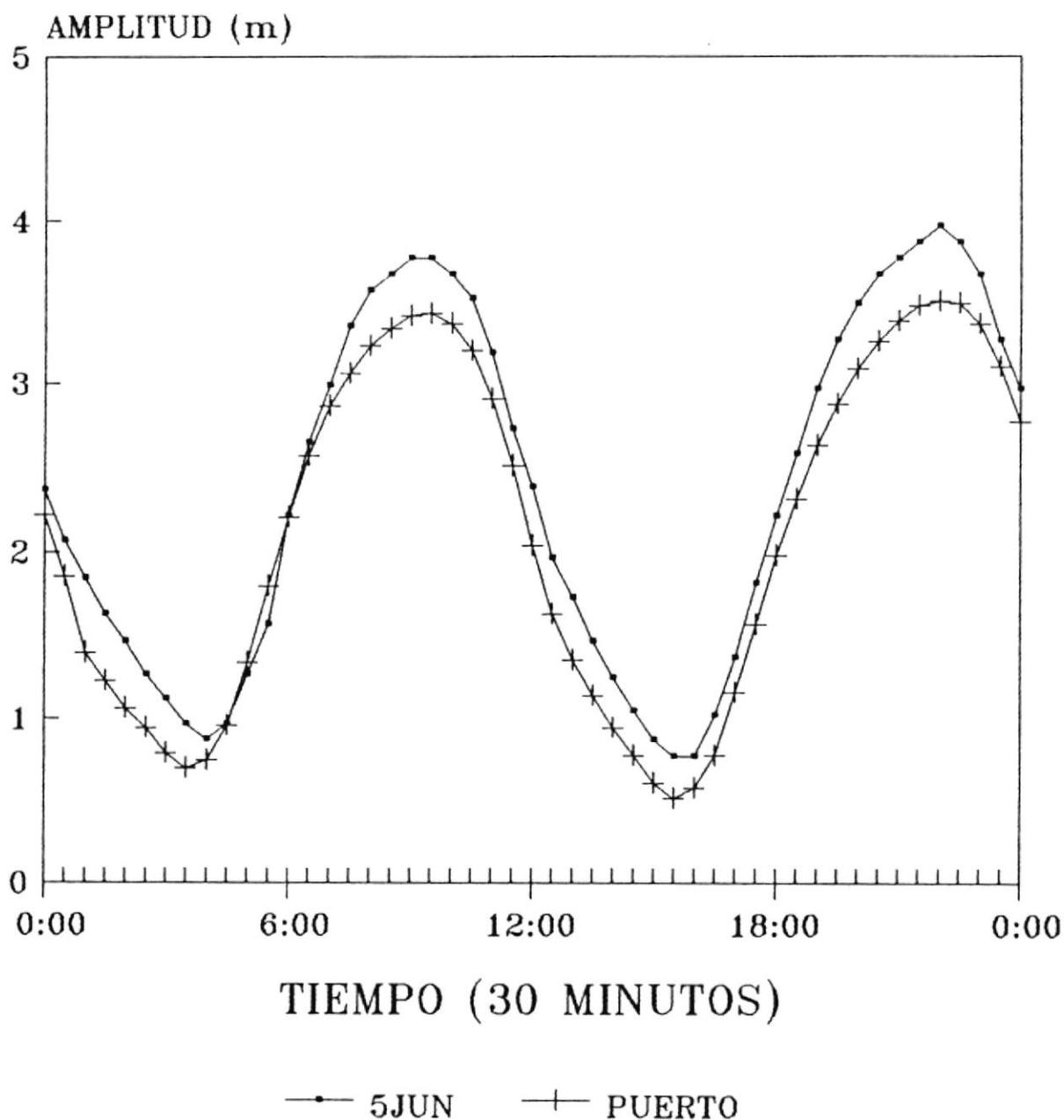


FIG. 32 Desfase de Mareas entre Puente 5 de Junio y Pto. Marítimo, 24 de Octubre de 1990

# COMPARACION DE MAREAS

## MAREA OCTUBRE 25 DE 1990

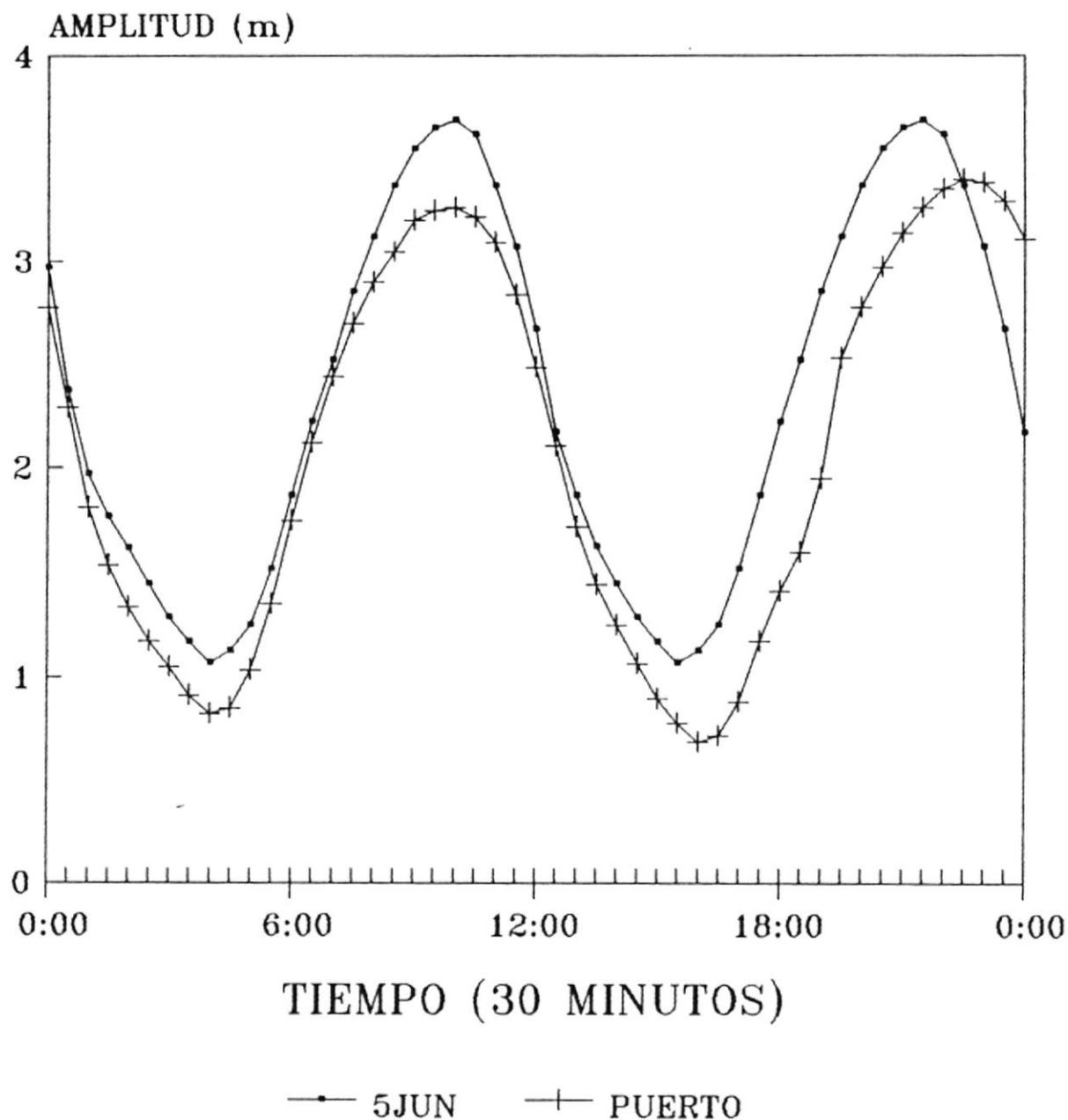


FIG. 33 Desfase de Mareas entre Puente 5 de Junio y Pto. Marítimo, 25 de Octubre de 1990

PERFIL BATIMETRICO  
YACHT CLUB (PTE. 5 DE JUNIO)

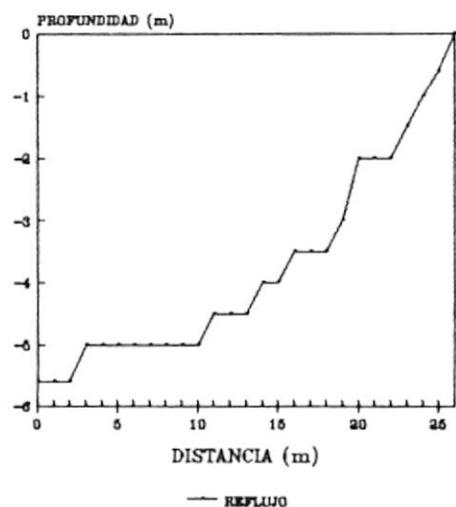


FIG. 33 Sección Club Náutico

PERFIL BATIMETRICO  
ESTACION 3 (PUENTE PORTETE)

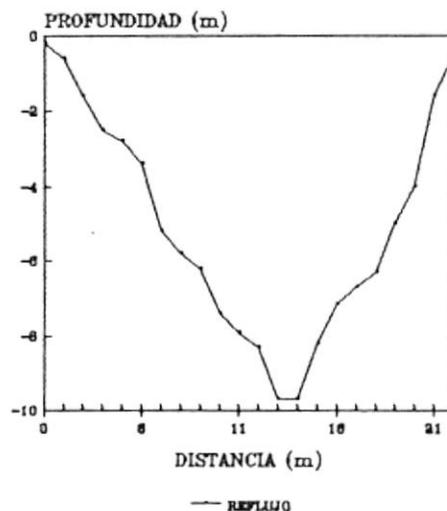


FIG. 32 Sección Puente Portete

PERFIL BATIMETRICO  
ESTACION 1 (PUENTE 5 DE JUNIO)

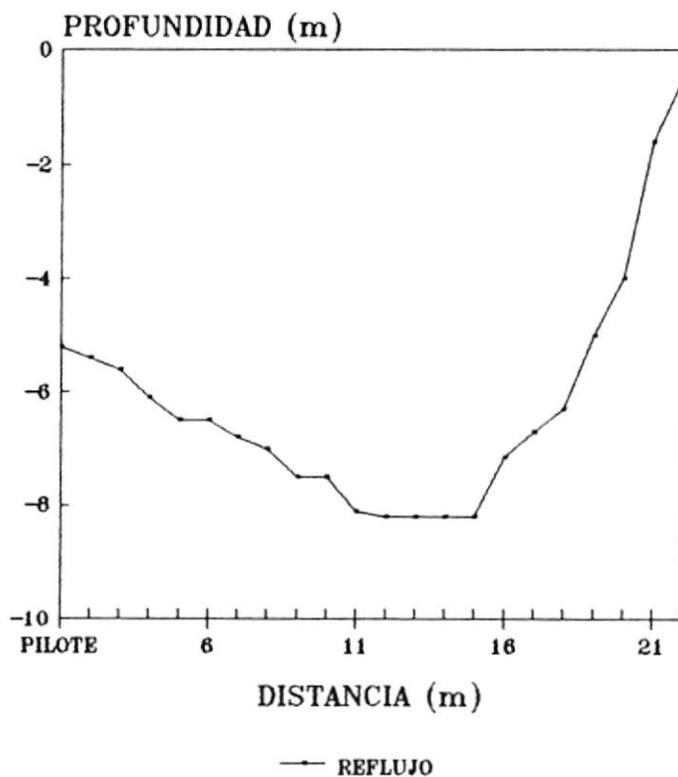
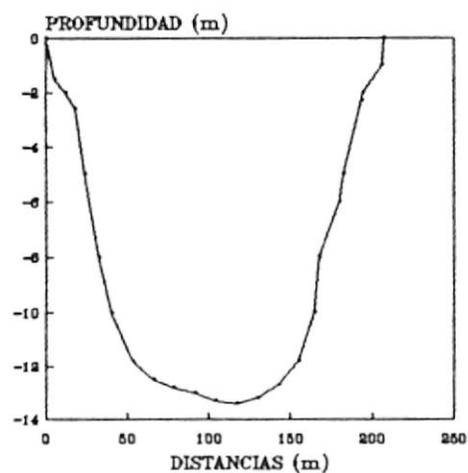


FIG. 34 Sección del Puente 5 de Junio

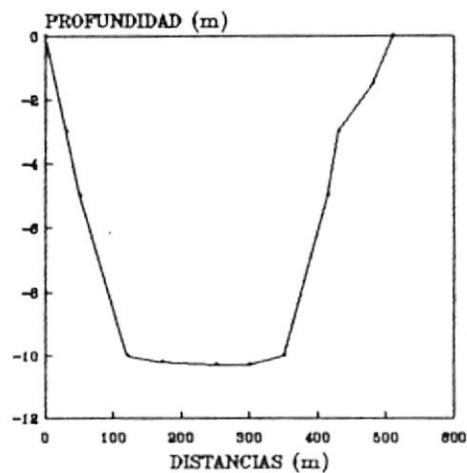
PERFIL BATIMETRICO  
ESTACION 5 (PTE. ESTERO DEL MUERTO-VP)



— MUERTO (PERIMETRAL)

Fig. 36 Sección Pte. Est. del  
Muerto - VP

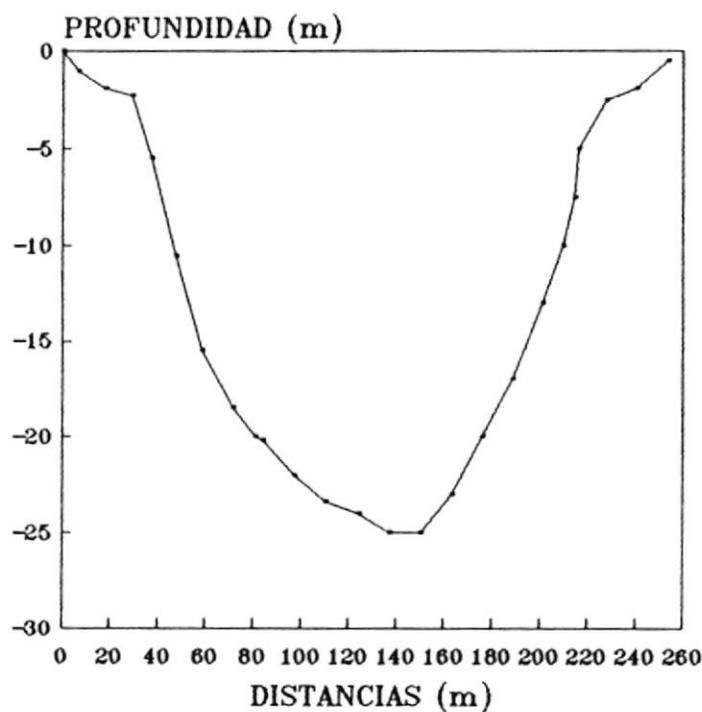
PERFIL BATIMETRICO  
ESTACION 6 (PUERTO MARITIMO)



— MUERTO (PTO. NUEVO)

Fig. 35 Sección Puerto Marítimo

PERFIL BATIMETRICO  
ESTACION 4 (PTE. ESTERO SALADO-VP)



— SALADO (PERIMETRAL)

Fig. 37 Sección Pte. Est. Salado - VP

OXIGENO DISUELTO (OD) VS PROFUNDIDAD  
ESTACION PUENTE CINCO DE JUNIO

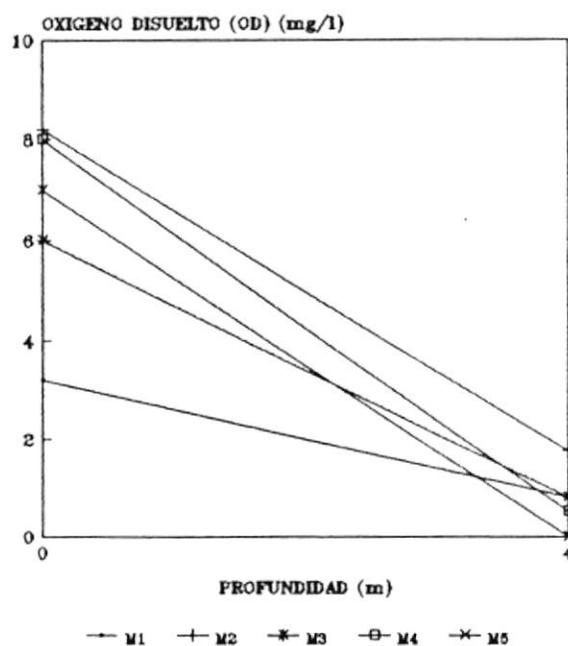


Fig. No. 46 OD vs Profundidad, est.1

DBO VS PROFUNDIDAD  
ESTACION PUENTE CINCO DE JUNIO

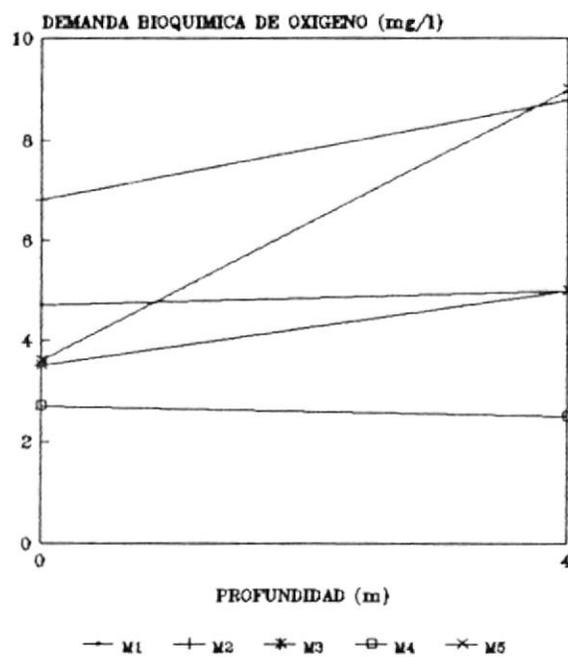


Fig. No. 47 DBO vs Profundidad, est.1

OD DE SATURACION VS PROFUNDIDAD  
ESTACION PUENTE CINCO DE JUNIO

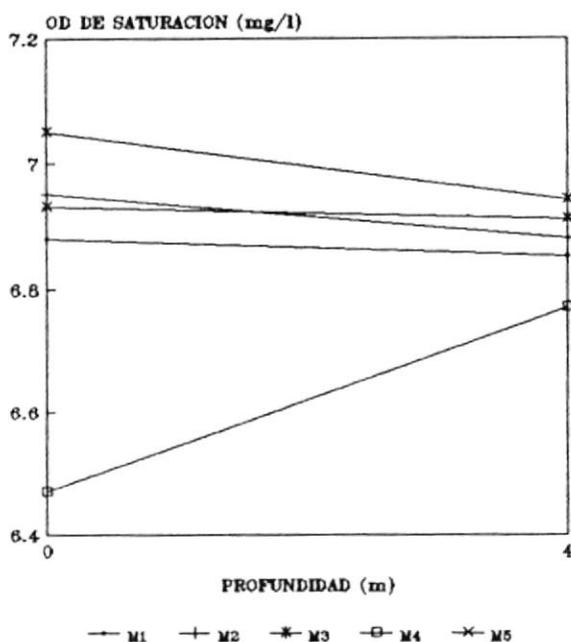


Fig. No. 48 ODs vs Profundidad, Est. 1

% DE SATURACION DE OD VS PROFUNDIDAD  
ESTACION PUENTE CINCO DE JUNIO

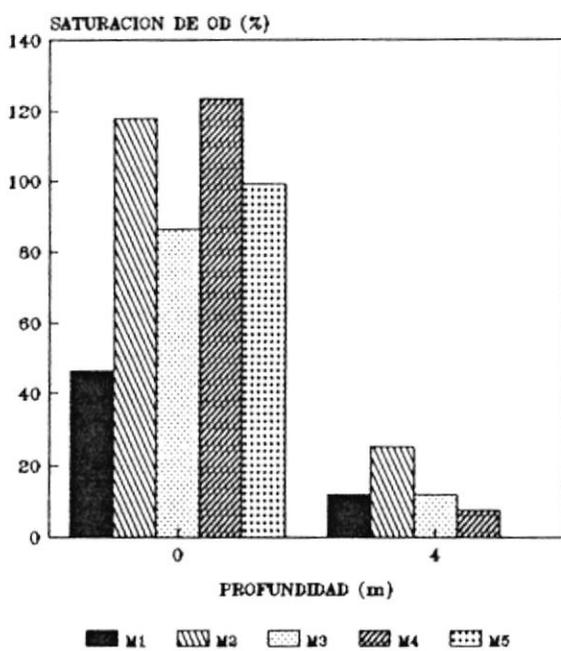


Fig. No. 49 % OD vs Profundidad, Est. 1

DBO VS SALINIDAD (SUPERFICIE)  
PRIMER MUESTREO

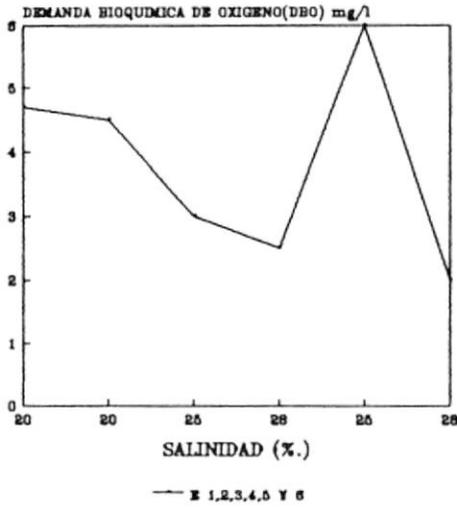


Fig. No. 50 DBO vs Salinidad (S)

DBO VS TEMPERATURA (SUPERFICIE)  
PRIMER MUESTREO

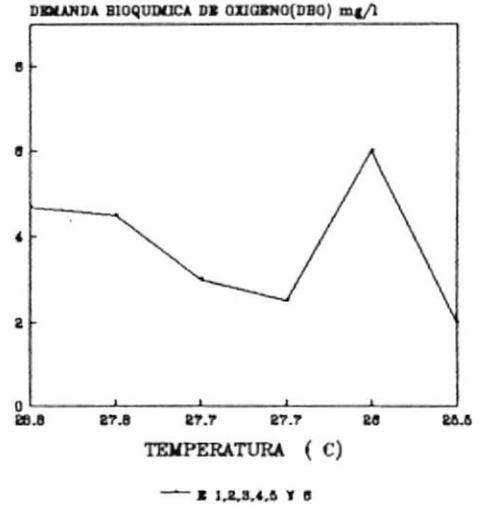


Fig. No. 51 DBO vs Temperatura (S)

DBO VS DISCO SECCHI (SUPERFICIE)  
PRIMER MUESTREO

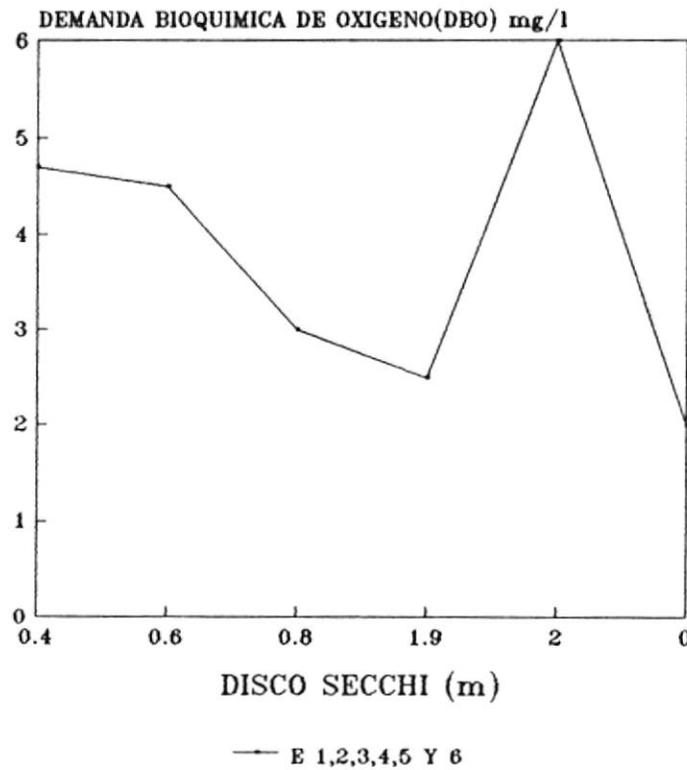


Fig. No. 52 DBO vs Disco Secchi (S)

DBO VS SALINIDAD (FONDO)  
PRIMER MUESTREO

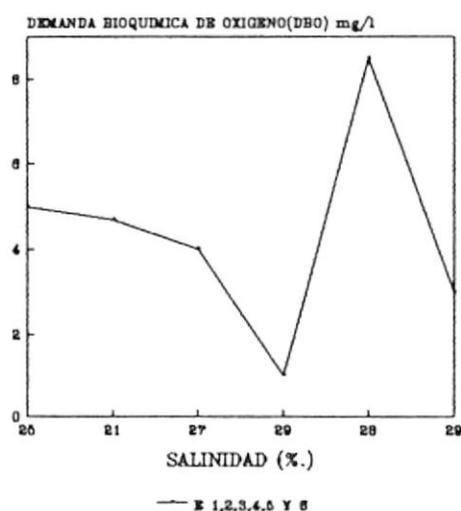


Fig. No. 53 DBO vs S‰ (F)

DBO VS TEMPERATURA (FONDO)  
PRIMER MUESTREO

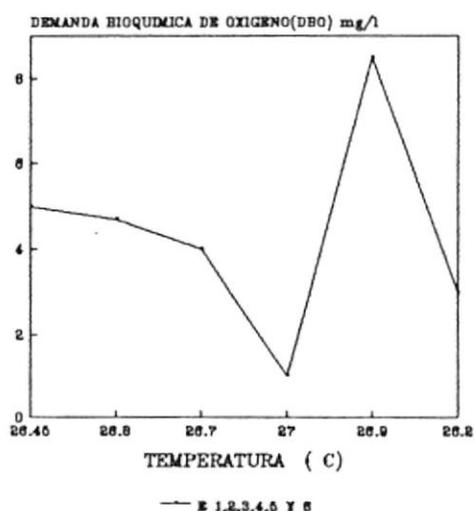


Fig. No. 54 DBO vs Temperatura (F)

DBO VS DISCO SECCHI (FONDO)  
PRIMER MUESTREO

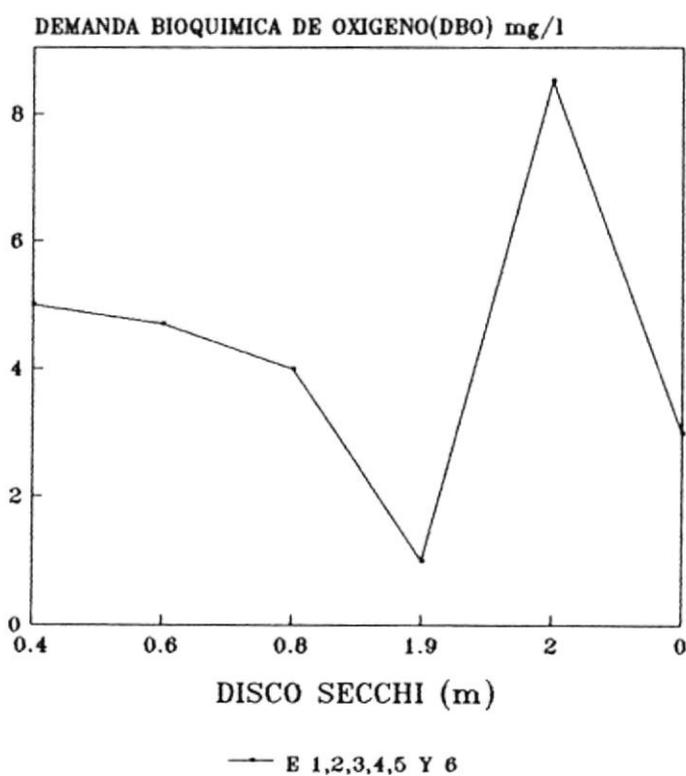


Fig. No. 55 DBO Vs Disco Secchi (F)

DBO VS SALINIDAD (SUPERFICIE)  
SEGUNDO MUESTREO

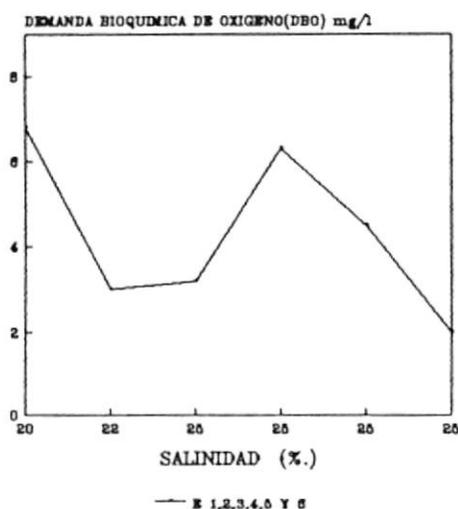


Fig. No. 56 DBO vs S%. (S), M2

DBO VS TEMPERATURA (SUPERFICIE)  
SEGUNDO MUESTREO

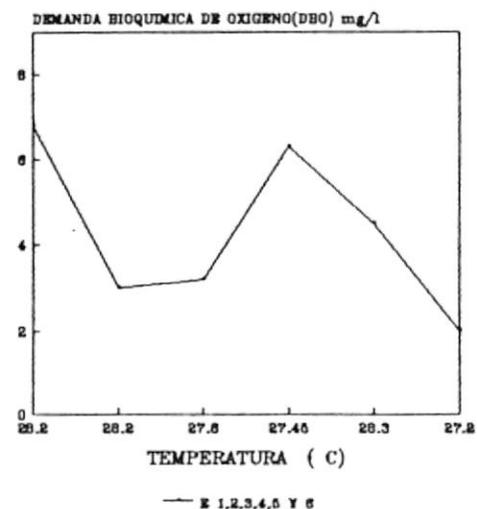


Fig. No. 57 DBO vs Temperatura, M2

DBO VS DISCO SECCHI (SUPERFICIE)  
SEGUNDO MUESTREO

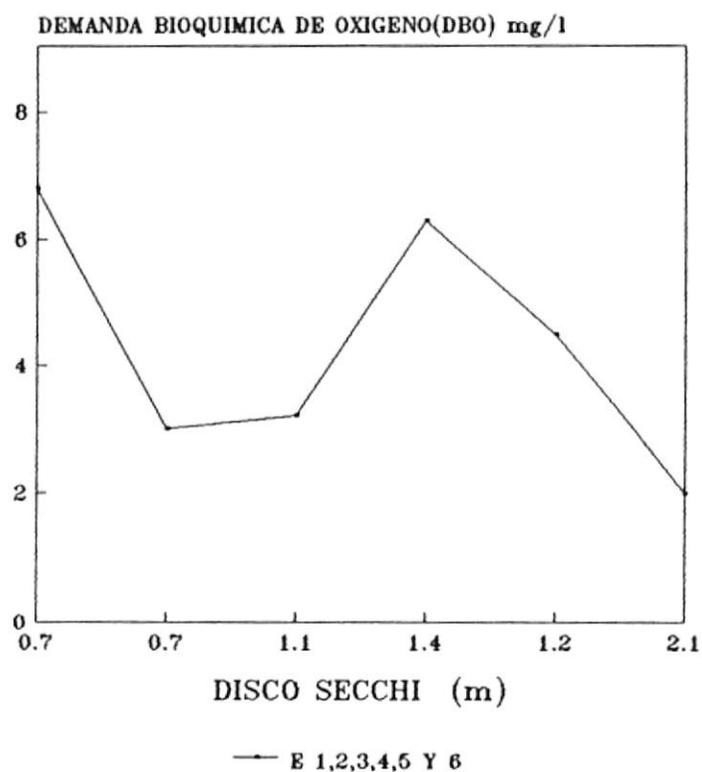
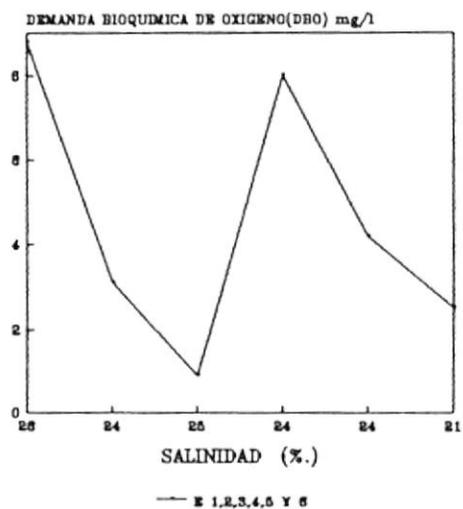


Fig. No. 58 DBO vs Disco Secchi, M2

DBO VS SALINIDAD (FONDO)  
SEGUNDO MUESTREO



DBO VS TEMPERATURA (FONDO)  
SEGUNDO MUESTREO

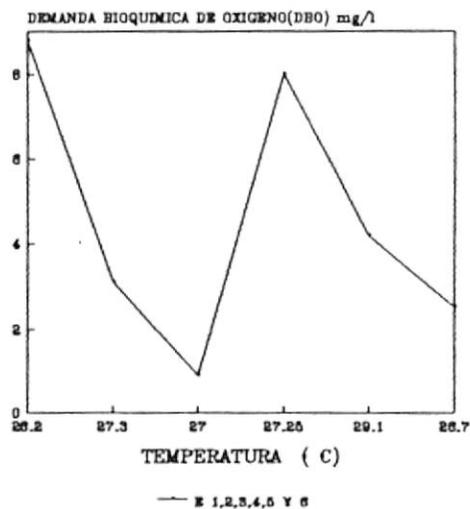


Fig. No. 59 DBO vs Salinidad, M2 (F)      Fig. No. 60 DBO vs Temperatura, M2 (F)

DBO VS DISCO SECCHI (FONDO)  
SEGUNDO MUESTREO

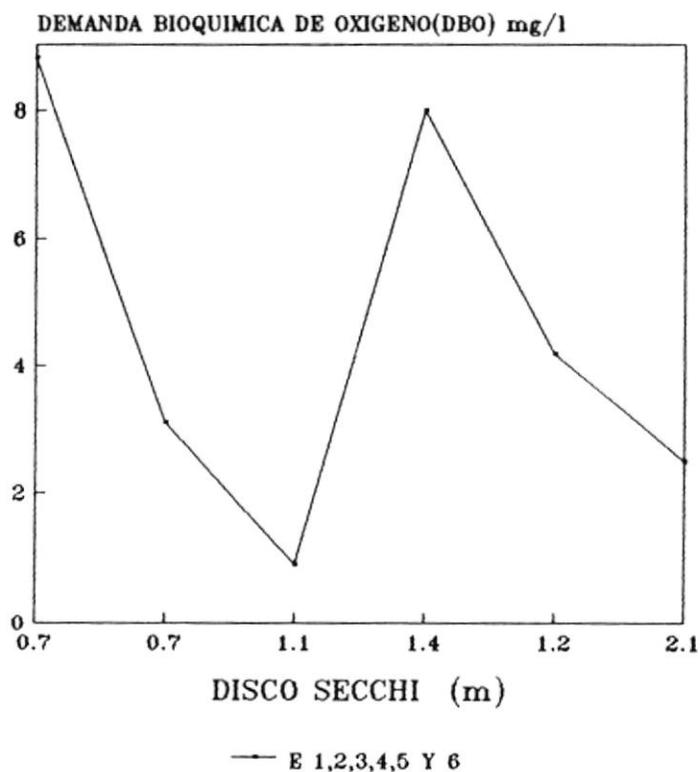


Fig. No. 61 DBO vs Disco Secchi, M2 (F)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que el Estero Salado en los actuales momentos está llegando a su etapa más crítica, puesto que eutroficación es evidente y la capacidad de autodepuración se va disminuyendo a tal velocidad que el problema se puede tornar irreversible, sobre todo en las estaciones norte, esto considerando la información proporcionada por EMAG en 1986.
2. Considerando que el interés de efectuar una evaluación de la contaminación en el Estero Salado, requiere de dar los criterios en base a los valores totales de cada uno de los parámetros, en la estación Pte. 5 de Junio antes de comenzar con los muestreos planificados, se comparó cuales serían las principales diferencias y en que rango de valores para las muestras filtradas y sin filtrar llegándose a la conclusión de que los datos de laboratorio obtenidos para las muestras sin filtrar fueron confiables, por lo que se resolvió en lo posterior se tomará la muestra, se preservará convenientemente y se medirá.

3. Dentro de lo que es condiciones de límite de acuerdo al Art.22 del Registro Oficial No. 204 del 5 de junio de 1989, se establece que la visibilidad del disco será de por lo menos 2 m lo cual no se cumple en el tramo de estudio.
4. Para la estación 4 la DBO<sub>5</sub> tuvo como valor máximo 7.8 mg/l durante el segundo muestreo y como valor mínimo de 1 mg/l durante el primero y cuarto muestreo, el valor promedio fue de 3.26 mg/l; esta estación con DBO<sub>5</sub> aparentemente baja presenta un comportamiento extremadamente variable, que está sometido a la influencia de la contaminación biológica y al de la contaminación por hidrocarburos, además en el gráfico de comparación de DBO<sub>5</sub> por el método manométrico presenta un máximo (Fig. 18).
5. En cuanto a las mareas, las amplitudes máximas son de 3.66 m en el Pto. Marítimo y 4.10 m en el Pte. 5 de Junio y las amplitudes promedios son de 3.2 m en el Pto. Marítimo y 3.32 m en el Pte. 5 de Junio. No existe precisamente un esquema específico de dónde se efectúa primero la pleamar y la bajamar, pero lo que si se puede decir es que las pleas son casi simultáneas con 4 a 6 minutos de diferencia, ocurriendo primero en el Pto. Marítimo y después en el Pte. 5 de

Junio; el decir simultáneas significa quizás que el agua a la altura del Pte. 5 de Junio se mantiene sin descender por completo. En cuanto a las bajas siempre ocurrieron primero en el Pto. Marítimo y después en el Pte. 5 de Junio, sobre todo las segundas bajas del día que ocurren 4 a 10 minutos después. La escasa influencia de la marea en la renovación del agua y por lo tanto en base a la idea de que el agua permanece más tiempo a la altura de los puentes 5 de Junio y de la Calle 17, indicaron altos rangos de DBO.

6. Se puede concluir que los puntos en que se midieron valores mínimos de velocidad en las diferentes estaciones demuestran la mínima circulación existente, así como el camino directo al estancamiento y excesos de sedimentos orgánicos suspendidos y donde las velocidades fueron completamente nulas, fue donde se encontraron los valores más altos de DBO, tal es el caso de la estación 1 (Puente 5 de Junio).
  
7. De la salinidad, durante el refluo los valores promedios de fondo 29.60‰, fueron superiores a los de superficie 29.55 ‰, a excepción de la estación 5 donde la salinidad mínima fue de fondo y se observó solamente durante el cuarto muestreo (28 ‰), ya que en la estación 4 los valores mayores de salinidad se observaron en la superficie y no en el fondo como fue

el esquema general de las otras estaciones, esto se debe a que existen mayor número de descargas subsuperficiales no salinas en la zona Sur Oeste - Sur que coincide con la estación 4; se podría decir también que en la estación 5 ocurre lo mismo de manera intermitente o según las horas de máxima salidas de aguas crudas, siendo esto lo que causó un pico de baja salinidad tan evidente.

8. De las temperaturas superficiales encontradas el mayor valor promedio se encontró en la estación 1 siendo de 28.42 °C que con relación al valor mínimo promedio de 26.26 °C de la estación 6 existe una diferencia de 2.16 °C que se justifica puesto que si se observa el comportamiento superficial de la temperatura se muestra una tendencia en aumento desde el Pto. Marítimo al Pte. 5 de Junio, lo cual significa que el comportamiento en reflujos tanto en sicigia como en cuadratura es que las temperaturas superiores siempre se encontraron en las estaciones interiores y no en las exteriores, denotando esto poca circulación. Se deberá indicar que en casi todas las estaciones hubieron valores mínimos que fueron medidos durante el quinto muestreo, esto se debe a que conciden con la presencia de mucha nubosidad en el día del muestreo y por lo tanto con el menor calentamiento de la

superficie del agua en ese mismo día. Se deberá concluir también que la temperatura presentó la clara influencia de las descargas puntuales, tal es así que durante el quinto muestreo en la estación 5 en la muestra de fondo se presentaron valores altos y siendo las salinidades bajas denotaron la presencia de una gran descarga, que por los procesos de mezcla, esto determinaría un estuario muy estratificado .

9. Los valores más altos de pH fueron encontrados durante el refluo en la estación 1, de 8.50 y en la estación 3, de 8.15 ambos durante el cuarto muestreo, además se encontró un valor de 8.01 en la estación 1 durante el segundo muestreo, y fue también en la estación 1 donde se encontró el mínimo valor de pH 7.00. La desviación estándar promediada durante los muestreos es de 0.15. Un pH con tales valores no significa que está fuera de los rangos normales o permitidos, puesto que ese no es el problema, el verdadero síntoma de contaminación son esas dramáticas variaciones entre los niveles de superficie y de fondo, entre las estaciones y entre los muestreos, que son provocados por agentes extraños descargados en el cuerpo de agua receptor.
  
10. Con respecto a los valores menores de OD según el límite establecido en la Ley Ecuatoriana R.O. Nº 204, se encontraron en la estación 1, 2, y 4 en muestras de

fondo, siendo estos valores de 0, 1 y 4 mg/l de OD, siendo esta la razón por la que son estaciones problema.

11. Los valores de ortofosfatos sí ocasionan problemas puesto que son bastante altos con valores máximos de 2.60  $\text{PO}_4^{3-}$  mg/l en la estación 4 durante el quinto muestreo y valores mínimos de 0.25  $\text{PO}_4^{3-}$ mg/l en la estación 6 durante el cuarto muestreo. Todas las estaciones presentaron valores de superficie máximos de 2.5  $\text{PO}_4^{3-}$  mg/l en el quinto muestreo, y valores de fondo máximos en el segundo y tercer muestreo con valores promedios de 1.69  $\text{PO}_4^{3-}$ mg/l.
  
12. En cuanto al color muchas veces nos preguntamos por qué el Estero Salado tiene un color café - verdoso, pues esto se debe a la presencia de la materia orgánica suspendida y además su continua oxidación-reducción incrementa los valores de color y turbiedad, dependiendo estos también de la fase de marea en la que nos encontremos.
  
13. La búsqueda de una posible relación de la DBO con otros parámetros en este trabajo fue de tipo descriptivo, encontrándose que aún tomando en cuenta todos los conceptos físico-químicos y químicos, la DBO es un

parámetro muy significativo a la vez que complejo, debiéndose tratar con mucha cautela su determinación.

### RECOMENDACIONES

1. Una de las más caras aspiraciones de la ciudad es devolver al Estero Salado sus antiguas cualidades y su natural belleza. Pero no cabe, como la mayoría piensa, hablar solamente de un Plan de Recuperación del Estero Salado, puesto que la rehabilitación de la masa hídrica, no representa una solución integral a los problemas que afectan al Estero en su zona de influencia.
  
  2. Hay que pensar como complemento de la recuperación de la calidad de las aguas del Estero, en un Plan de Rescate y Rehabilitación Urbano-Arquitectónico de las márgenes del Estero Salado y su zona de influencia. El instrumento técnico sería el punto de partida que preveerá de acciones integrales de corto, mediano y largo plazo, que pueda ser acogido por instituciones públicas o privadas para la ejecución de diferentes actividades en pro del rescate.
- El Proyecto Múltiple Parque Lineal Vía Marginal del



UR - FCA



Salado. Rediseño de Parques ribereños tendiente a devolver al Estero su categoría como centro recreacional por excelencia merece ser considerado, posterior a un completo estudio y acertada acción de rehabilitación de nuestro Estero Salado. Cuyos objetivos funcionales y sociales son los siguientes:

- a) Identificar las características actuales de los usos de suelo y los problemas urbanos que han surgido como consecuencia de la contaminación del Estero Salado, como pueden ser los cambios de uso o la degradación y estancamiento de la zona, para así llegar a propuestas de reordenamiento y revalorización urbana.
- b) Identificación de las necesidades sociales, particulares y globales de la comunidad respecto del uso y aprovechamiento del Estero con el fin de conocer la real y verdadera problemática urbana en torno al sistema estuarino.

A los objetivos anteriores se deben añadir además los siguientes:

- c) Determinar el proceso de evolución histórica de la contaminación ambiental de la ciudad y en particular del Estero, con el fin de comprender su situación actual, que es lo que yo estoy tratando de comenzar con el presente trabajo.

d) Mejorar nuestro sistema de alcantarillado y si es posible clasificarlo según el tipo de descarga que va a llevar, es decir de desechos domésticos, de desechos industriales, de desechos hidrocarburíferos y de desechos biológicos que es uno de los más importantes.

El decir mejorar nuestro sistema de alcantarillado implica también el reajuste de nuestras leyes para que controlen estrictamente las conexiones clandestinas de aguas servidas a la red de aguas lluvias; es necesario dar un mantenimiento permanente a todo el sistema de alcantarillas, así como a las estaciones de bombeo y estaciones de tratamiento que continuamente se paralizan, por problemas internos, ocasionando que las aguas sean descargadas totalmente crudas como ocurre en la Ciudadela Ferroviaria y en la Ciudadela La Chala.

3. Dado que para establecer una evaluación de la contaminación en el Estero Salado del carácter impacto físico del medio, continuamente se hacía la comparación con las condiciones límites establecidas en el R.O. N° 204, sugiero efectuar una revisión a dicha ley, puesto que en lo referente a Nutrientes de Nitrógeno las condiciones límites son más altas que

los valores medidos, y en cuanto a los Fosfatos recomiendo sean considerados dentro de dicha ley, puesto que este es un nutriente limitante, cuyos valores en el presente trabajo resultaron alarmantes.

4. La escasa influencia de la marea en la renovación del agua del Estero descrita en la conclusión No. 5 nos da la pauta para trabajos posteriores, puesto que si recordamos que la Fuerza directora de la circulación es la marea y es la que produce el efecto de renovación, recomiendo estudios de influencia de mareas, elaborar prismas de mareas en sectores de mayor interés, simulación del efecto del dragado si se aumenta el prisma de marea, etc. y una serie de estudios en este aspecto que servirían para afianzar los trabajos futuros de contaminación.
5. Debido a que el gran problema del estero es el sedimento orgánico, y sus fases de degradación, se está planificando una nueva investigación solo referente a la demanda béntica y a la posible neutralización de dicho sedimento en la que recomiendo además un estudio del tiempo de residencia de los contaminantes en el estero (Agua - Sedimento).
6. Dentro de mi afán de establecer una evaluación de la

contaminación actual del estero recomiendo que en estudios posteriores se efectúen otras mediciones de parámetros químicos como son determinación de trazas de metales pesados en aguas y sedimentos del estero, análisis de materia orgánica presente en las arenas del estero, mediciones de carbono orgánico, mediciones de potencial redox, determinación de la cantidad de petróleo en el agua y en fin todos aquellos parámetros que en conjunto con los medidos en el presente trabajo puedan satisfacer las necesidades descriptivas y estadísticas que implica una evaluación de la contaminación en el estero.

7. Partiendo de que la relación de la DBO con otros parámetros aquí se la planteó comparativamente y en forma descriptiva, sugiero que en próximos trabajos en el estero se trate de establecer alguna correlación estadística de los datos de la DBO en función del tiempo y de cada uno de los parámetros complementarios. En los trabajos de contaminación las mediciones y los análisis de los parámetros son complicados, y si hablamos de evaluaciones de contaminación o impacto físico encontramos que hay más limitaciones y dificultades, por esta razón es necesario que para un trabajo de este tipo se consideren todos los parámetros posibles, mayor número de muestreos y si es posible cada hora de tal



forma que se podría así obtener una mejor correlación de datos.

8. Dar soluciones inmediatas para el problema del Estero no es posible, y es más, creo que cualquier tratamiento químico ahora no sería adecuado puesto que sería inútil si no se elimina todo lo que lo afecta y que agrava su decadente estado. Siendo así necesario y prioritario educar a nuestra población y sobre todo aquella que vive en las margenes del mismo.

## APENDICE A

Variación Anual de los parámetros  
físico-químicos y químicos en el  
Estero Salado (Est. 1, 2, 4 y 6)

TABLA No A-1

LOCALIDAD: ESTERO SALADO (PUENTE CINCO DE JUNIO)

FECHA: 1980, 1981, 1983, 1985, 1986

EPOCA: SECA

NUMERO DE ESTACION: S-4A

PARAMETROS	UNIDADES	1980	1981	1983	1985	1986	1990	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STD.	VARIANZA
TEMPERATURA	* C	25.50	25.87	29.00	25.13	26.10	27.455	29.00	25.13	26.51	1.33	1.76
SALINIDAD	‰	21.11	21.94	9.16	20.65	17.04	23.81	23.81	9.16	18.95	4.82	23.27
DISCO SECCHI	mts.	0.89	0.68	0.68	1.31	1.39	0.46	1.39	0.46	0.90	0.34	0.12
PH		7.45	7.32	7.43	7.52	7.68	7.534	7.68	7.32	7.49	0.11	0.01
COLOR	Pt - Co	17.00	15.00	20.00	43.33	26.25	114.1	114.10	15.00	39.28	34.74	1206.98
TURBIDEZ	NTU	17.00	15.00	12.50	23.83	42.50	38.6	42.50	12.50	24.91	11.64	135.46
OXIGENO	mg/l	3.07	4.22	3.70	3.87	5.19	3.625	5.19	3.07	3.94	0.65	0.43
ODs	mg/l	7.23	7.14	7.54	7.26	7.21	6.863	7.54	6.86	7.21	0.20	0.04
OD/ODsx100		42.46	36.53	49.07	59.35	74.66	53.01	74.66	36.53	52.51	12.29	150.96
DBO5	mg/l	3.75	6.05	2.67	8.80	10.55	6.06	10.55	2.67	6.31	2.71	7.35
AMONIACO	mg/l	9.56	8.48	0.39	0.007		0.11997	9.56	0.00	3.09	4.20	17.68
NITRITOS	mg/l	0.15	0.12	0.33		0.02	0.05874	0.33	0.02	0.14	0.11	0.01
NITRATOS	mg/l	2.73	3.31	3.14			0.35475	3.31	0.35	2.38	1.19	1.41
COLIF. TOTALCOL/100ml		56917.00	201775.00	771500.00	203833.33	681000.00	738750	771500.00	56917.00	442295.89	293391.55	8.61E+10
COLIF. FECALCOL/100ml		24057.00	90383.00	468750.00	154833.33	177750.00	92500	468750.00	24057.00	168045.56	143273.17	2.05E+10

TABLA No A-2

LOCALIDAD: ESTERO SALADO (ISLA SAN JOSE)

FECHA: 1980, 1981, 1983, 1985, 1986

EPOCA: SECA

NUMERO DE ESTACION: S-5A

PARAMETROS	UNIDADES	PROMEDIO 80	PROMEDIO 81	PROMEDIO 83	PROMEDIO 85	PROMEDIO 86	PROMEDIO 90	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STD.	VARIANZA
TEMPERATURA	° C	25.50	25.70	25.70	24.98	25.55	27.2	27.20	24.98	25.77	0.68	0.47
SALINIDAD	‰	18.83	24.20	11.22	22.37	18.69	24.3	24.30	11.22	19.93	4.51	20.31
DISCO SECCHI	mts.	1.26	1.28	1.28	1.46	0.65	0.66	1.46	0.65	1.10	0.32	0.10
PH		7.57	7.33	7.47	7.60	7.70	7.425	7.70	7.33	7.52	0.12	0.01
COLOR	Pt - Co	12.00	12.00	20.00	18.42	18.75	38.8	38.80	12.00	19.99	9.00	80.92
TURBIDEZ	NTU	12.00	14.00	12.50	10.83	17.50	6.3	17.50	6.30	12.19	3.37	11.36
OXIGENO	mg/l	3.17	4.29	3.03	4.06	3.96	4	4.29	3.03	3.75	0.48	0.23
ODs	mg/l	7.13	7.02	7.02	7.12	7.47	6.8044	7.47	6.80	7.09	0.20	0.04
OD/ODSx100		44.46	61.11	43.09	54.37	60.00	59.0963	61.11	43.09	53.69	7.33	53.68
DBO5	mg/l	3.88	7.94	2.67	4.71	5.04	3.46	7.94	2.67	4.61	1.68	2.82
AMONIACO	mg/l	9.09	8.45	0.54	0.01		0.097137	9.09	0.00	3.03	4.07	16.53
NITRITOS	mg/l	0.13	0.10	0.62		0.05	0.11187	0.62	0.00	0.17	0.21	0.04
NITRATOS	mg/l	2.23	3.04	2.72			0.2992	3.04	0.00	1.66	1.26	1.59
COLIF. TOTAL	COL/100ml	37158.00	47915.00	1053750.00	27666.67	14475.00		1053750.00	14475.00	236192.93	408926.67	1.67E+11
COLIF. FECAL	COL/100ml	14361.00	24200.00	378750.00	19100.00	10400.00		378750.00	10400.00	89362.20	144767.67	2.10E+10

TABLA N<sup>o</sup> A-3

LOCALIDAD: ESTERO SALADO (PUENTE PORTETE)

FECHA: 1980, 1981, 1983, 1985, 1986

EPOCA: SECA

NUMERO DE ESTACION: S-6A

PARAMETROS	UNIDADES	PROMEDIO 80	PROMEDIO 81	PROMEDIO 83	PROMEDIO 85	PROMEDIO 86	PROMEDIO 90	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STD.	VARIANZA
TEMPERATURA	° C	25.70	25.61	25.61	24.98	25.60	27.02	27.02	24.98	25.75	0.61	0.38
SALINIDAD	‰	23.67	24.95	11.22	23.43	19.72	26.31	26.31	11.22	21.55	5.04	25.38
DISCO SECCHI	mts.	1.58	1.62	1.62	2.00	1.60	0.94	2.00	0.94	1.56	0.31	0.10
PH		7.40	7.36	7.37	7.50	7.78	7.444	7.78	7.36	7.47	0.14	0.02
COLOR	Pt - Co	7.00	10.00	20.00	30.00	7.00	16.2	30.00	7.00	15.03	8.21	67.41
TURBIDEZ	NTU	11.00	9.00	12.50	9.17	6.25	3	12.50	3.00	8.49	3.12	9.71
OXIGENO	mg/l	4.07	4.99	4.00	4.51	4.65	5.31	5.31	4.00	4.59	0.47	0.22
ODs	mg/l	6.84	6.88	7.4	6.82	7.40	6.805	7.40	6.81	7.02	0.27	0.07
OD/ODex100		59.50	72.52	54.05	71.70	64.57	78.0563	78.06	54.05	66.73	8.21	67.35
DBO5	mg/l	2.16	3.37	2.64	2.91	1.80	2.2	3.37	1.80	2.51	0.52	0.27
AMONIACO	mg/l	9.11	8.08	0.34	0.00		0.1032	9.11	0.00	2.94	4.01	16.09
NITRITOS	mg/l	0.12	0.12	0.50		0.08	0.23529	0.50	0.08	0.21	0.15	0.02
NITRATOS	mg/l	2.18	3.33	1.43			0.3168	3.33	0.32	1.81	1.10	1.20
COLIF. TOTALCOL/100ml		8842.00	13097.00	5502000.00	10866.67	8050.00		5502000.00	8050.00	1108571.13	2196715.13	4.83E+12
COLIF. FECALCOL/100ml		3736.00	10686.00	215150.00	2800.00	3800.00		215150.00	2800.00	47234.40	84005.37	7.06E+09

TABLA N<sup>o</sup> A-4  
 LOCALIDAD: ESTERO SALADO (CALLE E)  
 FECHA: 1980  
 EPOCA: SECA  
 NUMERO DE ESTACION: S-7A

PARAMETROS UNIDADES	PROMEDIO 80	PROMEDIO 81	PROMEDIO 83	PROMEDIO 85	PROMEDIO 86	PROMEDIO 90	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STD.	VARIANZA
TEMPERATURA o C	25.60	25.65	25.65	25.12	25.53	26.94	26.94	25.12	25.75	0.56	0.32
SALINIDAD %	24.64	25.67	12.04	24.14	20.27	27.57	27.57	12.04	22.39	5.12	26.22
DISCO SECCHImts.	1.70	1.82	1.82	2.34	2.10	1.66	2.34	1.66	1.91	0.24	0.06
PH	7.39	7.37	7.36	7.50	7.35	7.40	7.50	7.35	7.39	0.05	0.00
COLOR Pt - Co	6.00	7.00	15.00	17.00	6.67	18.50	18.50	6.00	11.70	5.25	27.52
TURBIDEZ NTU	8.00	7.00	6.50	8.00	6.67	2.60	8.00	2.60	6.46	1.82	3.33
OXIGENO mg/l	4.53	4.38	4.00	4.56	4.54	6.06	6.06	4.00	4.68	0.65	0.42
ODs	7.00	6.85		7.15	7.41	6.76	7.41	6.76	7.03	0.23	0.05
OD/ODsx100					69.50	89.59	89.59	69.50	79.54	10.04	100.90
DBO5 mg/l	2.11	1.88	1.94	1.30	1.28	3.04	3.04	1.28	1.93	0.59	0.35
AMONIACO mg/l	9.00	7.85	0.41	0.00		0.09	9.00	0.00	2.89	3.93	15.44
NITRITOS mg/l	0.14	0.15	0.33		0.10	0.06	0.33	0.00	0.13	0.10	0.01
NITRATOS mg/l	2.24	3.15	1.60			0.35	3.15	0.00	1.22	1.20	1.44
COLIF. TOTALNMP/100ml	12648.00	2916.00	76150.00	1186.00	2700.00	52750	76150.00	1186.00	24725.00	29127.89	8.48E+08
COLIF. FECALNMP/100ml	1751.00	1354.00	37950.00	1610.00	2700.00	17500	37950.00	1354.00	10477.50	13555.85	1.84E+08

TABLA No. A-5  
 LOCALIDAD ESTERO SALADO (ESTERO DEL MUERTO)  
 FECHA: 1980, 1981, 1983, 1985, 1986  
 EPOCA: SECA  
 NUMERO DE ESTACION: S-12A

PARAMETROS UNIDADES	PROMEDIO 80	PROMEDIO 81	PROMEDIO 83	PROMEDIO 85	PROMEDIO 86	PROMEDIO 90	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STD.	VARIANZA
TEMPERATURA o C	26.10	25.59	25.59	25.15	25.65	26.21	26.21	25.15	25.72	0.35	0.12
SALINIDAD %	26.32	25.93	15.74	24.70	18.94	27.79	27.79	15.74	23.23	4.37	19.07
DISCO SECCHIMTS.	1.28	1.31	1.31	1.46	0.85	1.28	1.46	0.85	1.25	0.19	0.04
PH	7.24	7.39	7.49	7.60	7.50	7.316	7.60	7.24	7.42	0.12	0.01
COLOR Pt - Co	7.00	6.00	15.00	12.83	5.00	13.6	15.00	5.00	9.91	4.00	15.99
TURBIDEZ NTU	10.00	6.00	12.50	8.83	8.75	1.8	12.50	1.80	7.98	3.37	11.32
OXIGENO mg/l	4.38	4.78	4.95	4.49	5.05	5.82	5.82	4.38	4.91	0.47	0.22
ODs mg/l	6.93	6.95	6.78	7.05	7.46	6.8373	7.46	6.78	7.00	0.22	0.05
OD/ODx100	63.20	68.77	56.45	63.69	67.64	85.1471	85.15	56.45	67.48	8.83	78.02
DBO5 mg/l	1.17	1.25	2.06	0.88	0.74	2.24	2.24	0.74	1.39	0.57	0.32
AMONIACO mg/l	9.75	7.99	0.04	0.00	0.09	0.26316	9.75	0.00	3.01	4.18	17.45
NITRITOS mg/l	0.15	0.24	0.22	0.00	0.00	0.1155	0.24	0.00	0.13	0.08	0.01
NITRATOS mg/l	2.50	3.24	1.39	3.24	3.24	0.3256	3.24	0.00	1.49	1.24	1.53
COLIF. TOTALCOL/100ml	1093.00	561.00	965.00	1265.00	380.00	32500	32500.00	380.00	6127.33	11798.09	1.39E+08
COLIF. FECALCOL/100ml	265.00	452.00	865.00	340.00	380.00	0	865.00	0.00	383.67	258.05	6.66E+04

TABLA N<sup>o</sup> A-6

LOCALIDAD: ESTERO SALADO (ESTERO COBINA)

FECHA: 1980, 1981, 1983, 1985, 1986

EPOCA: SECA

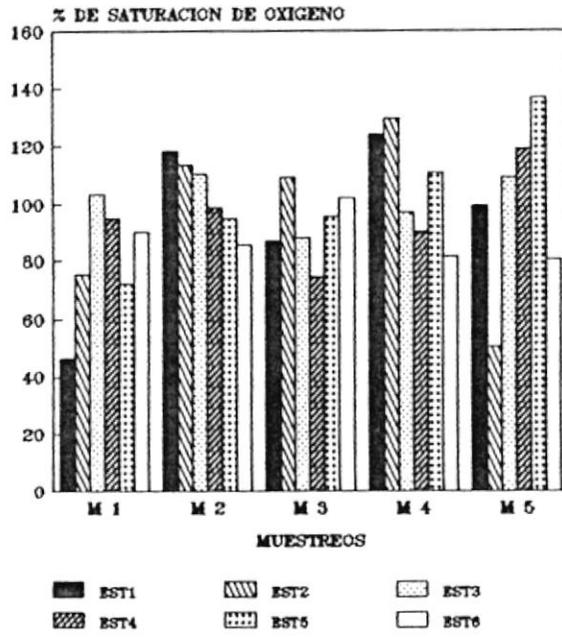
NUMERO DE ESTACION: S-13A

PARAMETROS	UNIDADES	PROMEDIO 80	PROMEDIO 81	PROMEDIO 83	PROMEDIO 85	PROMEDIO 86	PROMEDIO 90	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STD.	VARIANZA
TEMPERATURA	o C	26.00	25.50	25.50	24.78	25.60	26.21	26.21	24.78	25.60	0.45	0.20
SALINIDAD	%	26.37	25.68	15.37	24.61	20.98	27.79	27.79	15.37	23.47	4.19	17.52
DISCO SECCHI	mts.	1.19	1.10	1.10	1.27	0.86	1.28	1.28	0.86	1.13	0.14	0.02
PH		7.32	7.38	7.44	7.65	7.40	7.316	7.65	7.32	7.42	0.11	0.01
COLOR	Pt - Co	8.00	6.00	12.50	20.00	6.25	13.6	20.00	6.00	11.06	4.94	24.43
TURBIDEZ	NTU	15.00	7.00	13.00	15.83	8.25	1.8	15.83	1.80	10.15	4.95	24.53
OXIGENO	mg/l	4.80	5.18	5.23	5.26	5.45	5.82	5.82	4.80	5.29	0.31	0.09
ODs	mg/l	6.95	7.04	6.79	7.18	6.60	6.8373	7.18	6.60	6.90	0.18	0.03
OD/ODx100		69.06	57.26	68.79	72.44	82.56	85.1471	85.15	57.26	72.54	9.30	86.51
DB05	mg/l	1.37	1.12	1.67	1.13	0.91	2.24	2.24	0.91	1.41	0.44	0.19
AMONIACO	mg/l	9.99	7.97	0.02	0.00		0.26316	9.99	0.00	3.04	4.24	17.99
NITRITOS	mg/l	0.15	0.35	0.37		0.10	0.1155	0.37	0.10	0.22	0.12	0.01
NITRATOS	mg/l	2.87	2.84	1.43			0.3256	2.87	0.00	1.49	1.21	1.46
COLIF. TOTAL	COL/100ml	1168.00	1188.00	2515.00	1388.33	702.50	32500	32500.00	702.50	6576.97	11606.27	1.35E+08
COLIF. FECAL	COL/100ml	494.00	551.00	825.00	1358.83	675.75	0	1358.83	0.00	650.76	406.28	1.65E+05

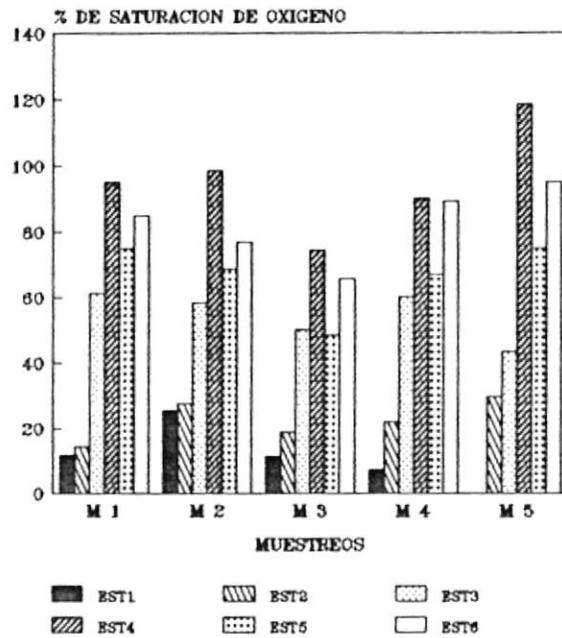
## APENDICE B

Gráficos de la Variabilidad  
Temporal de cada uno de los  
parámetros

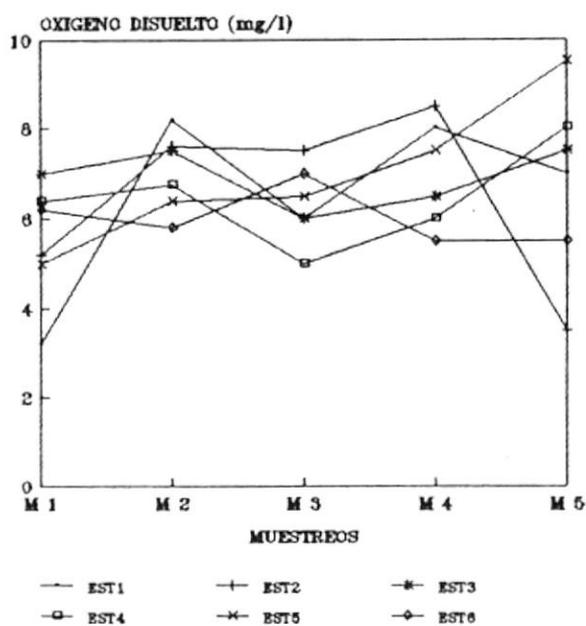
VARIABILIDAD TEMPORAL DE % SATURACION O SUPERFICIE (BAJA)



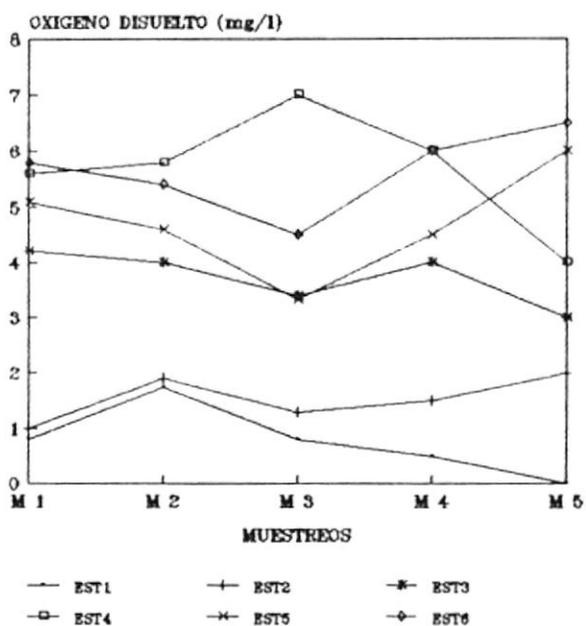
VARIABILIDAD TEMPORAL DE % SATURACION O FONDO 4 m (BAJA)



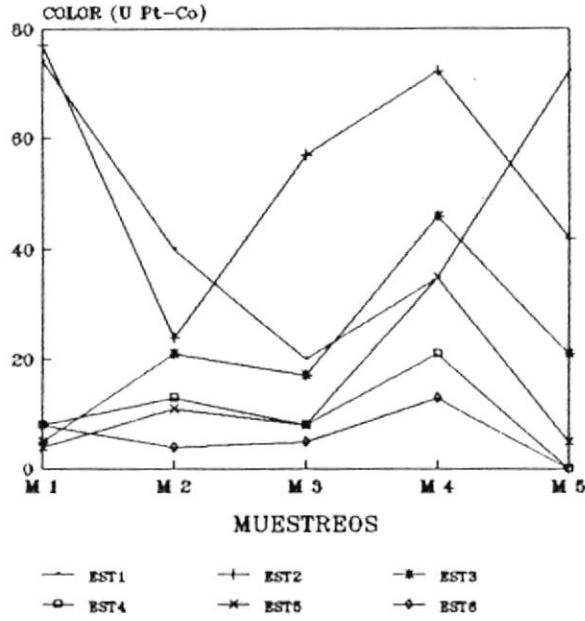
### VARIABILIDAD TEMPORAL DE OXIGENO SUPERFICIE (BAJA)



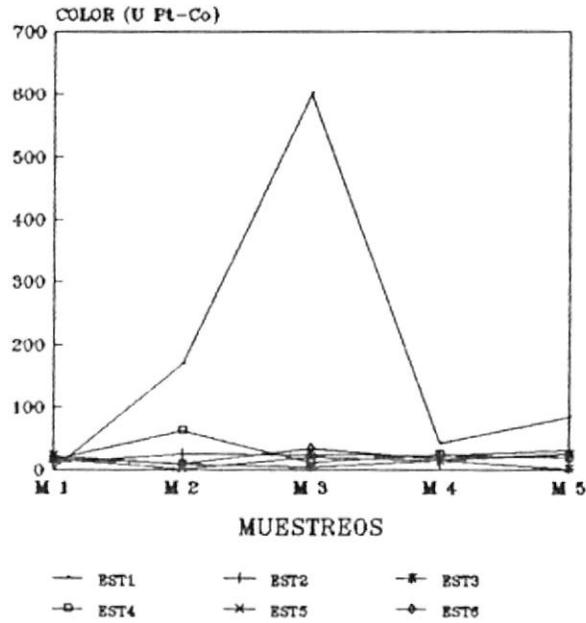
### VARIABILIDAD TEMPORAL DE OXIGENO FONDO 4 m (BAJA)



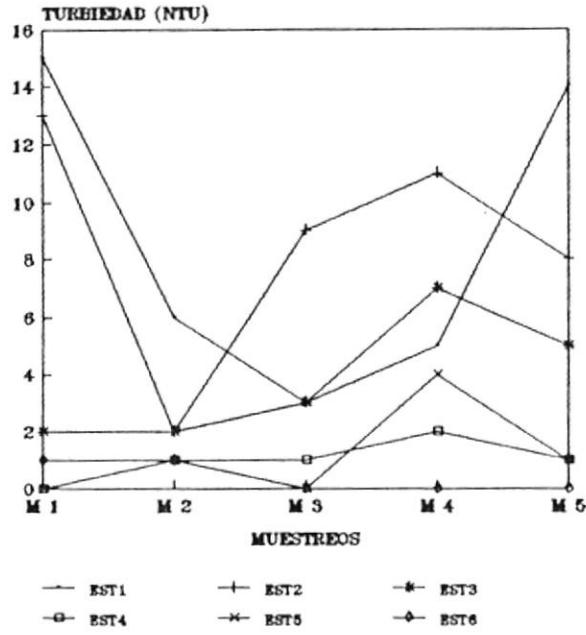
VARIABILIDAD TEMPORAL DEL COLOR  
SUPERFICIE (BAJA)



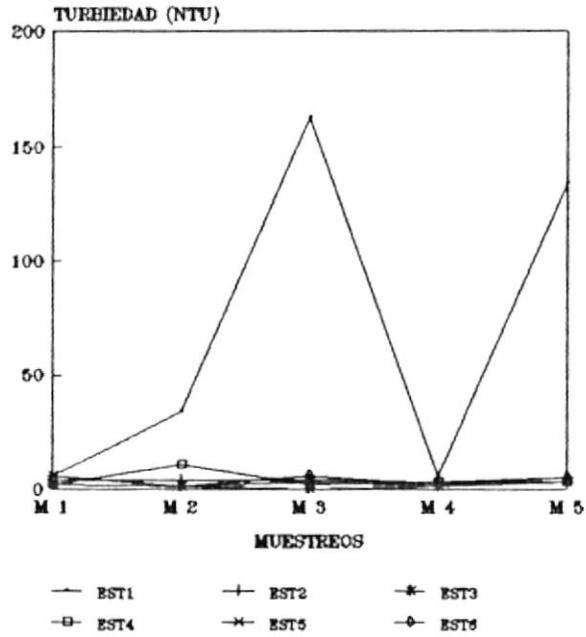
VARIABILIDAD TEMPORAL DEL COLOR  
FONDO 4 m (BAJA)



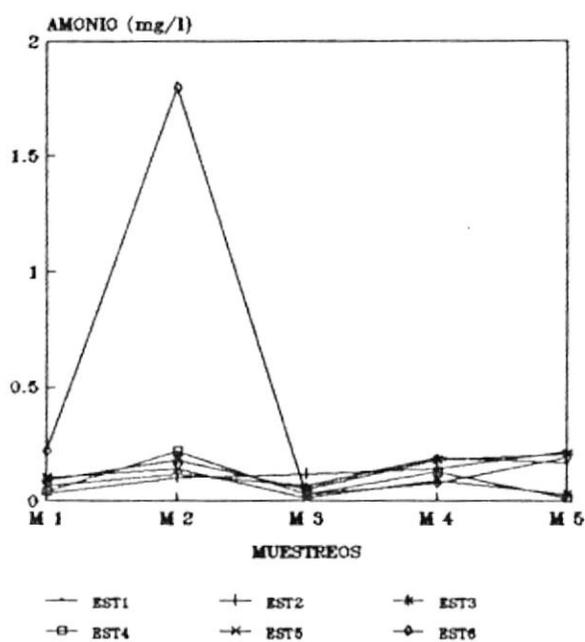
VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA TURBIEDAD  
SUPERFICIE (BAJA)



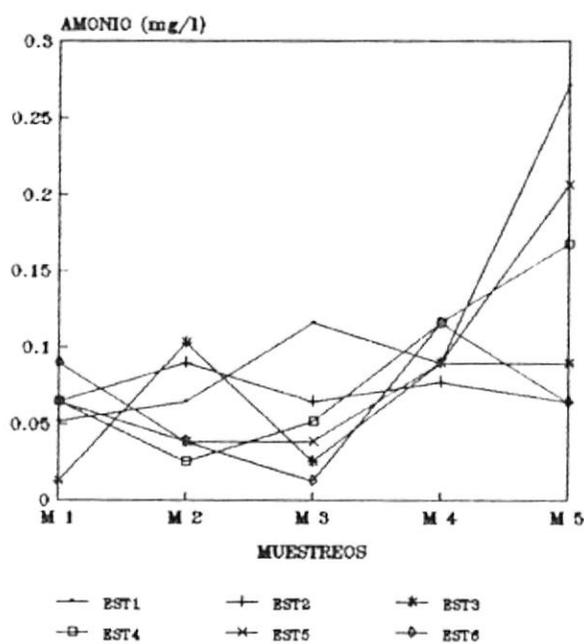
VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA TURBIEDAD  
FONDO 4 m (BAJA)



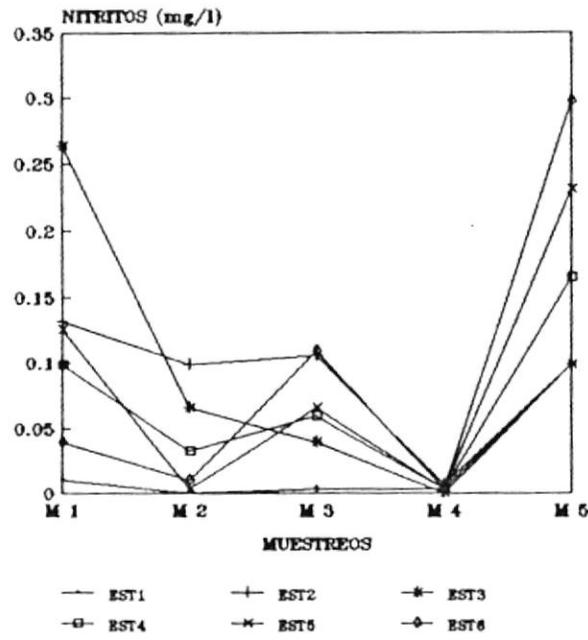
VARIABILIDAD TEMPORAL DEL AMONIO  
SUPERFICIE (BAJA)



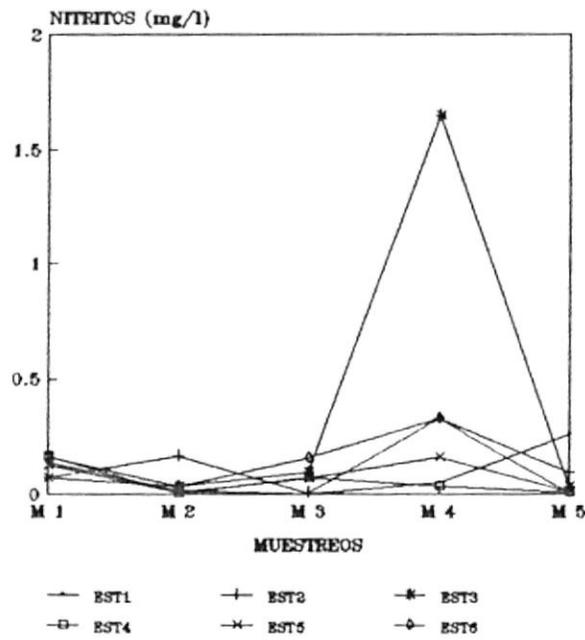
VARIABILIDAD TEMPORAL DEL AMONIO  
FONDO 4m (BAJA)



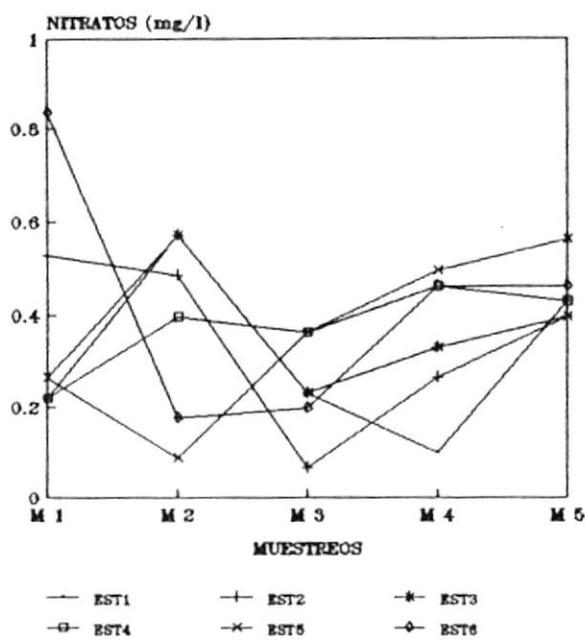
VARIABILIDAD TEMPORAL DE NITRITOS  
SUPERFICIE (BAJA)



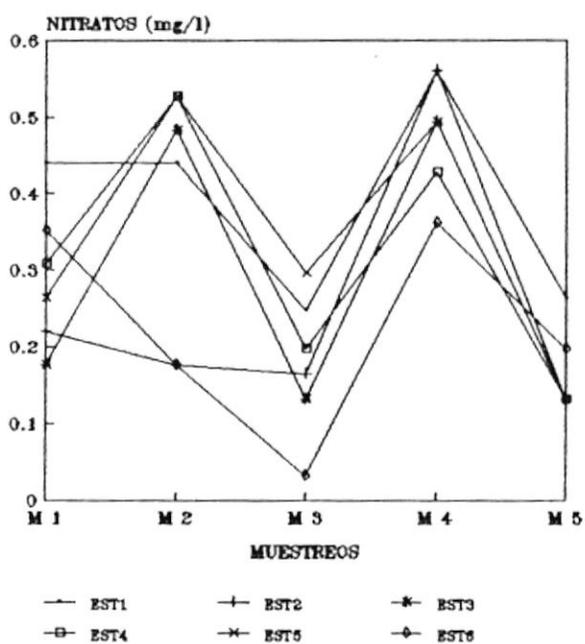
VARIABILIDAD TEMPORAL DE NITRITOS  
FONDO 4 m (BAJA)



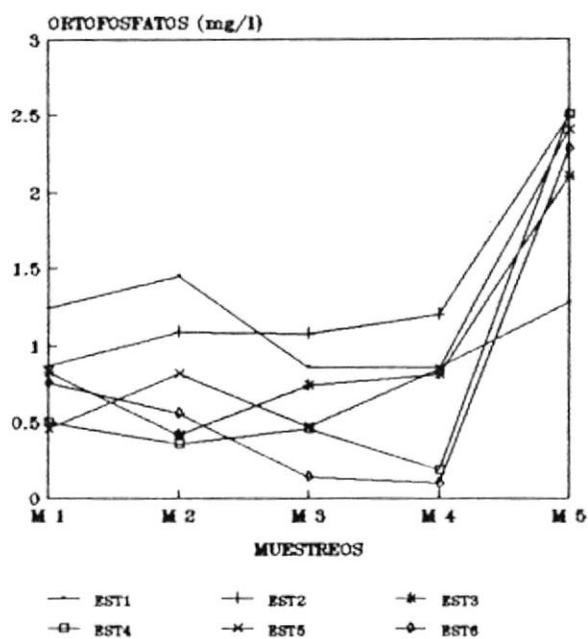
VARIABILIDAD TEMPORAL DE NITRATOS  
SUPERFICIE (BAJA)



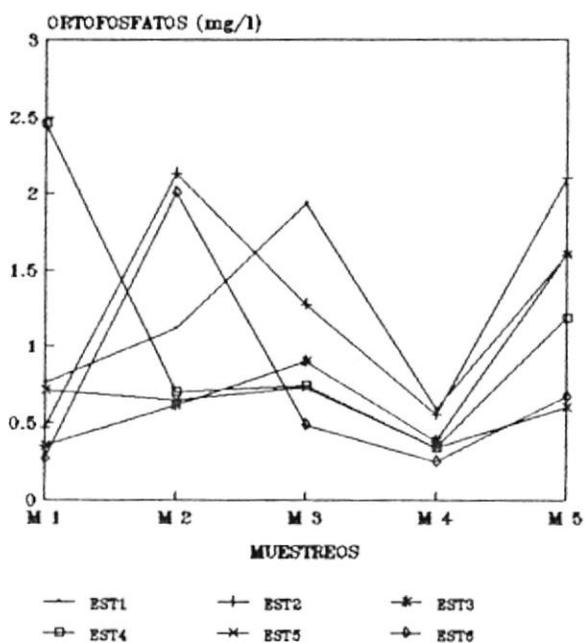
VARIABILIDAD TEMPORAL DE NITRATOS  
FONDO 4 m (BAJA)



VARIABILIDAD TEMPORAL DE FOSFATOS  
SUPERFICIE (BAJA)



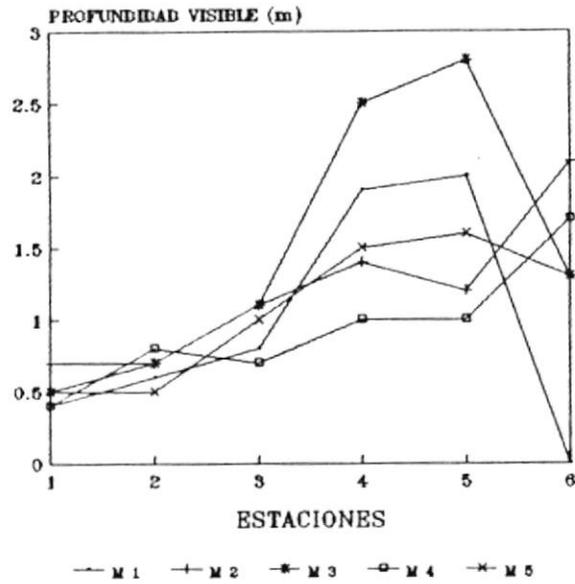
VARIABILIDAD TEMPORAL DE FOSFATOS  
FONDO 4 m (BAJA)



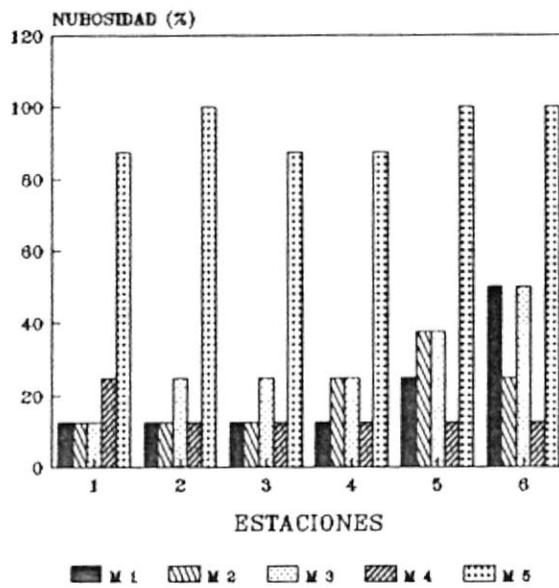
## APENDICE C

Gráficos de la Variabilidad  
Espacial de cada uno de los  
parámetros

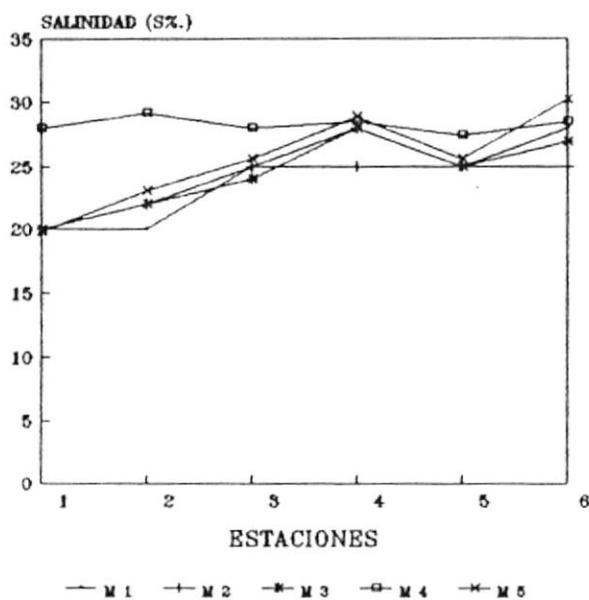
VARIACION ESPACIAL DISCO SECCHI  
SUPERFICIAL Y/O FONDO  
REFLUJO



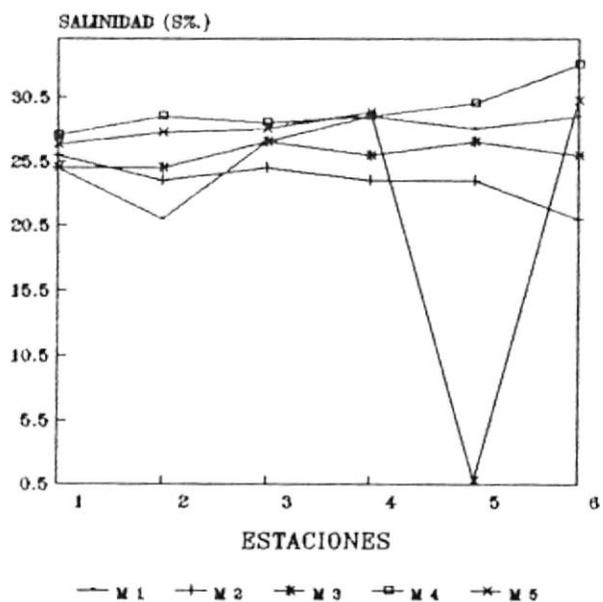
VARIACION ESPACIAL DE NUBOSIDAD  
SUPERFICIAL Y/O FONDO  
REFLUJO



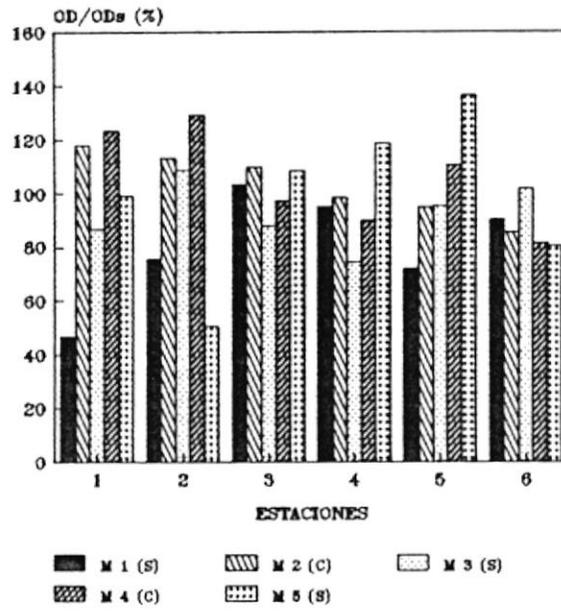
VARIACION ESPACIAL DE LA SALINIDAD  
DATOS DE SUPERFICIE  
REFLUJO



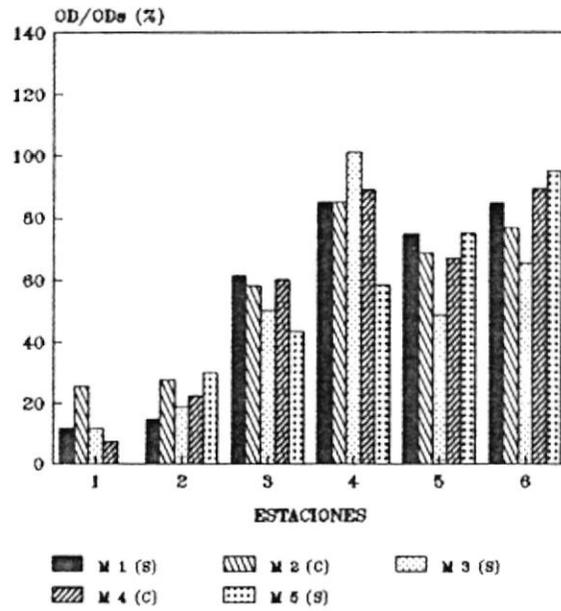
VARIACION ESPACIAL DE LA SALINIDAD  
DATOS DE FONDO (4m)  
REFLUJO



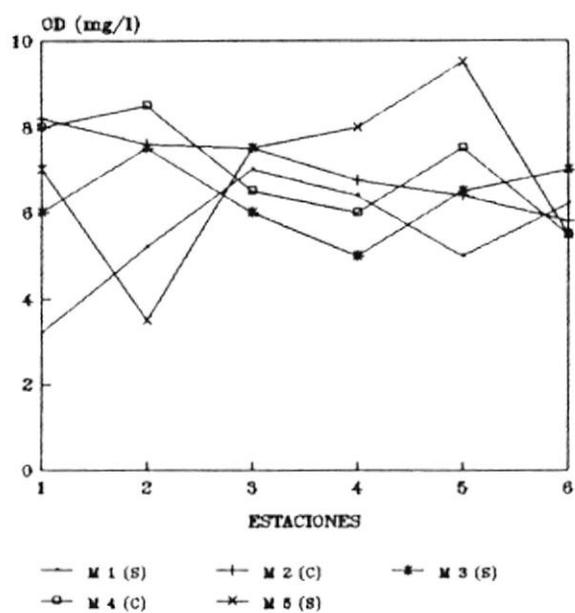
VARIACION ESPACIAL DE % SATURACION OD  
DATOS DE SUPERFICIE  
BAJA



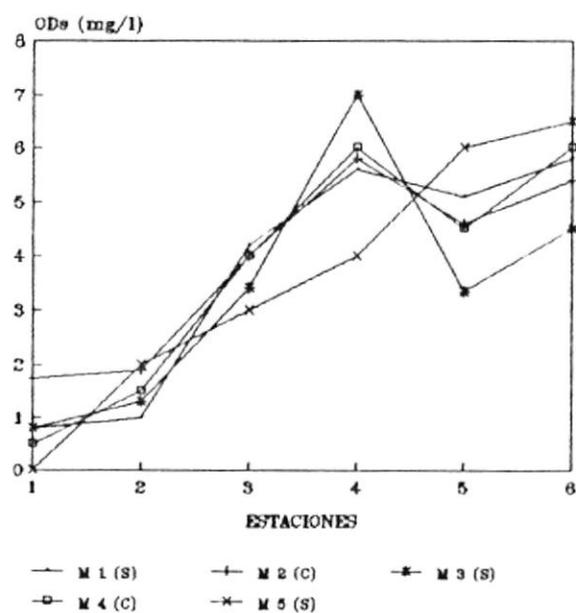
VARIACION ESPACIAL DE % SATURACION OD  
DATOS DE FONDO (4m)  
BAJA



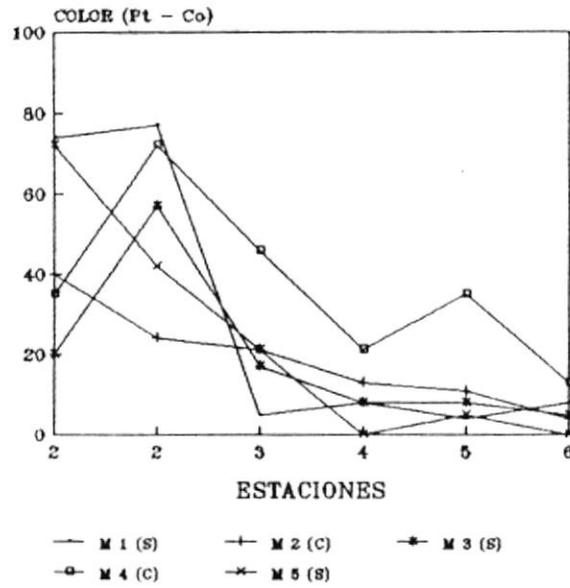
VARIACION ESPACIAL OXIGENO DISUELTO  
DATOS DE SUPERFICIE  
BAJA



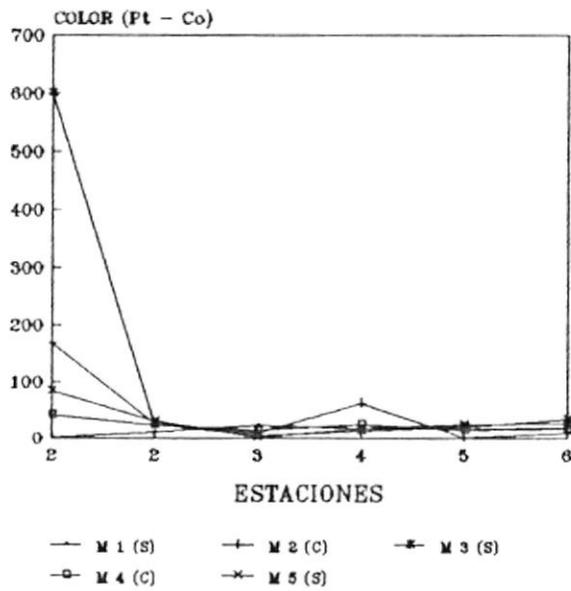
VARIACION ESPACIAL OXIGENO DISUELTO  
DATOS DE FONDO (4m)  
BAJA



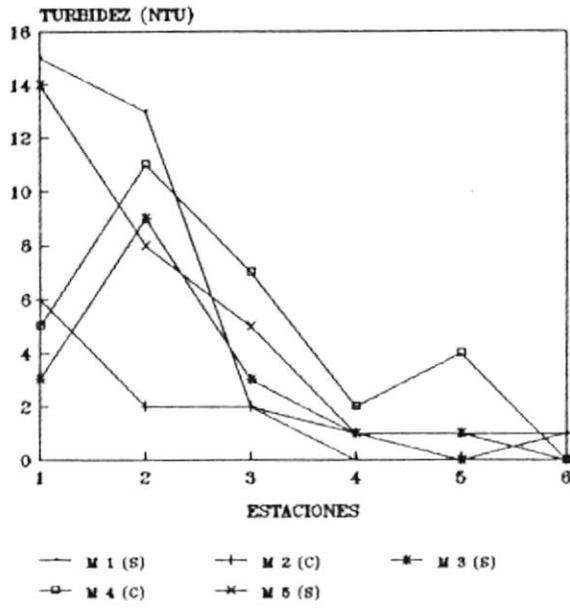
VARIACION ESPACIAL DEL COLOR  
DATOS SUPERFICIALES  
BAJA



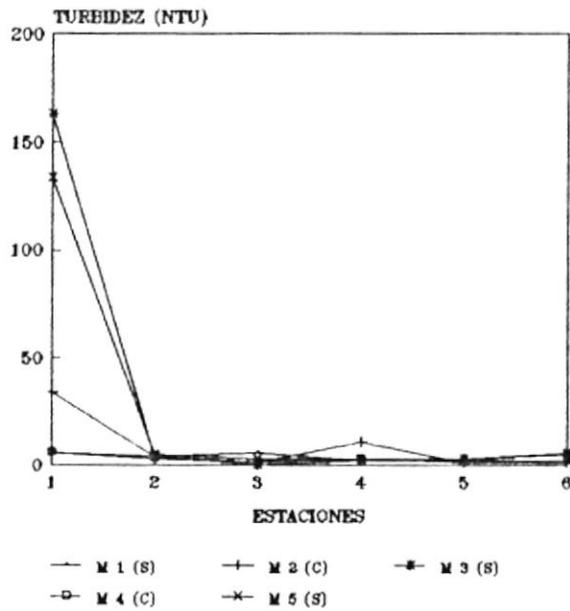
VARIACION ESPACIAL DEL COLOR  
DATOS DE FONDO (4m)  
BAJA



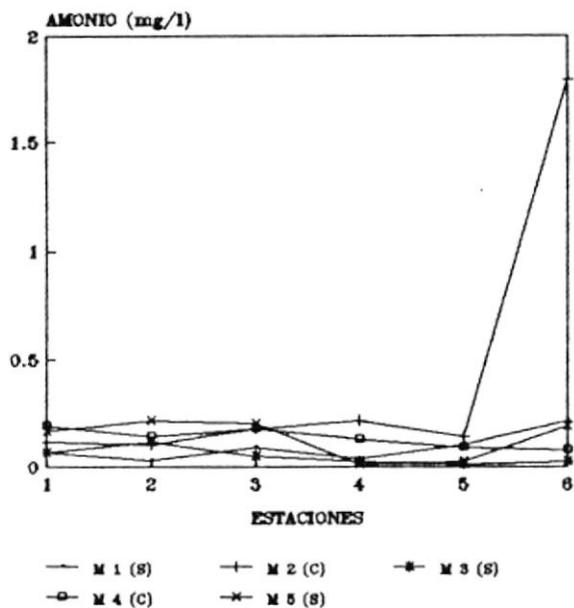
VARIACION ESPACIAL DE LA TURBIEDAD  
DATOS DE SUPERFICIE  
BAJA



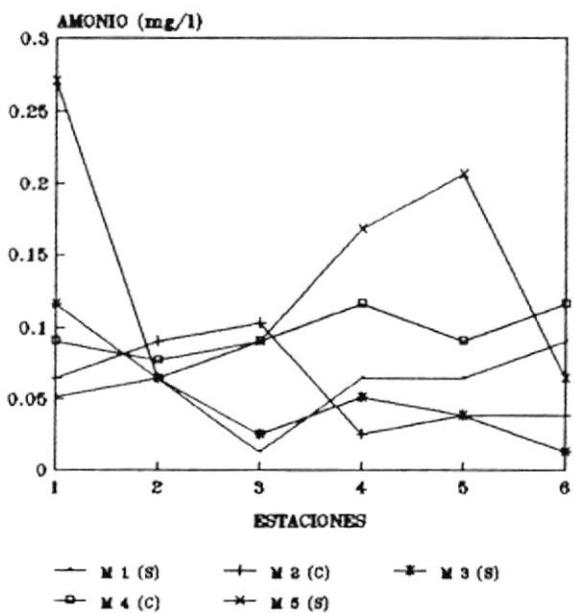
VARIACION ESPACIAL DE LA TURBIEDAD  
DATOS DE FONDO (4m)  
BAJA



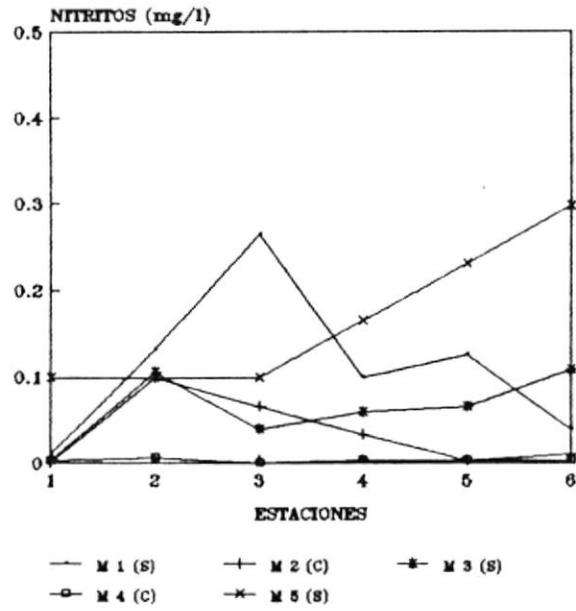
VARIACION ESPACIAL DE AMONIO NH<sub>4</sub>  
DATOS DE SUPERFICIE  
BAJA



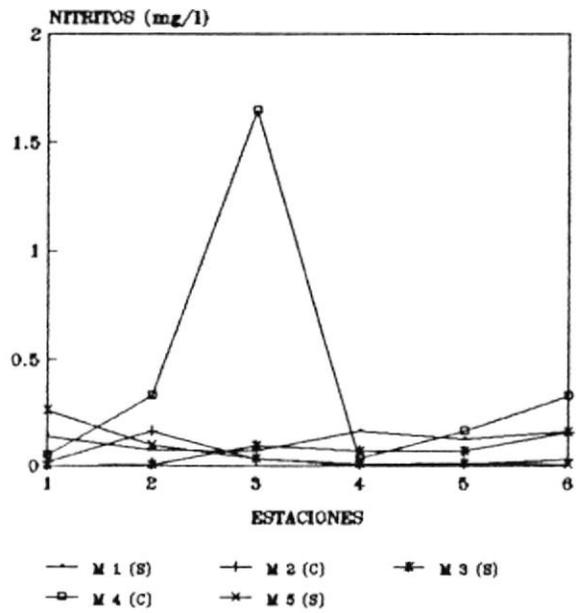
VARIACION ESPACIAL DE AMONIO NH<sub>4</sub>  
DATOS DE FONDO (4m)  
BAJA



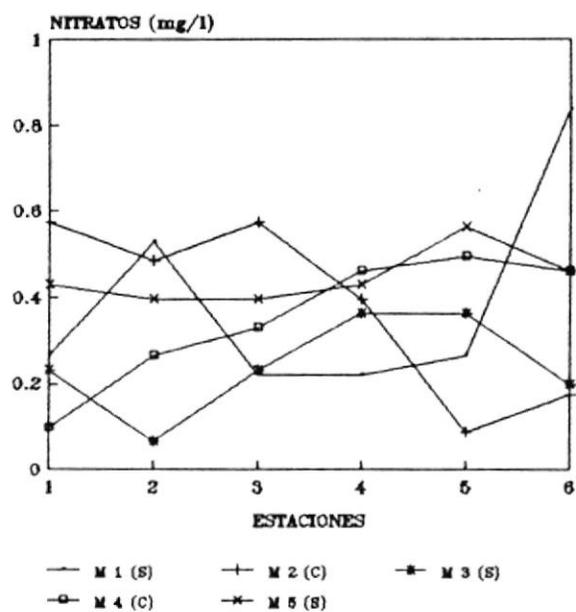
VARIACION ESPACIAL DE NITRITOS NO<sub>2</sub>  
DATOS DE SUPERFICIE  
BAJA



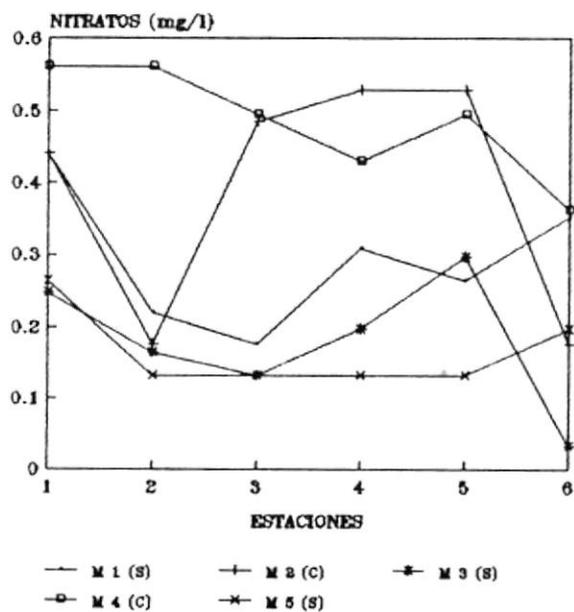
VARIACION ESPACIAL DE NITRITOS NO<sub>2</sub>  
DATOS DE FONDO (4m)  
BAJA



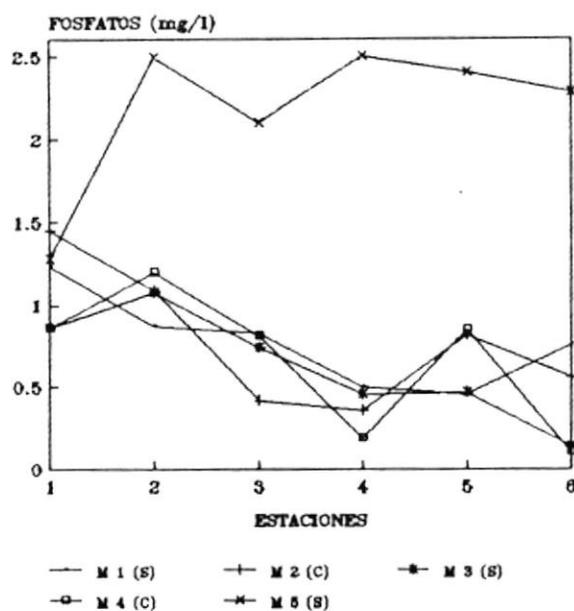
VARIACION ESPACIAL DE NITRATOS NO<sub>3</sub>  
DATOS DE SUPERFICIE  
BAJA



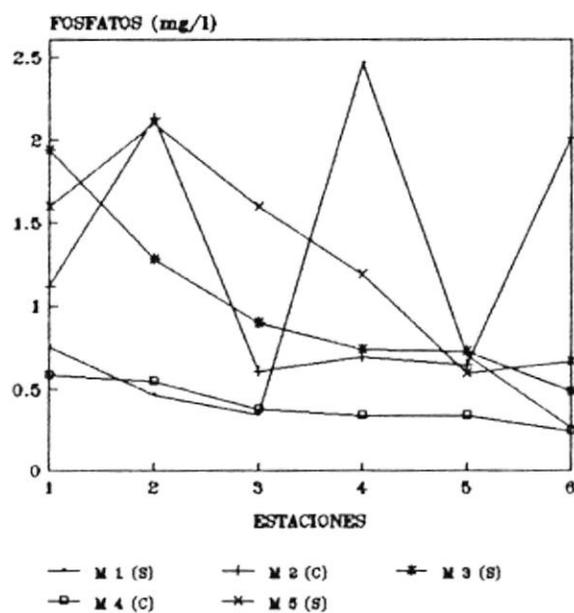
VARIACION ESPACIAL DE NITRATOS NO<sub>3</sub>  
DATOS DE FONDO (4m)  
BAJA



VARIACION ESPACIAL DE FOSFATOS PO4  
DATOS DE SUPERFICIE  
BAJA



VARIACION ESPACIAL DE FOSFATOS PO4  
DATOS DE FONDO (4m)  
BAJA



## APENDICE D

TABLAS DE DATOS POR MUESTREOS

TABLA No. II.4

PRIMER MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: SEPTIEMBRE 6 DE 1990

RANGO DE MAREA: 8:30H - 13:52H

FASE LUNAR: SICIGIA

NUMERO DE ESTACIONES: 6

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

## Superficie

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV. EST.
HORA	13H40	12H45	12H05	11H20	10H40	09H40				
NUBES (%)	12.5	12.5	12.5	12.5	25	50	50.00	12.50	20.83	
VIENTO DIR(*MAG)	200	190	170	220	170	140	220.00	140.00	181.67	
VIENTO VEL.(m/s)	2.50	1.50	2.50	1.00	2.50	2.50	2.50	1.00	2.08	
DISCO SECHI (m)	0.40	0.60	0.80	1.90	2.00	0.00	2.00	0.00	0.95	0.75
SALINIDAD (‰)	20.00	20.00	25.00	28.00	25.00	28.00	28.00	20.00	24.33	3.30
TEMPERATURA (°C)	28.80	27.80	27.70	27.70	26.00	25.50	28.80	25.50	27.25	1.14
OXIGENO (mg/l)	3.20	5.20	7.00	6.40	5.00	6.20	7.00	3.20	5.50	1.24
PH	7.62	7.90	7.79	7.45	7.31	7.33	7.90	7.31	7.57	0.22

## Fondo

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV. EST.
HORA	13H00	12H30	11H50	11H00	10H30	09H30				
NUBES (%)	12.5	12.5	12.5	12.5	25	50	50.00	12.50	20.83	
VIENTO DIR(*MAG)	200	190	170	220	170	140	220.00	140.00	181.67	
VIENTO VEL.(m/s)	2.50	1.50	2.50	1.00	2.50	2.50	2.50	1.00	2.08	
DISCO SECHI (m)	0.40	0.60	0.80	1.90	2.00	0.00	2.00	0.00	0.95	0.75
SALINIDAD (‰)	25.00	21.00	27.00	29.00	28.00	29.00	29.00	21.00	26.50	2.81
TEMPERATURA (°C)	26.45	26.80	26.70	27.00	26.90	26.20	27.00	26.20	26.68	0.27
OXIGENO (mg/l)	0.80	1.00	4.20	5.60	5.10	5.80	5.80	0.80	3.75	2.08
PH	7.19	7.28	7.24	7.24	7.21	7.45	7.45	7.19	7.27	0.09

TABLA N<sup>o</sup> II.5

## SEGUNDO MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: SEPTIEMBRE 17 DE 1990

RANGO DE MAREA: 5:32H - 12H30

FASE LUNAR: CUADRATURA

NUMERO DE ESTACIONES: 6

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

## Superficie

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV.EST.
HORA	12H35	12H10	11H50	11H20	10H10	09H30				
NUBES (%)	12.5	12.5	12.5	25	37.5	25	37.50	12.50	20.83	
VIENTO DIR(*MAG)	220	200	210	240	200	170	240.00	170.00	206.67	
VIENTO VEL.(m/s)	5.00	2.00	5.00	5.00	2.50	1.00	5.00	1.00	3.42	
DISCO SECHI (m)	0.70	0.70	1.10	1.40	1.20	2.10	2.10	0.70	1.20	0.48
SALINIDAD (%)	20.00	22.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	20.00	23.67	1.97
TEMPERATURA (°C)	28.20	28.20	27.60	27.45	28.30	27.20	28.30	27.20	27.83	0.43
OXIGENO (mg/l)	8.20	7.60	7.50	6.75	6.40	5.80	8.20	5.80	7.04	0.81
PH	8.01	7.76	7.76	7.55	7.36	7.30	8.01	7.30	7.62	0.25

## Fondo

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV.EST.
HORA	12H30	12H00	11H40	11H05	10H00	09H15				
NUBES (%)	12.5	12.5	12.5	25	37.5	25	37.50	12.50	20.83	
VIENTO DIR(*MAG)	220	200	210	240	200	170	240.00	170.00	206.67	
VIENTO VEL.(m/s)	5.00	2.00	5.00	5.00	2.50	1.00	5.00	1.00	3.42	
DISCO SECHI (m)	0.70	0.70	1.10	1.40	1.20	2.10	2.10	0.70	1.20	0.48
SALINIDAD (%)	26.00	24.00	25.00	24.00	24.00	21.00	26.00	21.00	24.00	1.53
TEMPERATURA (°C)	26.20	27.30	27.00	27.25	29.10	26.70	29.10	26.20	27.26	0.90
OXIGENO (mg/l)	1.75	1.90	4.00	5.80	4.60	5.40	5.80	1.75	3.91	1.58
PH	7.80	7.23	7.35	7.46	7.22	7.27	7.80	7.22	7.39	0.20

TABLA No II.6

TERCER MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: SEPTIEMBRE 24 DE 1990

RANGO DE MAREA: 9:56H - 16:05H

FASE LUNAR: SICIGIA

NUMERO DE ESTACIONES: 6

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

Superficie

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV.EST.
HORA	13H30	12H50	12H10	11H30	10H50	10H10				
NUBES (%)	12.5	25	25	25	37.5	50	50.00	12.50	29.17	
VIENTO DIR(*MAG)	110	110	110	110	110	160	160.00	110.00	118.33	
VIENTO VEL.(m/s)	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	0.00	2.75	0.00	2.29	
DISCO SECHI (m)	0.50	0.70	1.10	2.50	2.80	1.30	2.80	0.50	1.48	0.87
SALINIDAD (%)	20.00	22.00	24.00	28.00	25.00	27.00	28.00	20.00	24.33	2.75
TEMPERATURA (°C)	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	26.10	27.50	26.10	27.27	0.52
OXIGENO (mg/l)	6.00	7.50	6.00	5.00	6.50	7.00	7.50	5.00	6.33	0.80
PH	7.43	7.30	7.25	7.23	7.10	7.26	7.43	7.10	7.26	0.10

Fondo

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV.EST.
HORA	13H15	12H30	12H00	11H15	10H35	10H00				
NUBES (%)	12.5	25	25	25	37.5	50	50.00	12.50	29.17	
VIENTO DIR(*MAG)	110	110	110	110	110	160	160.00	110.00	118.33	
VIENTO VEL.(m/s)	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	0.00	2.75	0.00	2.29	
DISCO SECHI (m)	0.50	0.70	1.10	2.50	2.80	1.30	2.80	0.50	1.48	0.87
SALINIDAD (%)	25.00	25.00	27.00	26.00	27.00	26.00	27.00	25.00	26.00	0.82
TEMPERATURA (°C)	26.90	26.30	27.10	26.80	26.70	26.40	27.10	26.30	26.70	0.28
OXIGENO (mg/l)	0.80	1.30	3.40	7.00	3.30	4.50	7.00	0.80	3.38	2.06
PH	7.00	7.12	7.22	7.22	7.08	7.22	7.22	7.00	7.14	0.08

TABLA No. II.7

CUARTO MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: OCTUBRE 1 DE 1990

RANGO DE MAREA: 3:00H - 10:29H

FASE LUNAR: CUADRATURA

NUMERO DE ESTACIONES: 6

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

## Superficie

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV. EST.
HORA	10H30	10H15	10H00	09H45	09H20	08H20				
NUBES (%)	25	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	25.00	12.50	14.58	
VIENTO DIR(*MAG)	230	220	180	170	200	210	230.00	170.00	201.67	
VIENTO VEL.(m/s)	1.00	2.00	2.50	0.00	0.50	0.00	2.50	0.00	1.00	
DISCO SECHI (m)	0.40	0.80	0.70	1.00	1.00	1.70	1.70	0.40	0.93	0.40
SALINIDAD (‰)	28.00	29.20	28.00	28.50	27.50	28.50	29.20	27.50	28.28	0.53
TEMPERATURA (°C)	30.80	28.80	27.80	27.20	27.00	26.90	30.80	26.90	28.08	1.37
OXIGENO (mg/l)	8.00	8.50	6.50	6.00	7.50	5.50	8.50	5.50	7.00	1.08
PH	8.50	7.89	8.15	7.67	7.65	7.38	8.50	7.38	7.87	0.37

## Fondo

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV. EST.
HORA	10H25	10H10	09H55	09H35	09H10	08H15				
NUBES (%)	25	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	25.00	12.50	14.58	
VIENTO DIR(*MAG)	230	220	180	170	200	210	230.00	170.00	201.67	
VIENTO VEL.(m/s)	1.00	2.00	2.50	0.00	0.50	0.00	2.50	0.00	1.00	
DISCO SECHI (m)	0.40	0.80	0.70	1.00	1.00	1.70	1.70	0.40	0.93	0.40
SALINIDAD (‰)	27.50	29.00	28.50	29.00	30.00	33.00	33.00	27.50	29.50	1.73
TEMPERATURA (°C)	27.30	27.40	27.20	26.70	26.80	26.00	27.40	26.00	26.90	0.48
OXIGENO (mg/l)	0.50	1.50	4.00	6.00	4.50	6.00	6.00	0.50	3.75	2.10
PH	7.27	7.23	7.10	7.53	7.34	7.34	7.53	7.10	7.30	0.13

TABLA No. II.8

## QUINTO MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: OCTUBRE 22 DE 1990

RANGO DE MAREA: 8:46H - 15:00H

FASE LUNAR: SICIGIA

NUMERO DE ESTACIONES: 6

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

## Superficie

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV. EST.
HORA	14H50	14H20	13H45	13H15	12H58	12H34				
NUBES (%)	87.5	100	87.5	87.5	100	100	100.00	87.50	93.75	
VIENTO DIR>(*MAG)	200	67	135	350	170	170	350.00	67.00	182.00	
VIENTO VEL.(m/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
DISCO SECHI (m)	0.50	0.50	1.00	1.50	1.60	1.30	1.60	0.50	1.07	0.44
SALINIDAD (%)	19.80	23.10	25.60	28.90	25.60	30.20	30.20	19.80	25.53	3.46
TEMPERATURA (*C)	26.80	26.40	26.10	26.10	25.70	25.60	26.80	25.60	26.12	0.41
OXIGENO (mg/l)	7.00	3.50	7.50	8.00	9.50	5.50	9.50	3.50	6.83	1.91
PH	7.36	7.34	7.38	7.37	7.38	7.53	7.53	7.34	7.39	0.06

## Fondo

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DESV. EST.
HORA	14H55	14H30	14H00	13H30	12H47	12H06				
NUBES (%)	87.5	100	87.5	87.5	100	100	100.00	87.50	93.75	
VIENTO DIR(*MAG)	200	67	135	350	170	170	350.00	67.00	182.00	
VIENTO VEL.(m/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
DISCO SECHI (m)	0.50	0.50	1.00	1.50	1.60	1.30	1.60	0.50	1.07	0.44
SALINIDAD (%)	26.80	27.70	28.00	29.30	0.80	30.20	30.20	0.80	23.80	10.34
TEMPERATURA (*C)	25.60	25.50	25.50	25.70	25.60	25.50	25.70	25.50	25.57	0.07
OXIGENO (mg/l)	0.00	2.00	3.00	4.00	6.00	6.50	6.50	0.00	3.58	2.24
PH	7.16	7.20	7.20	7.27	7.18	7.08	7.27	7.08	7.18	0.06

TABLA No. II.9

PRIMER MUESTREO										
LOCALIDAD: ESTERO SALADO										
FECHA: SEPTIEMBRE 6 DE 1990										
RANGO DE MAREA: 8:30H - 13:52H										
FASE LUNAR: SICIGIA										
NUMERO DE ESTACIONES: SEIS										
NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo										
Superficie										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
COLOR (Pt-Co)	74.000	77.000	5.000	8.000	4.000	8.000	77.00	4.000	29.333	32.689
TURBIEDAD (NTU)	15.000	13.000	2.000	0.000	0.000	1.000	15.00	0.000	5.167	6.309
N-NO2 (mg/l)	0.003	0.040	0.080	0.030	0.038	0.012	0.08	0.003	0.034	0.025
NO2 (mg/l)	0.010	0.132	0.264	0.099	0.125	0.040	0.26	0.010	0.112	0.081
N-NO3 (mg/l)	0.060	0.120	0.050	0.050	0.060	0.190	0.19	0.050	0.088	0.051
NO3 (mg/l)	0.264	0.528	0.220	0.220	0.264	0.836	0.84	0.220	0.389	0.226
N-NH3 (mg/l)	0.050	0.023	0.070	0.030	0.080	0.170	0.17	0.023	0.071	0.049
NH3 (mg/l)	0.061	0.028	0.085	0.037	0.098	0.207	0.21	0.028	0.086	0.060
NH4 (mg/l)	0.065	0.030	0.090	0.039	0.103	0.219	0.22	0.030	0.091	0.063
PO4 (mg/l)	1.240	0.870	0.830	0.500	0.460	0.760	1.24	0.460	0.777	0.259
P (mg/l)	0.413	0.290	0.277	0.167	0.153	0.253	0.41	0.153	0.259	0.086
P2O5 (mg/l)	0.930	0.653	0.623	0.375	0.345	0.570	0.93	0.345	0.583	0.194
OD (mg/l)	3.200	5.200	7.000	6.400	5.000	6.200	7.00	3.200	5.500	1.237
ODs (mg/l)	6.880	6.890	6.780	6.740	6.920	6.870	6.92	6.740	6.847	0.064
OD/ODs x 100 (%)	46.512	75.472	103.245	94.955	72.254	90.247	103.24	46.512	80.448	18.573
Fondo										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
COLOR (Pt-Co)	2.000	11.000	23.000	17.000	17.000	19.000	23.00	2.000	14.833	6.743
TURBIEDAD (NTU)	6.000	4.000	6.000	2.000	2.000	2.000	6.00	2.000	3.667	1.795
N-NO2 (mg/l)	0.043	0.023	0.022	0.051	0.039	0.050	0.05	0.022	0.038	0.012
NO2 (mg/l)	0.142	0.076	0.073	0.168	0.129	0.165	0.17	0.073	0.125	0.039
N-NO3 (mg/l)	0.100	0.050	0.040	0.070	0.060	0.080	0.10	0.040	0.067	0.020
NO3 (mg/l)	0.440	0.220	0.176	0.308	0.264	0.352	0.44	0.176	0.293	0.087
N-NH3 (mg/l)	0.040	0.050	0.010	0.050	0.050	0.070	0.07	0.010	0.045	0.018
NH3 (mg/l)	0.049	0.061	0.012	0.061	0.061	0.085	0.09	0.012	0.055	0.022
NH4 (mg/l)	0.052	0.065	0.013	0.065	0.065	0.090	0.09	0.013	0.058	0.023
PO4 (mg/l)	0.760	0.470	0.350	2.460	0.710	0.270	2.46	0.270	0.837	0.747
P (mg/l)	0.253	0.157	0.117	0.820	0.237	0.090	0.82	0.090	0.279	0.249
P2O5 (mg/l)	0.570	0.353	0.263	1.845	0.533	0.203	1.85	0.203	0.628	0.560
OD (mg/l)	0.800	1.000	4.200	5.600	5.100	5.800	5.80	0.800	3.750	2.078
ODs (mg/l)	6.850	6.900	6.860	6.580	6.800	6.840	6.90	6.580	6.805	0.105
OD/ODs x 100 (%)	11.679	14.493	61.224	85.106	75.000	84.795	85.11	11.679	55.383	30.956

TABLA No. II.10

SEGUNDO MUESTREO										
LOCALIDAD: ESTERO SALADO										
FECHA: SEPTIEMBRE 17 DE 1990										
RANGO DE MAREA: 5:32H - 12H30										
FASE LUNAR: CUADRATURA										
NUMERO DE ESTACIONES: SEIS										
NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo										
Superficie										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
COLOR (Pt-Co)	40.000	24.000	21.000	13.000	11.000	4.000	40.00	4.000	18.833	11.510
TURBIEDAD (NTU)	6.000	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	6.00	1.000	2.167	1.772
N-NO2 (mg/l)	0.000	0.030	0.020	0.010	0.001	0.003	0.03	0.000	0.011	0.011
NO2 (mg/l)	0.000	0.099	0.066	0.033	0.003	0.010	0.10	0.000	0.035	0.036
N-NO3 (mg/l)	0.130	0.110	0.130	0.090	0.020	0.040	0.13	0.020	0.087	0.043
NO3 (mg/l)	0.572	0.484	0.572	0.396	0.088	0.176	0.57	0.088	0.381	0.188
N-NH3 (mg/l)	0.090	0.080	0.140	0.170	0.110	1.390	1.39	0.080	0.330	0.475
NH3 (mg/l)	0.110	0.098	0.171	0.207	0.134	1.696	1.70	0.098	0.403	0.580
NH4 (mg/l)	0.116	0.103	0.181	0.219	0.142	1.793	1.79	0.103	0.426	0.613
PO4 (mg/l)	1.450	1.090	0.420	0.360	0.820	0.560	1.45	0.360	0.783	0.387
P (mg/l)	0.483	0.363	0.140	0.120	0.273	0.187	0.48	0.120	0.261	0.129
P205 (mg/l)	1.088	0.818	0.315	0.270	0.615	0.420	1.09	0.270	0.588	0.291
OD (mg/l)	8.200	7.600	7.500	6.750	6.400	5.800	8.20	5.800	7.042	6.177
ODs (mg/l)	6.950	6.704	6.810	6.840	6.750	6.790	6.95	6.704	6.817	6.807
OD/ODs x 100 (%)	117.986	113.365	110.132	98.684	94.515	98.400	117.99	85.420	103.400	11.377
Fondo										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
COLOR (Pt-Co)	170.000	26.000	9.000	63.000	1.000	10.000	170.00	1.000	46.500	58.813
TURBIEDAD (NTU)	34.000	4.000	1.000	11.000	1.000	1.000	34.00	1.000	8.667	11.870
N-NO2 (mg/l)	0.005	0.051	0.010	0.001	0.002	0.010	0.05	0.001	0.013	0.017
NO2 (mg/l)	0.017	0.168	0.033	0.003	0.007	0.033	0.17	0.003	0.043	0.057
N-NO3 (mg/l)	0.100	0.040	0.110	0.120	0.120	0.040	0.12	0.040	0.088	0.035
NO3 (mg/l)	0.440	0.176	0.484	0.528	0.528	0.176	0.53	0.176	0.389	0.153
N-NH3 (mg/l)	0.050	0.070	0.080	0.020	0.030	0.030	0.08	0.020	0.047	0.022
NH3 (mg/l)	0.061	0.085	0.098	0.024	0.037	0.037	0.10	0.024	0.057	0.027
NH4 (mg/l)	0.065	0.090	0.103	0.026	0.039	0.039	0.10	0.026	0.060	0.029
PO4 (mg/l)	1.120	2.130	0.610	0.700	0.650	2.010	2.13	0.610	1.203	0.636
P (mg/l)	0.373	0.710	0.203	0.233	0.217	0.670	0.71	0.203	0.401	0.212
P205 (mg/l)	0.840	1.598	0.458	0.525	0.488	1.508	1.60	0.458	0.903	0.477
OD (mg/l)	1.750	1.900	4.000	5.800	4.600	5.400	5.80	1.750	3.908	1.580
ODs (mg/l)	6.880	6.860	6.870	6.820	6.710	7.020	7.02	6.710	6.860	6.809
OD/ODs x 100 (%)	25.436	27.697	58.224	85.044	68.554	76.923	85.04	25.436	56.980	22.998

TABLA No. II.11

TERCER MUESTREO										
LOCALIDAD: ESTERO SALADO										
FECHA: SEPTIEMBRE 6 E 24 DE 1990										
RANGO DE MAREA: 8:309:56H - 16:05H										
FASE LUNAR: SICIGIA										
NUMERO DE ESTACIONES: SEIS										
NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo										
Superficie										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES. STAND
COLOR (Pt-Co)	20.000	57.000	17.000	8.000	8.000	5.000	57.00	5.000	19.167	17.733
TURBIEDAD (NTU)	3.000	9.000	3.000	1.000	0.000	0.000	9.00	0.000	2.667	3.091
N-NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.001	0.032	0.012	0.018	0.020	0.033	0.03	0.001	0.019	0.011
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.003	0.106	0.040	0.059	0.066	0.109	0.11	0.003	0.064	0.037
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	0.070	0.020	0.070	0.110	0.110	0.060	0.11	0.020	0.073	0.031
NO <sub>3</sub> (mg/l)	0.231	0.066	0.231	0.363	0.363	0.196	0.36	0.066	0.242	0.102
N-NH <sub>3</sub> (mg/l)	0.050	0.090	0.040	0.020	0.010	0.020	0.09	0.010	0.038	0.027
NH <sub>3</sub> (mg/l)	0.061	0.110	0.049	0.024	0.012	0.024	0.11	0.012	0.047	0.033
NH <sub>4</sub> (mg/l)	0.065	0.116	0.052	0.026	0.013	0.026	0.12	0.013	0.049	0.034
PO <sub>4</sub> (mg/l)	0.860	1.060	0.740	0.460	0.470	0.140	1.08	0.140	0.625	0.306
P (mg/l)	0.287	0.360	0.247	0.153	0.157	0.047	0.36	0.047	0.208	0.102
P205 (mg/l)	0.645	0.810	0.555	0.345	0.353	0.105	0.81	0.105	0.469	0.230
OD (mg/l)	6.000	7.500	6.000	5.000	6.500	7.000	7.50	5.000	6.333	0.799
ODs (mg/l)	6.930	6.880	6.820	6.720	6.600	6.860	6.93	6.720	6.835	0.066
OD/ODs x 100 (%)	86.580	109.012	87.977	74.405	95.568	102.041	109.01	74.405	92.600	11.226
Fondo										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES. STAND
COLOR (Pt-Co)	600.000	25.000	5.000	12.000	20.000	34.000	600.00	5.000	116.000	216.646
TURBIEDAD (NTU)	163.000	4.000	0.000	2.000	3.000	6.000	163.00	0.000	29.667	59.656
N-NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.000	0.001	0.029	0.022	0.021	0.049	0.05	0.000	0.020	0.017
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.000	0.003	0.096	0.073	0.069	0.162	0.16	0.000	0.067	0.055
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	0.075	0.050	0.040	0.060	0.090	0.010	0.09	0.010	0.054	0.026
NO <sub>3</sub> (mg/l)	0.247	0.165	0.132	0.198	0.297	0.033	0.30	0.033	0.179	0.084
N-NH <sub>3</sub> (mg/l)	0.090	0.050	0.020	0.040	0.030	0.010	0.09	0.010	0.040	0.026
NH <sub>3</sub> (mg/l)	0.110	0.061	0.024	0.049	0.037	0.012	0.11	0.012	0.049	0.032
NH <sub>4</sub> (mg/l)	0.116	0.065	0.026	0.052	0.039	0.013	0.12	0.013	0.052	0.033
PO <sub>4</sub> (mg/l)	1.940	1.260	0.900	0.740	0.730	0.490	1.94	0.490	1.013	0.478
P (mg/l)	0.647	0.427	0.300	0.247	0.243	0.163	0.65	0.163	0.338	0.159
P205 (mg/l)	1.455	0.960	0.675	0.555	0.548	0.368	1.46	0.368	0.760	0.359
OD (mg/l)	0.800	1.300	3.400	7.000	3.350	4.500	7.00	0.800	3.566	2.055
ODs (mg/l)	6.910	6.890	6.780	6.900	6.840	6.860	6.91	6.780	6.863	0.044
OD/ODs x 100 (%)	11.577	18.868	50.147	101.449	48.684	65.593	101.45	11.577	49.387	29.820

TABLA No. II.12

CUARTO MUESTREO										
LOCALIDAD: ESTERO SALADO										
FECHA: OCTUBRE 1 DE 1990										
RANGO DE MAREA: 5:323:00H - 10:29H										
FASE LUNAR: CUADRATURA										
NUMERO DE ESTACIONES: SEIS										
NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo										
Superficie										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
COLOR (Pt-Co)	35.000	72.000	46.000	21.000	35.000	13.000	72.00	13.000	37.000	18.912
TURBIEDAD (NTU)	5.000	11.000	7.000	2.000	4.000	0.000	11.00	0.000	4.833	3.532
N-NO2 (mg/l)	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.00	0.000	0.001	0.001
NO2 (mg/l)	0.003	0.007	0.000	0.003	0.003	0.003	0.01	0.000	0.003	0.002
N-NO3 (mg/l)	0.030	0.080	0.100	0.140	0.150	0.140	0.15	0.030	0.107	0.042
NO3 (mg/l)	0.099	0.264	0.330	0.462	0.495	0.462	0.50	0.099	0.352	0.140
N-NH3 (mg/l)	0.150	0.110	0.140	0.100	0.070	0.060	0.15	0.060	0.105	0.033
NH3 (mg/l)	0.183	0.134	0.171	0.122	0.085	0.073	0.18	0.073	0.128	0.040
NH4 (mg/l)	0.194	0.142	0.181	0.129	0.090	0.077	0.19	0.077	0.135	0.043
PO4 (mg/l)	0.860	1.200	0.810	0.190	0.850	0.100	1.20	0.100	0.668	0.392
P (mg/l)	0.287	0.400	0.270	0.063	0.283	0.033	0.40	0.033	0.223	0.131
P205 (mg/l)	0.645	0.900	0.608	0.143	0.638	0.075	0.90	0.075	0.501	0.294
OD (mg/l)	8.000	8.500	6.500	6.000	7.500	5.500	8.50	5.500	7.000	1.080
ODs (mg/l)	6.470	6.570	6.690	6.660	6.775	6.753	6.78	6.470	6.653	0.105
OD/ODs x 100 (%)	123.648	129.376	97.160	90.090	110.701	81.445	129.36	81.445	105.403	17.378
Fondo										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
COLOR (Pt-Co)	43.000	23.000	14.000	25.000	14.000	17.000	43.00	14.000	23.667	10.911
TURBIEDAD (NTU)	6.000	3.000	1.000	3.000	1.000	2.000	6.00	1.000	2.667	1.700
N-NO2 (mg/l)	0.015	0.100	0.500	0.010	0.050	0.100	0.50	0.010	0.129	0.170
NO2 (mg/l)	0.050	0.330	1.650	0.033	0.165	0.330	1.65	0.033	0.426	0.560
N-NO3 (mg/l)	0.170	0.170	0.150	0.130	0.150	0.110	0.17	0.110	0.147	0.021
NO3 (mg/l)	0.561	0.561	0.495	0.429	0.495	0.363	0.56	0.363	0.434	0.070
N-NH3 (mg/l)	0.070	0.060	0.070	0.090	0.070	0.090	0.09	0.060	0.075	0.011
NH3 (mg/l)	0.085	0.073	0.085	0.110	0.085	0.110	0.11	0.073	0.092	0.014
NH4 (mg/l)	0.090	0.077	0.090	0.116	0.090	0.116	0.12	0.077	0.097	0.014
PO4 (mg/l)	0.590	0.550	0.380	0.340	0.340	0.250	0.59	0.250	0.408	0.121
P (mg/l)	0.197	0.183	0.127	0.113	0.113	0.083	0.20	0.083	0.136	0.040
P205 (mg/l)	0.443	0.413	0.285	0.255	0.255	0.188	0.44	0.188	0.306	0.091
OD (mg/l)	0.500	1.500	4.000	6.000	4.500	6.000	6.00	0.500	3.750	2.097
ODs (mg/l)	6.770	6.720	6.660	6.730	6.720	6.710	6.77	6.660	6.718	0.032
OD/ODs x 100 (%)	7.386	22.321	60.060	89.153	66.964	89.419	89.42	7.386	55.884	31.225

TABLA No. II.13

QUINTO MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: OCTUBRE 22 DE 1990

RANGO DE MAREA: 5:32H - 12H30

FASE LUNAR: SICIGIA

NUMERO DE ESTACIONES: SEIS

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

Superficie							MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES. STAND
ESTACION	1	2	3	4	5	6				
COLOR (Pt-Co)	72.000	42.000	21.000	0.000	5.000	0.000	72.00	0.000	23.333	26.291
TURBIDIDAD (NTU)	14.000	8.000	5.000	1.000	1.000	0.000	14.00	0.000	4.833	4.947
N-NO2 (mg/l)	0.030	0.030	0.030	0.050	0.070	0.090	0.09	0.030	0.050	0.023
NO2 (mg/l)	0.099	0.099	0.099	0.165	0.231	0.297	0.30	0.099	0.165	0.076
N-NO3 (mg/l)	0.130	0.120	0.120	0.130	0.170	0.140	0.17	0.110	0.135	0.017
NO3 (mg/l)	0.429	0.396	0.396	0.429	0.561	0.462	0.56	0.396	0.446	0.056
N-NH3 (mg/l)	0.130	0.170	0.160	0.010	0.020	0.150	0.17	0.010	0.107	0.066
NH3 (mg/l)	0.159	0.207	0.195	0.012	0.024	0.183	0.21	0.012	0.130	0.081
NH4 (mg/l)	0.168	0.219	0.206	0.013	0.026	0.194	0.22	0.013	0.138	0.085
PO4 (mg/l)	1.280	2.490	2.100	2.550	2.490	2.280	2.50	1.280	2.175	0.423
P (mg/l)	0.427	0.830	0.700	0.833	0.890	0.780	0.83	0.427	0.725	0.141
P2O5 (mg/l)	0.960	1.868	1.575	1.875	1.800	1.710	1.83	0.960	1.631	0.317
OD (mg/l)	7.000	3.500	7.500	8.000	9.500	5.500	9.50	3.500	6.833	1.908
ODs (mg/l)	7.050	6.930	6.890	6.740	6.960	6.840	7.05	6.740	6.902	0.097
OD/ODs x 100 (%)	99.291	50.505	108.853	118.694	136.494	80.409	136.49	50.505	99.041	27.653
Fondo							MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES. STAND
ESTACION	1	2	3	4	5	6				
COLOR (Pt-Co)	65.000	31.000	1.000	18.000	25.000	26.000	65.00	1.000	31.000	25.958
TURBIDIDAD (NTU)	134.000	5.000	3.000	3.000	3.000	5.000	134.00	3.000	25.500	48.531
N-NO2 (mg/l)	0.080	0.030	0.010	0.002	0.003	0.002	0.08	0.002	0.021	0.028
NO2 (mg/l)	0.264	0.099	0.033	0.007	0.010	0.007	0.26	0.007	0.070	0.093
N-NO3 (mg/l)	0.030	0.040	0.040	0.040	0.040	0.060	0.08	0.040	0.050	0.015
NO3 (mg/l)	0.264	0.132	0.132	0.132	0.132	0.198	0.26	0.132	0.165	0.050
N-NH3 (mg/l)	0.210	0.050	0.070	0.130	0.160	0.050	0.21	0.050	0.112	0.080
NH3 (mg/l)	0.256	0.061	0.085	0.159	0.195	0.061	0.26	0.061	0.136	0.073
NH4 (mg/l)	0.271	0.065	0.090	0.168	0.206	0.065	0.27	0.065	0.144	0.078
PO4 (mg/l)	1.600	2.100	1.600	1.130	0.600	0.670	2.10	0.600	1.293	0.535
P (mg/l)	0.533	0.700	0.533	0.397	0.200	0.223	0.79	0.200	0.451	0.178
P2O5 (mg/l)	1.200	1.575	1.200	0.893	0.450	0.503	1.53	0.450	0.970	0.401
OD (mg/l)	0.000	3.000	3.000	4.000	6.000	6.500	6.50	0.000	3.563	2.244
ODs (mg/l)	6.940	6.700	6.890	6.860	7.990	6.830	7.99	6.700	7.035	0.433
OD/ODs x 100 (%)	0.000	29.851	43.541	58.309	75.094	95.166	95.17	0.000	50.327	30.784

TABLA N o I I . 14

## TERCER MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: SEPTIEMBRE 24 DE 1990

RANGO DE MAREA: 9:56H - 16:05H (REFLUJO)

RANGO DE MAREA: 16:05H - 22:13H (FLUJO)

FASE LUNAR: SICIGIA

NUMERO DE ESTACIONES: 6

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

## Superficie

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.EST.
HORA	19H30	18H50	18H10	17H30	16H50	16H10				
NUBES (%)	25	25	25	25	37.5	50	50.00	25.00	31.25	9.55
VIENTO DIR(*MAG)	170	170	170	170	170	160	170.00	160.00	168.33	3.73
VIENTO VEL.(m/s)	2.75	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.75	4.63	0.84
DISCO SECHI (m)	0.50	0.80	1.30	2.80	2.90	1.80	2.90	0.50	1.68	0.92
SALINIDAD (%)	21.00	22.00	25.00	29.00	27.00	30.00	30.00	21.00	25.67	3.35
TEMPERATURA (°C)	26.00	26.50	26.50	26.50	26.50	27.50	27.50	26.00	26.58	0.45
OXIGENO (mg/l)	3.00	6.50	4.50	5.00	6.50	7.00	7.00	3.00	5.42	1.40
PH	7.40	7.35	7.20	7.20	7.10	7.26	7.40	7.10	7.25	0.10

## Fondo

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.EST.
HORA	19H15	18H30	18H00	17H15	16H35	16H00				
NUBES (%)	2/8	2/8	2/8	2/8	3/8	4/8				
VIENTO DIR(*MAG)	170 SE	160 SE								
VIENTO VEL.(m/s)	2.75	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.75	4.63	0.84
DISCO SECHI (m)	0.50	0.80	1.30	2.80	2.90	1.80	2.90	0.50	1.68	0.92
SALINIDAD (%)	21.50	23.00	27.00	26.00	26.00	29.00	29.00	21.50	25.42	2.49
TEMPERATURA (°C)	25.90	26.00	26.00	25.80	26.50	27.00	27.00	25.80	26.20	0.42
OXIGENO (mg/l)	0.30	2.00	3.00	6.00	3.50	5.00	6.00	0.30	3.30	1.87
PH	7.45	7.30	7.25	7.25	7.15	7.30	7.45	7.15	7.28	0.09

TABLA N o . II . 15

## CUARTO MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: OCTUBRE 1 DE 1990

RANGO DE MAREA: 04:10H - 10:29H (REFLUJO)

RANGO DE MAREA: 10:29H - 16:05H (FLUJO)

FASE LUNAR: CUADRATURA

NUMERO DE ESTACIONES: 6

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

## Superficie

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.EST.
HORA	15H30	14H45	14H00	13H45	13H20	12H20				
NUBES (%)	25	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	25.00	12.50	14.58	4.66
VIENTO DIR(*MAG)	230	220	220	200	200	210	230.00	200.00	213.33	11.06
VIENTO VEL.(m/s)	1.00	2.00	2.50	0.50	0.50	0.10	2.50	0.10	1.10	0.87
DISCO SECHI (m)	0.40	0.80	0.70	1.00	1.00	1.70	1.70	0.40	0.93	0.40
SALINIDAD (%)	28.50	29.00	29.00	29.50	30.00	33.00	33.00	28.50	29.83	1.49
TEMPERATURA (°C)	27.00	27.00	27.20	26.80	26.95	27.00	27.20	26.80	26.99	0.12
OXIGENO (mg/l)	1.00	1.70	3.80	7.70	7.50	7.00	7.70	1.00	4.78	2.76
PH	7.25	7.25	7.10	7.53	7.30	7.34	7.53	7.10	7.30	0.13

## Fondo

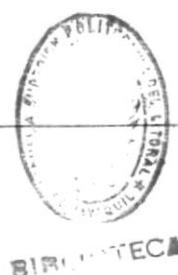
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.EST.
HORA	15H25	14H20	13H55	13H35	13H10	12H15				
NUBES (%)	2/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8				
VIENTO DIR(*MAG)	230 SW	230 SW	220 SW	200 SW	200 SW	210 SW				
VIENTO VEL.(m/s)	1.00	2.00	2.50	0.50	0.50	0.10	2.50	0.10	1.10	0.87
DISCO SECHI (m)	0.40	0.80	0.70	1.00	1.00	1.70	1.70	0.40	0.93	0.40
SALINIDAD (%)	26.00	24.00	25.00	25.00	24.50	22.00	26.00	22.00	24.42	1.24
TEMPERATURA (°C)	25.50	27.00	27.00	26.25	26.80	26.50	27.00	25.50	26.51	0.52
OXIGENO (mg/l)	0.80	2.00	3.50	5.90	4.50	6.20	6.20	0.80	3.82	1.96
PH	7.85	7.28	7.30	7.50	7.25	7.27	7.85	7.25	7.41	0.21

TABLA No. II.16

QUINTO MUESTREO										
LOCALIDAD: ESTERO SALADO										
FECHA: OCTUBRE 22 DE 1990										
RANGO DE MAREA: 8:46H - 14:53H (REFLUJO)										
RANGO DE MAREA: 14:53H - 21:19H (FLUJO)										
FASE LUNAR: SICIGIA										
NUMERO DE ESTACIONES: 6										
NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo										
Superficie										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.EST.
HORA	18H00	17H30	16H50	16H35	15H58	15H34				
NUBES (%)	100	100	87.5	87.5	100	100	100.00	87.50	95.83	5.89
VIENTO DIR(*MAG)	220	75	170	220	220	170	220.00	75.00	179.17	51.67
VIENTO VEL.(m/s)	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.33	0.24
DISCO SECHI (m)	0.50	0.75	1.00	1.60	1.70	1.20	1.70	0.50	1.13	0.43
SALINIDAD (‰)	20.00	24.50	26.00	27.90	26.30	31.20	31.20	20.00	25.98	3.39
TEMPERATURA (°C)	25.80	26.20	25.90	26.00	25.30	25.00	26.20	25.00	25.70	0.42
OXIGENO (mg/l)	5.00	3.00	7.00	7.20	8.00	7.00	8.00	3.00	6.20	1.69
PH	7.15	7.15	7.10	7.30	7.43	7.60	7.60	7.10	7.29	0.18
Fondo										
ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.EST.
HORA	17H50	17H20	16H45	16H20	15H47	15H06				
NUBES (%)	8/8	8/8	7/8	7/8	8/8	8/8				
VIENTO DIR(*MAG)	220 SW	75 NE	170 SE	220 NW	170 SE	170 SE				
VIENTO VEL.(m/s)	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.33	0.24
DISCO SECHI (m)	0.50	0.75	1.00	1.60	1.70	1.20	1.70	0.50	1.13	0.43
SALINIDAD (‰)	27.20	27.90	28.50	29.50	25.00	31.20	31.20	25.00	28.22	1.92
TEMPERATURA (°C)	25.30	26.00	25.10	25.30	25.20	24.50	26.00	24.50	25.23	0.44
OXIGENO (mg/l)	0.50	1.70	3.20	4.00	6.00	6.50	6.50	0.50	3.65	2.15
PH	7.21	7.26	7.00	7.27	7.30	7.12	7.30	7.00	7.19	0.10

TABLA No II.17

TERCER MUESTREO  
 LOCALIDAD: ESTERO SALADO  
 FECHA: SEPTIEMBRE 24 DE 1990  
 RANGO DE MAREA: 16:05 - 22:13 (PLEA)  
 FASE LUNAR: SICIGIA  
 NUMERO DE ESTACIONES: SEIS  
 NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo



Superficie							MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
ESTACION	1	2	3	4	5	6				
COLOR (U Pt - Co)	18.000	60.000	20.000	10.000	10.000	8.000	60.00	8.000	21.000	17.991
TURBIEDAD (NTU)	5.000	11.000	4.000	3.000	1.000	1.000	11.00	1.000	4.167	3.387
N-NO2 (mg/l)	0.002	0.035	0.015	0.020	0.020	0.040	0.04	0.002	0.022	0.013
NO2 (mg/l)	0.007	0.116	0.050	0.066	0.066	0.132	0.13	0.007	0.073	0.042
N-NO3 (mg/l)	0.080	0.021	0.080	0.130	0.120	0.090	0.13	0.021	0.087	0.035
NO3 (mg/l)	0.352	0.092	0.352	0.572	0.528	0.396	0.57	0.092	0.382	0.155
N-NH3 (mg/l)	0.050	0.100	0.050	0.025	0.010	0.025	0.10	0.010	0.043	0.029
NH3 (mg/l)	0.061	0.122	0.061	0.031	0.012	0.031	0.12	0.012	0.053	0.036
NH4 (mg/l)	0.065	0.129	0.065	0.032	0.013	0.032	0.13	0.013	0.056	0.038
PO4 (mg/l)	1.260	1.200	0.840	0.540	0.500	0.160	1.26	0.160	0.750	0.393
P (mg/l)	0.420	0.400	0.280	0.180	0.167	0.053	0.42	0.053	0.250	0.131
P205 (mg/l)	0.945	0.900	0.630	0.405	0.375	0.120	0.95	0.120	0.563	0.295
OD (mg/l)	3.000	6.500	4.500	5.000	6.500	7.000	7.00	3.000	5.417	1.397
ODs (mg/l)	7.020	6.960	6.880	6.770	6.830	6.670	7.02	6.670	6.855	0.116
OD/ODs x 100	42.735	93.391	65.407	73.855	95.168	104.948	104.95	42.735	79.251	21.086
Fondo							MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
ESTACION	1	2	3	4	5	6				
COLOR (U Pt - Co)	400.000	25.000	15.000	15.000	20.000	20.000	400.00	15.000	82.500	142.031
TURBIEDAD (NTU)	100.000	4.000	3.000	3.000	5.000	8.000	100.00	3.000	20.500	35.594
N-NO2 (mg/l)	0.001	0.003	0.039	0.032	0.031	0.055	0.06	0.001	0.027	0.019
NO2 (mg/l)	0.003	0.010	0.129	0.106	0.102	0.182	0.18	0.003	0.089	0.063
N-NO3 (mg/l)	0.095	0.080	0.070	0.080	0.100	0.040	0.10	0.040	0.078	0.020
NO3 (mg/l)	0.418	0.352	0.308	0.352	0.440	0.176	0.44	0.176	0.341	0.086
N-NH3 (mg/l)	0.190	0.150	0.040	0.060	0.050	0.040	0.19	0.040	0.088	0.059
NH3 (mg/l)	0.232	0.183	0.049	0.073	0.061	0.049	0.23	0.049	0.108	0.072
NH4 (mg/l)	0.245	0.194	0.052	0.077	0.065	0.052	0.25	0.052	0.114	0.076
PO4 (mg/l)	2.240	1.980	1.200	0.940	0.930	0.590	2.24	0.590	1.313	0.595
P (mg/l)	0.747	0.660	0.400	0.313	0.310	0.197	0.75	0.197	0.438	0.198
P205 (mg/l)	1.680	1.485	0.900	0.705	0.698	0.443	1.68	0.443	0.985	0.446
OD (mg/l)	0.300	2.000	3.000	6.000	3.500	5.000	6.00	0.300	3.300	1.871
ODs (mg/l)	7.091	6.970	6.870	6.962	6.850	6.730	7.09	6.730	6.912	0.113
OD/ODs x 100	4.231	28.694	43.668	86.182	51.095	74.294	86.18	4.231	48.027	27.283

TABLA N<sup>o</sup> I.T. 18

CUARTO MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: OCTUBRE 1 DE 1990

RANGO DE MAREA: 10:29 -16:05 (PLEA)

FASE LUNAR: CUADRATURA

NUMERO DE ESTACIONES: SEIS

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

Superficie							MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
ESTACION	1	2	3	4	5	6				
COLOR (U Pt - Co)	30.000	70.000	40.000	21.000	30.000	10.000	70.00	10.000	33.500	18.742
TURBIEDAD (NTU)	8.000	12.000	9.000	12.000	14.000	6.000	14.00	6.000	10.167	2.734
N-NO2 (mg/l)	0.004	0.006	0.002	0.005	0.007	0.010	0.01	0.002	0.006	0.002
NO2 (mg/l)	0.013	0.020	0.007	0.017	0.023	0.033	0.03	0.007	0.019	0.008
N-NO3 (mg/l)	0.050	0.080	0.120	0.160	0.180	0.190	0.19	0.050	0.130	0.052
NO3 (mg/l)	0.220	0.352	0.528	0.704	0.792	0.836	0.84	0.220	0.572	0.227
N-NH3 (mg/l)	0.180	0.170	0.180	0.160	0.120	0.120	0.18	0.120	0.155	0.026
NH3 (mg/l)	0.220	0.207	0.220	0.195	0.146	0.146	0.22	0.146	0.189	0.031
NH4 (mg/l)	0.232	0.219	0.232	0.206	0.155	0.155	0.23	0.155	0.200	0.033
PO4 (mg/l)	1.160	1.280	0.910	0.490	0.950	0.100	1.28	0.100	0.815	0.404
P (mg/l)	0.387	0.427	0.303	0.163	0.317	0.033	0.43	0.033	0.272	0.135
P205 (mg/l)	0.870	0.960	0.683	0.368	0.713	0.075	0.96	0.075	0.611	0.303
OD (mg/l)	1.000	1.700	3.800	7.700	7.500	7.000	7.70	1.000	4.783	2.756
ODs (mg/l)	6.745	6.730	6.714	6.784	6.786	6.830	6.83	6.714	6.765	0.039
OD/ODs x 100	14.826	25.260	56.598	113.502	110.522	102.489	113.50	14.826	70.533	40.443
Fondo							MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
ESTACION	1	2	3	4	5	6				
COLOR (U Pt - Co)	40.000	40.000	15.000	15.000	20.000	19.000	40.00	15.000	24.833	10.884
TURBIEDAD (NTU)	9.000	5.000	3.000	6.000	11.000	4.000	11.00	3.000	6.333	2.809
N-NO2 (mg/l)	0.025	0.100	0.400	0.310	0.090	0.100	0.40	0.025	0.171	0.135
NO2 (mg/l)	0.083	0.330	1.320	1.023	0.297	0.330	1.32	0.083	0.564	0.446
N-NO3 (mg/l)	0.190	0.170	0.160	0.150	0.150	0.110	0.19	0.110	0.155	0.024
NO3 (mg/l)	0.836	0.748	0.704	0.660	0.660	0.484	0.84	0.484	0.682	0.107
N-NH3 (mg/l)	0.100	0.110	0.100	0.090	0.090	0.100	0.11	0.090	0.098	0.007
NH3 (mg/l)	0.122	0.134	0.122	0.110	0.110	0.122	0.13	0.110	0.120	0.008
NH4 (mg/l)	0.129	0.142	0.129	0.116	0.116	0.129	0.14	0.116	0.127	0.009
PO4 (mg/l)	0.990	0.950	0.880	0.540	0.540	0.450	0.99	0.450	0.725	0.219
P (mg/l)	0.330	0.317	0.293	0.180	0.180	0.150	0.33	0.150	0.242	0.073
P205 (mg/l)	0.743	0.713	0.660	0.405	0.405	0.338	0.74	0.338	0.544	0.165
OD (mg/l)	0.800	2.000	3.500	5.900	4.500	6.200	6.20	0.800	3.817	1.957
ODs (mg/l)	6.935	6.860	6.840	6.900	6.914	6.960	6.96	6.840	6.902	0.041
OD/ODs x 100	11.536	29.155	51.170	85.507	65.085	89.080	89.08	11.536	55.255	28.182

TABLA No. II.19

## QUINTO MUESTREO

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FECHA: OCTUBRE 22 DE 1990

RANGO DE MAREA: 14:53 - 21:19 (PLEA)

FASE LUNAR: SICIGIA

NUMERO DE ESTACIONES: SEIS

NIVELES DE MUESTREO: Superficie y Fondo

## Superficie

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
COLOR (U Pt - Co)	69.000	40.000	20.000	2.000	1.000	0.000	69.00	0.000	22.000	25.371
TURBIEDAD (NTU)	10.000	8.000	8.000	9.000	7.000	8.000	10.00	7.000	8.333	0.943
N-NO2 (mg/l)	0.050	0.050	0.080	0.080	0.100	0.120	0.12	0.050	0.080	0.025
NO2 (mg/l)	0.165	0.165	0.264	0.264	0.330	0.396	0.40	0.165	0.264	0.083
N-NO3 (mg/l)	0.150	0.180	0.120	0.160	0.190	0.180	0.19	0.120	0.163	0.024
NO3 (mg/l)	0.660	0.792	0.528	0.704	0.836	0.792	0.84	0.528	0.719	0.104
N-NH3 (mg/l)	0.180	0.190	0.180	0.070	0.090	0.150	0.19	0.070	0.143	0.047
NH3 (mg/l)	0.220	0.232	0.220	0.085	0.110	0.183	0.23	0.085	0.175	0.057
NH4 (mg/l)	0.232	0.245	0.232	0.090	0.116	0.194	0.25	0.090	0.185	0.060
PO4 (mg/l)	1.690	2.590	2.100	2.300	2.200	2.280	2.59	1.690	2.193	0.270
P (mg/l)	0.563	0.863	0.700	0.767	0.733	0.760	0.86	0.563	0.731	0.090
P205 (mg/l)	1.268	1.943	1.575	1.725	1.650	1.710	1.94	1.268	1.645	0.203
OD (mg/l)	5.000	3.000	7.000	7.200	8.000	7.000	8.00	3.000	6.200	1.693
ODs (mg/l)	7.122	6.914	6.971	6.845	6.946	6.844	7.12	6.844	6.940	0.094
OD/ODs x 100	70.205	43.390	100.416	105.186	115.174	102.279	115.17	43.390	89.442	24.786

## Fondo

ESTACION	1	2	3	4	5	6	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	DES.STAND
COLOR (U Pt - Co)	85.000	29.000	2.000	15.000	24.500	25.000	85.00	2.000	30.083	26.109
TURBIEDAD (NTU)	104.000	15.000	13.000	13.000	8.000	8.000	104.00	8.000	26.833	34.609
N-NO2 (mg/l)	0.100	0.080	0.070	0.012	0.033	0.082	0.10	0.012	0.063	0.030
NO2 (mg/l)	0.330	0.264	0.231	0.040	0.109	0.271	0.33	0.040	0.207	0.101
N-NO3 (mg/l)	0.090	0.090	0.140	0.090	0.090	0.080	0.14	0.080	0.097	0.020
NO3 (mg/l)	0.396	0.396	0.616	0.396	0.396	0.352	0.62	0.352	0.425	0.087
N-NH3 (mg/l)	0.230	0.150	0.170	0.160	0.140	0.080	0.23	0.080	0.155	0.044
NH3 (mg/l)	0.281	0.183	0.207	0.195	0.171	0.098	0.28	0.098	0.189	0.054
NH4 (mg/l)	0.297	0.194	0.219	0.206	0.181	0.103	0.30	0.103	0.200	0.057
PO4 (mg/l)	1.800	2.050	1.880	1.290	0.700	0.770	2.05	0.700	1.415	0.534
P (mg/l)	0.600	0.683	0.627	0.430	0.233	0.257	0.68	0.233	0.472	0.178
P205 (mg/l)	1.350	1.538	1.410	0.968	0.525	0.578	1.54	0.525	1.061	0.400
OD (mg/l)	0.500	1.700	3.200	4.000	6.000	6.500	6.50	0.500	3.650	2.148
ODs (mg/l)	7.083	6.845	6.906	6.853	7.010	6.843	7.08	6.843	6.923	0.092
OD/ODs x 100	7.059	24.836	46.337	58.369	85.592	94.988	94.99	7.059	52.863	31.097

## TABLA No. 11.20

LOCALIDAD: ESTERO SALADO

FASE DE MAREA: REFLUJO

NIVELES DE MUESTREO: SUPERFICIAL (S) y PROFUNDA (P)

FECHA DE ANALISIS BACTERIOLOGICO: OCTUBRE 2 Y 23 DE 1990

DETERMINACION DE COLIFORMES POR EL METODO DE MEMBRANA FILTRO

## MUESTREO No. 4

MUESTRAS	1	4	6
COL.TOTALES (COL/100ML)	87500	64500	32500
COL.FECALES (COL/100ML)	30000	30000	0

## MUESTREO No. 5

MUESTRAS	1	4
COL.TOTALES (COL/100ML)	1390000	41000
COL.FECALES (COL/100ML)	155000	5000

TABLA No. II.21

PERFILES DE VELOCIDAD, SALINIDAD Y TEMPERATURA				
LOCALIDAD: ESTERO SALADO				
ESTACION: 1 (PUENTE CINCO DE JUNIO)				
FECHA: OCT-22-1990				
RANGO DE MAREA: 08H46 - 15H00 (REFLUJO)				
FASE DE LA LUNA: SICIGIA				
HORA: 14H55				
PROFUNDIDAD (m)	VELOCIDAD (nudos)	DIRECCION (°mag)	SALINIDAD S%.	TEMPERATURA (°C)
0.00	0.55	230.50	19.80	26.80
1.00	0.15	195.40	21.17	26.40
2.00	0.00	151.90	23.60	26.10
3.00	0.00	11.30	25.60	25.70
4.00	0.15	84.60	26.80	25.60
4.40	0.00	67.80	23.50	25.60

TABLA No. II.22

PERFILES DE VELOCIDAD, SALINIDAD Y TEMPERATURA				
LOCALIDAD: ESTERO SALADO				
ESTACION: 2 (PUENTE DE LA CALLE 17)				
FECHA: OCT-22-1990				
RANGO DE MAREA: 08H46 - 15H00 (REFLUJO)				
FASE DE LA LUNA: SICIGIA				
HORA: 14H30				
PROFUNDIDAD (m)	VELOCIDAD (nudos)	DIRECCION (°mag)	SALINIDAD S%.	TEMPERATUR (°C)
0.00	0.10	196.90	23.10	26.40
1.00	0.20	178.70	24.30	26.00
2.00	0.20	157.80	24.50	25.90
3.00	0.30	122.70	26.80	25.60
4.00	0.20	128.10	27.70	25.50
5.00	0.25	117.00	27.90	25.50
6.00	0.25	111.20	28.10	25.50
7.00	0.35	101.40	28.10	25.50
8.00	0.20	90.10	28.20	25.50

TABLA No II.23

PERFILES DE VELOCIDAD, SALINIDAD Y TEMPERATURA  
 LOCALIDAD: ESTERO SALADO  
 ESTACION: 3 (PUENTE PORTETE)  
 FECHA: OCT-22-1990  
 RANGO DE MAREA: 08H46 - 15H00 (REFLUJO)  
 FASE DE LA LUNA: SICIGIA  
 HORA: 14H00

PROFUNDIDAD (m)	VELOCIDAD (nudos)	DIRECCION (°mag)	SALINIDAD S%.	TEMPERATURA (°C)
0.00	0.15	191.30	25.60	26.10
1.00	0.10	157.00	25.90	26.00
2.00	1.10	105.70	26.40	25.80
3.00	0.20	88.90	27.20	25.60
4.00	0.10	135.20	28.00	25.50
5.00	0.10	135.10	28.00	25.50
6.00	0.10	122.80	28.50	25.50
7.00	0.30	84.50	28.80	25.40
8.00	0.10	95.70	28.90	25.40
9.00	0.10	100.30	28.90	25.40
9.70	0.10	124.10	28.90	25.40

TABLA No II.24

PERFILES DE VELOCIDAD, SALINIDAD Y TEMPERATURA  
 LOCALIDAD: ESTERO SALADO  
 ESTACION: 4 (PUENTE ESTERO SALADO-VP)  
 FECHA: OCT-22-1990  
 RANGO DE MAREA: 08H46 - 15H00 (REFLUJO)  
 FASE DE LA LUNA: SICIGIA  
 HORA: 13H30

PROFUNDIDAD (m)	VELOCIDAD (nudos)	DIRECCION (°mag)	SALINIDAD S%.	TEMPERATUR (°C)
0.00	0.70	111.80	28.90	26.10
1.00	0.60	128.80	29.10	25.80
2.00	0.50	190.10	29.20	25.70
3.00	0.40	133.90	29.20	25.70
4.00	0.30	117.80	29.30	25.70
5.00	0.20	163.40	29.40	25.50
6.00	0.10	156.70	29.40	25.50
7.00	0.10	162.10	29.50	25.40
8.00	0.10	167.70	29.60	25.40
9.00	0.00	179.00	29.70	25.40
10.00	0.10	150.50	29.70	25.40

TABLA No II.25

PERFILES DE VELOCIDAD, SALINIDAD Y TEMPERATURA				
LOCALIDAD: ESTERO SALADO				
ESTACION: 5 (PUENTE ESTERO DEL MUERTO-VP)				
FECHA: OCT-22-1990				
RANGO DE MAREA: 08H46 - 15H00 (REFLUJO)				
FASE DE LA LUNA: SICIGIA				
HORA: 12H47				
PROFUNDIDAD (m)	VELOCIDAD (nudos)	DIRECCION (°mag)	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA (°C)
0.00	0.40	180.10	25.60	25.70
1.00	0.40	174.90	0.80	25.70
2.00	0.40	163.40	0.80	25.50
3.00	0.30	162.30	0.80	25.60
4.00	0.20	152.20	0.80	25.50
5.00	0.10	140.60	0.80	25.40
6.00	0.20	145.20	0.80	25.40
7.00	0.00	129.80	0.80	25.40
8.00	0.10	150.70	0.80	25.40
9.00	0.10	156.70	0.80	25.40
10.00	0.10	152.10	0.80	25.40

NOTA: PROFUNDIDAD MAXIMA 10.70m

TABLA No II.26

PERFILES DE VELOCIDAD, SALINIDAD Y TEMPERATURA				
LOCALIDAD: ESTERO SALADO				
NUMERO DE ESTACIONES: SEIS				
ESTACION: 6 (PUERTO MARITIMO)				
FECHA: OCT-22-1990				
RANGO DE MAREA: 08H46 - 15H00				
FASE DE MAREA: REFLUJO				
FASE DE LA LUNA: SICIGIA				
HORA: 12H06				
PROFUNDIDAD (m)	VELOCIDAD (nudos)	DIRECCION (°mag)	SALINIDAD ‰	TEMPERATUR (°C)
0.00	0.30	229.30	30.20	25.60
1.00	0.40	229.30	30.20	25.60
2.00	0.40	229.30	30.20	25.60
3.00	0.20	246.30	30.20	25.50
4.00	0.30	186.70	30.20	25.50
5.00	0.20	180.10	30.20	25.60
6.00	0.30	167.80	30.10	25.50
7.00	0.30	223.50	30.20	25.60
8.00	0.30	174.80	30.10	25.60
9.00	0.30	191.10	30.20	25.50
10.00	0.20	189.90	30.20	25.60

## BIBLIOGRAFIA

1. APG, INOCAR, Estudios Hidrográficos y Geológicos para resolver los problemas de sedimentación en el Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil y en el área de la Esclusa (Río Guayas - Estero Cobina), Informe final, Vol. 1, Guayaquil, 1986, 15, p. 46 - 50.
2. APG, Reporte Preliminar del Puerto de Guayaquil y del Puerto de San Lorenzo, Guayaquil, 1974.
3. APG, Levantamiento Hidrográfico del Estero del Muerto, Guayaquil, 1980.
4. BAYAS A., Garcia C., Parámetros Fisico-químicos del Estero Plano Seco, Revista de Universidad de Guayaquil, vol. 3, No. 57, Guayaquil, p. 79-102.
5. BOHINSKI R. C., "Bioquímica", Fondo Educativo Interamericano, S. A., Segunda Edición, Barcelona, 1978, p. 45-48.
6. BOYD, Claude E., Prof., Water Quality in Warmwater

- Fish Ponds, Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Auburn, 1979, p. 127-130.
7. BRAVO F., "Las Condiciones Hidrológicas del Río Daule sección "La Toma - Puente de La unidad Nacional" Tesis de Oceanógrafo, ESPOL, Guayaquil, 1983, 147p.
  8. BURTON J.D., Estuarine Chemistry, Academic Press, London, 1976, p. 1-54.
  9. DANKERS N., Binsbergen M., Transportation of water, particulate and dissolved organic and inorganic matter between a salt marsh and the Ems-Dollard Estuary, Netherlands. Estuary Coast Shelf SCI, vol 19, No. 2, 1984, 25 p.
  10. EPA, Manual of methods for chemical Analysis of water and waster. Biochemical oxigen Demand, Technology, Transfer, 1976.
  11. ESTEVAN B. María-Teresa, Las evaluaciones de Impacto ambiental, CIFCA, Madrid, 1977, 100 p.
  12. HOLDEN R., "Soluciones para el problema de contaminación en el Estero Salado", Primer Congreso Intera-

- mericano de Ciencias del Mar, Guayaquil, 1978, p.
13. HACH. "Procedures Manual DR/2000 Spectrophotometer", Hach Company, USA, 1988, 1990.
  14. HACH. "Water Analysis Handbook, DR3 y DREL/5, Hach Company, USA, 1986.
  15. INEN, Proyecto de Norma Ecuatoriana, AL 01.06-321, AGUAS, DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ( DBO ), 1981.
  16. INEN, Proyecto de Norma Ecuatoriana, AL 01.06-320, AGUAS, DETERMINACION DE OXIGENO DISUELTO (OD), 1981
  17. INOCAR. " Ordenación y desarrollo Integral de las Zonas Costeras", Informe del seminario realizado por Gobierno del Ecuador - Naciones Unidas. DIGEIM/CM/001-81, Guayaquil, 1981.
  18. JENKINS M.C., W.M. Kemp, "The coupling of nitrification and denitrification in two estuarine sediments", Limnology and Oceanography, Vol. 29 No. 3, Chesapeake, 1984, p. 3 - 26.
  19. JIMENEZ, Consideraciones sobre el olor y sabor a moho en camarones, Aguanet, 1983.

20. LEJCHAN S., P. Treguer, "Organic matter in estuaries. Seasonal evolution of dissolved organic matter in an eutrophic ecosystem of western Europe (Bay of Brest), *Oceanology Acta*, vol 7, No. 2, London, 1984, p. 12-30.
21. MARGALEFF, Estructura y Dinámica de la "purga de mar" en la Ría Vigo. *Pesq.* 5, 11B, 1956, 134 p.
22. NICOLAIDOU A., Moraitou M., A survey of estuarine benthic, zooplanktonic and phytoplanktonic communities of Amurakikos Gulf, Ionian Sea, *Marine Ecology*, vol 4, No. 3, 1983, p. 14-19.
23. ORMAZA F.I., "Phosphorus in estuarine and oligotrophic ocean waters: Analytical and biogeochemical studies", Tesis de Ph. D. en la Universidad de Southampton, Southampton, 1990, Cap. 1, 2, 3.
24. PEARSON D., Mchem A., "Técnicas de Laboratorio para el análisis de alimentos, Editorial ACRIBIA, Zaragoza, 1976, 37 - 40.
25. PEREZ E., Robadue D., Problemas de Calidad de Agua en la zona Costera Ecuatoriana, Primer Congreso Ecuatoriano del Medio Ambiente, 1970.

26. PESANTES F., Concentración de Nutrientes en el Estero Salado, Taller, Guayaquil, 1986.
27. PNUMA, "Océanos", Boletín Ecológico, 1987.
28. RAMALHO R.S., Curso Intensivo sobre procesos de Tratamiento de Aguas Residuales, Academic Press INC., Québec, 1977, cap. 1, 2, 3, 4, 5.
29. ROMERO J., Evaluación rápida de Impactos Ambientales de Desechos Domésticos e Industriales en cuencas Hidrográficas, 1977.
30. SCIENTIFIC AMERICAN, Introducciones de J. Robert Moore, Oceanografía, Ediciones Rosario, Madrid, 1978, p. 17 - 45.
31. SCRANTON M. I., Novelli P. C., P.A. Lond, "The distribution and cycling of hydrogen gas in the waters of two anoxic Marine Environments", Limnology Oceanography, vol. 29, No. 5, 1984.
32. SHREEKINGER I., Explotación del oro y contaminación por mercurio en Ecuador, 1980.

33. SNOEYINK V., JENKINS D., Química del Agua, Editorial LIMUSA, Noriega Editores, Primera Edición, Buenos Aires, 1987, p. 22-30, 240-260.
34. SOLORZANO L., Fuentes, niveles y efectos de la contaminación marina en el Ecuador, PNUMA-CPPS, Lima, 1981.
35. SOROKIN Y.I., "Bacterioplankton and primary Production in the central Indian Ocean", Biol. Morya, Vol. No. 2, 1984.
36. STANDARD METHODS, For the examination of water and wastewater 219 Oxigen Dissolved, 14 th Edition, USA, 1975, p. 495 - 500.
37. STOWE K., "Ocean Science", John Wiley & Sons, New York, 1979, Cap. 6
38. STRICKLAND J. D. H., Parsons T. R., A Practical Handbook of Sea Water Analysis, Fishiries Board Canadá, Ottawa, 1972, 310 p.
39. TORRES H., Carminatti H., Cardini C, "Bioquímica General", Editorial El Ateneo, Argentina, 1983, p. 47-70.

40. UNIVERSIDAD CATOLICA DE GUAYAQUIL, Fac. Arquitectura, Tesis "Parque Lineal Vía Marginal del Salado", 1989 - 1990, Tesis del 1-10.
  
41. VETTER Richard C., Oceanografía, Compilador la última frontera, Segunda edición, Editorial "El Ateneo" , Argentina, 1978, cap. 4, p. 30-41 .
  
42. WILEY M., Estuarine Processes, Vol. I, Academic Press, New York, 1976, p. 3- 50.

