



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

TOPICOS DE GRADUACION

"CALIDAD DE AGUA DEL ESTERO COBINA"

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL ESTERO COBINA

Previa a la obtención del Título de:

OCEANOGRAFO

Presentado por:

Isabel Tutivén Ubilla

Guayaquil - Ecuador

1993



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA



BIBLIOTECA
FAC. ING.
BUENOS AIRES

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

A la Lda. Mercy Borbor, Directora de Tesis, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo. Al Personal del Instituto Nacional de Pesca, en especial al que fué su Director Dr. Luis Arreaga. Al Instituto Oceanográfico de la Armada. A mis amigos. Personas y lugares que hicieron posible elaborar este documento.

DEDICATORIA

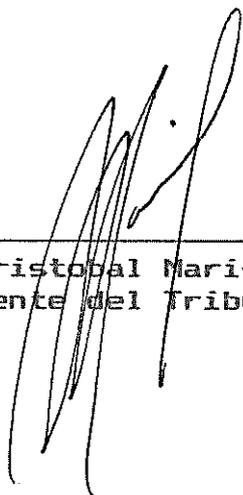


BIBLIOTECA
DEL INO.
MONTEVIDEO

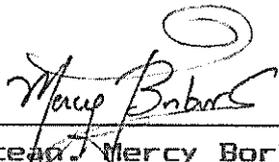
AL SEÑOR TODO PODEROSO

A MIS PADRES Y

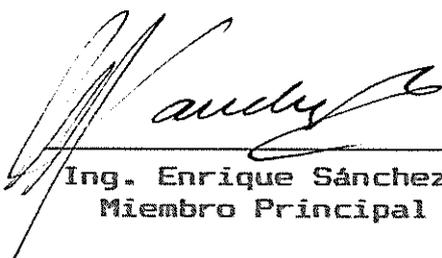
HERMANAS



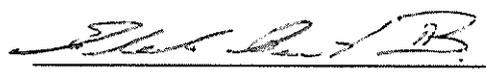
Ing. Cristóbal Mariscal. D.
Presidente del Tribunal



Ocean Mercy Borbor C.
Directora del Tópico



Ing. Enrique Sánchez C.
Miembro Principal

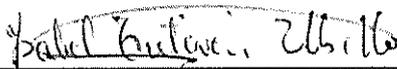


Ing. Eduardo Cervantes
Miembro Principal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas 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)



Nombre y firma del autor

RESUMEN

Este proyecto reviste una enorme importancia tanto a nivel de la salud humana como en el debido manejo del recurso hídrico. El objetivo del presente fué el determinar las condiciones de la calidad del agua en una región doblemente crítica tanto porque el hombre tiene intervención directa como por el elemento que se está estudiando (estuario), que constituye un eslabón delicado de la naturaleza encargado de permitir la reproducción y diseminación de una inmensa diversidad de especies acuáticas las que se ven amenazadas por la indiscriminada indiferencia del hombre, el mismo que al final de la cadena resulta ser el afectado.

La inminente creciente población existente en el Estero Cobina, principalmente en sus riveras norteñas, asentamientos que tienen una variedad de orígenes que acarrearán así mismo una variedad de contaminantes, hacen de este lugar una zona a la que se deba prestar delicada atención. Consecuencia de esto, encontramos en el Estero Cobina contaminantes de tipo Urbano, Turístico, Industrial (Industria Cartonera, Empacadora), Acuacultura (existen camarónicas que toman y descargan aguas para su uso), Obra de infraestructura teniendo entonces un cons-



BIBLIOTECA
NACIONAL
DE LA REPUBLICA
DE CUBA

tante aporte de material orgánico.

Este Estero por su forma meandrica, batimetría, presencia de varias ramificaciones y por la intrusión de la lengua salina producto de la onda de marea que hace exista dilución de aguas provenientes del río Guayas producto de la operación de las esclusas, traen como consecuencia una distribución de sus constituyentes bastante variada.

Este Estero tiene gran parte del año concentraciones bajas de Oxígeno, consecuencia en su mayoría a las altas colonias de coliformes encontradas, constituyéndose en un peligro para aquellas personas que de una u otra forma están en contacto con estas aguas y que consumen productos de las mismas.

Este Estero mantiene un permanente y dinámico proceso de sedimentación hacia la cabecera, dependiendo de la frecuencia con que se operan las esclusas. Esta dinámica encontrada en el coeficiente de dispersión y tasa de renovación (Robles, 1993), le dan capacidad a este Estero para que en ciertas ocasiones las concentraciones de los contaminantes, se vean ligeramente atenuadas, contribuyendo a que este Estero no llegue a los límites de eutroficación.

Este Estero presenta condiciones diferenciadas en las dos épocas del año, es así que época seca se encontró condiciones de homogeneidad, con concentraciones de

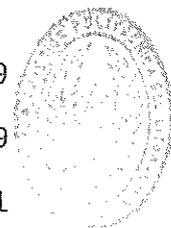
oxígeno mas estables a lo largo del Estero sin fluctuaciones pronunciadas (valores mayores a 4.51 mg/L en superficie, con máximos de 5.64). En época húmeda se presenta mas estratificado con fluctuaciones marcadas de oxígeno e inferiores a 4.0 mg/L

Por las condiciones de sus aguas, a pesar de no haber llegado a un estado de eutroficación, el uso de estas en el Estero Cobina debe ser restringido solo para transporte, hasta que no se realice un adecuado manejo y control de la calidad de sus aguas.

Este trabajo de investigación junto con otros de este tipo, realizados no sólo en esteros sino en ríos y zonas costeras, debe ser considerado para lograr un mejor aprovechamiento de nuestros recursos hídricos y mejorar nuestra calidad de vida.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	6
INDICE GENERAL.....	9
INDICE DE FIGURAS.....	12
INDICE DE TABLAS.....	14
INTRODUCCION.....	16
I. CONSIDERACIONES TEORICAS	
1.1. Parámetros físicos en un estuario.....	19
1.1.1. Solidos Disueltos y Suspendidos...	19
1.1.2. Conductividad.....	21
1.1.3. Visibilidad.....	22
1.1.4. Temperatura.....	24
1.1.5. Salinidad.....	26
1.2. Parámetros químicos en un estuario	
1.2.1. Oxígeno disuelto.....	27
1.2.2. Oxígeno de saturación.....	32
1.2.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	33
1.2.4. Potencial de Hidrógeno.....	35



LIBRERIA
1985

1.3. Procesos físicos, químicos y biológicos..	38
1.4. Coeficiente de Dispersión.....	45

II. METODOLOGIA

2.1. Selección de estaciones, secciones, niveles, breve descripción del lugar.....	50
2.2. Standard Methods y uso de aparatos electróni- cos en el cálculo de parámetros.....	52
2.2.1. Sólidos Suspendidos y Disueltos: tota- les, fijos y volátiles.....	54
2.2.2. Oxígeno.....	55
2.2.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	57
2.2.4. Conductividad, Salinidad, pH y Tempe- ratura.....	58

III. OBTENCION DE DATOS

3.1. Formulas utilizadas en el cálculo de las diferentes variables	
3.1.1. Sólidos Suspendidos y Disueltos (Fijos, Volátiles).....	60
3.1.2. Temperatura.....	62
3.1.3. Oxígeno	63
3.1.4. Porcentáje de Saturación de Oxígeno.	64
3.1.5. Densidad y Conductividad.....	65

IV. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo.....	67
Salinidad y Velocidad.....	68
4.2. Análisis estacional de los parámetros	
Físicos y Químicos.....	108
Salinidad.....	108
Densidad.....	109
Sólidos Suspendidos.....	109
pH.....	113
Disco Sechi.....	114
Oxígeno.....	115
Temperatura.....	119
DBO y Coliformes.....	119
DBO.....	121
Descargas por presencia de Camaronera, Asenta- mientos Humanos y La Fábrica Cartonera...	125
 CONCLUSIONES.....	 130
 RECOMENDACIONES.....	 136
 BIBLIOGRAFIA.....	 139



UNED
BIBLIOTECA

INDICE DE FIGURAS

FIG.	Pag.
1. Ciclo del Oxígeno.....	28
2. Efectos del Oxígeno disuelto.....	36
3. Relación DBO Temperatura.....	36
4. Efectos del pH en criaderos de aguas cálidas.	36
5. Procesos Físicos y Químicos.....	40
6. Zona de estudio y ubicación de las estaciones en el Estero Cobina.....	51
7. Distribución superficial de Salinidad y Velocidad (Flujo).....	70
8. Distribución superficial de Salinidad y Velocidad (Reflujo).....	72
9. Salinidad (28/12/90-02/02/91).....	75
10. Salinidad (11/04/91-09-10/11/91).....	77
11. Profundidad del Disco Sechi (28/12/90- 02/02/91).....	79
12. Profundidad del Disco Sechi(11/04/91-09- 10/11/91).....	80
13. Sólidos Suspendidos Totales.....	82
14. Sólidos Disueltos Totales.....	84
15. Sólidos Suspendidos Volátiles.....	86
16. Sólidos Disueltos Volátiles.....	88

17. Potencial Hidrógeno (28/12/90-24/01/91).....	91
18. Potencial Hidrógeno (02/02/91-30/04/91).....	93
19. Oxígeno (28/12/90-02/02/91).....	95
20. Oxígeno (11/04/91-09-10/11/91).....	97
21. Temperatura (28/12/90-02/02/91).....	99
22. Temperatura (11/04/91-09-10/11/91).....	101
23. Clorofila a y Oxígeno (09-10/11/91).....	103
24. Relación N(Total)/P(Total) (28/12/90- 02/02/91).....	105
25. Relación N(Total)/P(Total), (11/04/91-09- 10/11/91).....	107
26. Densidad (28/12/91-02/02/91).....	110
27. Densidad (11/04/91-09-10/11/91).....	111
28. Porcentaje de Saturación de Oxígeno (28/12/90-24/01/91).....	117
29. Porcentaje de Saturación de Oxígeno (11/04/91-09-10/11/91).....	118
30. Demanda Bioquímica de Oxígeno (02/02/91- 30/04/91).....	122
31. Mapa Forestal de Manglares 1987.....	128



INDICE DE TABLAS

Tabla No.	Pág.
I. Coeficientes de Dispersión	
Longitudinal.....	49
II. Gradiente Superficial Longitudinal de	
Sal y Clasificación Según Burt & Mcalister	49
III. Salinidad (28/12/90-02/02/91).....	74
IV. Salinidad (11/04/91-09-10/11/91).....	76
V. Disco Sechi (16/01/91-09-10-11/91).....	78
VI. Sólidos Suspendidos Totales	
(11/04/91-09-10/11/91).....	81
VII. Sólidos Disueltos Totales (11/04/91-09-	
10/11/91).....	83
VIII. Sólidos Suspendidos Volátiles (11/04/91-	
09-10/11/91).....	85
IX. Sólidos Disueltos Volátiles	
(11/04/91-09-10/11/91).....	87
X. Potencial Hidrógeno (28/12/90-24/01/91).	89
XI. Potencial Hidrógeno (02/02/91-30/04/91).	92
XII. Oxígeno (28/12/90-24/01/91).....	94
XIII. Oxígeno (02/02/91-09-11/11/91).....	96
XIV. Temperatura (28/12/90-02/02/91).....	98
XV. Temperatura (11/04/91-09-10/11/91).....	100
XVI. Clorofila a (09-10-11/91).....	102
XVII. Utilización de Datos Complementarios	

	N(Total)/P(Total), (28/12/90-02/02/91)..	104
XVIII.	Utilización de Datos Complementarios	
	N(Total)/P(Total), (11/04/91-09-10/11/91).	106
XIX.	Coliformes vs. Uso Tipo de Agua.....	124
XX.	Actividad vs. Indicadores de Contamina- ción.....	124



BIBLIOTECA
NAC. MED.
MARITIMA

INTRODUCCION

El objeto del presente trabajo es el estudiar la distribución de los Parámetros Físico-Químicos, conocimiento actualizado que no se tiene del Estero Cobina, confrontarlos con valores estándares, y a la vez tener un conocimiento de la evolución de estos Parámetros en las dos estaciones del año.

Uno de los problemas que afrontan nuestros esteros es el poco interés de sus habitantes por conservarlos o mantenerlos en condiciones propias para que ellos sigan cumpliendo las funciones que durante siglos han venido desempeñando, como es el de ser fuentes de alimento, y lugar donde existe alta productividad primaria. Aquí los procesos costeros relacionados a su interacción con el océano, se producen en espacio y tiempo mas cortos que los procesos oceánicos. Por otro lado, estos constituyen una zona de recreación y estética, que de hecho proporciona un beneficio social, mejorando la calidad del medio ambiente. Sinembargo todo este sistema complicado se ve amenazado por la proliferación de camaroneras, asentamientos poblacionales e industrias que arrojan (las primeras) sus aguas cargadas de material suspendido,

variando en consecuencia las concentraciones y comportamiento interno del sistema. Las tres situaciones principales que pueden variar las condiciones normales en un cuerpo de aguas y que fueron nombradas anteriormente, las hemos encontrado lamentablemente en el Estero Cobina, colocándose entonces como un área de alto riesgo y mas aún si consideramos que sus habitantes inevitablemente hacen uso de sus aguas, sea para recreación (caso típico de la existencia de la Playita sitio acondicionado expresamente para la distracción de los moradores del lugar, sin tomar en cuenta un punto prioritario como es el de conservar la calidad de sus aguas), alimentación (es típico que los pobladores de las orillas tiendan a consumir toda variedad de especies que puedan habitar en un sistema acuático, ya sea dentro o en sus alrededores, esta situación se da muchas veces por supervivencia mas que por desconocimiento de las condiciones del producto que van a consumir, que en un buen porcentaje no es de buena calidad, dado el grado de contaminación en que se encuentran las aguas de nuestros ríos y esteros), por último transporte, y comercio.

Entonces, el buen funcionamiento de un recurso hídrico, o una buena planificación de este se reduce en:

- 1.- Un aprovechable desarrollo económico nacional
- 2.- Una optimización de la calidad del medio ambiente

- 3.- Un incremento del bienestar social y
- 4.- Como consecuencia, en un innegable desarrollo regional.

Se escogió estos Parámetros ya que se los considera deben ser los primeros a ser medidos en todo estudio de contaminación de aguas, siendo estos la pauta para determinar si un sistema hidrológico merece ser sometido a un seguimiento de la calidad de sus aguas.



BIBLIOTECA
NAC. RES.
CUBANA

CAPITULO I

I. CONSIDERACIONES TEORICAS

1.1. PARAMETROS FISICOS EN UN ESTUARIO

1.1.1. SOLIDOS DISUELTOS Y SUSPENDIDOS

En el caso particular de un estuario, es importante conocer, si no es el tipo, por lo menos el porcentaje y estado físico de elementos presentes en las columna de agua.

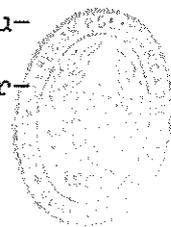
Aguas con concentraciones elevadas de sólidos disueltos, generalmente son de inferior calidad y, podrían provocar diferentes reacciones fisiológicas al ingerirlas o al estar en contacto con ellas. Un límite de 500 mg. de sólidos disueltos / litro son aceptables para el consumo humano (Standard Methods, 1985). Por otro lado, aguas altamente mineralizadas son contraindicadas para aplicaciones industriales, así como lo son aguas con altos sólidos suspendidos. El análisis de sólidos es importante para el control biológico y físico en procesos de

tratamientos de aguas, así como para evaluar complicaciones que tienen que ver con afluentes de desperdicios domésticos, industriales y agrícolas, estos últimos por el abuso en la utilización de pesticidas y fertilizantes. Los sólidos suspendidos son componentes de detritos, de desechos de plantas, animales, partículas alimenticias, materiales fecales o células de fitoplancton y otros microorganismos vivientes. Así, materia particulada orgánica e inorgánica es suspendida por turbulencia; en ausencia de esta, las partículas mayores se sedimentan y reacciones posteriores ocurren entre el agua y el lodo del fondo, entre las diferentes sustancias disueltas y suspendidas, por lo que, los componentes de un sistema acuático rara vez, sino es jamás, están completamente en un estado de equilibrio; entonces las sustancias contaminantes provenientes de las industrias y que pueden afectar el ambiente estuarino y la salud humana se mantienen en solución en la columna de agua o se depositan en los sedimentos del fondo (como se dijo anteriormente), así cambios en 5 % del PH, turbiedad, temperatura, drenajes y procesos bioquímicos, producen una gran

movilidad de estos elementos, los mismos que de una u otra manera pasan a formar parte de la cadena alimenticia de cantidades de plantas y animales. Por otro lado, materia particulada suspendida incrementa el área de crecimiento de hongos y bacterias (Cairns, 1967) y podría incrementar el potencial de enfermedades en el sistema acuático. Además partículas suspendidas también absorben varias sustancias químicas, como es el caso de los fosfatos. Así, la fertilización podría ser menos efectiva en aguas turbias, no solo por el medio obscuro creado por los sólidos suspendidos, sino porque los nutrientes podrían no estar libres para incorporarse a la textura de las plantas.

1.1.2. CONDUCTIVIDAD

Parámetro también importante que nos indica el grado general de mineralización de un agua determinada. Es utilizada para evaluar el efecto de concentración total de iones en equilibrio químico, efectos fisiológicos en plantas y animales, porcentajes de corrosión, etc.. Las aguas de estuarios y ríos en su recorrido sobre áreas rocosas, tierra, y zonas de vegetación vienen



BIBLIOTECA
INIA
1967

trayendo consigo en disolución, varias sustancias orgánicas e inorgánicas, éstas llegan a ser las aguas mas mineralizadas. El grado de mineralización y tipo de sustancias inorgánicas disueltas dependen de la composición y solubilidad de formaciones geológicas y del tiempo de contacto entre agua y materia mineral (Livingstone, 1963; Hem, 1970), pero pueden ser incrementadas de manera perjudicial por evaporaciones excesivas o alteradas por procesos biológicos, a través de intercambio iónico y de gases, o por el metabolismo. Un número elevado en la medida de conductividad en una agua determinada es cuestionable, según normas estándares de los Estados Unidos, las aguas potables deben tener un rango de 50 a 1.500 umhos/cm (Standard Methods, 1985)

1.1.3. VISIBILIDAD

Una considerable fracción de la luz, no penetra a través de la superficie, ya que una porción es reflejada, esta depende de los espesores de la superficie del agua y del ángulo de radiación, que cambia la calidad espectral, disminuyendo su intensidad por efecto de la dispersión y

absorción, a medida que esta pasa por la columna de agua. En aguas puras el 53% de la luz incidente es transformada en calor soportando disminuciones dentro del primer metro (Wetzel, 1975). Bajas longitudes de onda (roja y naranja) y rayos cortos (ultravioleta y violeta) son mas rápidamente disipados que aquellas de longitudes intermedias (azul, verde, amarillo).

En conclusión, la importancia de este parámetro radica en que, la fotosíntesis no puede realizarse a profundidades donde la luz es menor al 1% de la luz incidente, si esto ocurre se tiende a limitar la productividad del fitoplancton debido a que el coeficiente de extinción de luz es alto. Esta deficiencia puede ser causada por la presencia de sedimentos asociado con el drenaje de agua dulce y la circulación estuarina, que reducen la transparencia y eliminan los efectos de enriquecimiento de nutrientes. Entonces, en el nivel de producción primaria, habrá procesos de absorción que pueden afectar la nutrición mineral del fitoplancton. Esta turbidez también limita la producción de indeseables macrofi-

tas .

1.1.4. TEMPERATURA

Este parámetro, así como los mencionados anteriormente, es muy importante ya que está involucrado en la estructura de diferentes procesos, como son; disolución, floculación, dilución, advección, convección (Bravo, 1983), sin embargo, es un factor secundario en el control de la densidad de aguas estuarinas, siendo la salinidad más importante en este sentido.

La energía solar pasa a través del agua como luz, calentándola y es absorbida exponencialmente con profundidad, almacenándose la mayor cantidad de calor en la capa superficial. Altas concentraciones de materia orgánica disuelta y particulada, incrementan la absorción de la energía en comparación con las aguas menos turbias, dependiendo la transferencia de calor de capas superficiales a profundas, de la mezcla del agua. Debido a que las aguas superficiales no solo están sometidas a al calentamiento provocado por la radiación solar, si no también al nocivo calentamiento

originado por plantas industriales. Debe considerarse que, según el Registro Oficial Nº 204 de la Ley de Prevención y Control de Contaminación de la Ley Ecuatoriana en su Artículo Nº 25 establece que, la temperatura del agua para ser descargada sera $+3^{\circ}$ de sus condiciones naturales y como máximo de 32°C .

Debe considerarse también que, la temperatura es un factor determinante para el tipo de especies que habitan en un medio acuático, ya que regula la actividad química que ocurre en el agua. Por otro lado, la actividad bacteriológica es a menudo más alta en aguas cálidas que en frías, así pues, animales expuestos a temperaturas en el agua sobre su óptimo termal, están sujetos a parásitos y sobrecrecimiento bacterial. La descomposición es favorecida por el calor, el que aumenta también la demanda de oxígeno. Un incremento de temperatura de 10°C a menudo dobla la tasa de descomposición y consumo de oxígeno, según la ley de Vant´ Hoff o del Q_{10} , que dice: "Las reacciones metabólicas se hacen 2 o 3 veces más intensas cada vez que la tempera-



REPUBLICA
EQUATORIANA
INSTITUTO
NACIONAL
DE
MARIQUERA

tura del medio aumenta en 10°C entre los límites normales compatibles con la vida".

1.1.5. SALINIDAD

Regiones de baja salinidad son de importancia ya que están relacionadas con cambios rápidos en su composición (Morris *et. al.*, 1978), y en muchos casos de máxima turbiedad, con elevadas aunque variables concentraciones de partículas y liberación de especies reactivas.

En algunos casos las salinidades estuarinas son relativamente constantes con el tiempo, pero fluctuaciones diurnas, semidiurnas, estacionales y al azar suelen ocurrir debido a las mareas, patrones estacionales de mareas, lluvias locales, sequía, altos y bajos porcentajes de dilución etc. En el caso de un estuario donde existe un sistema de recirculación, las variaciones de salinidad, no ocurren precisamente por evaporación, sino no por presencia de otros afluentes, efecto de mareas, contaminantes, etc.

1.2. PARAMETROS QUIMICOS EN UN ESTUARIO

1.2.1. OXIGENO DISUELTO

Es importante saber los porcentajes de dilución en que se encuentra el oxígeno, 4.0 mg/L de oxígeno disuelto, es la cantidad mínima que pueden soportar los peces, durante grandes períodos de tiempo. Exposiciones continuas a bajos índices de oxígeno disuelto, son consideradas motivadoras de las infecciones en peces (Snieszko, 1973), Fig. 1, 2.

Este elemento sea sólo o formando compuestos como el Dióxido de Carbono (CO₂), es controlado principalmente por la acción combinada de diversos procesos físicos y biológicos como son:

- a. Intercambio directo entre la superficie del agua y el aire sobre ésta; el oxígeno entra al cuerpo de agua, cuando el consumo a causa de procesos respiratorios han disminuido su concentración, provocando niveles de subsaturación. En cambio la difusión de oxígeno a la atmósfera ocurre cuando, su producción por organismos

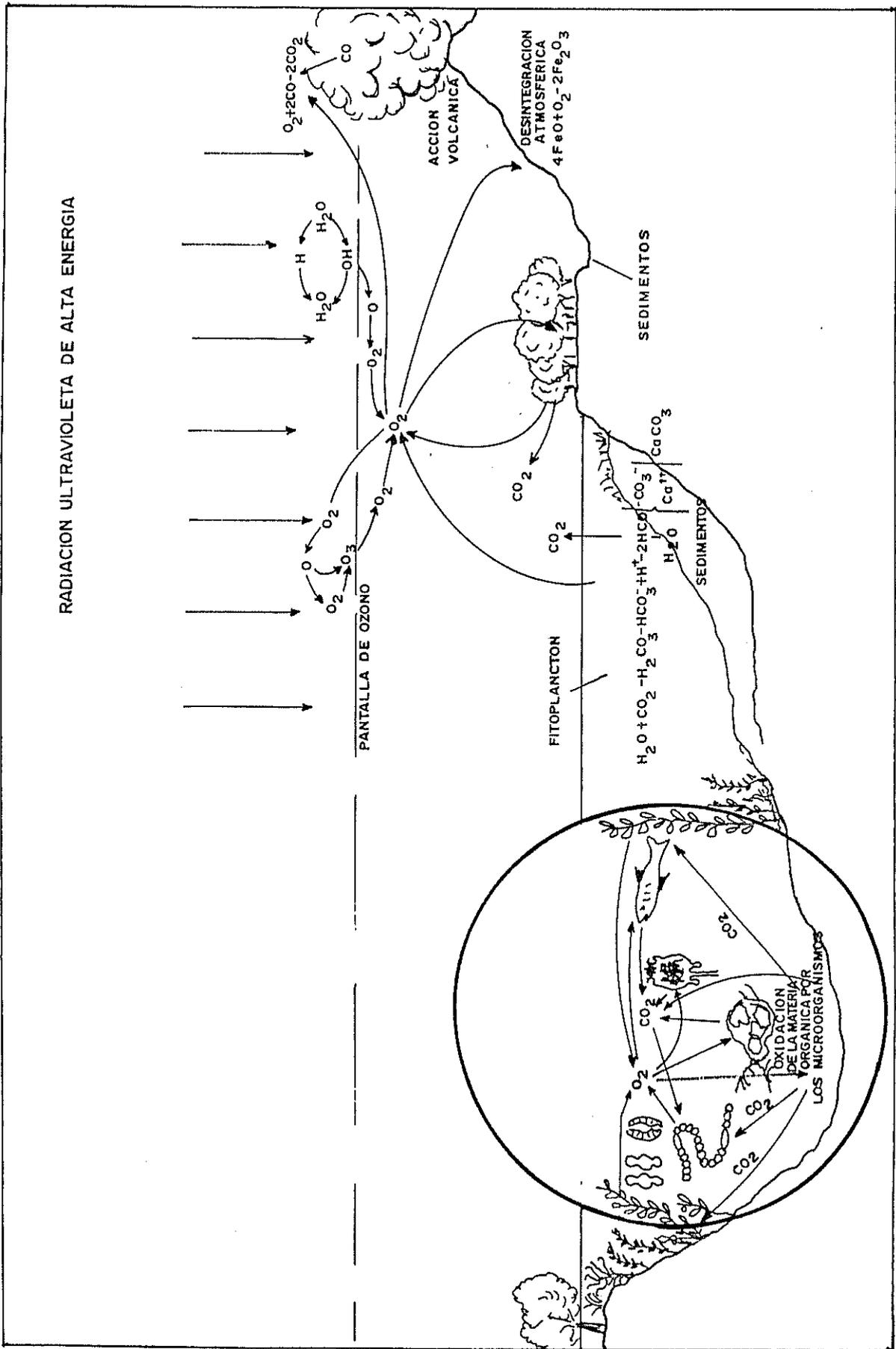


FIGURA. I .. CICLO DEL OXIGENO



fotosintetizadores causan sobresaturación.

Capas delgadas de aceite, algún tipo de combustible, detergentes, etc., podrían disminuir la tasa de intercambio de oxígeno y CO^2 a través del agua en algo más del 20o/o, pero esta podría ser superada por la acción de fuertes olas (Perkins, 1974).

b. Mezcla turbulenta con capas de aguas adyacentes; durante la estación en que se produce mayor estratificación, este proceso se ve mas realizado por las corrientes, siendo este el principal proceso que suministra oxígeno a aguas bajo la zona eufótica. El conocimiento de los gradientes verticales de oxígeno sirve para entender procesos físicos y biológicos que ocurren en el estuario; variaciones menores a 0.2 mg/l en la columna indican naturaleza vigorosa de procesos de mezcla ya que la difusión de Oxígeno en aguas naturales es baja, excepto bajo ciertas condiciones de fuerte turbulencia.

c. Fotosíntesis llevada a cabo por las plantas, principalmente el fitoplancton;



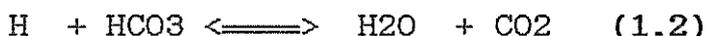
BIBLIOTEC
FAC. ING.
MARITIMA

óptimas situaciones para este proceso son encontradas sólo en aguas que tienen un buen balance entre la tasa de suministro de nutrientes y la intensidad de radiación solar, dentro de un rango espectral adecuado. Debido al reducido suministro de nutrientes durante épocas de fuerte estratificación, el proceso mencionado ocurre mas eficientemente, en la termoclina y profundidad de compensación. Por otro lado, la turbulencia vertical podría fuértemente disminuir la producción fotosintética, manteniendo los organismos demasiado tiempo bajo la profundidad de compensación.

d. **Respiración y otros procesos biológicos, químicos;** este es el responsable de la disminucúon general de oxígeno con profundidad encontrada en los océanos o en algunas aguas características que tengan capas de mínimo oxígeno o fondos anóxicos. Estos procesos son altamente dependientes de la temperatura del agua, de cantidades presentes de materia orgánica, vida o muerte de organismos existentes en la zona eufótica, o descarga de materiales

terrigenos provenientes del fondo.

A continuación tenemos las ecuaciones básica de producción y consumo de Oxígeno:



La ecuación (1.1) representa la producción fotosintética de Oxígeno con plantas microscópicas catalizadoras. El reverso representa la demanda bioquímica de oxígeno resultado del análisis bacteriológico de Carbohidratos como lo demuestra la ecuación (1.2). La disminución de Anhídrido Carbónico también conduce a disminuir iones Hidrógeno incrementando el pH. Por otro lado, la descomposición de abundante vegetación producida por excesivo crecimiento, necesita gran cantidad de oxígeno, disminuyendo notablemente el porcentaje de éste, presente en el estuario, lo que da como resultado la muerte de peces y daños en el agua afectando en lo económico y recreativo, Fig.4.

Otro punto a considerar es la utilización aparente de oxígeno, la que está relacio-

nada de una manera lineal a cada una de las proporciones de ésta en una mezcla; así, el cambio de oxígeno en un punto no necesariamente indica utilización de oxígeno por las causas descritas anteriormente, ya que puede ser el resultado de una mezcla de aguas que tienen diferente utilización aparente de oxígeno. Siendo entonces la resultante aparente de utilización de oxígeno, una reflexión verdadera de la magnitud de cambios oxidativos que ocurren en cada masa de agua y de las proporciones relativas de los componentes de la mezcla. Según el criterio de calidad de aguas estuarinas, se tiene que el Artículo Nº 25 del Registro Oficial Nº 204 dice: el oxígeno disuelto medido en mg/l deberá ser no menor a 5 mg/l, condición que en las aguas del Estero Cobina no siempre se cumplen.

1.2.2. OXIGENO DE SATURACION

Definido como la medida de solubilidad de oxígeno gaseoso en un cuerpo de agua, de acuerdo a las condiciones de salinidad y temperatura del mismo. Aguas conteniendo un total de oxígeno disuelto que puede ser mantenido a una temperatura, presión y

salinidad dada, se dice que está saturado de oxígeno. Aguas conteniendo menos o más concentración de oxígeno disuelto, se dice está bajo saturada o supersaturada respectivamente.

Los valores de oxígeno de Saturación, nos permite dar una idea de óptimas condiciones, y compararlas con las reales para establecer deficiencias, causas y consecuencias (Pizarro, 1991). Así, pues tenemos que en aguas del Estero Cobina podemos encontrar porcentajes de saturación en un 60% con concentraciones de oxígeno disuelto en su mayoría por debajo de los 5 mg/L (concentración normal), siendo conocido además que, las aguas de un estuario tienen bajos niveles de dilución ya que este es un parámetro dependiente tanto de la temperatura como la salinidad siendo el primer parámetro de los nombrados mas alto en el Estero Cobina.

1.2.3. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), es producto de la respiración de plancton y bacterias. La ejercen los materiales carbonados, nitrogenados y ciertos compuestos

químicos reductores.

La transformación biológica de la materia orgánica se realiza en dos etapas. En la primera se oxidan principalmente los compuestos carbonados y en la segunda los nitrogenados. La primera empieza inmediatamente, y termina aproximadamente a los 20 días a 20°C. La segunda comienza antes de los 10 días a 20°C y se prolonga por un período más largo (Figura 3). En la Figura se puede observar que de la clase de sustancia presente depende la forma en que se ejerce la demanda, entonces el punto final puede tardar en alcanzarse, demasiado tiempo. Se conoce que los valores dependen además de la temperatura, de la densidad del plancton, y de la concentración de materia orgánica. A causa de estas múltiples razones se ha acordado que la determinación estándar de DBO, contempla la incubación de la muestra de agua (rica en nutrientes) a 20°C, en la obscuridad y a menudo por 5 días, período en que se asegura, se realiza la degradación bioquímica de los componentes orgánicos por acción de los microorganismos o agentes oxidantes reductores, como sustan-

cias orgánicas disueltas, iones Nitritos, compuestos de Manganeseo de valencia elevada, Cloro activo, iones Sulfuro, Sulfitos, iones de Hierro Fe II y Fe III, existiendo estos, habrá una mayor Demanda Bioquímica de Oxígeno, siendo entonces importante la DEO para evaluar el grado de contaminación en una muestra de agua.

1.2.4. POTENCIAL DE HIDROGENO

Un pH predominante confiere una identidad iónica específica a las moléculas, importante para su estructura química total y su función biológica, por lo que, el efecto dañino en las variaciones de pH, trae consecuencias también dañinas para las moléculas. De ahí que se ha podido definir los puntos extremos, acidéz y alcalinidad que traen consigo la muerte de las células, siendo estos los de pH igual a 4 y 11, respectivamente (Swingle, 1961; Calabrese, 1969), Fig. 4. Un pH que va de 6.5 a 9.5 es el rango permisible para aguas estuarinas y marinas, según las normas de control de calidad de aguas (Registro Oficial N^o 204, 1989), ya que aguas de baja alcalinidad tienen poca capacidad de resistir cambios en



BIBLIOTECA
NACIONAL DE MEXICO
No. 100
MEXICO

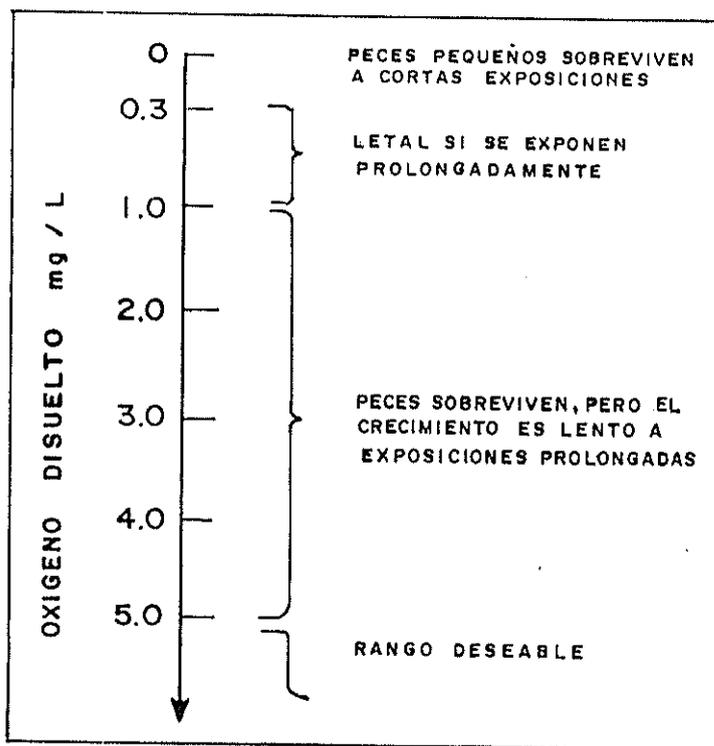


FIG. 2. - EFECTOS DE OXIGENO DISUELTO Swingle (1969)

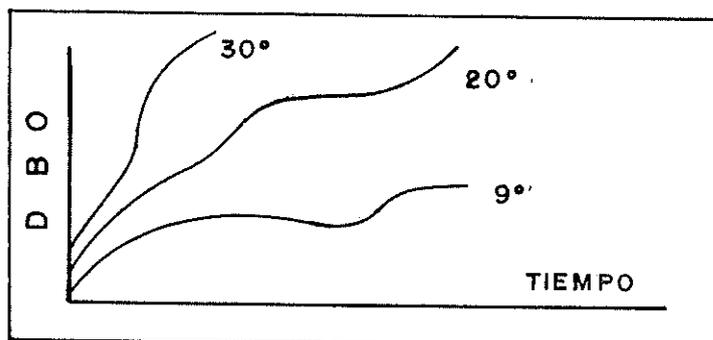


FIG. 3. - RELACION DBO - TEMPERATURA, Segun Theriault

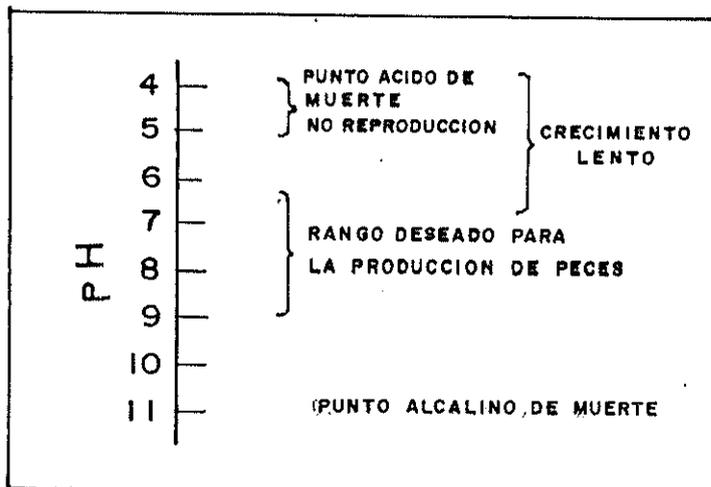


FIG. 4. - EFECTOS DEL PH EN CRIADEROS DE AGUAS CALIDAS Swingle (1969)

pH. Por otro lado, el conocimiento de la distribución horizontal y vertical del pH en un estuario, pueden indicar el grado de descomposición y remineralización de los compuestos orgánicos y la subsiguiente liberación de los micronutrientes necesarios para las diferentes formas de vegetación. Pudiendo la variación de pH afectar a la mineralización del C_{14} y los índices de absorción de este.

Los valores de pH, aumentan cuando el fitoplancton experimenta una fotosíntesis activa y disminuyen por la respiración de animales o por concentraciones grandes de material orgánico y la descomposición de detritos (bajo la zona eufótica), este último introducido al estuario por el aporte de ríos (en este caso, el río Guayas), haciendo que se incremente el consumo de oxígeno disuelto y la evolución del CO_2 .

Bajas concentraciones de pH durante época lluviosa, están relacionadas con altas concentraciones de detritos orgánicos que sufren oxidación.



El pH de las aguas, afectan el porcentaje de contribuciones alcalinas por ácidos carbónicos, bicarbonatos, y carbonatos; pudiendo la Temperatura y Salinidad también afectar estas relaciones, por ejemplo en agua de mar de pH 8.0 y 24°C de Temperatura, escasamente más del 8 % de la alcalinidad está en forma de carbonato, mientras que en agua dulce con el mismo pH y Temperatura, menos del 0.5% de alcalinidad es representada por iones carbonatos (Spotte, 1970). En general la mayoría de alcalinidad en aguas dulces y bajas salinidades en agua estuarina, podría ser atribuída a bicarbonatos.

1.3. PROCESOS FISICOS QUIMICOS Y BIOLOGICOS

PROCESOS FISICOS:

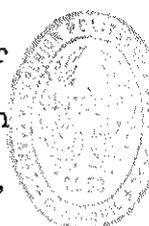
a) Disolución. Mayores concentraciones de silicato y aluminio (componentes de las arcillas) las encontramos más en los ríos que en el mar. Al existir en los estuarios la confluencia de estos dos tipos de aguas, se produce una disminución en la concentración de sedimentos debido a que, a menudo, las arcillas se disuelven cuando encuentran agua salada, aumentando además, algunos metales menores

(Fe, Mg, Ca) que son una parte de las arcillas. Cuando hay mezcla o disolución, se debería observar respectivamente lo siguiente: (ver Fig. 5 a).

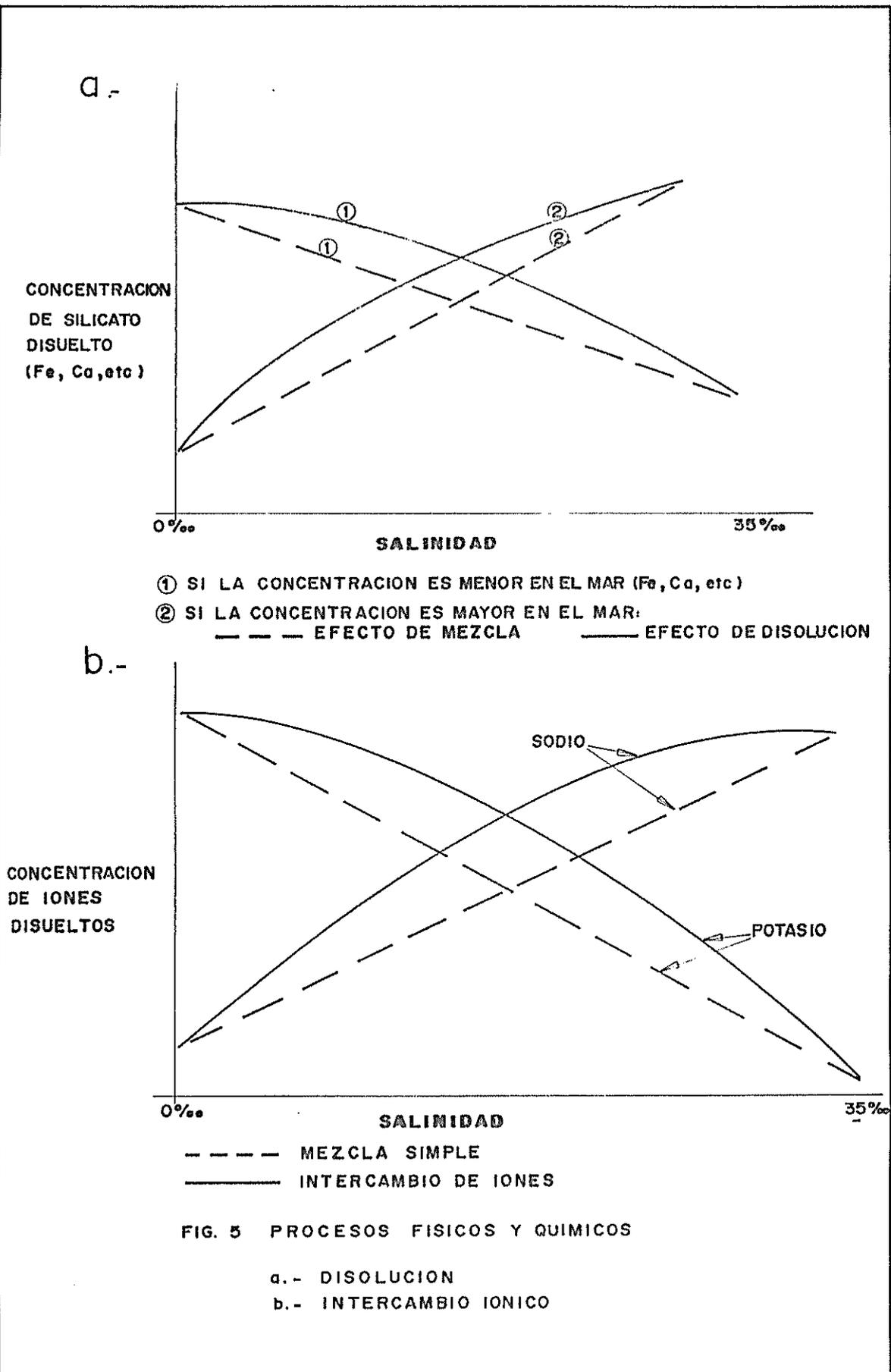
b) Intercambio iónico. Las arcillas funcionan como resina de intercambio de iones. Ellas mantienen el equilibrio con el agua del río que tiene concentraciones altas de Ca, K, Al, Fe, y otros materiales químicos. Al mezclarse las arcillas con agua salada que tiene concentraciones altas de Na, Mg, hay intercambio de iones, perdiendo las arcillas K, Ca, y ganando Na, Mg, haciendo que cambie la composición de las sales en el agua, no así su concentración de sedimentos (Figura 5.b).

Todas las partículas en un río tienen una carga, que cambia con la concentración de sal. Un coloide de Fe, tiene una carga negativa en agua dulce, con el incremento de sal, su carga, disminuye hasta ser cero, en este momento, las partículas ya no tienen una carga que las mantenga separadas entre sí, llegando éstas entonces a coagular y precipitar.

La absorción ocurre al mismo tiempo como precipitación y coagulación. Coprecipitación va a ocurrir con los tres procesos. Estos procesos cambian la concentración de las sales y aumenta el tamaño de las partículas, aumentando por consiguiente la



BIBLIOTECA
NACIONAL DE
MEXICO

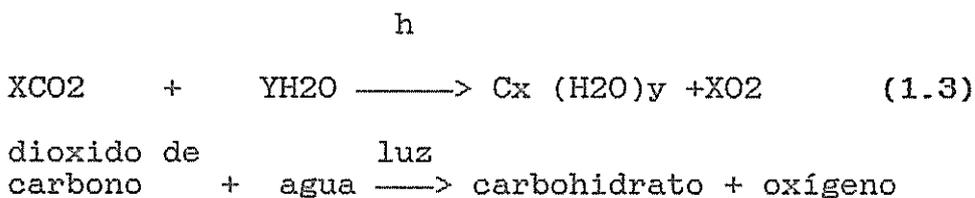


velocidad de asentamiento de estas.

c) Recogida por materia orgánica. El área donde se mezcla el agua dulce y salada, es la región de alta productividad primaria, siendo la materia orgánica producto de las plantas, la que junto con la materia orgánica del río y desechos que entran al estuario, se unen y producen agregados orgánicos, que recojen a su paso metales menores, arcillas, y otras cosas inorgánicas del agua, pudiendo ser éstos, una fuente de alimento para el zooplancton.

d) Organismos que se alimentan por filtración. Los estuarios contienen una enorme colonia de zooplancton y bentos, ambos comen fitoplancton y a menudo zooplancton, agregados orgánicos, y otras materias. El zooplancton produce pelotillas fecales que se sedimentan más rápidamente que las partículas alimenticias. Los organismos bénticos remueven partículas del agua y sus heces van directamente al sedimento.

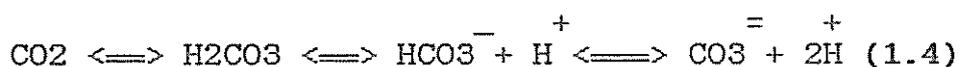
PROCESOS BIOLÓGICO Y QUÍMICOS:



BIBLIOTECA
NACIONAL
MEXICO

La ecuación (1.3), como sabemos, representa el proceso de producción primaria, pero hay otras sustancias usadas por las plantas como son, $PO_4^{=}$, NO_3^- , NO_2^- , NH_2OH , NH_3 , Urea, SiO_2 , $SO_4^{=}$, Fe, Mg, Ca, Co, Ni, Pb, Zn, Sr, Ba, etc., siendo unos utilizados para producir materia orgánica, incluyendo pigmentos (clorofila, caroteno, xantófila), y otros como la mayoría de los metales, van al esqueleto del fitoplancton.

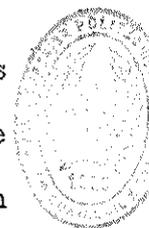
Sin embargo, tiene que haber un equilibrio entre las especies de carbono, entonces:



Cuando las plantas usan CO_2 el movimiento es hacia la izquierda, y el pH aumenta (pérdida de iones hidrógenos del sistema).

Pero existe otro mecanismo, que hace recircular las sustancias nutritivas, llamado descomposición, que es el opuesto de la producción primaria y ocurre en tres regiones:

En la columna de agua; antes de comenzar la descomposición normal por las bacterias, hongos y levadu-



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

ras, la mayoría de la materia orgánica ha sido consumida, la que luego, es expulsada por el zooplancton a manera de pelotillas fecales, que contienen muchas bacterias e incluso células de fitoplancton vivas (cuando este último es abundante). Una porción formará parte de la biomasa del zooplancton y la otra será usada como energía, siendo excretadas las sustancias nutritivas, ya que por lo general los pigmentos se hacen de una forma no útil, Ejemplo; la clorofila pierde Mn y gana H haciéndose feofitón que no es una forma útil.

La capa superficial de los sedimentos; es la región donde hay bacterias oxidadas, oxígeno y sedimentos cafés, donde hay más organismos que se alimentan por filtración y muchos gusanos. Las bacterias y otros organismos, cubren a la mayoría de la materia orgánica en CO₂ y sustancias nutritivas (si la tasa de sedimentación es pequeña), disminuyendo la cantidad de oxígeno y pH. En cambio, si la tasa de sedimentación es grande hay mucha materia que pasa a la capa inferior de los sedimentos.

La capa inferior de los sedimentos; o capa reducida, región donde hay bacterias reducidas, sedimentos negros y ácido sulfídrico. En esta zona no hay muchos organismos y si los hay generalmente tienen

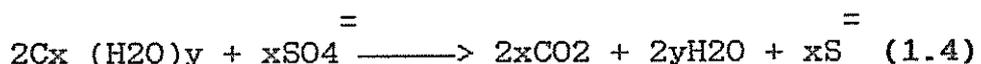
tubos o túneles al agua encontrándose entonces en una región oxidada en donde las materias residuales son convertidas en sustancias nutritivas. Las aguas intersticiales tienen grandes concentraciones de metales pesados, por lo que desechos de dragado de estos sedimentos, pueden dañar la ecología y no son muy buenos para la agricultura.

La descomposición de las bacterias producen bajo PH y oxígeno y alto CO₂, en esta zona hay muchos procesos inorgánicos, como disolución de los esqueletos, reducción del Fe a ferroso y de Mg a manganeso.

Cuando hay suficiente oxígeno, las bacterias producen; NO₃⁻ (nitrato), PO₄³⁻ (fosfato), SiO₂ (silicato), CO₂ (dióxido de carbono), Urea, etc.

Cuando hay menos oxígeno, (picnoclina o capa superior de los sedimentos) ellas producen; NO₂⁻ (Nitrito), N₂O₂⁼, NH₂ OH ó NH₃ en lugar de NO₃⁻.

Cuando no hay oxígeno, (capa inferior de los sedimentos) ellas usan SO₄⁼ (sulfato) como fuente de oxígeno;



Este proceso por lo general no ocurre en la piconclina por que esta muy cerca de la superficie y existe mucha mezcla entra aguas de arriba y abajo.

1.4. COEFICIENTE DE DISPERSION

Este parámetro, sirve de base para el análisis del comportamiento de un contaminante arrojado en un cuerpo de agua. Mientras más grande sea el coeficiente de dispersión, mayor serán los procesos de turbulencia y mezcla, la disminución de este nos indica condiciones de mayor estratificación o de mezcla parcial (definición válida para estuarios).

Cuando un contaminante es introducido a un cuerpo de agua, sufre 3 acciones principales:

- a) Dispersión
- b) Transporte advectivo
- c) Transformación (reacción o degradación)

Siendo la ecuación que gobierna estos procesos, la siguiente:

$$dC/dt = \underbrace{\frac{1}{A} \frac{d}{dx} \left(E.A. \frac{dC}{dx} \right)}_a - \underbrace{\frac{1}{A} \frac{d(Q.C)}{dx}}_b - \underbrace{K.C}_c + \underbrace{fW}_d$$

(1.5)



BIBLIOTECA
FAC. ING.
BOGOTÁ

Donde:

C = concentración de algún parámetro de interés por ejemplo, salinidad, cloruros, sólidos suspendidos.

E = coeficiente de dispersión

A = area de la sección transversal

K = constante de reacción

W = cargas de polución

Q = caudal del río.

x = distancia entre areas transversales

Considerando una fuente puntual, (o sea que en el tramo $d=0$), que estamos en estado permanente ($dC/dt=0$), y que el contaminante es conservativo ($K=0$), nos queda la ecuación:

$$\underbrace{\frac{1}{A} \frac{d}{dx} (E.A. \frac{dC}{dx})}_{\text{Dispersión}} \equiv \underbrace{\frac{1}{A} \frac{d(Q.C)}{dx}}_{\text{Advección}} = 0 \quad (1.6)$$

Cuya solución es:

$$C = C_0 \cdot e^{-(Q \cdot x / E \cdot A)}$$

Donde en este estudio se utilizó:

C = concentración de sal promedio en la columna de agua de la cara posterior del segmento

C₀ = concentración de sal promedio en la cara anterior del segmento

Q = caudal de agua dulce

A = area de la cara posterior del segmento

El coeficiente de Dispersión fué calculado para cada segmento considerado en cada fecha de muestreo. El

valor de Q , se lo tomó del informe emitido por el Laboratorio de Hidráulica de Delf (1985), tratado con mayor detalle en el trabajo de circulación y mezcla (Robles, 1993) que se expone como parte del trabajo conjunto realizado en este tópico de graduación. El eje x estuvo localizado en la cabecera del Estero.

En la tabla I, encontramos los resultados obtenidos en el cálculo de los coeficientes, vemos claramente la variación que existe de Diciembre a Enero, con la encontrada en Abril. Encontrando entonces condiciones de mayor estratificación en la estación húmeda.

En este estudio también se utilizó la relación de Burt y McAlister, para clasificar al estuario, teniendo presente que éste valor puede cambiar de una época a otra. Ellos sugieren medir la diferencia de Salinidad entre superficie y fondo, en el lugar donde la salinidad promedio es igual a 17 ups. Dando las siguientes relaciones:

Si:

$S_f - S_s > 20 \text{ ups} \implies$ estuario tipo A

$S_f - S_s = 4-19 \text{ ups} \implies$ estuario tipo B

$S_f - S_s < 3 \text{ ups} \implies$ estuario tipo D

Donde:

- Sf = Salinidad en el fondo
Ss = Salinidad en la superficie
A = Estuario estratificado altamente o con cuña salina
B = Estuario mezclado parcialmente o estratificado moderadamente
C = Estuarios no homogéneos lateralmente, son de gran anchura
D = Estuarios homogéneos lateralmente, son de ancho pequeño

Los resultados de los muestreos, los encontramos en la Tabla II.



TABLA I COEFICIENTES DE DISPERSION LONGITUDINAL (cm²/s)

FECHA	28/12/90	16/01/91	24/01/91	11/04/91	30/04/91
SEGMENTO					
1-2	0.24 E+08	0.80 E+08	0.08 E+08		
A-B				-1.14 E+08	
B-2				1.58 E+08	1.64 E+08
2-C				12.82 E+08	4.84 E+08
C-C				27.13 E+08	23.08 E+08
C-E				-25.89 E+08	-20.44 E+08
E-3				68.57 E+08	63.53 E+08
2-3	1.28 E+08	0.43 E+08	-8.07 E+08		
3-F				1132 E+08	
3-F'					-39.84 E+08
F'-F					-9.62 E+08
F-4				587 E+08	8.58 E+08
3-4	7.01 E+08	5.09 E+08	11.80 E+08		
4-G				126 E+08	68.87 E+08
G-5				105 E+08	
4-5	9.45 E+08	10.04 E+08	130 E+08		

TABLA II GRADIENTE SUPERFICIAL LONGITUDINAL DE SAL Y CLASIFICACION SEGUN BURT & MCALISTER

FECHA	GRADIENTE LONGITUDINAL (Ups/Km)		SEGUN BURT & MCALISTER (Ups)	
	Flujo	Reflujo	Flujo	Reflujo
28/12/90	2.87	2.66	5	2
16/01/91	2.39	2.00	9	6
24/01/91	3.89	3.80	—	5
02/02/91	—	3.70	—	9
11/04/91	—	1.605	—	3.80
30/04/91	1.05	0.54	3.30	3.10

CAPITULO II

II. METODOLOGIA

2.1. SELECCION DE ESTACIONES, SECCIONES, NIVELES, BREVE DESCRIPCION DEL LUGAR

En nuestro estudio se consideró una extensión aproximada de 7 Km, desde el Puerto hasta las Exclusas, entre $2^{\circ}15'$ - $2^{\circ}17'$ Sur y $79^{\circ}51'$ - $79^{\circ}54'$ Oeste, (Fig.6). Se efectuaron 9 salidas el 11 y 28 de Diciembre de 1990, 6-15-24 de Enero de 1991, 2 de Febrero de 1991, 11-30 de Abril de 1991, y una última correspondiente a una estación de 24 horas, el 9-10 de Noviembre de 1991, en la que se consideraron 2 estaciones, la primera ubicada en el lugar denominado La Playita y la segunda cerca de una toma de agua correspondiente a una camaronera. De todas estas salidas se seleccionaron los datos que se analizan en capítulos posteriores. En las primeras salidas, para determinar las estaciones, se consideraron conglomerados humanos, posiciones de industrias como el caso de la Cartonera Nacional, ubicación de camaroneras, existencias de afluentes etc. En las dos salidas



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

correspondiente al 11 y 30 de Abril, se tomó como referencia la variabilidad superficial de la salinidad para determinar la posición de las estaciones, con ésta finalidad, se usó un refractómetro.

Se estimaron para este estudio 2 y hasta 3 niveles de profundidad, (en el caso de las estaciones próximas al Puerto Marítimo) por cada estación. La toma de las muestras fue hecha considerando una marea completa, tanto para cuadratura como sicigia (a excepción del muestreo del 11 de Abril y del 2 de Febrero en que sólo se pudo realizar la corrida de reflujo), las estaciones se ubicaron a todo lo largo del Estero Cobina sobre su eje. En los primeros muestreos, se fijaron 5 estaciones y en los realizados en Abril, hasta 11 estaciones (Fig. 6).

2.2. STANDARD METHODS Y USO DE APARATOS ELECTRONICOS EN EL CALCULO DE PARAMETROS.

Para la obtención de los datos se ha seguido el manual del Standard Methods, así como metodología de Stricklan Parsons (1972), técnicas que son casi universales y nos permiten establecer relaciones comparativas con otros trabajos.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

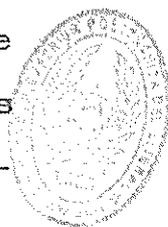
Las muestras de agua fueron tomadas utilizando botellas Niskin de 5 litros de capacidad, las que previamente fueron tratadas con ácido clorhídrico al 10% y agua destilada, las temperaturas fueron medidas con termómetros reversibles, a excepción de las salidas de Abril y Noviembre, en que las temperaturas fueron tomadas con termómetros corrientes de mercurio con precisión de 0.1°C . En este estudio se ha evitado en lo mínimo el uso de aparatos electrónicos en la obtención de datos, dando preferencia a los métodos hidrométricos, a pesar de no ser tan manuales para realizar los análisis en el campo, pero los resultados son más confiables en cuanto a precisión.

Para calcular pH, Conductividad, Salinidad, fue necesario utilizar instrumentos electroquímicos, en éstos se consideró la precisión del aparato, y sensibilidad del electrodo, ya que este último puede variar a causa de la salinidad o la temperatura. El principio fundamental para el uso de estos instrumentos se basa en las reacciones oxido-reducción, que se pueden definir en términos de transferencia de electrones. Reacciones redox pueden ser provocadas casi por aplicación de una corriente eléctrica o, una reacción redox puede

producir una corriente eléctrica. En el caso del salinómetro, se aprovecha la presencia de iones cloro para permitir el paso de un flujo eléctrico, siendo mayor la conductividad cuando existe un número crecido de iones y un aumento en la temperatura. El principio descrito anteriormente es usado en el pHmetro, aquí se mide la actividad de iones hidrógenos por medidas pontenciométricas usando un electrodo de hidrógeno estándar.

2.2.1. SOLIDOS SUSPENDIDOS Y DISUELTOS, TOTALES, FIJOS Y VOLATILES

Las muestras fueron tratadas con detalles según el Standard Methods. Primero fueron filtradas, a través de un filtro Watman GF/F standard previamente pesado. En la última salida fue necesario utilizar para cada muestra 2 filtros, Watman GF/F y GF/A, por la lentitud, con que aguas de este tipo, pueden ser filtradas, ya que las muestras eran tomadas cada 2 horas. Los filtros así tratados, fueron colocados en una plancha de acero inoxidable y secados por una hora a 105° C, luego fueron puestos en un desecador y pesados. El incremento de peso, dió una estimación de los sólidos suspendidos. El mismo filtro se lo some-



BIBLIOTECA
NACIONAL DE MEXICO
MEXICO

tió en una muffla a $550 \pm 50^\circ\text{C}$ por 15 minutos, se lo colocó luego en un desecador para equilibrar la temperatura, pesándolo después en una balanza de precisión (se utilizó una balanza Chyo Jupiter C3-200 MAM con capacidad de lectura de 0.01mg y división de escala de 1 mg), la diferencia de peso dió un estimativo de la presencia de sólidos volátiles.

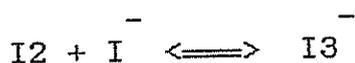
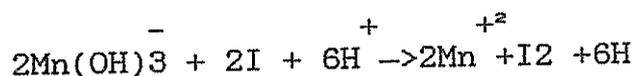
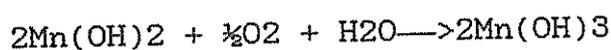
La muestra filtrada fué colocada en un crisol previamente pesado, y evaporada usando un baño María, en este caso se utilizaron 25 ml de muestra, el secado se completó llevando el crisol con la muestra a $180 \pm 2^\circ\text{C}$ por una hora, luego se lo colocó en un desecador, para despues ser pesada. El incremento en peso nos dió una evaluación de los sólidos disueltos totales presentes. Por último el crisol con la muestra fué llevado a $550 \pm 50^\circ\text{C}$ para obtener así los sólidos disueltos fijos y volátiles.

2.2.2. OXIGENO

El Oxígeno fué determinado por el método de Winkler. Para ésto, las muestras fueron

colectadas en botellas de DBO de 125 ml y 300 ml, teniendo cuidado de no hacer burbujas ni turbulencia en el interior de la botella, para tal efecto se utilizó una manguera de goma que se introdujo en el fondo de la botella, esta última se la enjuagó dos veces antes de dejar rebozar la muestra y tapar herméticamente.

Una vez colectada la muestra fue fijada con Sulfato de Manganeso y Yoduro Alcalino, se la agitó y después de no menos 30 minutos se agregó Acido Sulfúrico concentrado, para luego pasar a realizar la titulación con Tiosulfato de Sodio usando como indicador Almidón. Este método se basa en la reacción de Oxígeno disuelto con Hidróxido de Manganeso en medio alcalino, formándose un precipitado de Oxido Mangánico (IV), color marrón oscuro. Después de acidificar la muestra en presencia de un exceso de Yoduro de Potasio, el Yodo es liberado cuantitativamente y valorado con Tiosulfato de Sodio. Las ecuaciones que describen las reacciones son:



2.2.3. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO.

De la misma manera como se recolectó las muestras para Oxígeno, fueron coleccionadas las de D.B.O. que no se fijaron y se las conservó 21°C en botellas oscuras por un período de 5 días, después del cual se realizó la valoración de Oxígeno.

En el caso especial del Estero Cobina, las cantidades iniciales de Oxígeno fueron bajas, por lo que fué en algunos casos necesario oxigenarlas antes de ponerlas en incubación, y en otros se los guardó durante dos días a 29 °C para luego los valores obtenidos de la titulación multiplicarlos por 1.85 y así obtener DBO a 5 días y 20°C a partir del DBO pbtenido en dos días a 29°C (Merck, E. 1974).

Cabe destacar que DBO solo pudo realizarse en 2 de las 9 salidas, por la extrema dificultad que esto conlleva, ya que como se sabe, la ESPOL no cuenta en los laboratorios de la ciudad con incubadora capacitada para tal propósito, siendo entonces infructuosos la cantidad de recursos desplegados para realizar tal efecto.

2.2.4. CONDUCTIVIDAD, SALINIDAD, PH Y TEMPERATURA

La Conductividad, fué calculada a partir de datos de Temperatura y Salinidad según la ecuación utilizada por el Laboratorio de Hidráulica de la Delf (Waterloopkunding, 1985) dando los resultados en (mmho/cm).

La salinidad fue medida utilizando un salinómetro RS-9 BECKMAN, basándose en el principio de conductividad. Previamente las muestras fueron recolectadas en botellas de vidrio de 250 ml y selladas con teflón. Los resultados fueron dados en Unidades Prácticas de Salinidad (ups).

El pH fue calculado usando un pH-metro digital PH-204/lutrón, utilizando una solución buffer de Fosfato Dihidrogenado de



BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD

Potasio e Hidrógeno de Fosfato Disódico con un pH de 6.86.

Para obtener el dato de Temperatura, en unos casos se utilizó termómetros reversibles, en otros no, e inmediatamente después que llegó a superficie la botella Niskin, fué medida la Temperatura, con termómetro standard de Mercurio.

CAPITULO III

III. OBTENCION DE DATOS

3.1. FORMULAS UTILIZADAS EN EL CALCULO DE LOS DIFERENTES PARAMETROS

3.1.1. SOLIDOS SUSPENDIDOS Y DISUELTOS (FIJOS, VOLATILES).

Una vez obtenida la diferencia de pesos respectivos, se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{\text{mg total de sólidos suspendidos}}{\text{Litros}} = \frac{(A+B) \times 1000}{\text{volumen de la muestra filtrada}}$$

A = peso del filtro + residuo en
mg
B = peso del filtro en mg

Para el cálculo de sólidos volátiles y fijos suspendidos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{mg sólidos volátiles}}{\text{Litros}} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volumen de la muestra filtrada en ml}}$$

$$\frac{\text{mg sólidos fijos}}{\text{Litros}} = \frac{(B-C) \times 1000}{\text{volumen de la muestra filtrada en ml}}$$

Donde:

A = peso del residuo + filtro en mg,
antes de ser secados a $550 \pm 50^\circ\text{C}$

B = peso del residuo mas el filtro en
mg, despues de ser secados a
 $550 \pm 50^\circ\text{C}$

C = peso del filtro en mg

Sólidos disueltos fueron calculados a partir de fórmulas semejantes a las anteriores, en esta caso se utilizó la muestra filtrada (ver detalles Standard Methods pág. 93-94)

$$\frac{\text{mg total de sólidos disueltos}}{\text{Litros}} = \frac{(A-B) \times 1000}{25\text{ml}}$$



Donde:

A = peso del residuo seco mas el
crisol en mg

B = peso del crisol en mg

$$\frac{\text{mg sólidos disuelto volátiles}}{\text{Litro}} = \frac{(A-C) \times 1000}{25 \text{ ml}}$$

$$\frac{\text{mg sólidos disueltos fijos}}{\text{Litro}} = \frac{(B-C) \times 1000}{25 \text{ ml}}$$

- A = peso del residuo + crisol antes de ser secados a $550 \pm 5^\circ\text{C}$ en mg
 B = peso del, residuo + crisol después de ser secados a $550 \pm 50^\circ\text{C}$, en mg
 C = peso del crisol en mg

3.1.2. TEMPERATURA

Dos fueron la formulas utilizadas para tal efecto

a)

$$T = T' + T''$$

T' = temperatura indicada por el termómetro auxiliar

$$T'' = \left[\frac{(V_0 + T') \times (T' - t)}{K} \right] \times \left[1 + \frac{(T' + V_0) \times (T' - t)}{K} \right]$$

V_0 = volúmen del mercurio contenido en el termómetro, a 0°C
 K = recíproco del coeficiente de expansión termal del Hg en el vidrio

b)

$$T_w = T' + C + i$$

- T_w = valor corregido
 T' = lectura del termómetro principal
 I = índice de corrección para la escala de error de el termómetro principal, este valor es dado en la lámina de calibración
 C = corrección para la expansión termal, esta dada por:

$$C = \frac{(T' + V_0)(T' - \tau)}{K - 100}$$

- V_0 = volúmen del Hg bajo 0°C marcado en el reverso del termómetro
 τ = temperatura dada por el termómetro auxiliar, corregida para un índice de error, segun la placa de calibración
 K = $1/\alpha$ = recíproco del coeficiente de expansión termal, dado por la placa de calibración
 α = coeficiente de expansión termal del Hg.

3.1.3. OXIGENO

Las concentraciones de Oxígeno despues de fijarlas con Sulfato Manganeso, Yoduro Alcalino y luego de aplicarles acido Sulfúrico , Almidón y titularlas con Tiosulfato de Sodio como se explicó en la sección 2.2.2, se aplica la siguiente formula:

$$O_2 \text{ ml/l} = \frac{0.056 \times F \times (V - b) \times 250}{(250^* - 2)} \times \frac{1000}{50}$$

Donde :

- F = es el factor de 0,01N de Tiosulfato de Sodio
 V = es el valor de la titulación
 b = es el blanco de reactivo
 * = serán 300, 250, 125 según se utilicen botellas de 300, 250 y 125ml.

La concentración de Oxígeno puede expresarse en miligramos átomos de Oxígeno/litros (mg-atO² /l) o en miligramos de Oxígeno /litro (mgO² /l), con las siguientes ecuaciones:

$$\text{mg-atO} / \text{l} = \frac{\text{mlO}}{11.2}$$

$$\text{mgO} / \text{l} = \frac{\text{mg-atO} \times 16}{11.2}$$

3.1.4. PORCENTAJE DE SATURACION DE OXIGENO

Primeramente se calculó la solubilidad del Oxígeno de acuerdo a la ecuación basada en medidas realizadas por Carpenter (1966) y Murray & Riley (1969) y ajustadas por Weiss (1970) para la

ecuación termodinámicamente consistente, dada por la siguiente expresión:

$$\ln C = A1 + A2(100/T) + A3 \ln(T/100) + A4(T/100) + S_0/100 [B1 + B2(T/100) + B3(T/100)^2]$$

Donde:

$$\begin{aligned} A1 &= -173.4292 \\ A2 &= 249.6339 \\ A3 &= 143.3483 \\ A4 &= -21.8492 \\ B1 &= -0.033096 \\ B2 &= 0.014259 \\ B3 &= -0.0017000 \\ T &= \text{Temperatura absoluta } (^{\circ}\text{K}) \\ S &= \text{Salinidad en partes por mil} \end{aligned}$$



BIBLIOTECA
DEL ING.
MARITIMO

A este valor se le sacó el antilogaritmo natural, teniendo entonces el valor de solubilidad de Oxígeno en centímetros cúbicos por decímetros cúbicos.

Para calcular la solubilidad en miligramos por litro, lo multiplicamos por el factor 1.43 (Claude E. 1981, pág. 21).

El porcentaje de saturación fué calculado por una regla de tres simple.

3.1.5. DENSIDAD Y CONDUCTIVIDAD

Estas ecuaciones fueron utilizadas por el Laboratorio de Hidráulica de Delf, siendo

la ecuación de Densidad y Conductividad respectivamente las expuestas a continuación.

$$\text{DENSIDAD} = 999.8461 + 6.124 \times 10^{-2} T - 8.044 \times 10^{-3} T^2 + 4.44 \times 10^{-5} T^3 + 8.072 \times 10^{-1} S - 3.073 \times 10^{-3} S T + 3.34 \times 10^{-5} S T^2$$

$$\text{CONDUCTIVIDAD} = (S / 0.444) \times (6.47 \times 10^{-5} T + 0.017 T^2 + 0.5344)$$

Donde:

S = Salinidad en unidades prácticas de salinidad (Ups)

T = Temperatura en grados centígrados °C

La densidad esta dada en Kg/m³ y la conductividad en mmho/cm

CAPITULO IV

4.1 ANALISIS DESCRIPTIVO:

El Estero Cobina a pesar de no tener libre conexión con el mar, presenta también además aporte de agua dulce, proveniente del río Guayas resultado de un volúmene de infiltración y operación de las compuertas de las esclusas que impiden el libre paso de agua del río Guayas hacia el Cobina, todo esto produce gradientes tanto longitudinales como verticales de Salinidad, siendo esta la principal causa por lo que se lo ha considerado en nuestro estudio, como un estuario (definición Holden, R. 1978).

La forma misma del Estero Cobinas (lleno de meandros), se presta a comportamientos particulares en diferentes puntos a todo lo largo del mismo, trayendo con sigo fenómenos físicos diversos, es así que encontramos regiones de homogenidad y otras de estratificación moderada, habiendo zonas de turbulencia y otras de calma. Debemos anotar que la presencia de las esclusas en la cabecera del Estero constituye un obstáculo en la libre circulación de agua tanto de estas hacia afuera del estero, como

hacia dentro del mismo (este último por aporte del río Guayas) motivo más por lo que debemos esperar un comportamiento diferente al de un estuario común debiendo definir su estado por secciones. Las muestras fueron tomadas desde Diciembre de 1990 hasta Noviembre de 1991.

Primeramente entraremos a analizar condiciones del transporte de constituyentes disueltos a lo largo del Estero, para lo cual utilizamos como información complementaria, datos de Salinidad y Velocidad, obtenidos en flujo y reflujo, con un correntómetro NEA, en las salidas del 06/01/91 (Cuadratura), y el 15/01/91 (Sicigia).

SALINIDAD Y VELOCIDAD.

Información detallada sobre la circulación la encontramos en la segunda parte de este trabajo conjunto de calidad de agua en el Estero Cobina, titulado "Circulación y Mezcla en el Estero Cobina" (Robles , 1993). Sin embargo nos detendremos un poco en la distribución espacial de Salinidad y Velocidad obtenidas en dos salidas en época húmeda, con la finalidad de comprender más los procesos Físico-Químico que están ocurriendo.

Es así que de la distribución de Salinidad y Velocidad obtenidas de la salida del 06/01/91 Figura 7, nos encontramos que, en flujo, la distribución de las isohalinas nos dejan ver un apilamiento de aguas más salinas en el borde Sur en los primeros Kilómetros, (viniendo de la desembocadura a la cabecera) apilamiento que se pasa luego al borde Oeste, para luego en las zonas próximas a las esclusas encontrar las mayores concentraciones en el centro, Esta diferencia en la distribución de las concentraciones de Salinidad tanto longitudinal como transversal, es provocada como consecuencia de la operación de las compuertas de las esclusas e infiltración de agua dulce proveniente del río Guayas, forma del Estero, batimetría, ramificaciones, originando en algunos casos que exista pobre circulación en distintos puntos del Estero, dando origen a estancamientos de aguas, sobre todo a nivel profundo, como lo demuestran las distribuciones superficie-fondo de Salinidad.

Vemos de la Figura 7a, b, que las mayores Salinidades relativas tienen influencia hasta $2/3$ de la extensión del Estero, creando como dijimos significativos gradientes longitudinales de Salinidad cerca de la Cabecera, esto de hecho trae como consecuencia

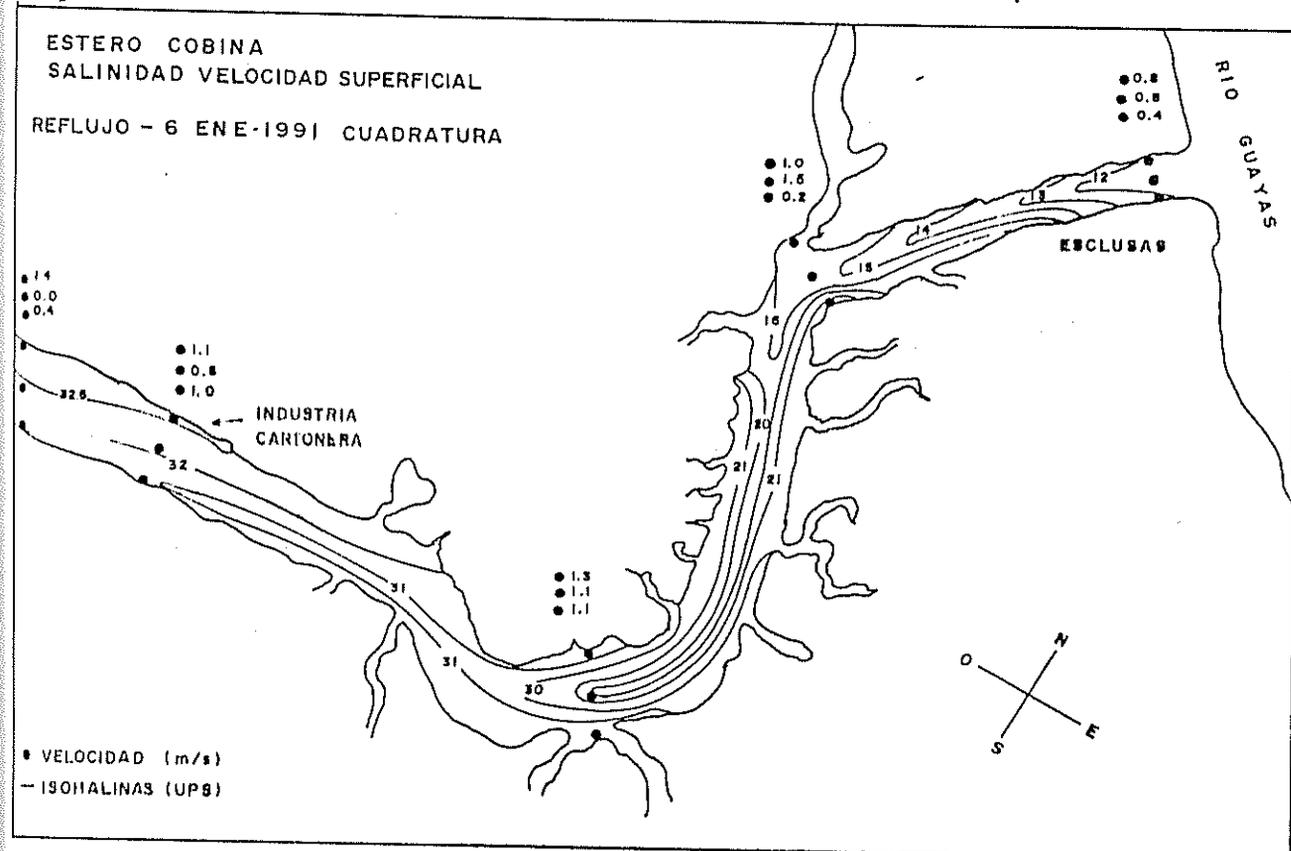
mayor presencia de sólidos en la columna de agua producto de procesos de coagulación, precipitación, este fenómeno es permanente o sea que ocurre tanto en Sicigia como Cuadratura. Sumándose a esto encontramos en ocasiones minimas Velocidades como de 0 m/s (Fig. 7b), consecuencia de la diferencia de niveles entre cabecera-desembocadura y la acción de la onda de marea, factores que hacen que en un momento dado se anulen las componentes de Velocidad (Robles, 1993), esto trae como consecuencia precipitación de sedimentos hacia la cabecera. Nótese los gradientes longitudinales de Salinidad que existen cerca de las esclusas tanto para flujo como reflujo (Sicigia y Cuadratura), (Figuras 7, 8).

Lo contrario a lo expuesto, ocurre en reflujo, existe esta vez un avance de la lengua relativamente menos salina, hasta 2/3 de la cabecera, comportamiento que ocurre tanto en Sicigia como Cuadratura, encontrándose nuevamente con puntos de Velocidades mínimas, (Fig. 8b).

En esta época del año encontramos las mayores Velocidades en Cuadratura.

Por definición se ha encontrado que el Estero Cobinas se comporta como un estuario tipo B, (Robles, 1993,

a)



b)

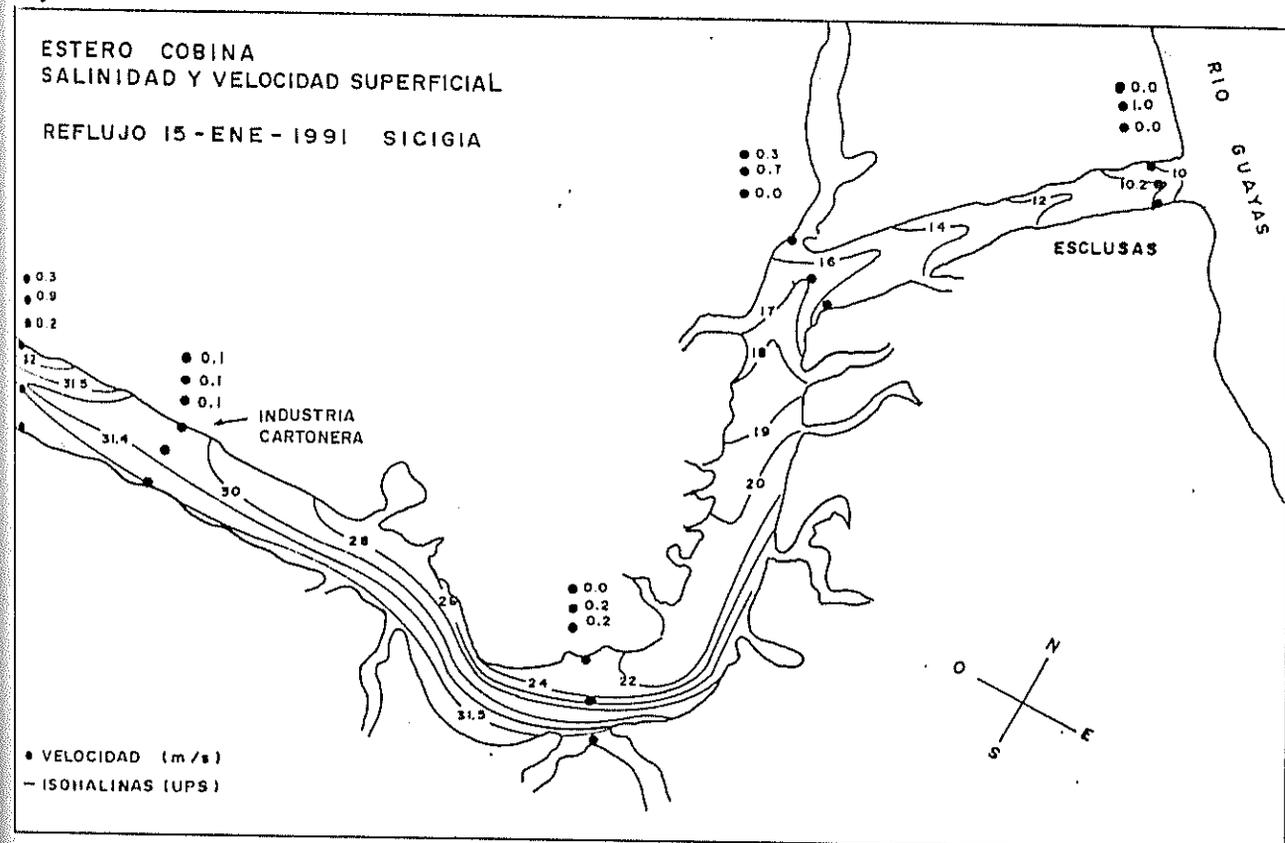


Fig. 6 DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE SALINIDAD Y VELOCIDAD

parcialmente mezclado y estratificado moderadamente), por lo que, los procesos advectivos y difusivos tanto en la columna de agua como a lo largo del estero Cobinas son importantes.

Por motivos prácticos, se presentan a continuación de una manera sintetizada en cuadros sinópticos, los resultados obtenidos en cada salida.

Siendo la simbología la siguiente:

R = reflujo
IR = inicio de reflujo
F = flujo
S = superficie
B = fondo



BIBLIOTECA
ING. ING.
CHIHUAHUA

TABLA III

SALINIDAD (ups)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
28/12/90	R - S	28.29	10.21	Incremento de la Salinidad en la columna de agua, en la estación 2. Tendencia a la homogeneidad en la estación 1 y estación 2, Fig.9.
	B	29.10	11.52	
	F - S	28.02	8.53	Distribución descendente hacia la desembocadura se nota tendencia a la homogeneidad en la estación 3, Fig.9.
	B	32.14	11.04	
16/01/91	R - S	25.38	8.45	Se observa mayor Salinidad superficial en la estación 1 y 4 Fig.9, pudiendo deber a presencia de aguas menos salinas en el fondo, producto de estancamiento. Se encuentra el mayor valor relativo, en la estación 3 en el fondo, valor que por su concentración, corresponde a aguas de la desembocadura, Fig.9.
	B	32.60	6.60	
	F - S	25.54	6.66	Distribución descendente hacia la desembocadura, el mayor gradiente en la columna, lo encontramos en la estación 3, Fig.9.
	B	30.47	8.76	
24/01/91	R - S	32.05	6.22	Mayor valor en superficie en la estación 5, mayor diferencia en la columna, en la estación 4, Fig.9.
	B	33.08	8.04	
	F - S	31.24	4.87	Tendencia a la homogeneidad producto de la onda de marea, Fig.9.
	B	32.29	29.95	
02/02/91	IR - S	30.39	5.27	Tendencia a la homogeneidad en la estación 5, Fig.9 . Mayor diferencia en la columna de agua la encontramos en la estación 2, Fig.9.
	B	30.90	7.42	
	R - S	29.78	6.50	Sólo se tiene valores de superficie, se observa una curva ligeramente mas suave que la encontrada a inicios del refluo, Fig.9.

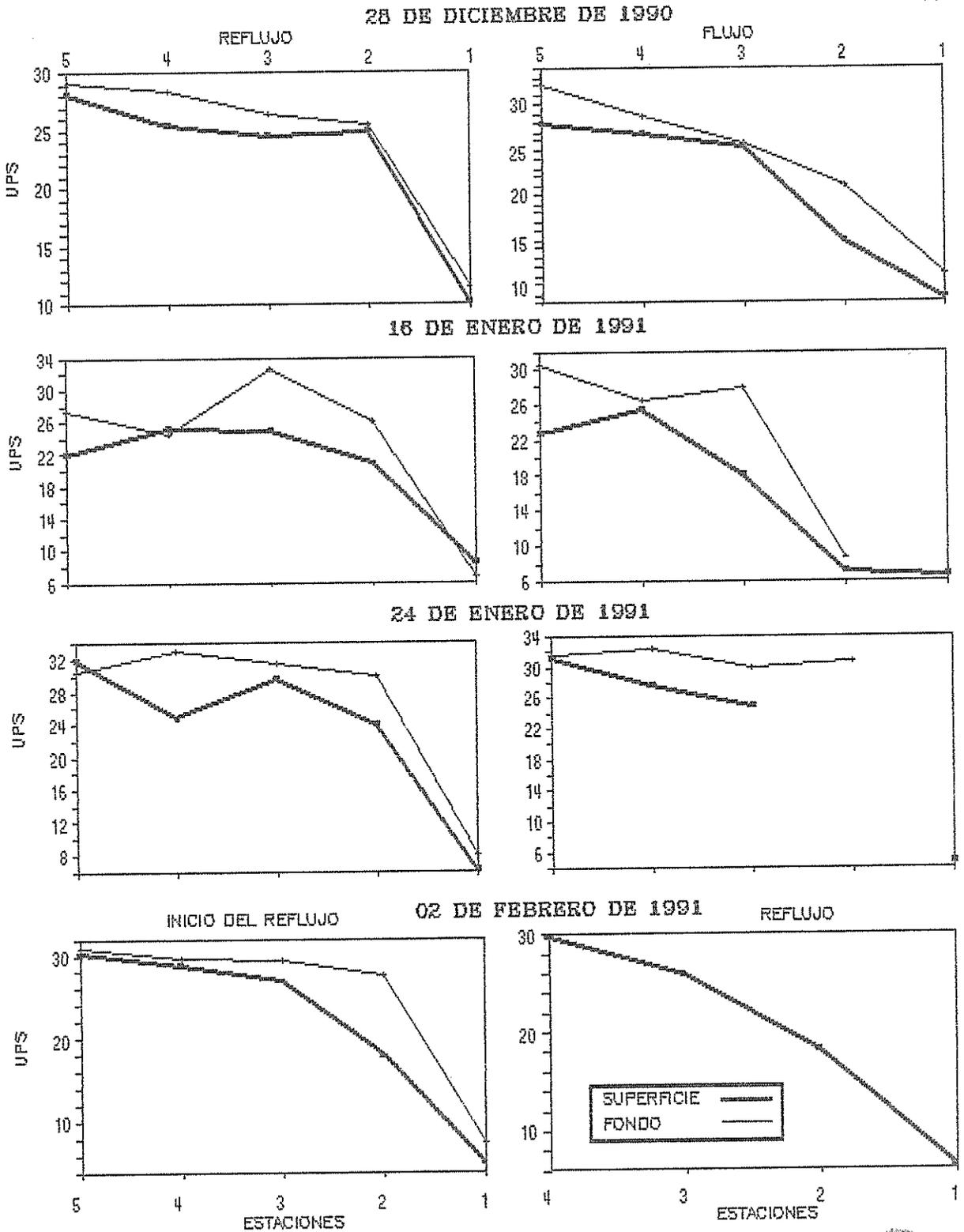


FIG. 9 SALINIDAD

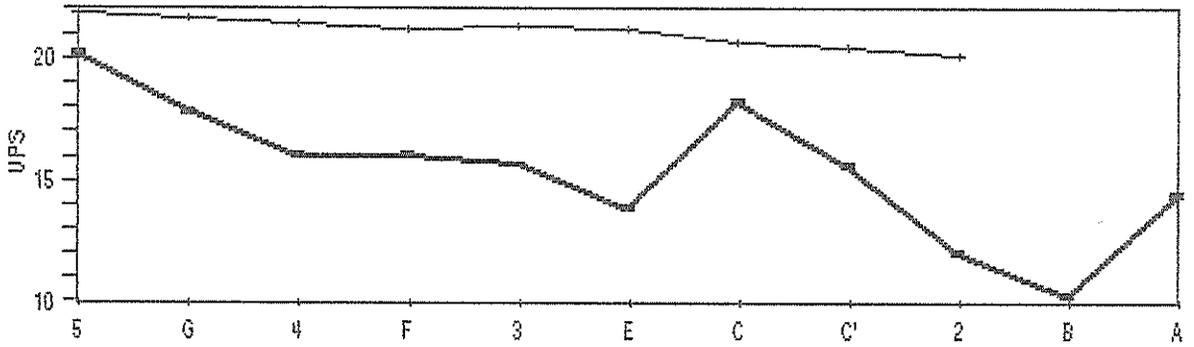


BIBLIOTECA
FAC. ING.
LIMA

TABLA IV

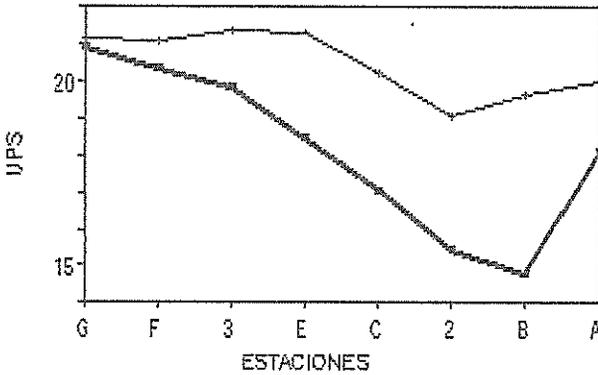
SALINIDAD (ups)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
11/04/91	R - S	20.21 21.80	10.28 20.12	Incremento en superficie de la Salinidad en la estación C, consecuencia de que agua de mayor regresa de los esteros laterales, a su vez la en la estación B, cerca a la cabecera del se observa un aumento relativo de la Salinidad, justificando esto por el comportamiento estacionario de la onda de marea, Fig.10.
30/04/91	R - S B	20.96 21.37	14.79 19.05	Otra vez se observa el aumento en superficie en la estación próxima a la cabecera, atribuido al comportamiento estacionario de la onda de marea, Fig.10.
	F - S B	19.44 20.97	14.01 17.19	Se observa una disminución cerca a la desembocadura en la estación F, pudiendose atribuir a estancamiento. Existe en esta distribución frecuentes fluctuaciones desde la estación C' hasta la estación F' a nivel superficial, producto seguramente de flujos, provenientes de esteros laterales, Fig.10.
9-10/11/91	ESTACION			
	Playita	31.28 31.32	28.67 30.12	Se observa que hay horas en que la columna de de agua se comporta de una manera homogénea, 9.08, 21.05, 23.58 horas, esto se debe a la proximidad de la estación a la desembocadura del estero donde será mayor la influencia de la onda de marea. El comportamiento periódico de ésta distribución, como se sabe se debe a la que este es un sistema dominado principalmente por la marea, Fig.10.
	Camaronera	30.85 31.08	19.95 24.74	Distribución también periódica, en que los puntos de homogenidad ya no son tan frecuentes, observandose entonces que son menores los procesos de mezcla, Fig.10.

11 DE ABRIL DE 1991 REFLUJO

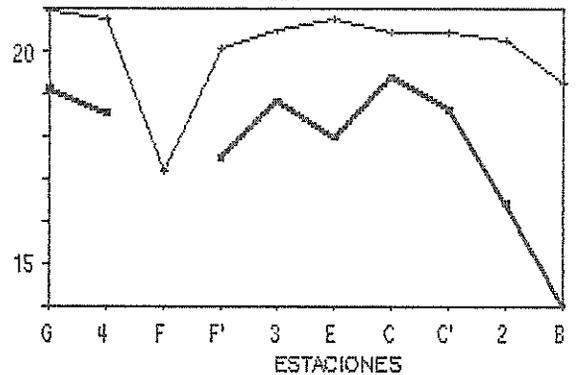


30 DE ABRIL DE 1991

REFLUJO

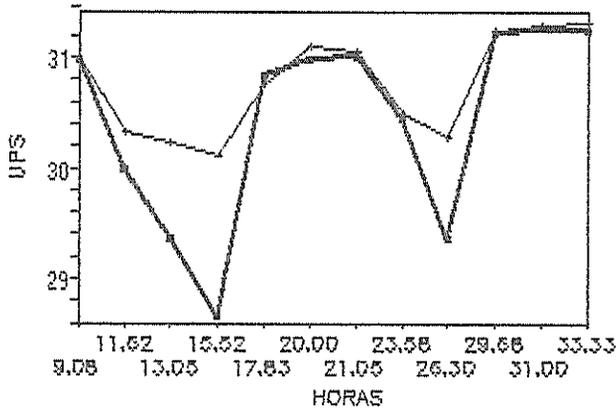


FLUJO



09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

ESTACION PLAYITA



ESTACION CAMARONERA

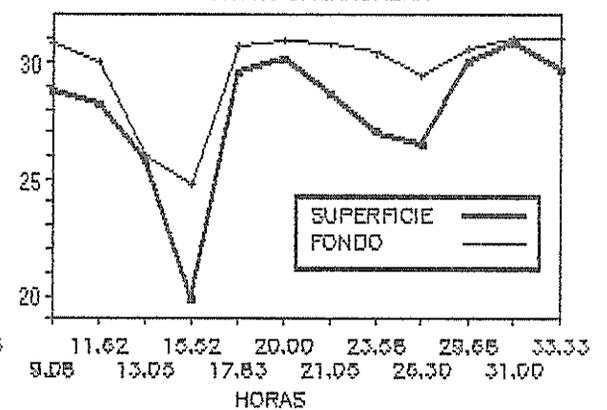


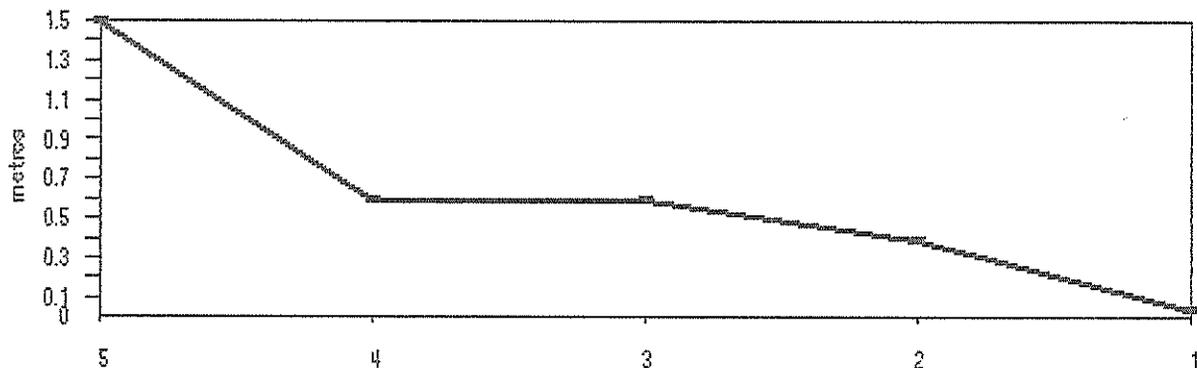
FIG. 10 SALINIDAD

TABLA V

DISCO SECHI (m)					
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES	
16/01/91	R	1.5	0.05	Sólo tenemos valores en este estado de marea, la distribución se presenta descendente hacia la cabecera, Fig.11.	
24/01/91	R	1.60	0.25	Distribución un tanto suave y descendente hacia la cabecera, Fig.11.	
	F	1.20	0.10		
02/02/91	IR	1.50	0.20	Distribución descendente hacia la cabecera, Fig.11, lo cual concuerda con el aumento de sólidos en la columna.	
		0.70	0.10		
11/04/91	R	0.80	0.25	Descendente una vez mas, hacia la cabecera del estero, se observa una disminución en la lectura del disco sechi en la estación F, lugar donde se encuentra la denominada "Playita". Fig.12.	
30/04/91	R	0.80	0.25	Las mayores profundidades del disco sechi se las encontró en la estación E, F, para el refluo, y en las estaciones C', C, 3, para el flujo. Se observa tanto en flujo como refluo la presencia de aguas mas turbias que las colindantes en la estación tres y sus proximidades, en esta zona existe una bomba de succión de agua de una camaronera del lugar, además de los dos ramales de mayor tamaño presentes en el estero Cobina. Se confirma la existencia de zonas de mayor turbiedad, Fig.12.	
	F	0.35	0.70		
ESTACION					
9-10/11/91	Playita	1.60	0.75		
	Camaronera	1.35	0.30		
					En un ciclo de marea se observa una distribución periódica dominada por un ciclo de marea. Fig.12.
					También se presenta una distribución periódica dominada por un ciclo de marea, Fig.12.



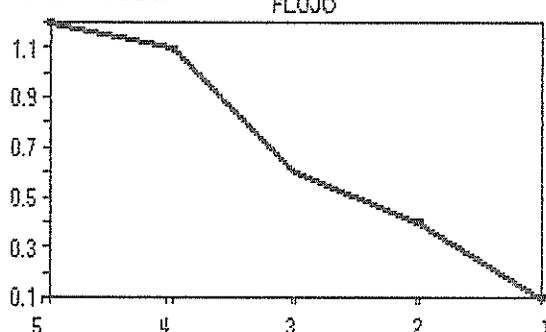
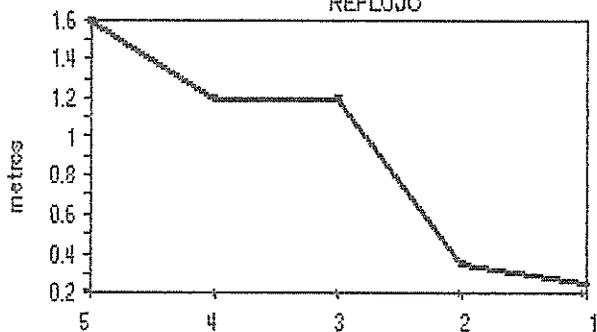
16 DE ENERO DE 1991 FLUJO



REFLUJO

24 DE ENERO DE 1991

FLUJO



INICIO DE REFLUJO

02 DE FEBRERO DE 1991

FLUJO

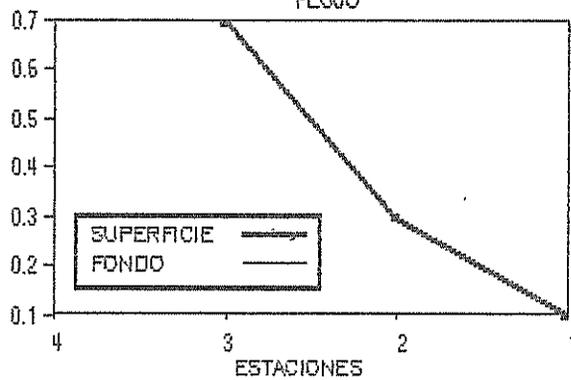
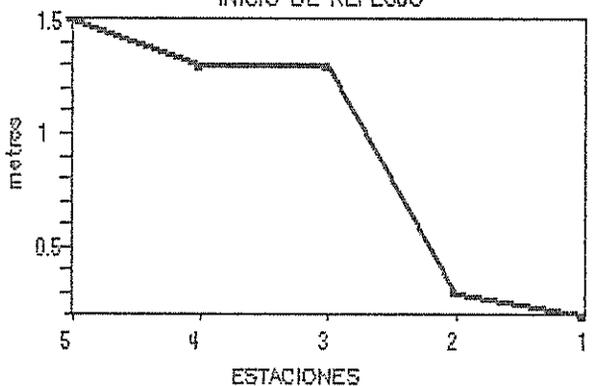
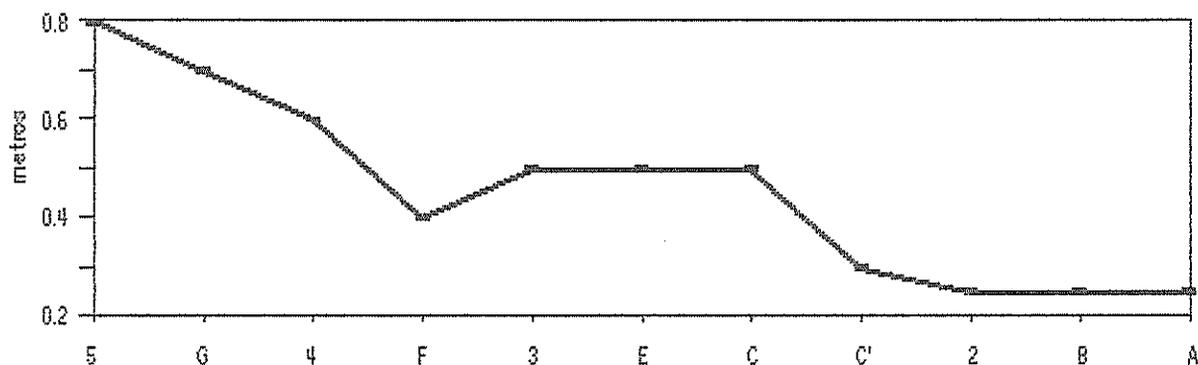
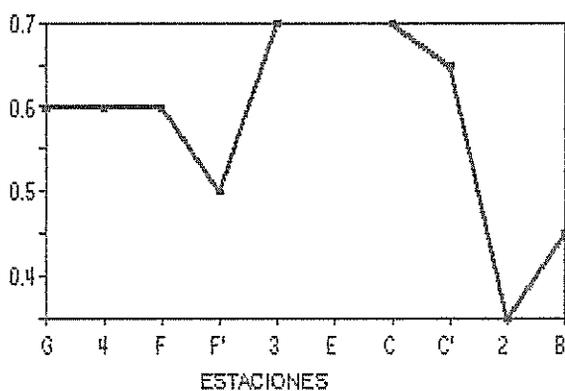
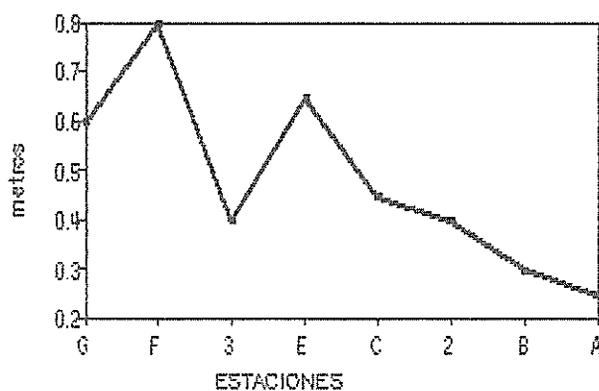


FIG. 11 PROFUNDIDAD DEL DISCO SECHI

11 DE ABRIL DE 1991 REFLUJO



REFLUJO 30 DE ABRIL DE 1991 FLUJO



09-10 NOVIEMBRE DE 1991

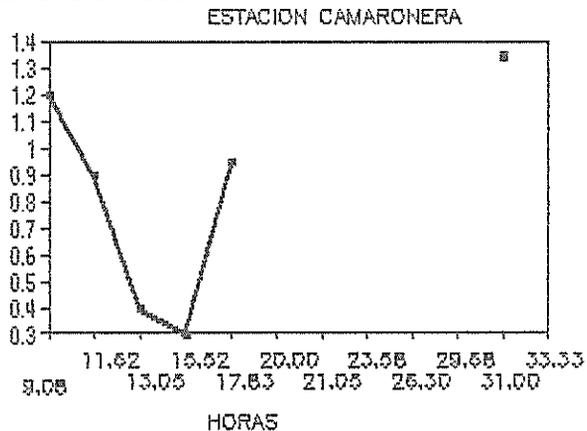
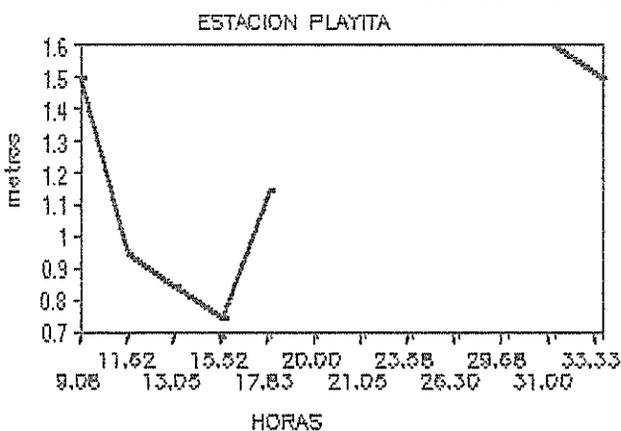
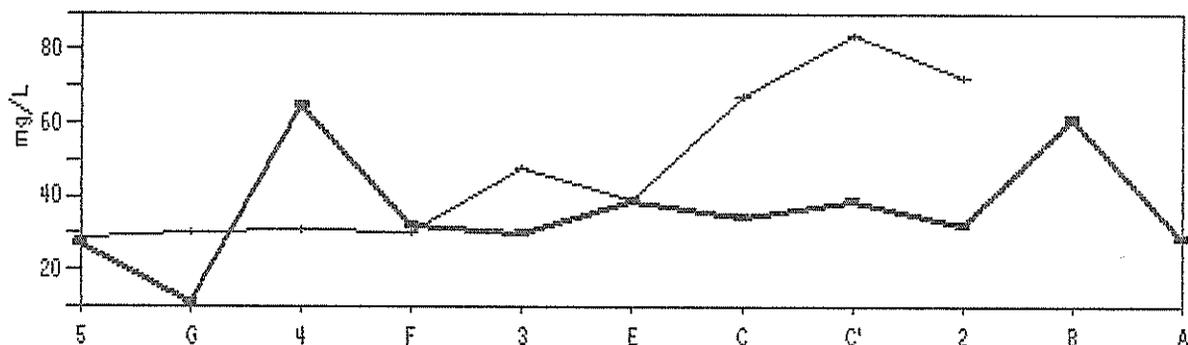


FIG. 12 PROFUNDIDAD DEL DISCO SECHI

TABLA VI

SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
11/04/91	R - S B	65.28 84.11	11.73 28.77	A nivel superficial encontramos el máximo valor en la estación 4, y un ascenso a partir de la estación 3 hacia la cabecera en el fondo. De la distribución superficial profunda, vemos que existe mayor concentración a nivel superficial en la estación 4, esto se podría deber a procesos de coagulación que están ocurriendo, o a la presencia de nitrógeno y fósforo orgánico como la distribución respectiva lo demuestra, producto de una descarga doméstica Fig.13.
30/04/91	R - S B	139.82 93.39	33.16 32.18	Distribución ascendente hacia la cabecera del estero. Los puntos máximos los encontramos en la estación C en superficie y 2, en el fondo. En estas estaciones también encontramos altas concentraciones relativas de nitrógeno orgánico producto posiblemente de una descarga puntual, Fig. 13.
	F - S B	231.66 134.30	13.98 25.42	En el fondo, la distribución se presenta ascendente hacia la cabecera encontrando a este nivel, un pico en la estación C. En superficie encontramos un pico de máxima en la estación 3, en este punto esta ubicada la bomba de succión de agua de una camaronera, y en la salida de un ramal del estero, Fig.13.
	ESTACION			
09/11/91 18/11/91	Playita S-B	47.81 53.11	18.67 19.45	De los datos que tenemos, encontramos el mayor valor relativo, próximo al máximo de refluo, comportamiento lógico, teniendo una distribución periódica, con los máximos en máximo de flujo de marea, Fig.13.
	Camaronera S-B F-R	60.71 81.43	20.15 27.14	El máximo valor lo encontramos también en máximo de refluo de marea, tanto en superficie como en el fondo, Fig.13.

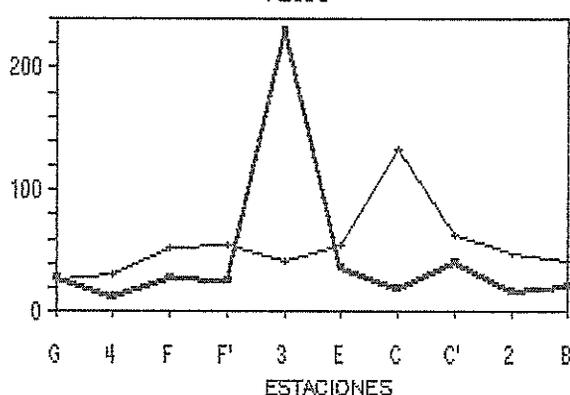
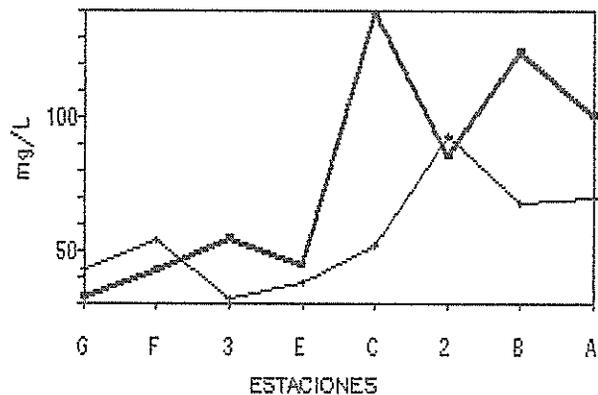
11 DE ABRIL DE 1991 REFLUJO



30 DE ABRIL DE 1991

REFLUJO

FLUJO



09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

ESTACION PLAYITA

ESTACION CAMARONERA

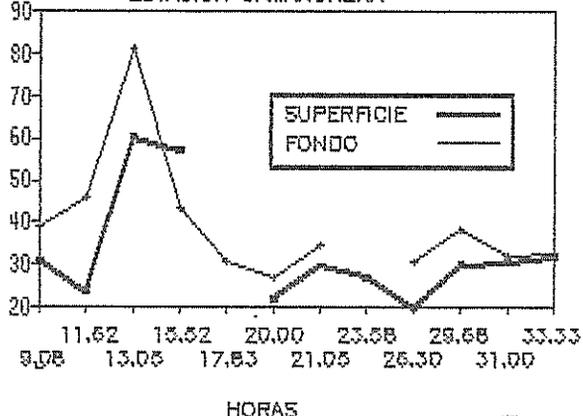
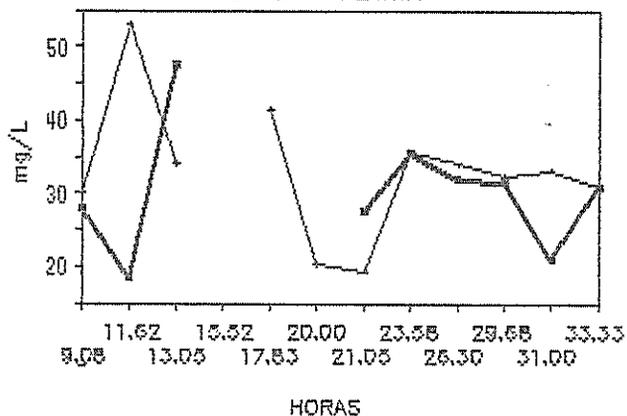


FIG. 13 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



BIBLIOTECA
142. IHS.
MANTUA

TABLA VII

SOLIDOS DISUELTOS TOTALES x E+03 (mg/l)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
11/04/91	R - S B	40.68 39.96	13.94 13.04	Encontramos las mayores concentraciones relativas en superficie desde la estación E a F, y en la estación C y 4, las menores concentraciones relativas. Fig.14.
30/04/91	R - S B	27.69 30.70	16.22 17.57	Encontramos los máximos en superficie en la estación C y 3. La distribución en el fondo, se presenta ascendente hacia la cabecera, Fig.14.
	F - S B	40.68 39.96	13.94 13.04	La distribución se presenta ascendente hacia la cabecera, vemos se mantiene el pico a nivel superficial encontrado en reflujo, en la estación C. El mayor valor relativo en el fondo, se lo encontró en la estación 3, Fig.14.
	ESTACION			
09/11/91 10/11/91	Playita S-B	40.40 40.40	22.32 27.06	El máximo valor en superficie lo encontramos a las 20.00 horas, se observa un comportamiento periódico concordante con el ciclo de marea. En el fondo donde las fluctuaciones son mas, pronunciadas, los máximos tienden a presentarse en máxima de reflujo, esto se debe a la disminución de la onda de marea, que hace que la cuña salina de fondo que existe en el estero, se pronuncie mas, por disminución de los procesos de mezcla, Fig.14.
	Camaronera S-B F-R	38.50 41.60	19.20 12.00	En terminos generales ya no observamos el desfase superficie-fondo encontrado en la estación próxima a la desembocadura (La Playita), Los máximos se presentan en máximos de flujo, y los mínimos, en mínimos de reflujo, esto nos hace intuir, que el movimiento en la columna de agua tiende a ser en una dirección, a diferencia del comportamiento de la otra estación, donde los procesos difusivos entre la capa de superficie y fondo serán mayores, Fig.14.

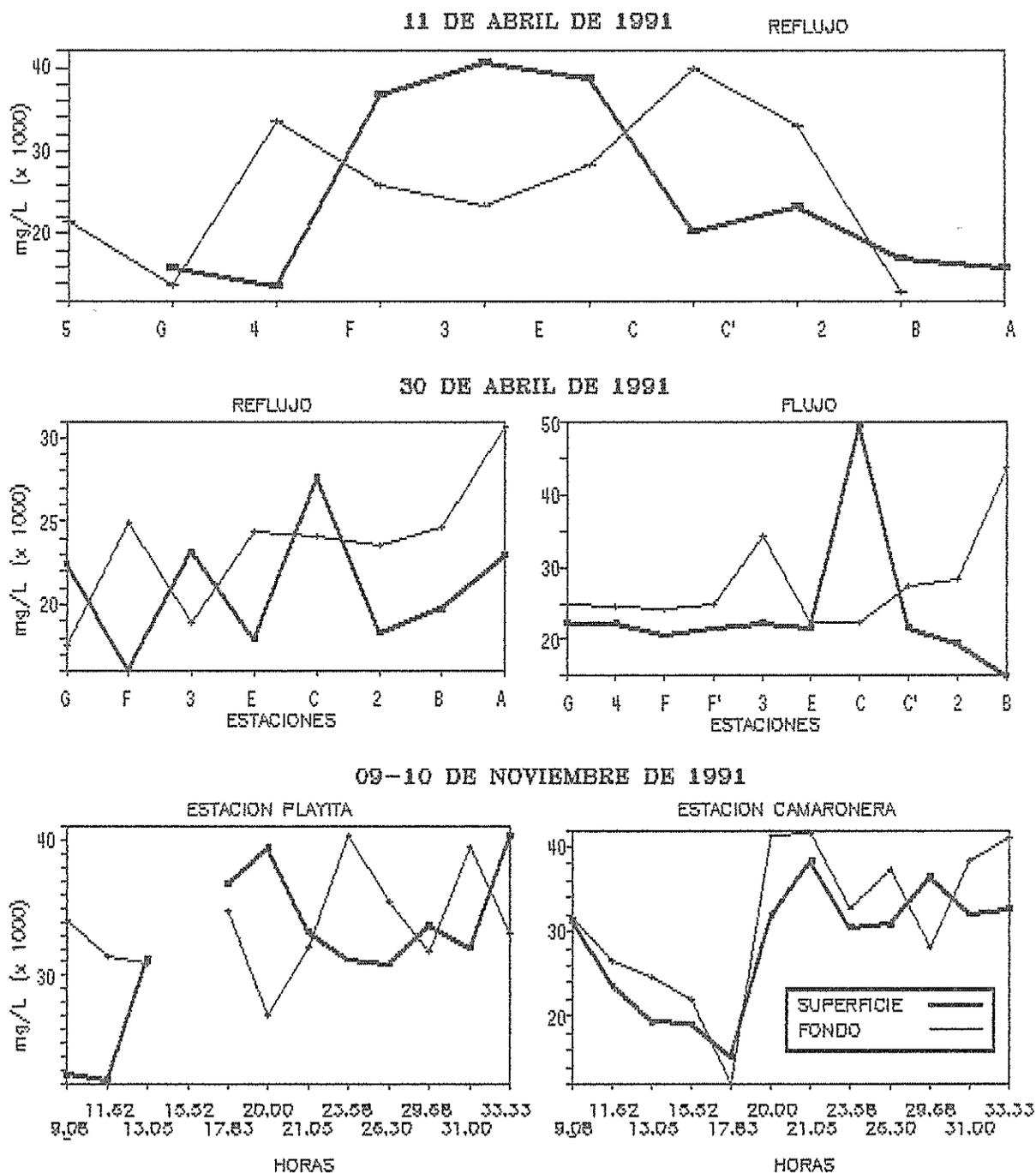


FIG. 14 SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

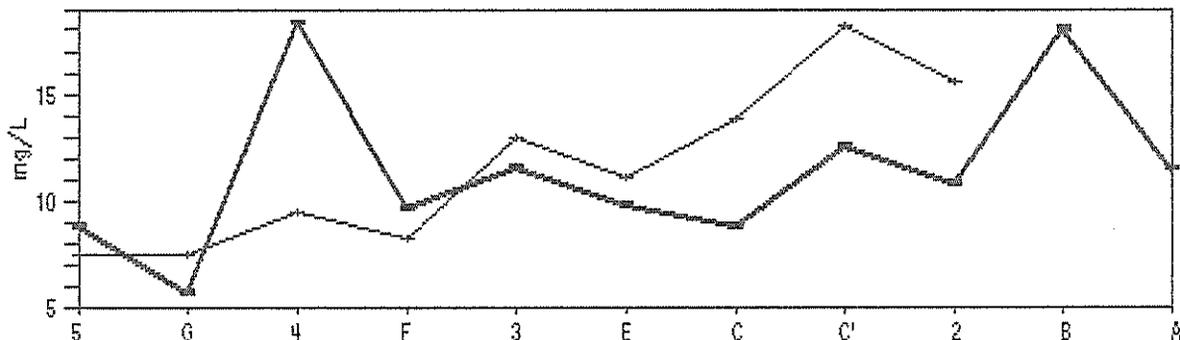
TABLA VIII

SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES (mg/l)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
11/04/91	R - S B	18.39 18.24	5.77 7.51	Las concentraciones mayores las encontramos en la estación B y 4, en esta última las concentraciones en superficie son mayores que en el fondo. De forma global, la distribución se presenta ascendente hacia la cabecera del estero, lo que nos hace ver el movimiento que ocurre de la materia particulada orgánica desde este punto hacia la desembocadura, si consideramos que este muestreo fué hecho en reflujo, Fig.15.
30/04/91	R - S B	35.07 24.73	9.20 6.93	La distribución se presenta ascendente hacia la cabecera del estero, encontrando las mayores concentraciones relativas en superficie, en las estaciones B, C, 3 y 6, Fig.15.
	F - S B	204.86 35.00	7.69 8.27	Se observa uniformidad en la distribución superficial, a excepción del valor encontrado en la estación 3. Haciendo un seguimiento de la distribución encontrada en reflujo y flujo, nos damos cuenta de la movilidad de la curva. Es así que, el pico máximo encontrado en reflujo, lo volvemos a ver en flujo, pero con mayor concentración, esto se debe al aporte recibido de las ramificaciones que existen en este punto Fig.15.
	ESTACION			
9/11/91 10/11/91	Playita S-B F-R	14.63 15.13	5.32 4.14	Existe la tendencia de encontrar las mayores concentraciones relativas, en máximos de reflujo; esto nos dejaría ver el ingreso que existe de materia orgánica particulada, desde la cabecera del estero, Fig.15.
	Camaronera S-B F-R	14.30 27.34	3.78 4.78	Encontramos los máximos valores relativos en el primer pico de reflujo, no así en el segundo pico en el que encontramos que las concentraciones disminuyen en la columna de agua, este comportamiento se explica por que la onda fué mayor el el primer pico de reflujo, Fig.15.



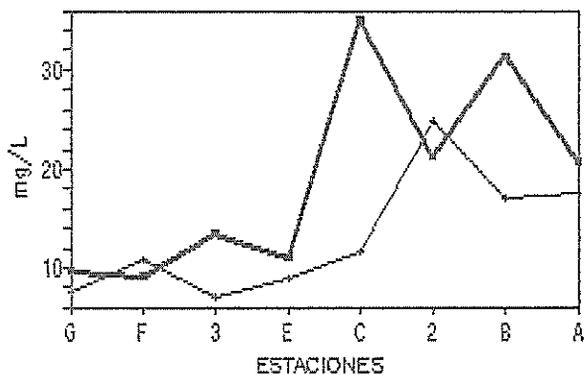
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE COSTA RICA
CARRIOMA

11 DE ABRIL DE 1991 REFLUJO

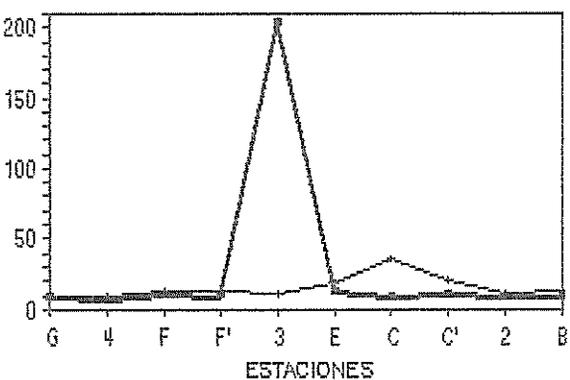


30 DE ABRIL DE 1991

REFLUJO

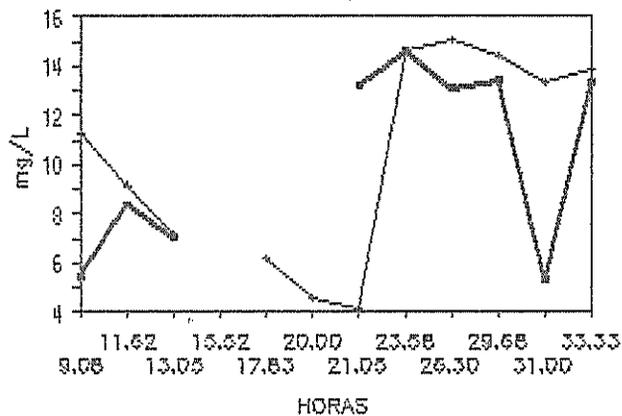


FLUJO



09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

ESTACION PLAYITA



ESTACION CAMARONERA

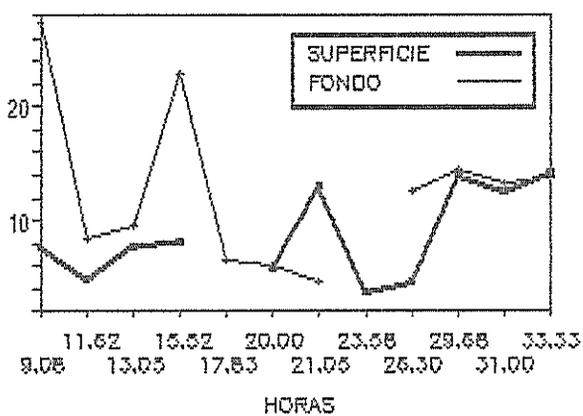
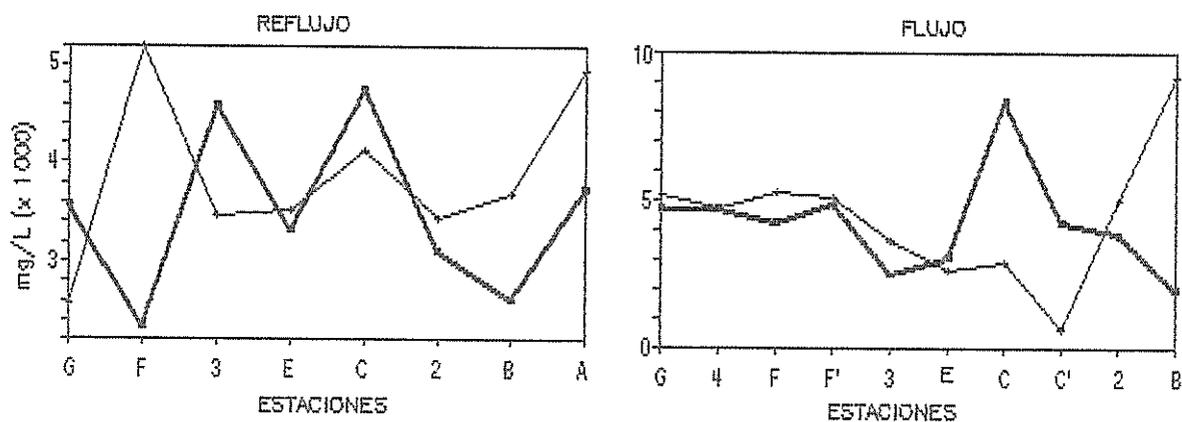


FIG. 15 SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES

TABLA IX

SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES x E+03 (mg/l)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
11/04/91	R - S	3.86	2.00	De este parámetro se tiene datos sólo en tres puntos cercanos a la cabecera del estero
30/04/91	R - S	4.75	2.35	Mayor concentración superficial en la estación 3, C. Mayor concentración en el fondo en las F, A, poniéndose de manifiesto los procesos difusivos, que provocan este desfase a nivel superficial-profundo Fig.16.
	B	5.20	2.57	
	F - S	8.36	2.01	Mayor concentración superficial en la estación C. Mayores concentraciones que las encontradas en el recorrido de reflujos, Fig.16.
	B	9.18	0.59	
9/11/91	Playita	10.70	1.60	Los valores máximos en superficie los encontramos a las 20 y 33,33 horas, puntos de máximo de reflujos, Fig.16.
10/11/91	S-B	10.50	2.40	
	F-R			
	Camaronera	10.30	1.10	El máximo valor en la columna de agua fue encontrado a las 21.63 horas, punto de máxima reflujos, Fig.16.
	S-B	29.00	1.50	
	F-R			

30 DE ABRIL DE 1991



09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

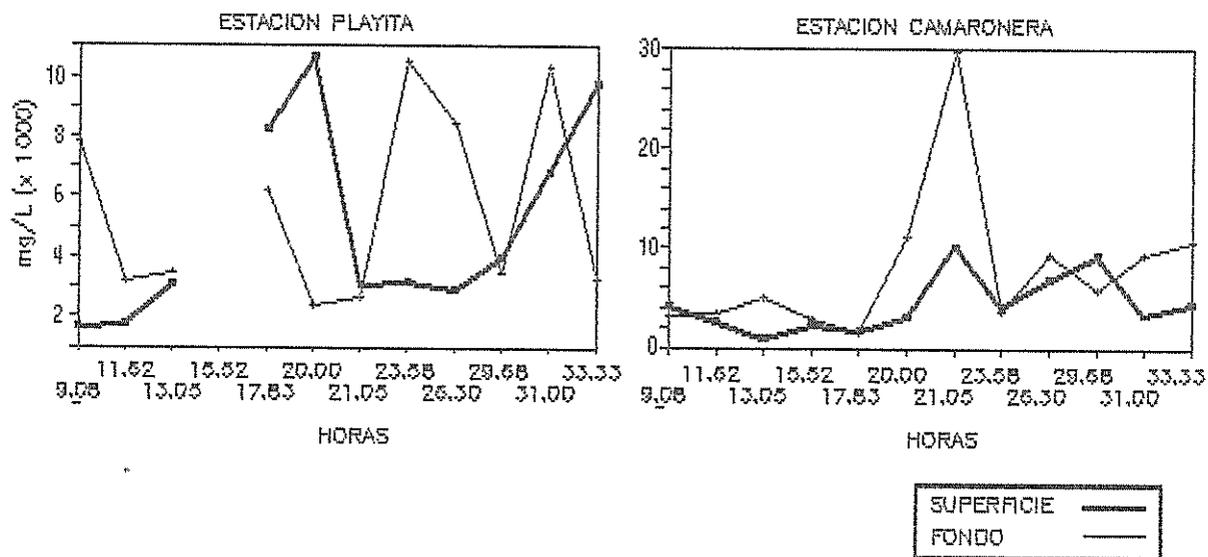


FIG. 16 SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES

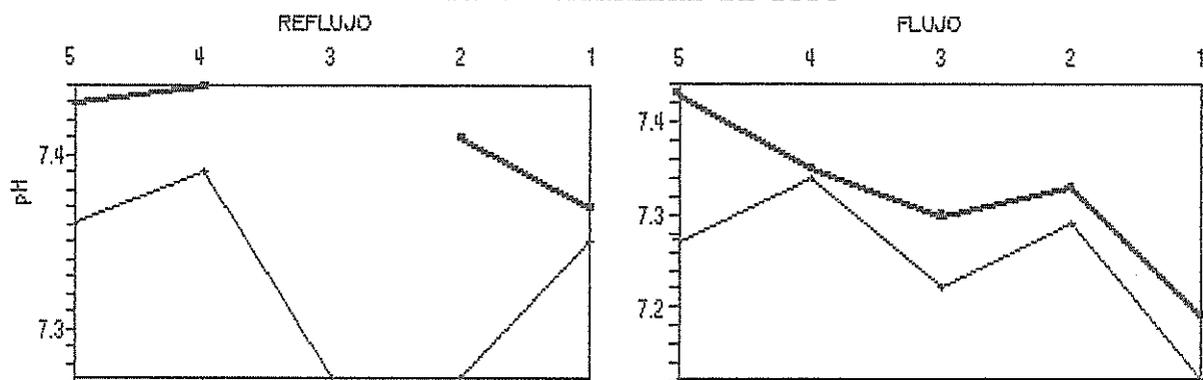
TABLA X

POTENCIAL HIDROGENO (pH)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
28/12/90	R - S	7.43	7.19	Distribución descendente hacia cabecera del Estero, con su mayor valor en la estación 5 y su menor valor en la estación 1. Disminución en la estación 3 coherente con un aumento de Salinidad y disminución de Oxígeno nombrados en el análisis respectivo, atribuido a la presencia de aguas con características un tanto diferentes, Fig.17.
	B	7.34	7.12	
	F - S	7.41	7.36	Descendente hacia la cabecera, con mayores condiciones reductoras en la estación 3, al igual que en flujo, Fig.17.
	B	7.44	7.27	
16/01/91	R - S	7.86	7.74	Estado de reducción en la estación 2 y 4, Fig.17.
	B	7.80	7.68	
	F-S	7.90	7.71	Distribución descendente hacia la cabecera. El mayor valor se lo encontro en la estación 3 y el menor valor en la estación 1. Las fluctuaciones no se presentan coherentes con la de Oxígeno, Fig.17.
	B	7.77	7.71	
24/01/91	R - S	7.94	7.70	Distribución ascendente hacia la cabecera. Condiciones de reducción en la estación 2, donde encontramos el menor valor en la columna de agua, Fig.17.
	B	7.83	7.69	
	F - S	7.74	7.58	Distribución descendente hacia la cabecera Existe un estado de mayor reducción relativa a nivel superficial en todo el estero, Fig.17.
	B	7.81	7.66	

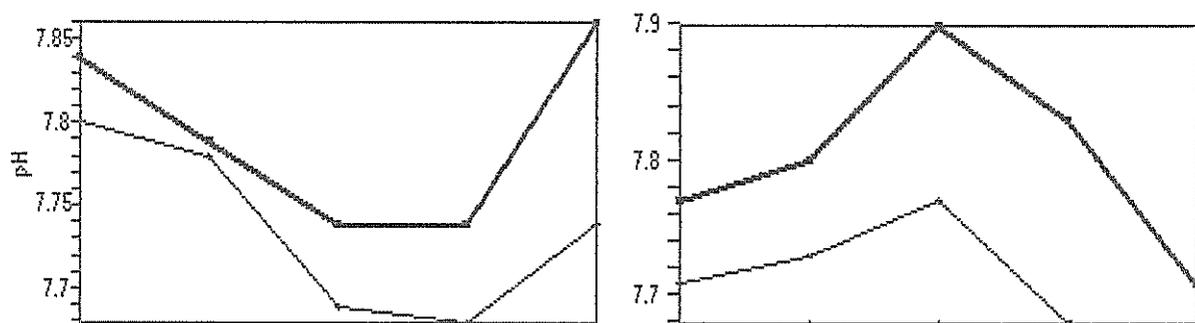


BIBLIOTECA
 DEL DR.
 MARINA

28 DE DICIEMBRE DE 1990



16 DE ENERO DE 1991



24 DE ENERO DE 1991

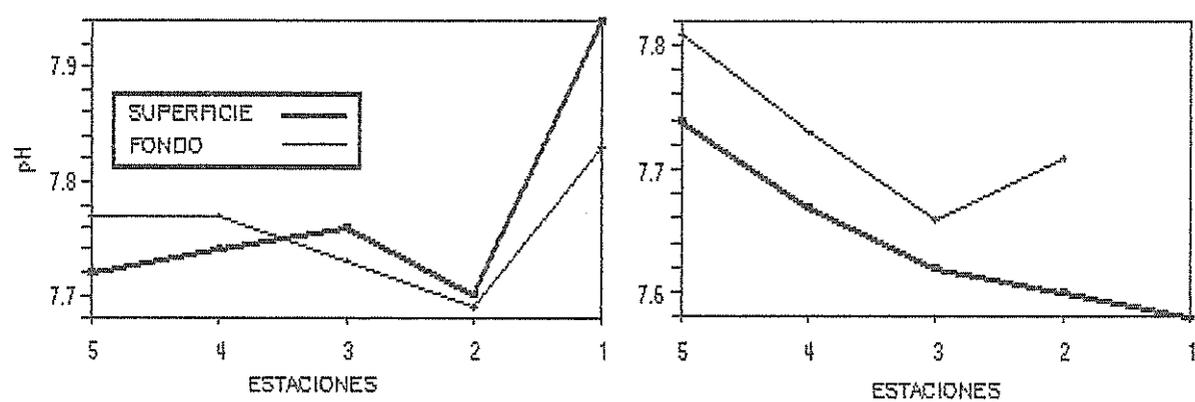


FIG. 17 POTENCIAL HIDROGENO

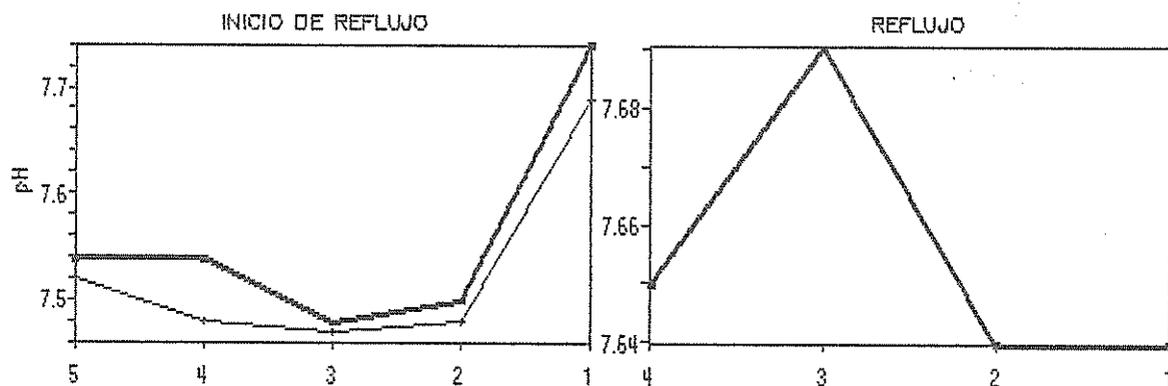
TABLA XI

POTENCIAL HIDROGENO (pH)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
02/02/91	IR - S B	7.74 7.69	7.48 7.47	Encontramos un estado de mayor reducción superficie-fondo en la estación 3, esperándose aquí menor concentración de Oxígeno, como lo demuestra su distribución respectiva, Fig.19 El mayor valor lo encontramos en la estación 1 localizado en un punto estero arriba, prácticamente en el río Guayas donde se sabe las concentraciones de Fitoplacton son mayores, Fig.18.
	R - S	7.69	7.64	El mayor estado de oxidación lo encontramos en la estación 3. El menor estado de oxidación lo encontramos en la estación 2, 5, A, coherente con la de Oxígeno, Fig.18, 19.
11/04/91	R - S B	7.79 7.74	7.51 7.49	El mayor valor en la columna de agua lo encontramos en la estación C, siendo a partir de la estación G, que la distribución en el fondo presenta niveles menores que los encontrados en superficie. Según esta distribución, se espera mayor concentración de Oxígeno disuelto en la estación C', E, 3, situación que si se presenta. Al revisar el gráfico de las estaciones, observamos que los puntos mencionados se encuentran en las dos curvas principales del estero, puntos donde, son mayores las condiciones de turbulencia, Fig.18.
30/04/91	R - S B	7.78 7.60	7.53 7.27	No se observa una distribución uniforme en este recorrido, presentandose a veces condiciones mas reductoras en superficie. El menor valor en superficie lo encontramos en en la estación 2 y 3, Fig.18.
	F - S B	7.86 7.78	7.62 7.57	Se observa una distribución con marcadas fluctuaciones, encontrando el mayor valor en la estación E y F, atribuido a mayor actividad fotosintética, como lo demuestra la distribución de Oxígeno Fig.20, no así en las estaciones 3, C' donde encontramos condiciones de reducción, Fig.18.

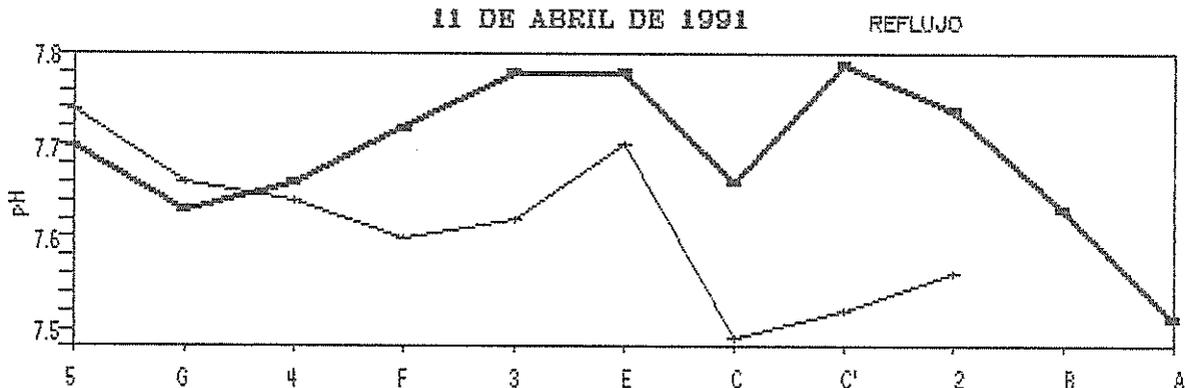


BIBLIOTECA
FAC. ING.
MAGNUMA

02 DE FEBRERO DE 1991



11 DE ABRIL DE 1991



30 DE ABRIL DE 1991

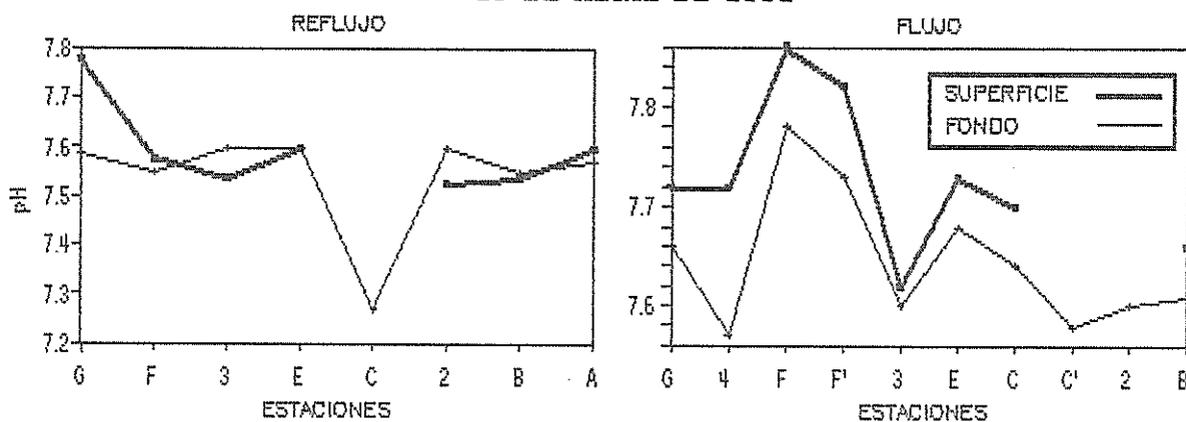


FIG. 18 POTENCIAL HIDROGENO



TABLA XII

OXIGENO (mg/l)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
28/12/90	R - S	6.77	4.03	Ascendente hacia la cabecera del estero ya que aquí se presentan aguas mas cargadas de fitopláncton. Encontramos el máximo valor en la estación 19. El menor valor lo encontramos en la estación 3 coherente con anomalías halladas en otros parámetros (Salinidad, pH), Figuras 9, 17, 19.
	B	5.49	2.90	
	F - S	5.89	3.00	Distribución ascendente hacia la cabecera del estero hasta la estación 2, donde se encuentra el mayor valor, Fig.19.
	B	3.23	2.83	
16/01/91	R - S	4.29	1.43	No fue posible obtener los datos con el metodo propuesto por este trabajo (Standart Methods), en su lugar se utilizó un oxigenómetro, con lo que obtuvimos datos para referencia. Esta distribución se presenta descendente hacia la cabecera con el valor máximo en la estación 4, Fig.19.
	B	4.71	2.57	
	F - S	7.43	3.00	Distribución descendente hacia la cabecera, con su máximo valor cerca a la desembocadura del estero, atribuida esta mayor concentración a inyección mecánica por procesos turbulentos producto de la onda de marea, Fig.19.
	B	7.71	2.86	
24/01/91	R - S	6.46	2.41	Distribución ascendente hacia la cabecera del estero. Se observa mayor concentración de oxígeno en el fondo, en la estación 5, fenómeno coherente con el hundimiento de agua menos salina de superficie observado en la distribución de Salinidad, Fig.19. Disminución en la Est. 2, donde encontramos condiciones de reducción en toda la columna de agua atribuido, probablemente a descargas, presencia de materia orgánica, Fig.19.
	B	4.51	2.10	
	F - S	4.84	2.30	Ascendente hacia la cabecera del estero. Se mantiene la menor concentración encontrada en la estación 2, Fig.19.
	B	3.14	1.69	

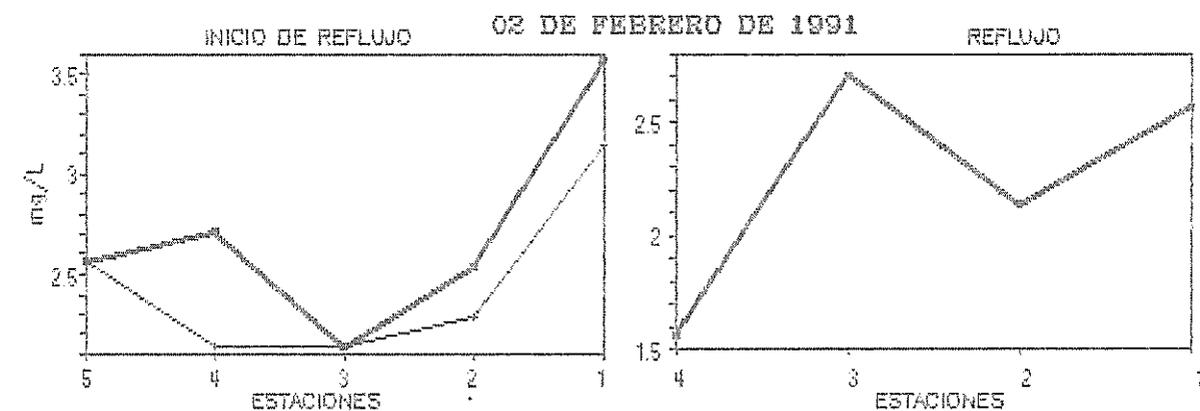
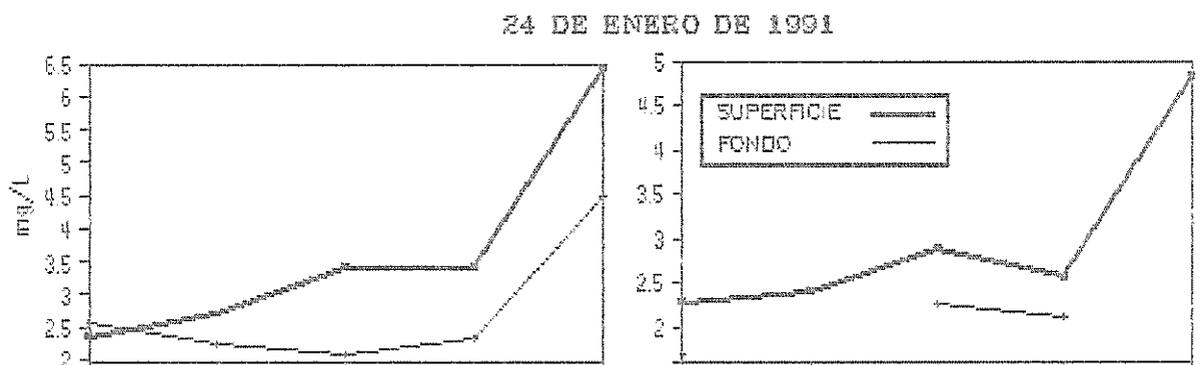
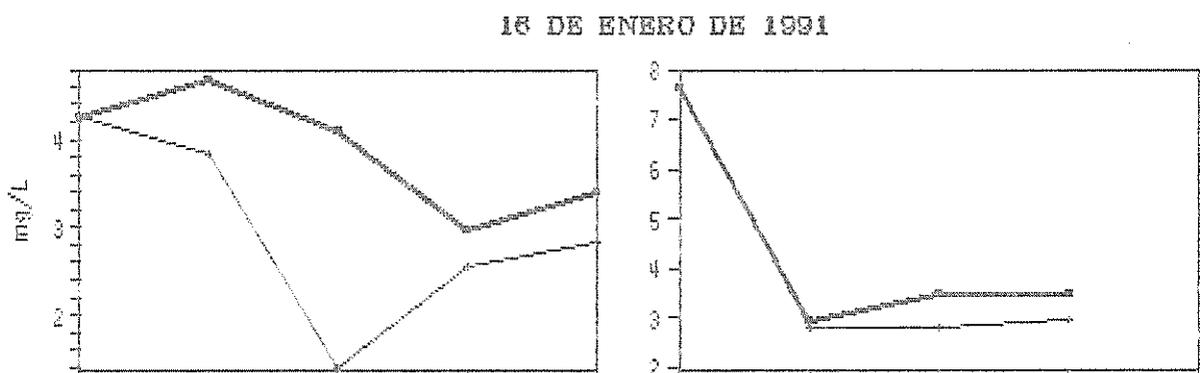


FIG. 19 OXIGENO

TABLA XIII

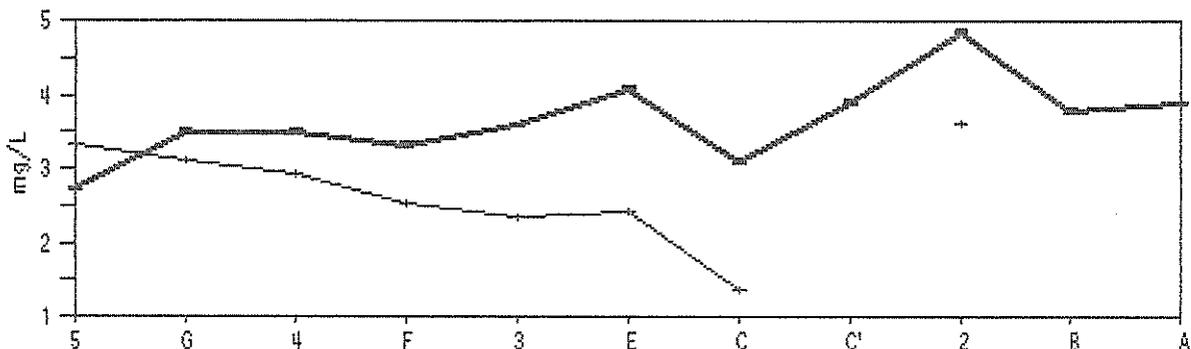
OXIGENO (mg/l)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
02/02/91	IR - S	3.57	2.14	Mayor valor encontrado en la cabecera . Existe una disminución en la estación 3, coherente con la encontrada en pH, atribuida esta, a la presencia de aguas estancadas, o previamente utilizadas, Figuras 18, 19.
	B	3.14	2.14	
11/04/91	R - S	2.71	1.57	El menor valor crítico, lo encontramos en la estación 5 cerca a la fábrica Cartonera. Se mantiene la caída de Oxígeno en la estación 3, encontrada a inicios del refluo, Fig. 20.
	R - S	4.89 3.61	2.74 1.37	
30/04/91	R - S	2.93	2.44	Los valores están relativamente bajos. Los mayores valores relativos los encontramos en la estación 2, C, E, a nivel superficial. Para esta fecha los valores de nubosidad fueron en promedio de 8/8, se espera entonces disminución en los procesos de fotosíntesis, Fig.20.
	B	2.83	2.34	
9-10/11/91	F - S	4.69	2.64	Se observa un incremento en los valores. El máximo valor relativo lo encontramos en la estación F, y el menor en la estación 3, ambos coherente con la distribución de pH, Fig.18,20.
	B	3.51	2.16	
9-10/11/91	ESTACION			Se presenta coherente con el ciclo de marea, con una distribución periódica. El valor relativo máximo lo encontramos en el máximo de refluo, a las 15,52 horas. El valor relativo mínimo lo encontramos a las 11.62 y 26.30 horas, este último a causa del consumo de Oxígeno por fitoplancton principalmente, Fig.20. De la distribución superficie-fondo encontramos mayor concentración relativa en el fondo a las 9.08 horas, Fig.20.
	Playita	5.64 5.16	4.51 2.41	
	Camaronera	5.49 5.09	4.51 4.36	



E. ...
...

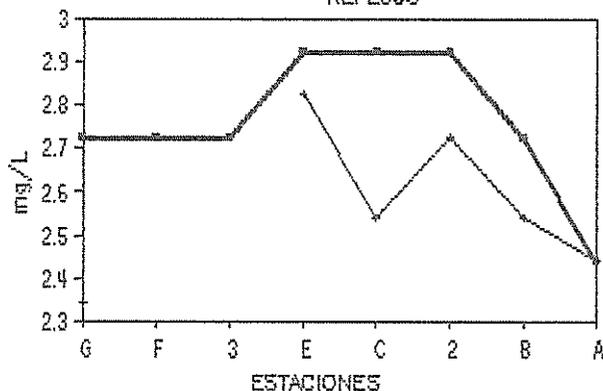
11 DE ABRIL DE 1991

REFLUJO

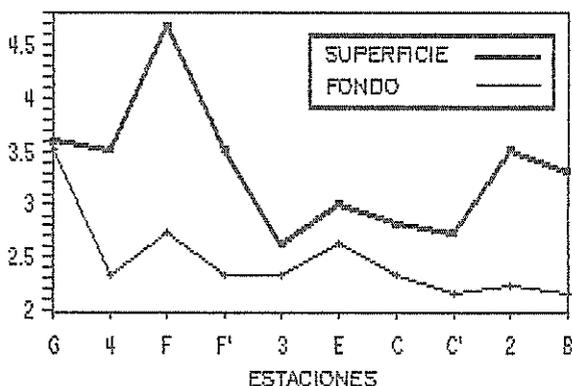


30 DE ABRIL DE 1991

REFLUJO

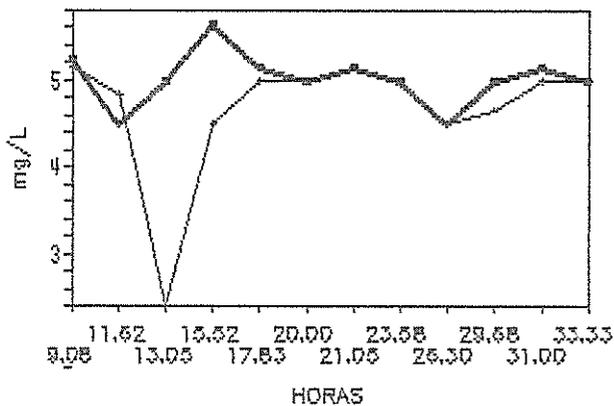


FLUJO



09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

ESTACION PLAYITA



ESTACION CAMARONERA

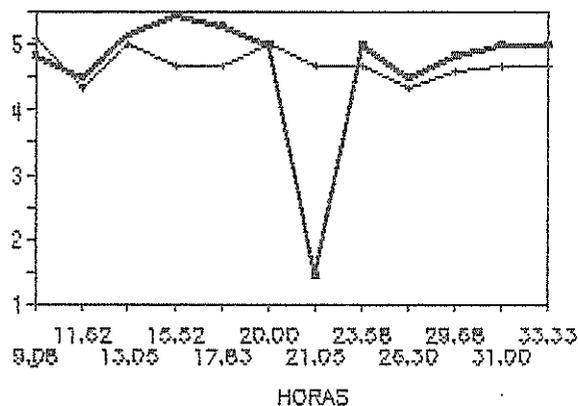
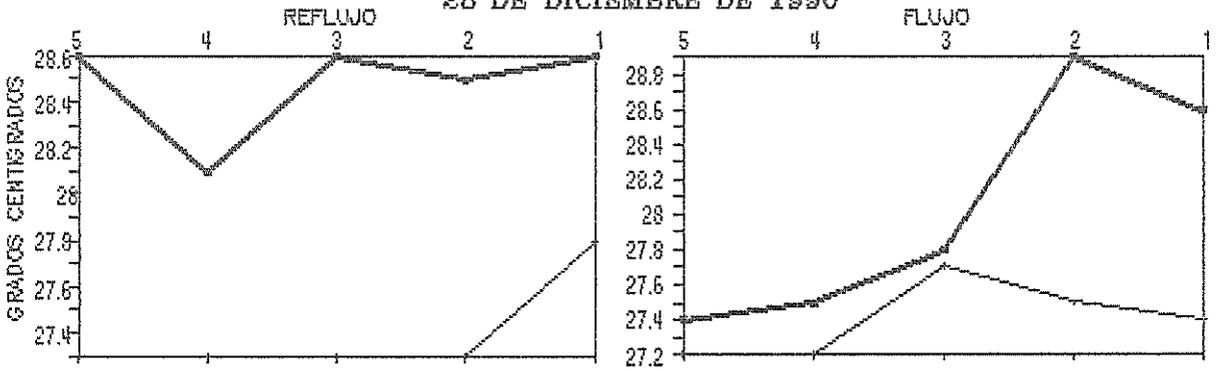


FIG. 20 OXIGENO

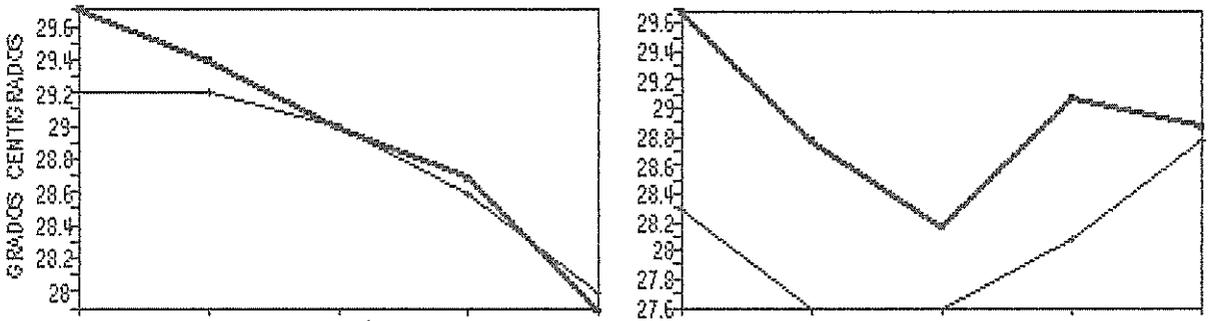
TABLA XIV

TEMPERATURA (°C)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
28/12/90	R - S	28.9	27.4	Distribución ascendente hacia la cabecera del del Estero con su máximo en la estación 5. Se observa mayor Temperatura en el fondo en la estación 1, consecuencia de la poca profundidad, aguas con mayor carga de sólidos suspendidos, tendrán mayor captación de calor, Fig.21.
	B	27.7	27.2	
	F - S	28.6	28.1	Los valores se mantienen bajo los 28.6 °C en superficie, Fig.21.
	B	27.8	27.3	
16/01/91	R - S	29.7	27.9	Distribución descendente hacia la cabecera del Estero, con su máximo en la desembocadura. Se observa Temperaturas ligeramente mayores en el fondo en la estación 2, Fig.21.
	B	29.2	28.0	
	F - S	29.7	28.2	Distribución descendente hasta la estación 3, a partir de la cual asciende, Fig.21.
	B	28.8	27.3	
24/01/91	R - S	30.18	29.01	Distribución ascendente hacia la cabecera del Estero. Disminución a nivel profundo en la estación 2, producto de una descarga puntual o de estancamiento de agua, Fig.21.
	B	30.10	29.28	
	F - S	26.73	25.92	Descendente hasta la estación 2. Se observa un mayor valor en el fondo en la estación 3, Fig.21.
	B	26.32	25.66	
02/02/91	IR- S	29.88	28.25	Distribución ascendente hacia la cabecera. En la distribución superficie-fondo, encontramos mayor Temperatura en el fondo en la estación 5. Los valores mas altos los encontramos en la estación 2 y 4. Se observa una disminución a nivel superficial en la estación 3, atribuido a una descarga puntual de características diferentes Fig.21.
	B	28.66	28.15	
	R - S	33.39	30.06	Distribución descendente hacia la cabecera, el El mayor valor se lo encontró en la desembocadura del estero, próximo al Pto. Este valor sobrepasa los límites permisibles para aguas estuarinas, Fig.21.

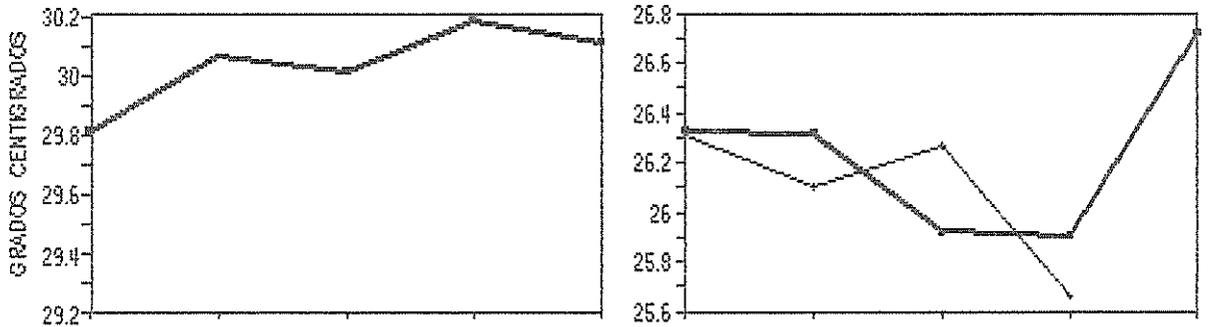
28 DE DICIEMBRE DE 1990



18 DE ENERO DE 1991



24 DE ENERO DE 1991



02 DE FEBRERO DE 1991

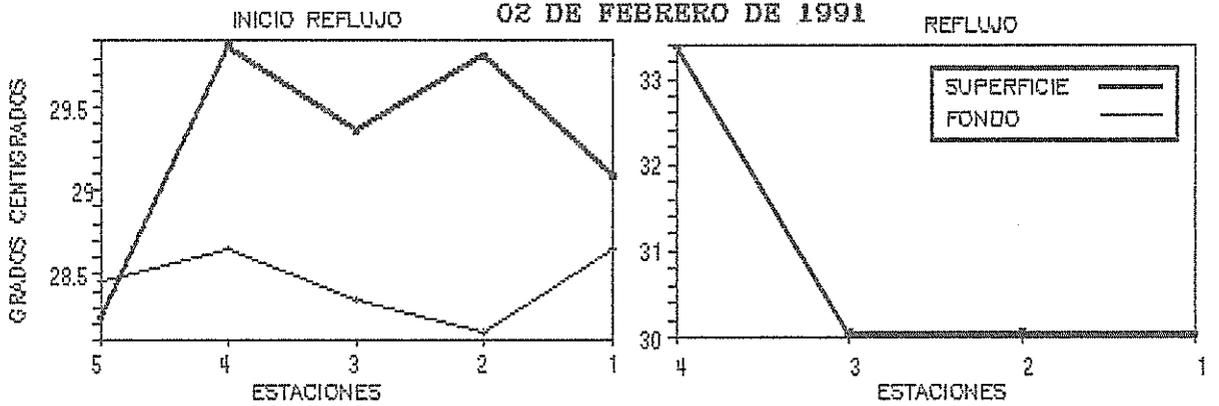


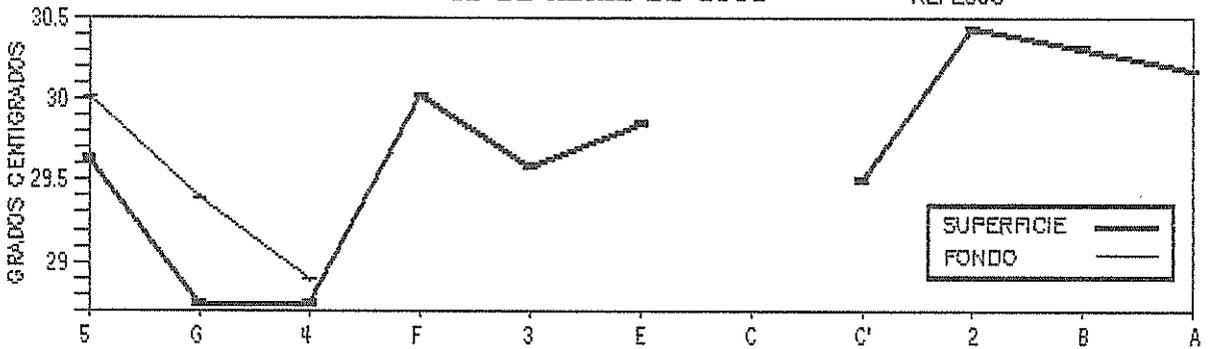
FIG. 21 TEMPERATURA

TABLA XV

TEMPERATURA (°C)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
11/04/91	R - S B	30.44 30.01	28.75 28.89	Se observan valores mayores en el fondo en las estaciones 4, 5, 6, localizadas cerca al Pto. Marítimo. Los valores más altos se encontraron en las estaciones 2 y F. Fig.22.
30/04/91	R - S B	30.0 30.0	29.0 30.0	Disminución a nivel superficial en 1°C en la estación F, este valor esta coherente con un aumento en la lectura del disco sechi, por lo que este fenómeno podríamos atribuirlo a la presencia de aguas relativamente mas claras y frias en superficie, Figuras 12, 22.
	F - S B	31.0 30.1	30.0 29.9	Presencia de marcadas fluctuaciones. Aumento en la estación 4, donde encontramos el valor máximo, Fig.22.
	ESTACION			
09/11/91	Playita	27.09	25.92	Máximo encontrado a las 15.52 horas a nivel superficial, Fig.22.
10/11/91	S-B F-R	26.33	25.79	En la relación superficie-fondo encontramos mayor Temperatura en el fondo desde las 19.67 hasta las 23.58 horas, y de las 31.00 a las 3.33 horas, fenómeno encontrado en muestreo anteriores, factor que se produce cuando la Temperatura del aire es menor.
	Camaronea	27.46 27.13	24.44 24.49	El máximo valor superficial lo encontramos a las 13.53 y 15.03 horas. En su mayoría la distribución en el fondo, se presenta mayor que en superficie, siendo esta diferencia en la columna de agua mas marcada que la encontrada en la estación La Playita, fenómeno explicado no sólo por la menor temperatura del aire en relación a la del agua, sino por la poca profundidad existente en el el lugar, Fig.22.

11 DE ABRIL DE 1991

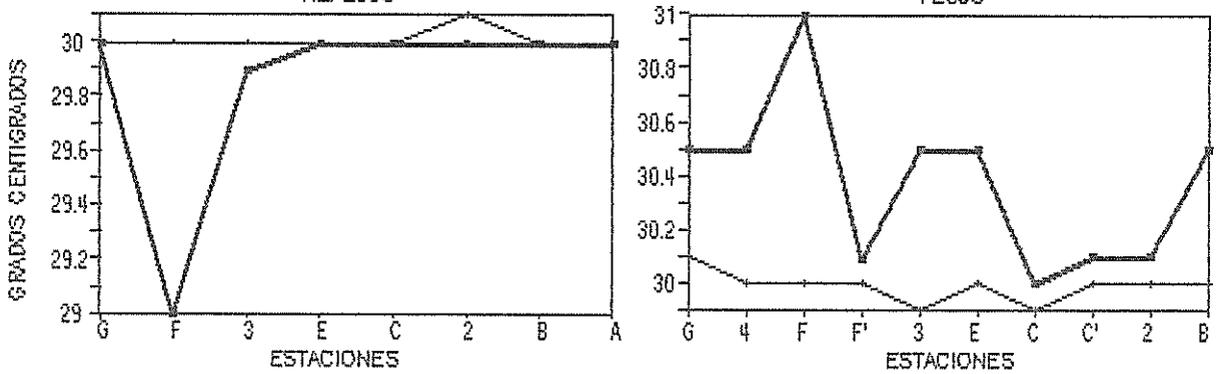
REFLUJO



30 DE ABRIL DE 1991

REFLUJO

FLUJO



09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

ESTACION PLAYITA

ESTACION CAMARONERA

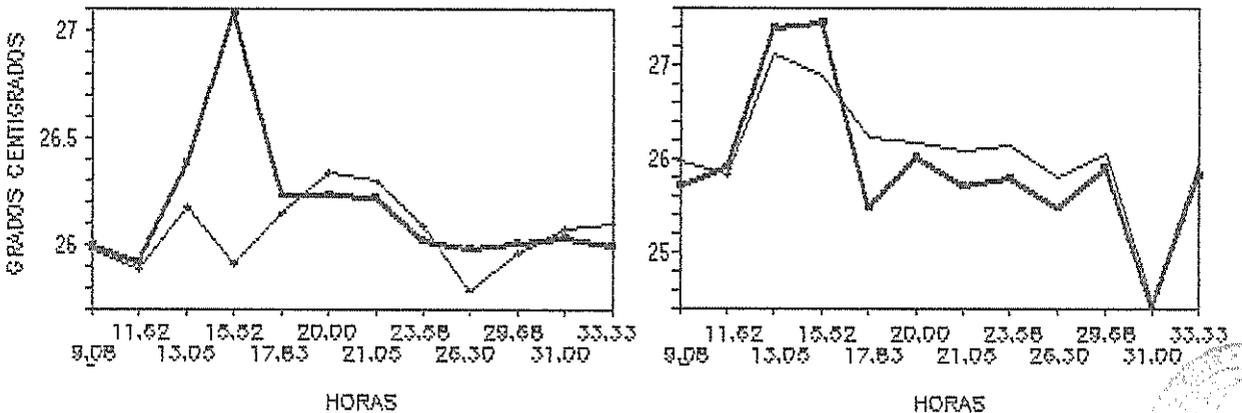
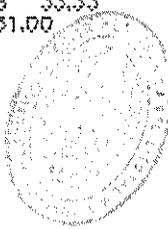


FIG. 22 TEMPERATURA



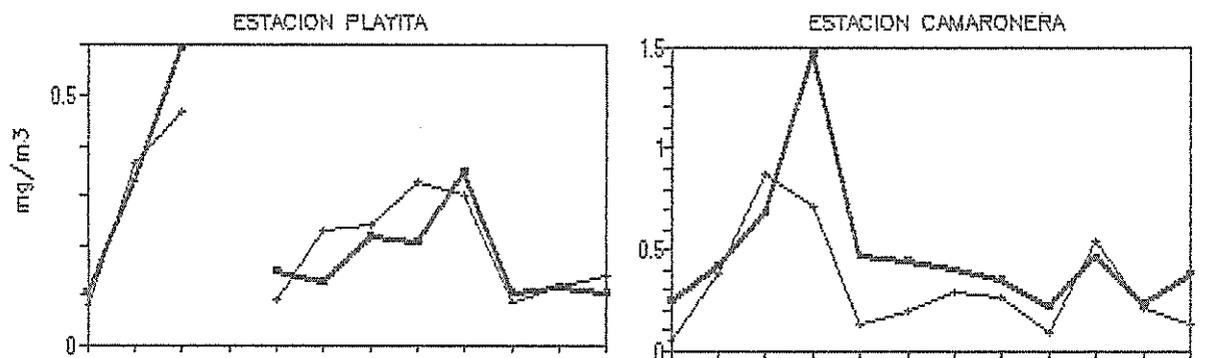
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
 Toluca, México

TABLA XVI

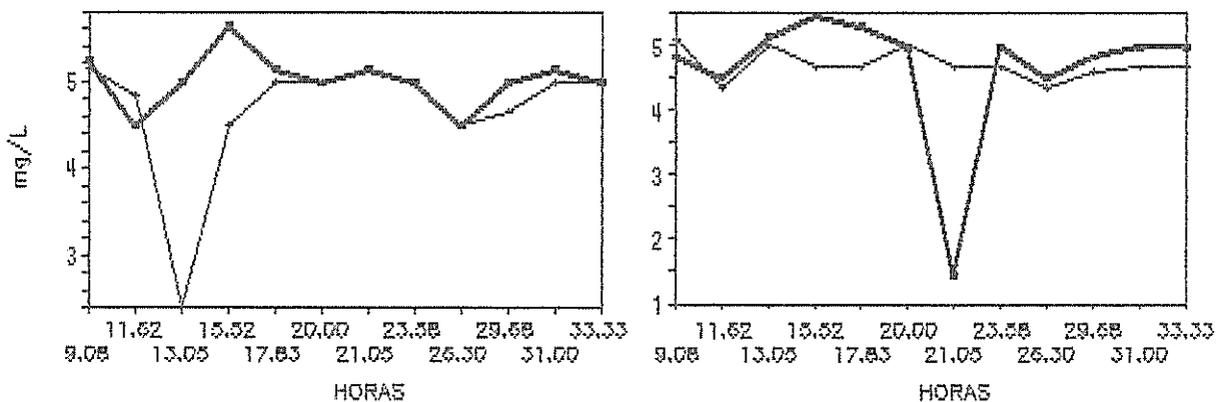
3 CLOROFILA A (mg/m)				
FECHA	ESTACION	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
9-10/11/91	Playita	0.60	0.11	Distribución periódica con concentraciones relativamente bajas si las comparamos con la de la Camaronera, debiéndose esto a la proximidad a la desembocadura del estuario, que como se sabe son aguas con menos carga de Plancton. Los máximos se encontraron en horas de baja marea, atribuido a la disminución de la onda de marea que permite el ingreso de agua del río Guayas que se sabe es mas rica en Clorofila. El comportamiento de esta distribución se la puede corroborar con la de Oxígeno Fig.23.
9-10/11/91	S-B	0.47	0.11	
	Camaronera	1.47 0.87	0.22 0.06	Distribución periódica con valores que son casi el doble de los valores encontrados en la estación La Playita. Existe una baja coherente con la disminución de Oxígeno a las 26.30 horas, hora de máximo de reflujó, Fig.23.

09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

CLOROFILA a



OXIGENO

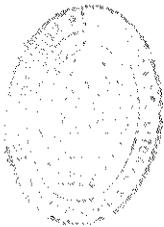


SUPERFICIE	—
FONDO	—

FIG. 23 CLOROFILA a Y OXIGENO

TABLA XVII

UTILIZACION DE DATOS COMPLEMENTARIOS, N(total)P(total), N-P orgánico (ug-at/L)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
28/12/90	R - S	11.67	5.34	De la relación NT/PT, tenemos que, tiende a haber condiciones de equilibrio tanto en la cabecera y desembocadura del estero, donde los valores se aproximan a 10, el mínimo valor lo encontramos en la estación 3, tanto en flujo y reflujos, anomalía observada en la distribución de Oxígeno y pH, Figuras 17, 19, 24.
	B	10.53	7.99	
	F - S	9.01	6.89	
	B	10.25	6.62	
16/01/91	R - S	10.91	6.51	Los máximos en superficie, aparecen en la cabecera y desembocadura del estero, el mínimo lo encontramos en la estación 2, en reflujos y en la estación 3 en flujo. Fig.24.
	B	12.50	6.22	
	F - S	8.64	3.75	
	B	8.07	5.31	
24/01/91	R - S	9.84	5.46	Condiciones que tienden al equilibrio hacia la cabecera en reflujos, el mínimo lo encontramos en la desembocadura, distribución coherente con la de pH y Oxígeno, Figs.17, 19, 24. En flujo encontramos el mínimo en la estación 4, donde el Nitrógeno pasa a ser el elemento limitante, una disminución también se observó en reflujos, coherente con la distribución de Oxígeno y pH, Figuras 17, 19, 24.
	B	10.70	6.97	
	F - S	10.46	1.42	
	B	3.90	2.10	
02/02/91	R - S	11.74	8.22	Para esta fecha, encontramos los máximos relativos de la relación NT/PT, coherentes con concentraciones menores de Oxígeno, Fig.24.
	B	12.40	6.43	
	R - S	13.65	5.48	



BIBLIOTECA
NAC. MEX.
GUERRERO

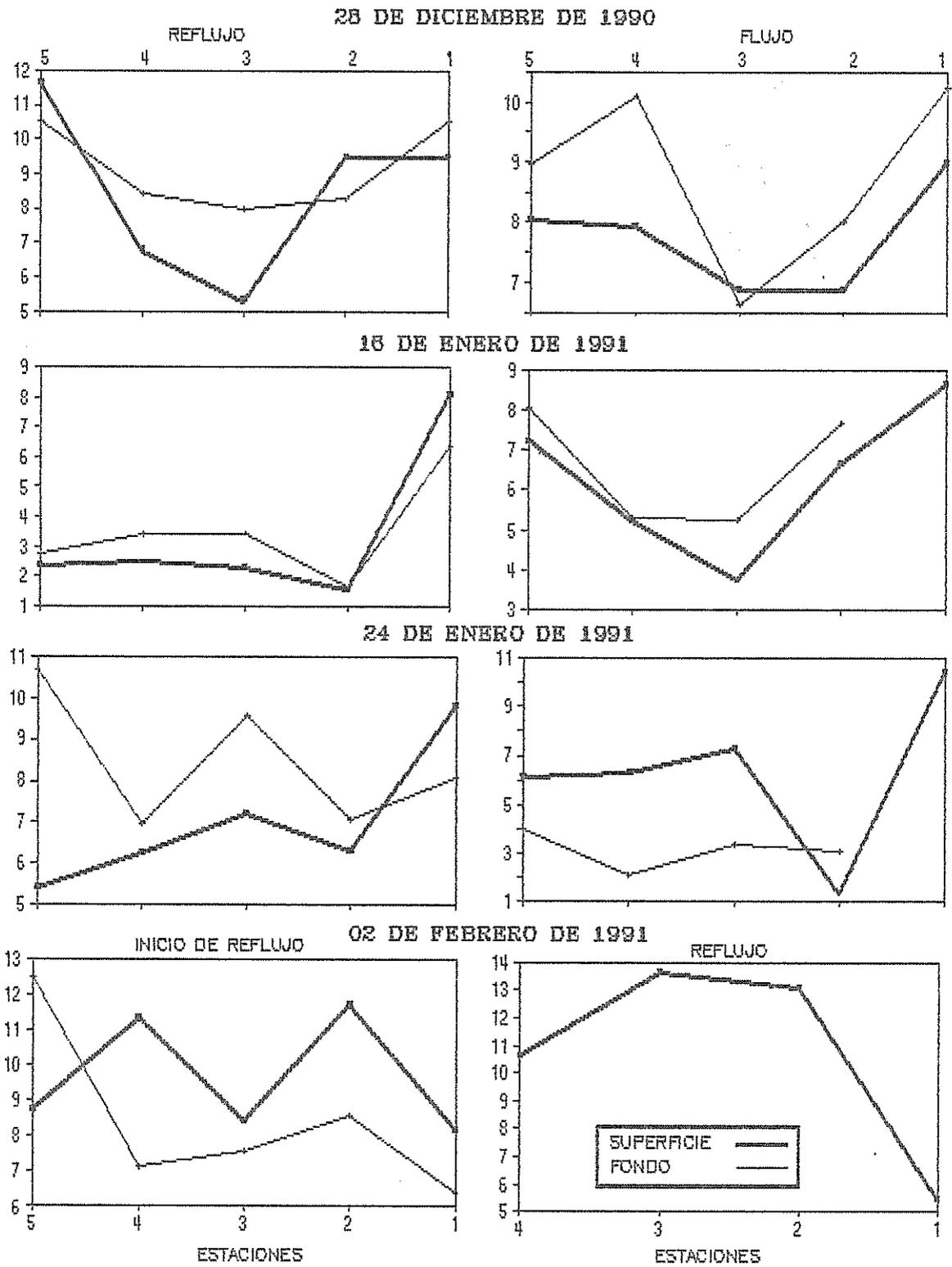


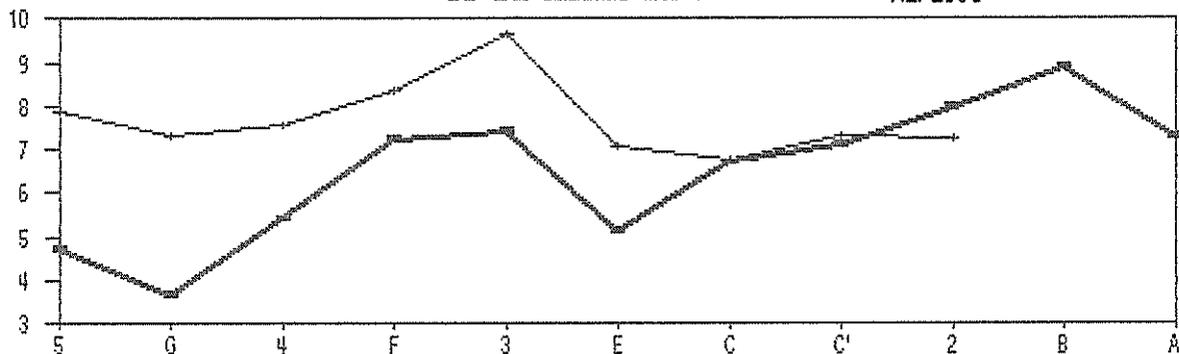
FIG. 24 RELACION N(Total)/P(Total)

TABLA XVIII

UTILIZACION DE DATOS COMPLEMENTARIOS: N(total)/P(total) N-P orgánico (ug.at/L)				
FECHA	MAREA	MAXIMO	MINIMO	OBSERVACIONES
11/04/91	R - S	8.90	4.73	Esta distribución se incrementa hacia la cabecera del Estero. Existe una disminución en la estación E, G, de las cuales la última tiene el valor mas crítico, este punto esta ubicado frente a la Cartonera Nacional, Figs. 6, 25.
	B	9.65	7.08	
30/04/91	R - S	7.53	4.07	El máximo valor lo encontramos en la estación 2, y el mínimo en la estación 3, donde el Nitrógeno sería elemento limitante, Fig.25.
	B	6.92	5.42	
	F - S	5.41	1.66	
	B	6.19	0.99	Los valores están bajos. El Nitrógeno se ve es el factor limitante, en toda la extensión del Estero. Los valores críticos, los encontramos en la estación C, C', a nivel superficial, y en la estación 3, en el fondo, Fig.25.
	ESTACION			
09/11/91	Playita	9.33	2.69	Encontramos una distribución periódica con sus máximos, en los máximos de flujo, Fig.25.
18/11/91		17.94	2.98	
	Camaronera	8.72	4.12	Aquí a diferencia de lo encontrado en la otra estación, vemos que los máximos corresponden a máximos de reflujo. Al observar el gráfico simultaneo de las dos estaciones, podemos apreciar un desfase de aproximadamente 5 horas, se ve claramente la influencia de la marea, y del río en el estado trófico del Estero, Fig.25.
		11.79	4.42	

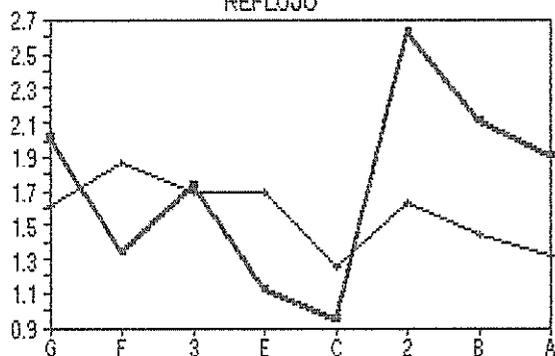
11 DE ABRIL DE 1991

REFLUJO

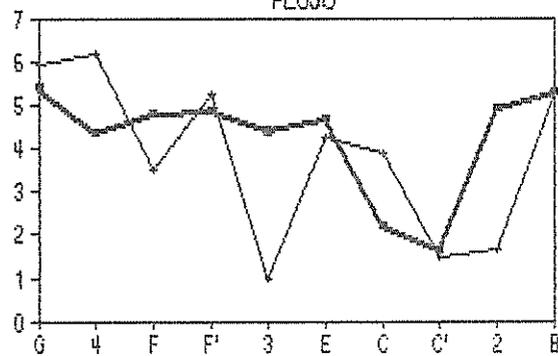


30 DE ABRIL DE 1991

REFLUJO

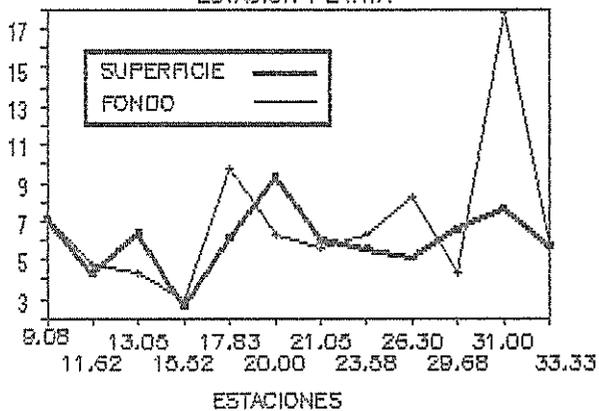


FLUJO



09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

ESTACION PLAYITA



ESTACION CAMARONERA

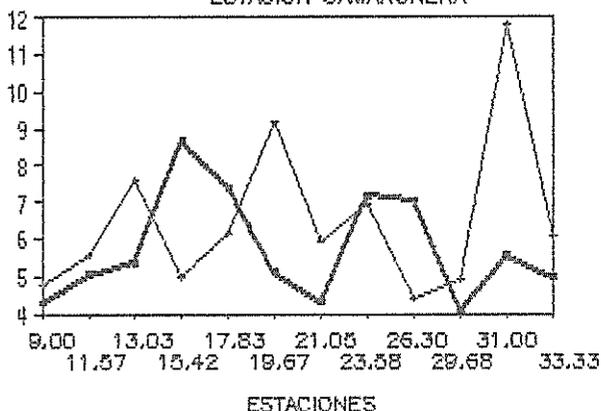


FIG. 25 RELACION $N(\text{Total})/P(\text{Total})$

4.2. ANALISIS ESTACIONAL DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS SALINIDAD.

En la época húmeda (Diciembre-Marzo) se puede observar de los datos de gradientes longitudinal encontrados y de acuerdo a la definición de Burt y McAlister que existen condiciones de mayor estratificación (Tabla. II) como era de esperarse ya que en esta época del año se sabe hay mayor precipitación aumentando la diferencia de mineralización en la columna de agua, por lo que de hecho los procesos advectivos a este nivel son mayores. Este comportamiento esta definido por la ecuación :

$$\begin{aligned}
 & \text{(a)} \\
 \emptyset = & - v dS/dx - w dS/dz + d/dz(Kz dS/dz) + \\
 & d/dx(Kx dS/dx) + d/dy(Ky dS/dx) \quad (4.2.1)
 \end{aligned}$$

a) terminos de advección, los demás son terminos difusivos.

En la época Seca, de Mayo a Noviembre, del mes muestreado dentro de este período, nos encontramos con gradientes longitudinales más débiles, y entrando muy subjetivamente de acuerdo a la clasificación de Burt y McAlisten, condiciones favorables a la homogeneidad, consecuencia de la ausencia de lluvias,

siendo la ecuación (4.2.1) representativa y considerando que se ha alcanzado el estado estable, entonces:

$$\begin{array}{ccc} (a) & & (b) \\ \emptyset = -v \cdot dS/dx + d/dx(Kx \cdot dS/dx) & & (4.2.2) \end{array}$$

DENSIDAD

Este parámetro en su mayoría se lo observa descendente hacia las exclusas, los menores valores relativos, los encontramos en la salida de Abril como es lógico ya que fue en este mes donde se registraron las mayores cantidades de precipitaciones. Nos encontramos con frecuentes tendencias a la homogeneidad en estaciones próximas al Puerto y en ocasiones presencia de aguas más densas en superficie (Fig. 26). Como es lógico en época seca las fluctuaciones entre cabecera y desembocadura son menores, Figura 27.

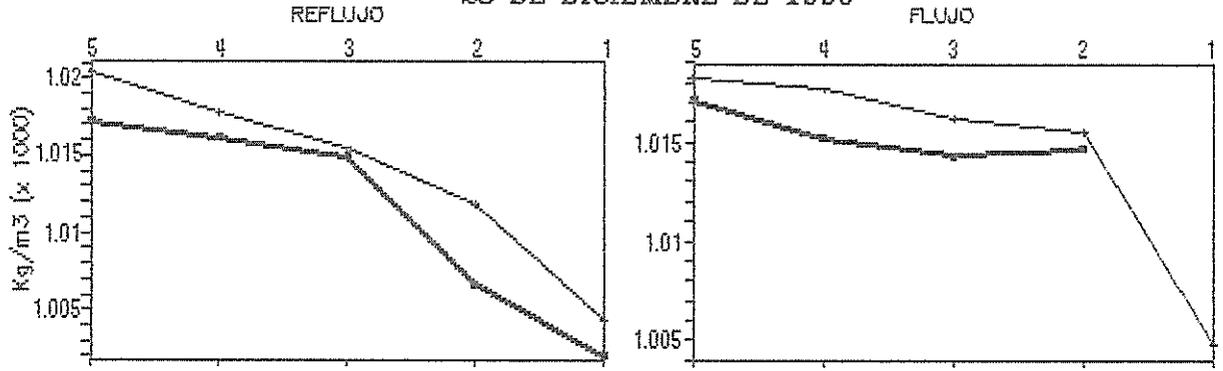
SOLIDOS SUSPENDIDOS

De los datos que se tienen de Abril (Sicigia y Cuadra) y Noviembre, consideraremos las características de la primera como pauta de lo que tuvimos en la estación húmeda, es así que nos encontramos con pronunciadas diferencias puntuales, siendo el máximo en un ciclo de marea para Noviembre de 60.71, 81.43 mg/l (superficie-fondo) en las estaciones cerca a la

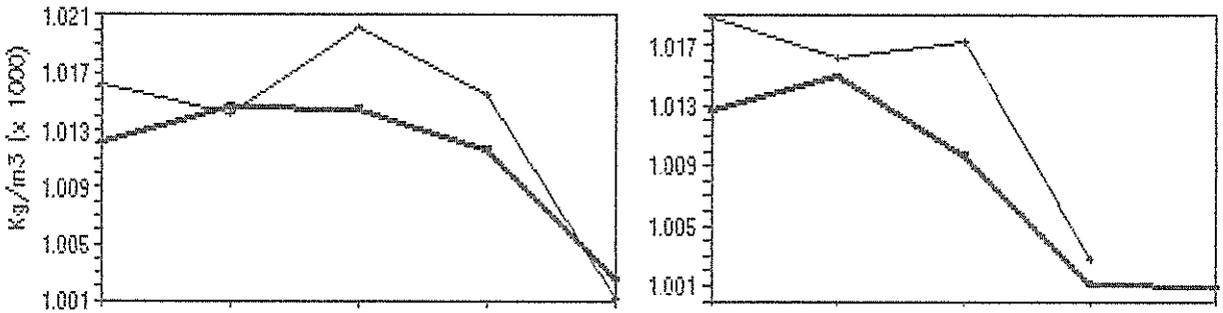


BIBLIOTECA
FAC. ING.
MAR DEL PLATA

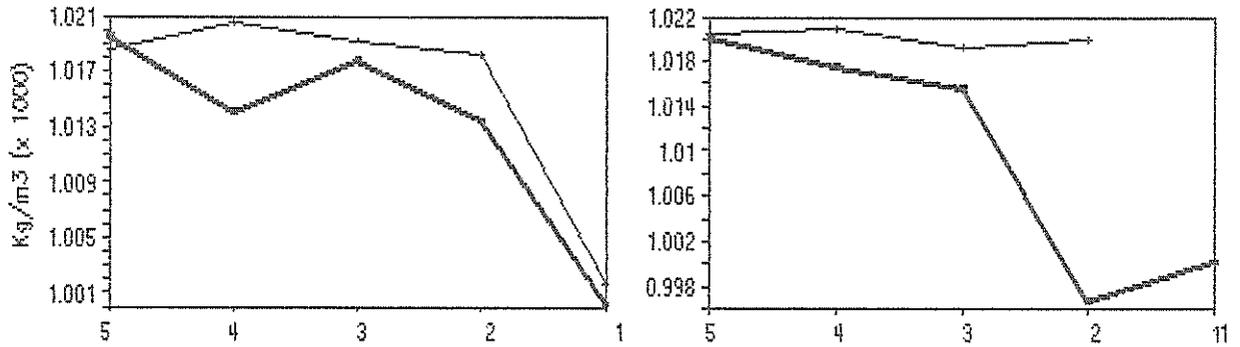
28 DE DICIEMBRE DE 1990



16 DE ENERO DE 1991



24 DE ENERO DE 1991



02 DE FEBRERO DE 1991

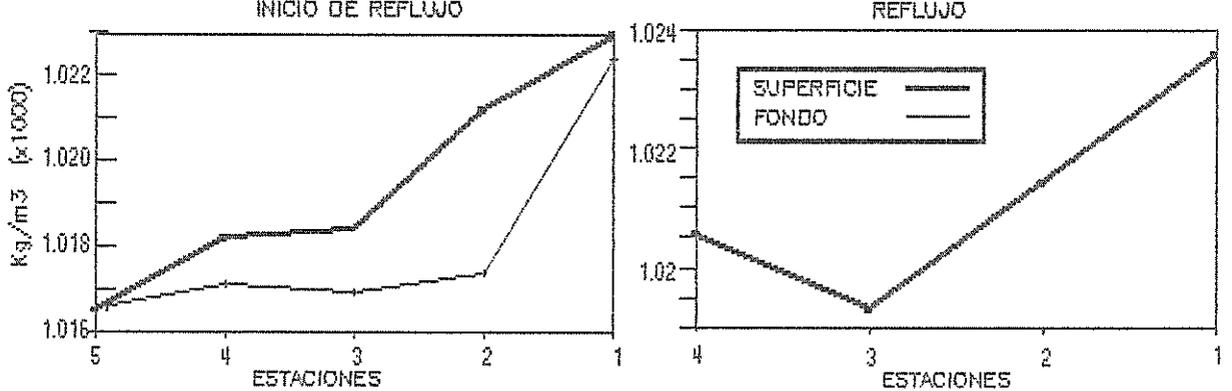
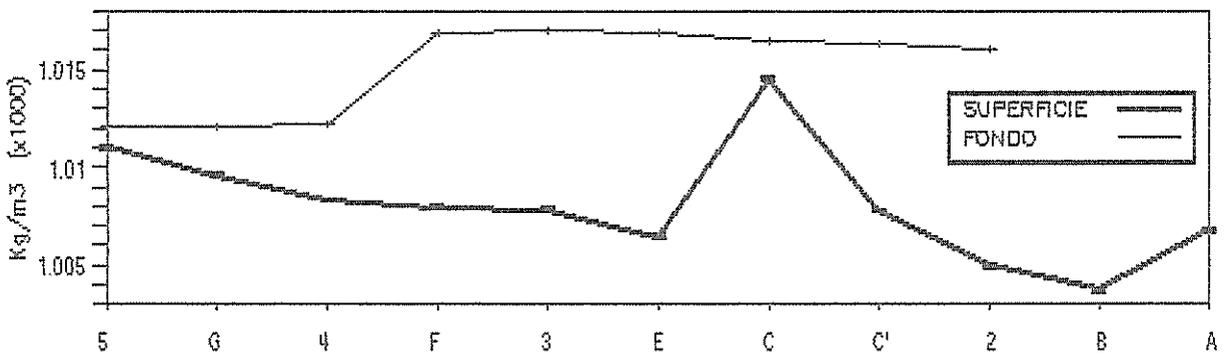
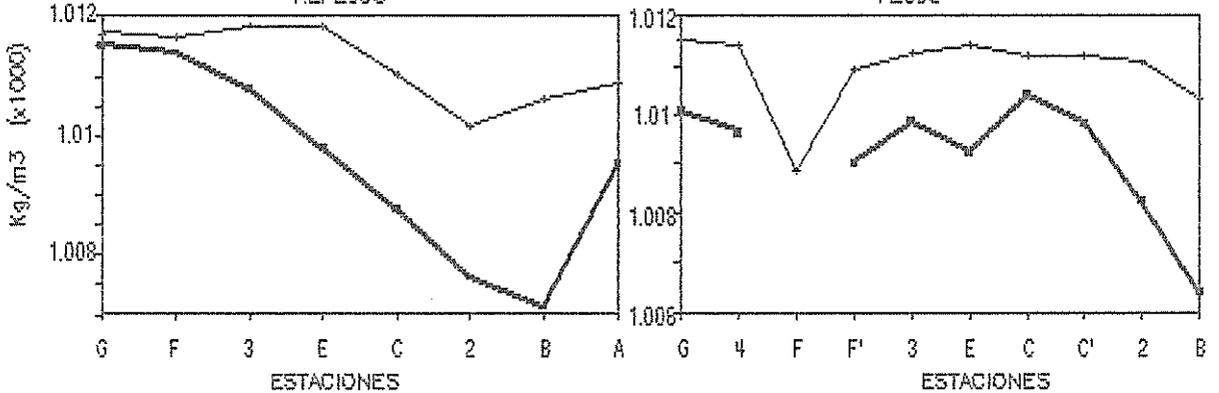


FIG. 26 DENSIDAD

11 DE ABRIL DE 1991



30 DE ABRIL DE 1991



09-10 DE NOVIEMBRE DE 1991

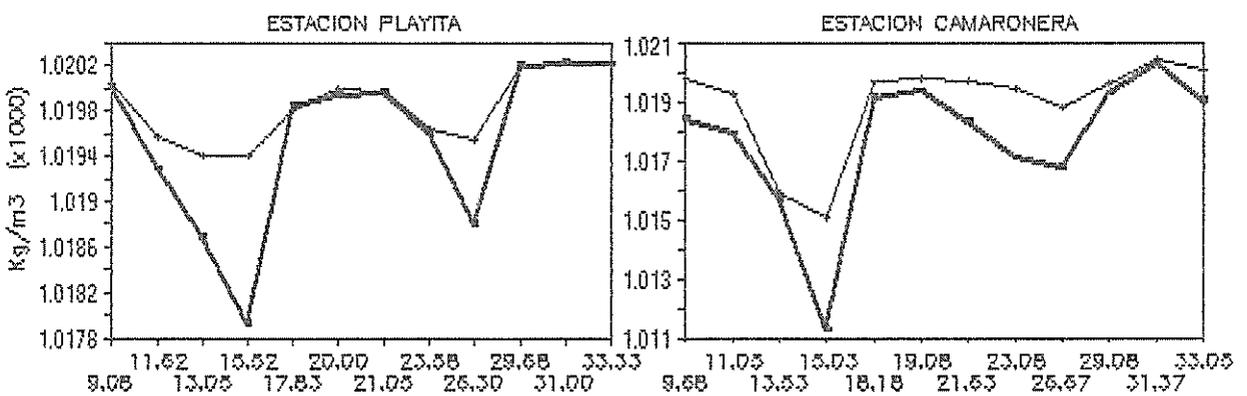


FIG. 27 DENSIDAD



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

cabecera, cuando en Abril nos encontramos con valores altos como 231.66, 134.4 mg/l (superficie-fondo) también cerca a la cabecera, debiéndose al aporte de lluvias que todavía existía aunque en menor cantidad. Entonces podríamos decir que en condiciones de mayor aporte de agua dulce a través del río Guayas, tendremos presencia de mayor sólidos suspendidos, como es lógico. Los estuarios tipo B en esta época del año tendrán mayor capacidad de entrapar sedimentos (Holden, 1978). Este último valor esta sujeto a consideración ya que se sabe de la existencia de una camaronera que de hecho aporta con material suspendido incrementando aún la concentración de este parámetro, sumado a esto tenemos la existencia de fuertes gradientes de Salinidad y Velocidades bajas, que contribuyen a la precipitación de partículas que han sufrido procesos de coagulación a consecuencia de cambios de Salinidad, además del aporte terrígeno del río Guayas, factores que hacen se traduzcan en picos de máximas concentraciones de sólidos suspendidos. En todo caso vemos que para ambas estaciones del año existen mayores concentraciones hacia la cabecera del Estero, observandose que esta es una condición que ocurre durante todo el año Figura 13.

De los datos de Sólidos Suspendidos Volátiles que dan un estimado de la concentración de materia orgánica

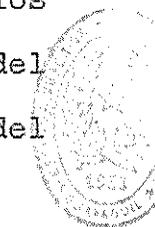
presente, obtenemos que las mayores concentraciones se presentaron en época lluviosa con valores máximos promedios de 29.43 y 15.46 mg/l (superficie-fondo), encontrando estos valores en la mayoría de las veces en puntos próximos a la cabecera del Estero, consecuencia del mayor aporte de material orgánico proveniente del río, que existe en esta época del año.

En época seca las mayores concentraciones las encontramos sin embargo en puntos cerca a la desembocadura del Estero, con concentraciones promedios en un ciclo de marea, de 10.48 y 12.72 mg/l (superficie-fondo)

PH

Este parámetro sólo lo tenemos en época lluviosa. Para ésta estación del año, se esperan bajas concentraciones de pH a causa de mayor aporte fluvial que existe, es así que en Diciembre, encontramos los valores más bajos, atribuidos estos a mayor intrusión de detritos provenientes del río Guayas, encontrandonos con valores mínimos de 7.19 en superficie, en esta misma fecha, observamos los mayores valores relativos de Oxígeno.

De las distribuciones obtenidas desde Diciembre a Abril tenemos que encontramos una dinámica en los procesos de oxido-reducción, tanto a lo largo del Estero como en la columna, sean estos en el centro del



BIBLIOTECA
FAC. CIEN.
QUITO

Estero Cobina, en su cabecera o desembocadura. Tenemos zonas donde el pH del fondo será mayor debiéndose esto a cualquiera de los factores siguiente: a) intrusión de aguas provenientes del mar b) desniveles existentes en el Estero donde al ser las velocidades próximas a cero, provocarían estancamientos de agua Fig. 7,8 c) descargas domésticas o industriales a nivel superficial.

En todo caso este Estero parecería mantener sus fluctuaciones de pH dentro de los límites de aguas no contaminadas, según el artículo 204 cuyos rangos van de 6.5 a 9.5, pero el salirse de los límites permisibles no es el problema, sino las variaciones pronunciadas que ocurren entre estaciones tanto superficialmente como en el fondo, lo que nos preocupa.

DISCO SECHI

Aunque es poca la diferencia entre estaciones, se tiene que, en época lluviosa, hay aguas más turbias que en época seca.

Este comportamiento saca a relucir una vez más las diferencias en la distribución no sólo de los constituyentes disueltos sino también en los materiales suspendidos; es así que a la altura de una entrada principal existente, tenemos aporte de aguas más turbias, proveniente seguramente de la descarga de una

camaronera existente en el lugar.

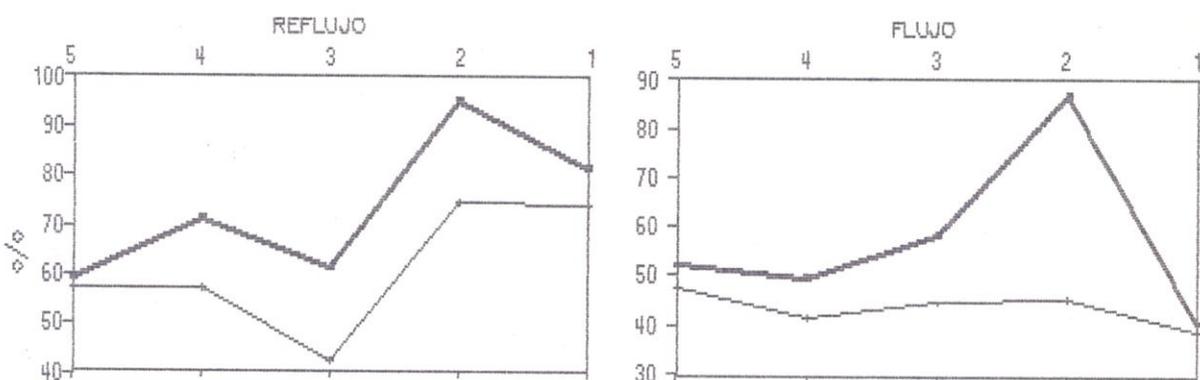
Observamos que se mantienen para las dos épocas del año valores muy bajos de Disco Secchi cerca a la cabecera del Estero, pudiéndonos encontrar con valores de 0.10 - 0.40 metros cantidades halladas aguas arriba de la estación denominada Camaronera. Entonces nos damos cuenta que estas aguas no tienen una adecuada penetración solar para que se realice una óptima actividad fotosintética, no cumpliéndose lo expuesto en el Art. 22 del Registro Oficial 204 en la que se establece que la visibilidad del Disco Secchi estará entre 0.7 a 1.8 metros (para aguas tropicales).

OXIGENO

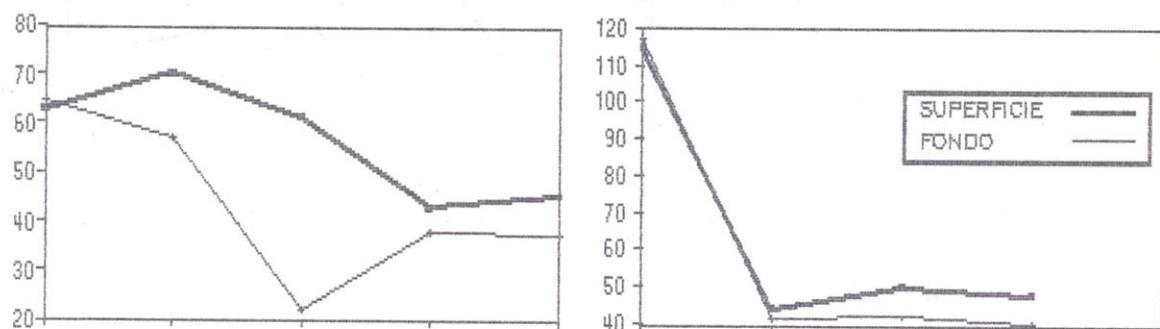
Del único muestreo realizado en un mes de la época seca tenemos que encontramos los mayores promedios relativos con valores máximos de 5.64 y 5.49 mg/l (superficie-fondo), siendo estos más estables con gradientes menos pronunciados tanto en la columna de agua como en su distribución longitudinal.

En época húmeda nos encontramos que, valores dramáticamente bajos cubren casi todo la extensión del Estero Cobina, en la mayoría de los muestreos realizados, sobre todo a nivel profundo, llegando a tener valores críticos como 1.43 mg/l, dentro de esta distribución nos encontramos con valores esporádicamente

28 DE DICIEMBRE DE 1990



16 DE ENERO DE 1991



24 DE ENERO DE 1991

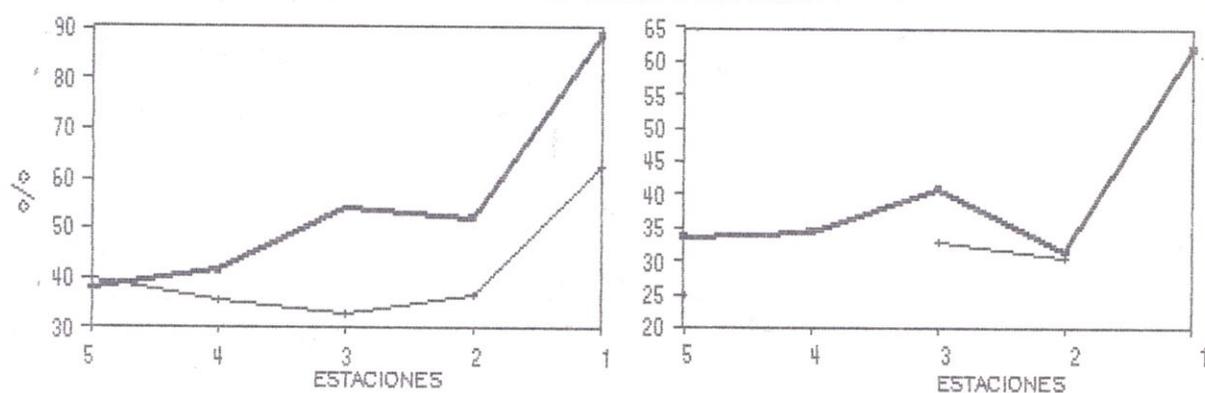


FIG. 28 PORCENTAJE DE SATURACION DE OXIGENO

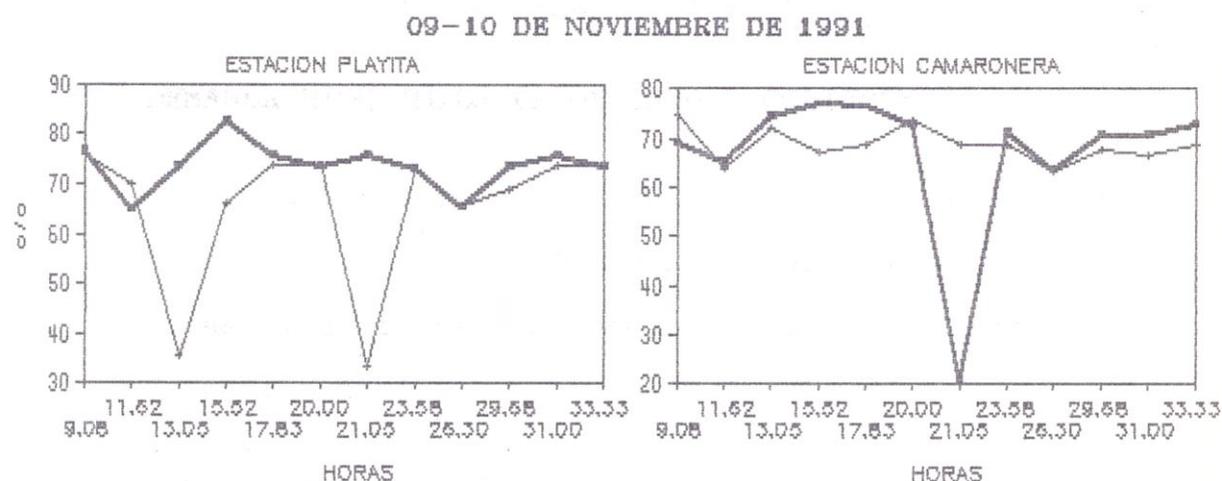
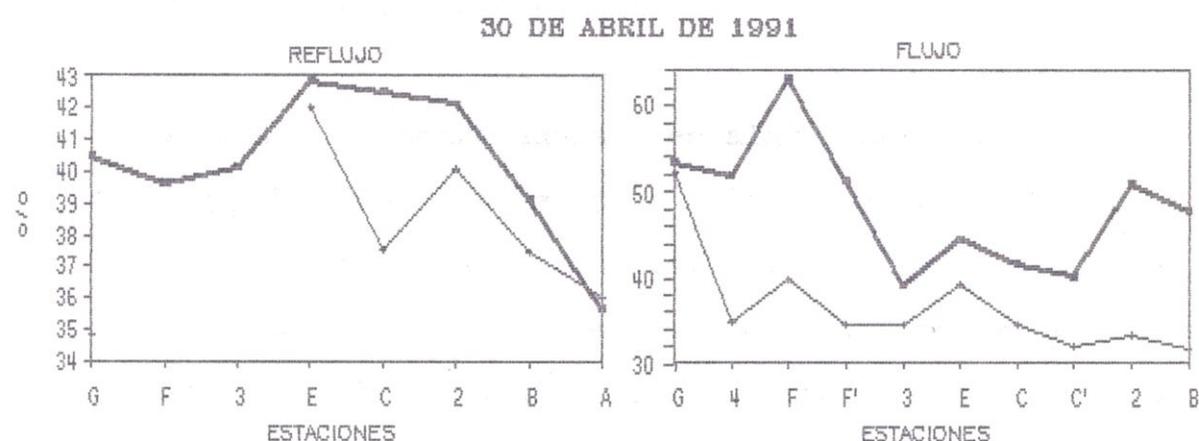
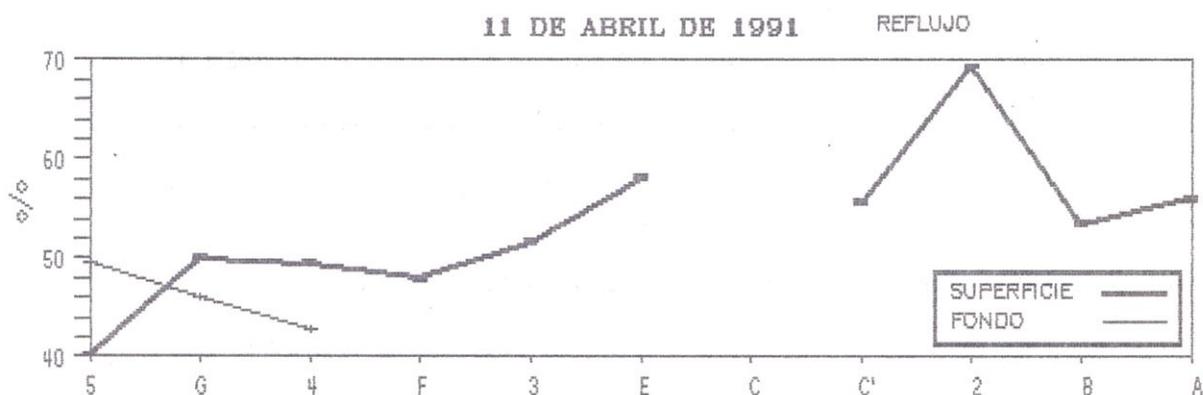


FIG. 29 PORCENTAJE DE SATURACION DE OXIGENO



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

TEMPERATURA

En época húmeda encontramos los máximos de Temperatura que llegan hasta 30.18 °C a nivel superficial y 30.10°C a nivel profundo.

En época seca encontramos los valores mas bajos de Temperatura como 24.44 °C.

Debemos anotar que encontramos ocasiones que existe Temperaturas más cálidas a nivel profundo, tanto en la cabecera, desembocadura o en algún punto entre estos (Fig. 21, 22), esto se debe a la compleja circulación que por motivos de topografía y existencia de las esclusas, ocurre en el estero Cobina. A pesar de todo esto las Temperaturas se encuentran dentro de los rangos permisibles según el Registro Oficial No 204.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO Y COLIFORMES

De los muestreos realizados, no se pudo tener información completa de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en todas las fechas. Así sólo se tiene información de Febrero a Abril.

Para completar más nuestro estudio, se agrega a ésta información, resultados de muestras de Coliformes, tomadas en tres puntos del Estero Cobina, el 13 de Julio de 1993, con fase lunar en cuadratura y estado

de marea flujo, estas muestras fueron tratadas por el método filtro-membrana. Un punto a considerar es que las muestras al igual que todas las obtenidas en este estudio, fueron tomadas en el centro del Estero, factor que por procesos difusivos, debe ser considerado. Los resultados se muestran a continuación:

COLIFORMES (NMP/100 ml)

ESTACION	HORA	TOTALES	FECALES	OBSERVACION
G	11:17	1xE+05	2xE+05	La Playita
3	11:06	5.34xE+05	2.35xE+05	Camaronera
C	11:00	1.15XE+05	_____	Prox.desemb.

El orden en esta tabla es de, desembocadura a cabecera. La mayor concentración la encontramos en la estación tres, como sabemos aquí existe una bomba de succión de agua de una camaronera, siendo esta, junto con las descargas directas de aguas servidas desechadas por las viviendas ubicadas aguas arriba de esta estación, las que aportan con mayor número de colonias. Confrontando estos resultados con los límites permitidos según el Registro Oficial No 204 tenemos que, se consideran rangos normales en aguas naturales: 4×10^3 NMP/100ml de coliforme totales y 70 NMP/100ml

de coliformes fecales. Vemos claramente que este parámetro sobrepasa las norma establecidas, en un rango que podría esperarse supere al obtenido en este último muestreo.

En la tabla XIX se exponen valores estándares permisibles de acuerdo a su utilización, sacados del trabajo reciente realizado por el PMRC, (PRMC, 1993), según normas de la Environmental Protection Agency, USA (EPA) y el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (RPCCA). Se observa entonces que, las aguas del Estero Cobina, a excepción del uso para agua potable, son utilizadas para todos los servicios mencionados, en el cuadro, entonces, las cantidades de coliformes encontradas en este son altas, siendo perjudiciales para las personas que mantienen contacto con las mismas.

DBO

Los datos del 02 de Febrero se obtuvieron utilizando el factor dado por el Laboratorio Merk (Merk, 1974), Fig.30.

En la Figura 30, se observan además datos de DBO5, obtenidos del modo clásico, a 21°C y por 5 días (11 y 30 de Abril). Fué en la última salida donde se encontró la mayor demanda de oxígeno, siendo los valores relativamente mayores en flujo. Se observa además que,



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

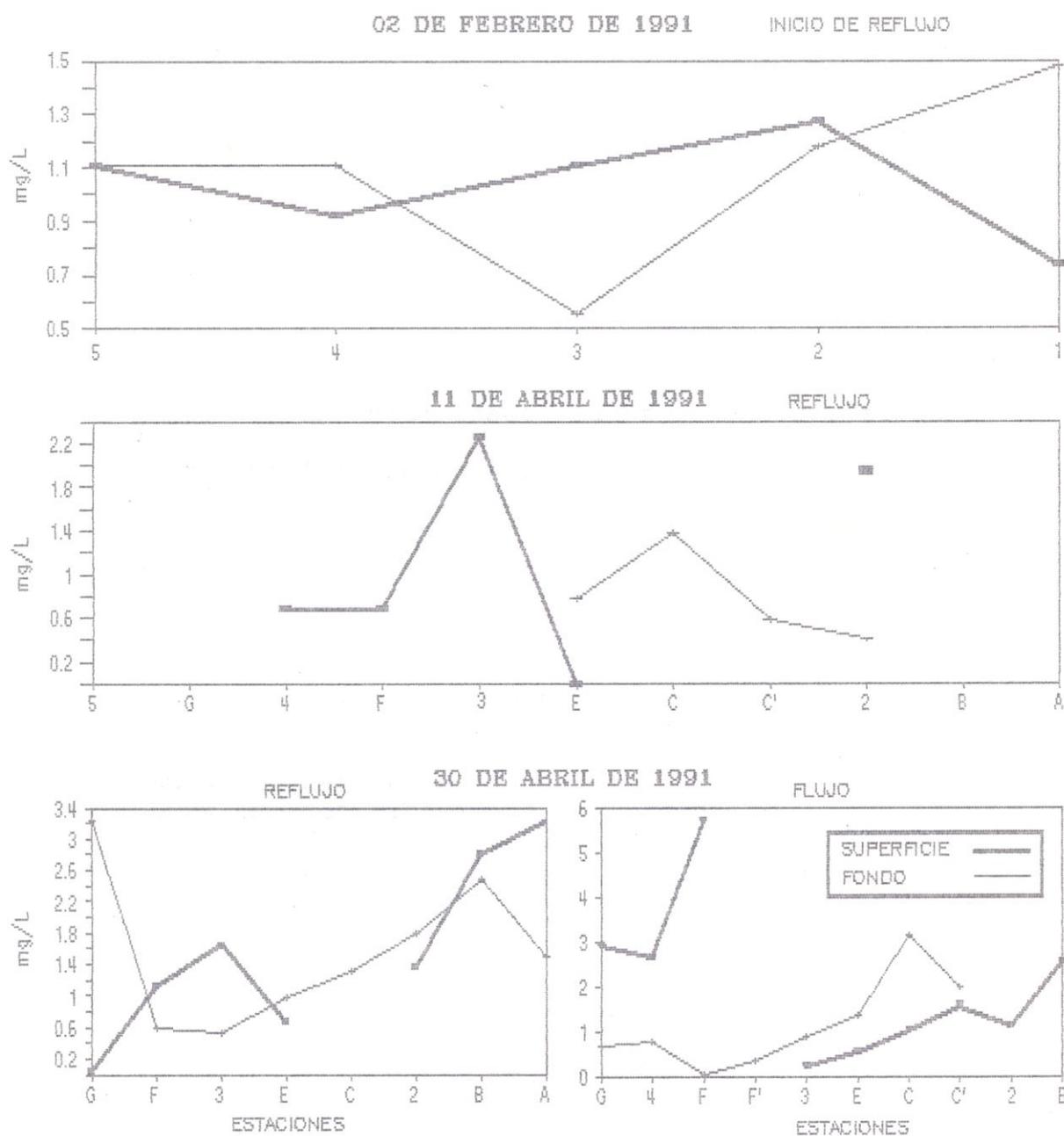


FIG. 30 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

las mayores demandas se presentan variablemente tanto en la cabecera como en la desembocadura, Fig.30.

En los dos estados de mareas encontramos un pico de máxima en la estación tres, se ve que existe una movilidad mareal del DBO de la cabecera hacia la desembocadura y viceversa.

Debemos considerar que, las aguas del estero Cobina, están influenciadas por múltiples actividades que realiza el hombre. En la tabla XX, se presenta una lista de las actividades más frecuentes y el tipo de contaminación que acarrearán, siendo la simbología de la tabla, la siguiente:

Donde :

MB = Microbiología (Coliformes, fecales, totales)
 PE = Pesticidas (clorados, fosforados)
 MP = Metales pesados (Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Hg)
 NU = Nutrientes (NH_4 , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SiO_2)
 HC = Hidrocarburos
 DBO= Demanda Bioquímica de Oxígeno
 SO = Sólidos (Totales, Suspendidos, disueltos)
 PH = Potencial Hidrógeno
 OD = Oxígeno disuelto
 * = actividades presentes en el estero Cobina



BIBLIOTECA
 IAC. ING.
 MARITIMA

En este cuadro nos damos cuenta de la gama de contaminantes presentes en el estero Cobina, de ahí los resultados bajos de Oxígeno.

TABLA XIX

COLIFORMES (máximo) (NMP/100ml)		Uso Tipo de agua
70		Protección de la salud
200		Bañismo
43		Cultivo y recolección de mariscos
100	Tot. 20 Fec.	Aprovisionamiento de agua potable
1000	Tot. 200 Fec.	Esparcimiento, bañismo
4000	Tot.	Pesca deportiva, Navegación recreativa
	70 Fec.	Acuacultura, Marisquería, Ecología.

TABLA XX

ACTIVIDAD	INDICADORES DE CONTAMINACION									
	MB	PE	MP	NU	OD	HC	DBO	SO	PH	
Urbanismo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
*Turismo	x			x	x	x	x	x	x	
*Industria			x			x	x	x	x	
Agricultura	x	x		x	x	x	x	x	x	
*Navegación						x				
Explotación de de Petróleo					x	x	x	x	x	
*Acuacultura	x	x		x	x	x	x	x	x	
Ganadería	x	x		x	x		x	x	x	
Minería			x					x	x	
*Pesca y Faenamiento	x			x	x		x			
*Obras infraestructura							x	x	x	

DESCARGAS POR PRESENCIA DE CAMARONERAS, ASENTAMIENTOS HUMANOS Y LA FABRICA CARTONERA

Todo curso de agua recibe en grado variable contaminantes, siendo el conocimiento de las concentraciones de estos, muy importante para determinar sus respuestas actuales y futuras a dichas variaciones.

Es así que damos a continuación un estimado de los aportes que ejercen en primer lugar las aguas domésticas, en segundo las industriales y por último las provenientes de las camaroneras.

Para esto se obtuvo el dato de población del plano del INEC (V censo de población y IV de vivienda 1990). Es así que se extrajo un cálculo de 52992 personas que habitan en las orillas pobladas del Estero Cobina, con un rango de acción de hasta 300 metros desde la orillas. Este valor lo confrontamos con los siguientes, sacados del seminario de Modelos de Calidad de Agua Noviembre 1981.

CARACTERISTICAS DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS (MEXICO)

PRAMETRO	UNIDADES	RANGO DE POBLACION	
		20000	50000 Habitantes
DBO	mg/L	254	
SST	mg/L	233	
SS Vol.	mg/L	246	
S Dis. Tot.	mg/L	1032	
S Dis. Vol.	mg/L	246	

COBINA

POBLACION
52992 Habitantes
5.8
231.66
204.86
41.6E+03
29.8E+03



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

Col. Tot. NMP/100 ml 14xE+07 | 5.34E+05

Los valores del lado izquierdo del cuadro, corresponden netamente a concentraciones de muestras tomadas directamente de las descargas domésticas, siendo aquí como es lógico donde se encuentran las mayores concentraciones. Sin embargo al compararlas con los máximos encontrados en el Cobina, vemos que en un momento dado podemos encontrar valores típicos de aguas residuales domésticas (SST, SS.Vol., Col. Tot.), condiciones que no se deberían esperar si consideramos que estas muestras fueron tomadas en el centro del Estero por lo que estarían sometidas a variaciones por dilución o presencia de lluvias. En todo caso observamos los significativos aportes que puede estar recibiendo el Cobina por desperdicios domésticos.

Por otro lado de las **descargas industriales** tenemos:

CARGAS INDUSTRIALES
Valores Estimados de Parámetros

	CAUDAL (m ³ /ton)	PARAMETRO (mg/L)
Conservas (enlatadoras)	10	(DBO) ₅ - 1000
Fabrica de Papel	110	SST - 500

Aportes que por presencia de la Industria Cartonera y la Empacadora Pes-Mar (en esta última no se observó durante los muestreos realizados, la existencia de

tuberías que directamente arrojen desechos al Estero Cobina) entran directa o indirectamente al estero Cobina en sus descargas.

Por último la presencia de las **camaroneras** en las cercanías del lugar.

El volúmen de agua de las camaroneras que están influenciando el comportamiento del estero Cobina, fue calculado a partir del mapa Forestal de Manglares 1987. Debe considerarse que por su ubicación, parece ser que estas camaroneras también toman agua de otros ramales del estero salado Figura 31; es así que se ha estimado la mitad de este volúmen total para el cálculo de la magnitud de agua que está intercambiándose por día en el Cobina proveniente de las camaroneras. Considerando el 12% del volúmen total de las camaroneras como la concentración de renovación en un día, tenemos, que $4.2E+05 \text{ m}^3$ se están intercambiando en 2 ciclos de marea. De los cálculos obtenidos en la primera parte de este trabajo conjunto titulado "Características climatológicas del estero Cobina" (Nath J., 1993) se obtuvo que el volúmen total aproximado del Estero es de $1'968867 \text{ m}^3$ con un prisma de marea de 434819 m^3 por ciclo de marea y un tiempo de renovación de 11 ciclos de marea. Confrontando estos valores con los obtenidos en la camaronera para un ciclo de marea tenemos que :



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

SIMBOLOGIA
 Cm = CAMARONERA
 S= SALITRAL

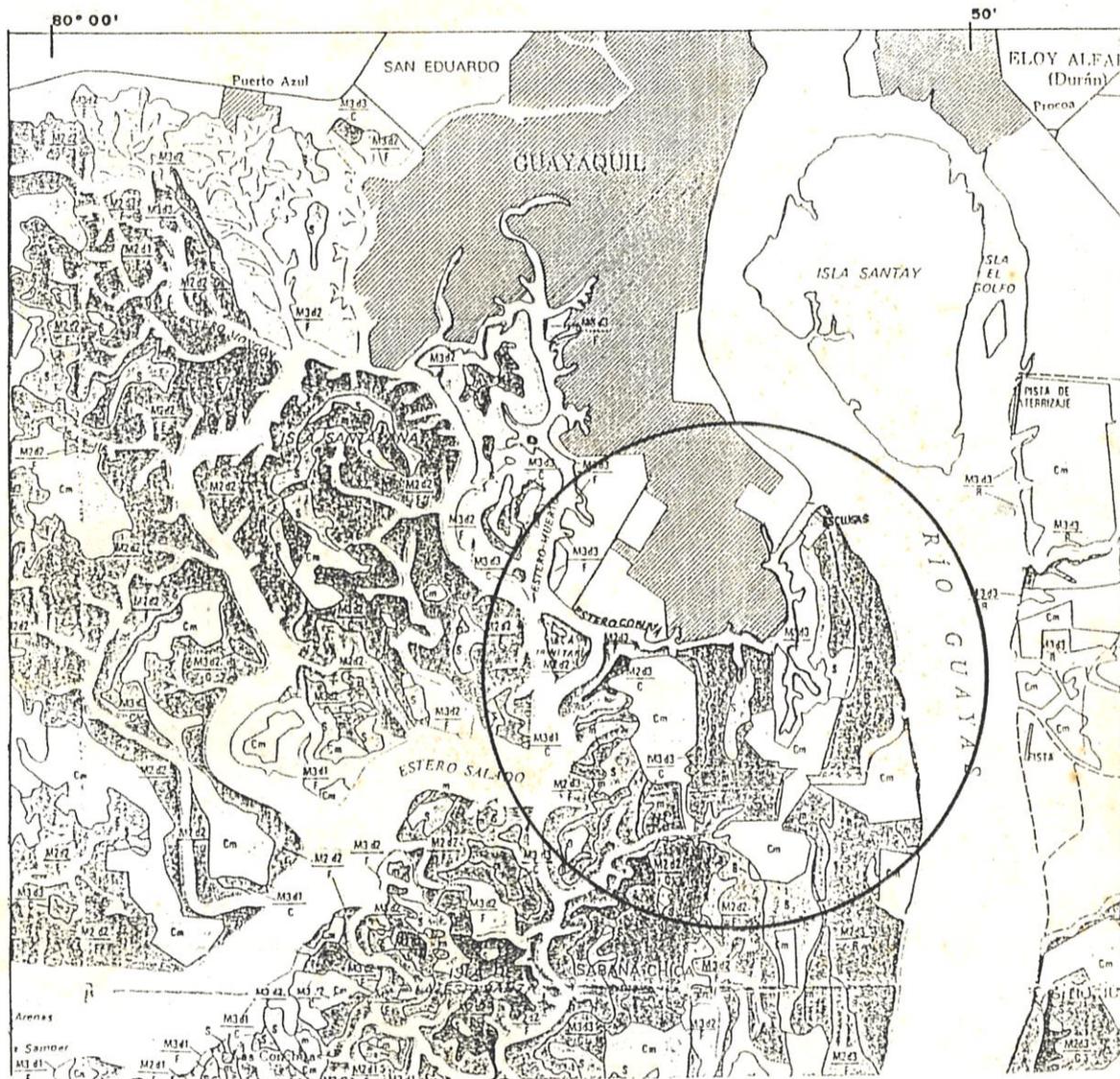


FIG. 31 MAPA FORESTAL DE MANGLARES. 1987

INTERCAMBIO POR CICLO DE MAREA (m^3)

Cobina	4,34819E+05	=	Las Camaroneras
Camaroneras.....	2,1E+05		están influenciando
			en un 48%

Podemos observar entonces claramente, la influencia no despreciable que también ejercen las aguas de las camaroneras en el Cobina.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

CONCLUSIONES

- El estero presenta condiciones bien diferenciadas en las dos épocas de año. Mayor estratificación la encontramos de Diciembre a Febrero, donde fueron considerables los gradientes longitudinales de Salinidad, además de la relación de Burt y McAlister que nos corrobora esta condición.

Se encontró que, en la época de mayor estratificación, la intrusión de la lengua salina con concentraciones máximas de 30 ups, tiene su influencia en flujo hasta 1200 metros de la cabecera del estero (longitud estudiada desde la cabecera hasta la desembocadura igual a 6785 metros). Contrastando con esto tenemos que la lengua de agua menos salina con concentraciones de 20 ups, tuvo en refluo, su influencia hasta 3800 metros de la cabecera, como consecuencia de estas lenguas de agua, tenemos la presencia de un frente de Salinidad que fluctua entre estos dos puntos de acuerdo al estado de la marea.

- De los coeficientes de dispersión calculados en cada segmento y por muestreo, tenemos que; Los valores encon-

trados en época húmeda, fueron bastante pequeños en relación a los encontrados en época seca, esto demuestra la marcada influencia que tienen las aguas del río Guayas. Lo contrario se observa en época seca, en que serán mayores los procesos de turbulencia y mezcla consecuencia de ésto, encontramos incrementos en las concentraciones de Oxígeno principalmente.

Una cosa importante en los resultados de este coeficiente es que, en la zona entre la estación Camaronera y La Playita, existen mayores procesos de mezcla en toda la época del año, favoreciendo la dilución de cualquier contaminante descargado en estos puntos, (ver Figura 6 y Tabla I).

- Las concentraciones de Oxígeno en su mayoría se encontraron bajo los niveles considerados en el Registro Oficial Nº 204 del 5 de Junio de 1989, donde se establece como condiciones normales valores no menores a 5 mg/L y con un porcentaje de saturación no menor al 60 % . Se observaron variaciones estacionales marcadas, debiéndose esta poca concentración de Oxígeno, al elevado número de coliformes totales y fecales, existentes. Agregado a ésto también tenemos, la permanente turbiedad existente en todo lo largo del Estero Cobina, consecuencia de la topografía y al marcado gradiente formado entre aguas mas salinas que penetran como resultado de la acción de la marea, por la desembocadu-



BIBLIOTECA
FAC. INV.
MARITIMA

ra, y aguas de menor Salinidad que por diferencia de niveles entre cabecera y desembocadura irrumpen por la cabecera, creando un verdadero frente donde los procesos de coagulación y sedimentación, serán mayores, dificultando los procesos de elaboración de oxígeno, e incrementando los procesos reductores.

- Las concentraciones de porcentaje de saturación, de Oxígeno, estuvieron en su mayoría, por debajo de las establecidas en el Registro Oficial N° 204
- Los rangos de pH, se encuentran dentro de las normas establecidas en el Registro Oficial N° 204 para aguas estuarinas. Sabemos que este parámetro sufre cambios amplios y violentos ante la presencia de una carga ácida o alcalina, entonces parecería este no ser el problema aparente en el Estero Cobinas, ya que no se ha llegado a tener fluctuaciones extremas, sin embargo, este no es factor determinante para asumir que no existan descargas de este tipo, ya que hay la presencia de una industria cartonera y una empacadora de pescado (ver Figura 6), industrias que inevitablemente tienen descargas del tipo antes mencionado.

Otro hecho importante observado en este parámetro, es el frecuente estado relativo de reducción, encontrado en 4 de los 5 muestreos, en la estación 3, acompañado de una disminución en la concentración de Oxígeno.

Sabemos que en este punto existe una bomba de succión de agua, utilizada en una camaronera, por lo que, con seguridad hay un aporte de aguas residuales, caracterizadas por ser subsaturadas, y ricas en materia orgánica.

- Los valores de densidad nos dejaron ver esporádicamente la presencia de, aguas menos densas en el fondo, este fenómeno lo encontramos en la estación 4, 1 y en la Playita, Fig.26, 27 . Debiéndose este comportamiento a la acción de la onda de marea y a la batimetría del estero Cobina.
- Se encontró que existe una movilidad de los sólidos suspendidos, de la cabecera hacia la desembocadura del estero, manteniéndose las mayores concentraciones en el fondo.
- Se observó la presencia de concentraciones no despreciables de sólidos suspendidos volátiles, de los que encontramos la mayor concentración tanto en flujo como reflujo, en la estación 3 (camaronera) el 30 de Abril, equivaliendo al 88.43 % de la concentración de sólidos suspendidos totales en ese punto. Los valores de sólidos suspendidos volátiles, estuvieron en un promedio de 15.86 mg/L, y los sólidos disueltos en un promedio de 4.32 mg/L.
- En relación a las profundidades encontradas del disco

sechi, tenemos que, las aguas turbias producto de la influencia del río Guayas, morfología y dinámica de la circulación propia del Estero Cobina, hacen que este parámetro se encuentra en un rango inferior a los establecidos en el Registro Oficial Nº 204 que se consideran valores aceptables de 0.8 a 1.8 metros para aguas tropicales. Los valores críticos los encontramos cerca a la cabecera.

- Se encontró frecuentemente temperaturas mayores en el fondo que en superficie, unas veces cerca a la desembocadura, otras cerca a la cabecera, siendo en esta última donde se observó en la estación fija de 24 horas, mayores fluctuaciones.

- De los valores de coliformes fecales, utilizados como dato complementario tenemos que: el número de colonias encontrado en tres puntos del estero sobrepasaron los estándares según la EPA y la RPCCA (ver tabla III). Debe considerarse que estos valores fueron tomados en flujo, condición que normalmente atenúa la presencia de este tipo de concentraciones. Es de esperarse entonces que, podríamos encontrar mayores concentraciones dependiendo de la época del año (seca-húmeda), estados de marea (sicigia, cuadratura, flujo, reflujo), número de familias (que podría ser en orden ascendente) que habita sobre la zona de manglar del Estero Cobina, por último a la presencia de una playa artificial que con



BIBLIOTECA
FAC. CIEN.
GUAYAQUIL

fines de recreación fué construido cerca a la desembocadura del Cobina y que tendra mas afluencia de bañistas en temporada vacacional. Se observa además, la clara influencia de las descarga de la camaronera existente en las cercanías del Cobina.

- El Estero Cobina por la calidad de sus aguas debería ser utilizado solo para transportación; pero la finalidad es de conseguir un equilibrio entre las actividades que podría realizar el hombre y el desenvolvimiento normal del Estero, sin afectar de manera irreversible ambas partes.



BIBLIOTECA
IAG, ICG,
MARITIMA

RECOMENDACIONES

- Debe optimizarse el usufructo y uso que se haga de nuestros recursos hídricos.
- Es indispensable, evitar el inicio de procesos irreversibles, que se vislumbra ocurrirán si no se le da el interés que se merece a este cuerpo de agua, teniendo en cuenta las múltiples actividades que se desenvuelven en apenas 7 Km, de extensión que han sido estudiadas.
- Realizar una redistribución del número creciente de asentamientos humanos que existen sobre el margen derecho (de Exclusas a Puerto), cuyas casas se encuentran en zonas de inundación, donde antes existían manglares.
- Establecer programas de difusión por lo menos local, para mejorar la calidad ambiental del sector.
- Evitar en lo posible la tala del manglar, ya que este impide que procesos de eutroficación se desarrollen.
- Realizar un estudio complementario de metales pesados existentes tanto en la columna como en los sedimentos, en vista de la presencia de la fábrica Cartonera.



SECRETARÍA
GENERAL
DE ADMINISTRACIÓN

- Restringir el uso de la Playita artificial debido a la elevada concentración de coliformes y a la presencia de la industria Cartonera, hasta que no se haya realizado un estudio de tipo y concentración de contaminantes descargados por la Cartonera, y encontrado las alternativas de manejo, todo esto a causa de la proximidad que La Playita tiene a esta última.
- Realizar la construcción del sistema de alcantarillado con su respectiva planta de tratamiento para aguas de deshecho doméstico, por parte de los organismos competentes (Empresa de agua Potable, Empresa de Alcantarillado e Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias).
- Exigir a las Industrias y Camaroneras del lugar un adecuado tratamiento de sus aguas antes de ser arrojadas al Cobina.
- La elaboración de este estudio, sugiere la construcción de una Planta de Tratamiento de aguas de desechos domésticos, inquietud que podría ser retomada por estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica, planteando propuestas para la ejecución de dicho proyecto.
- Este estudio paralelamente sugiere el planteo de proyectos de monitoreo del control de calidad y sistema de manejo de las aguas del Estero Cobina, propuestas que podrían ser acogidas por estudiantes de la Facultad de

Marítima.

BIBLIOGRAFIA

1. ALLEN H., Nutrients in natural waters, Wiley interciencia, New York, 1972.
2. ALABASTER J., Water quality criteria for freshwater fish, FAO, London, 1982.
3. BRAVO F., Las condiciones Hidrológicas del Río Daule sección la Toma - Puente de La Unidad Nacional. Tesis de Oceanografía, ESPOL, Guayaquil, 1983, 147p.
4. CALABRESE A., Effects of acids and alkalies on survival of blue gills and largemouth bass. U.S.. Fish of Wildl. Ser. Tech, 1969, paper 42.10p.
5. CLARCKE G., Elementos de ecología, editorial Barcelona, Omega, 1971.
6. CLAUDE E., Water quality in warmwater fish ponds. Auburn University, Auburn Alabama, 1979, 359p.
7. CLIRSEN, Mapa forestal de manglares, Instituto Geográ

- fico Militar, 1988.
8. CRONIN L., Estuarine research, Academy Press, New York
 9. DE LORA S., Miro Ch., (1978). Técnicas de defensa del medio ambiente, editorial Labor, Barcelona, 1978.
 10. EDWARDS R.W., Conservation and productivity of natural waters the proceedings of simposium organized by the British Ecological, Academic press, New York, 1970.
 11. ELLIS M, Detección and measurement of stream pollution. U.S. Bur. Fish., vol.22, 367-437p.
 12. FAULKNER, Marine natural products chemistry, New York, 1977.
 13. GOLTERMAN H.L., Methods for physical, and chemicals analysis of freshwaters, Blackwell scientific publications, 1978.
 14. GUTIERREZ F., Diagnóstico de la contaminación marina en el Pacífico Sudeste por metales pesados, pesticidas y eutroficación. Informe Doc. CPPS/COI/PNUMA(OCA)-PSE, 1989, 14-16p - 40-41p.



SECRET
 COI, PSE
 G. 11100

15. HOLDEN R., Procesos estuarinos, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador, 1978, 79p.
16. HOLDEN R., Solución para el problema de contaminación del Estero Salado-Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador, 1978, 19p.
17. MANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUA, Neutralización de ácidos y bases, Departamento de sanidad del estado de NY. Editorial Limusa, New York, 1987, 66p.
18. MARIANO M., Estudio de la calidad de agua costera, Guayaquil-Ecuador, Programa de Manejo de Recursos Costeros PMRC, 1990.
19. MERCK E, Análisis de agua Merck, Darmstad (R.F.de Alemania), 1974.
20. MERRITT R., STEVENSON, Variación estacional en el Golfo de Guayaquil, un estuario tropical. INP. Voletín científico técnico vol4 #1, Guayaquil-Ecuador, 1981, 133p.
21. MILLER G., Agustine F., Química elemental, Harla México, 1978.

22. NATURAL ENVIROMENT RESEARCH COUNCIL IMER, Instituto for Marine Enviromental Research, 1984.
23. ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, Seminario de modelos de calidad del agua, IEOS-EMAG-CEDEGE, 1981, 234p.
24. PIZARRO, S., Evaluación de la contaminación en un ramal del Estero Salado (Puente 5 de Junio-Puerto Marítimo) en base a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), calculada por el Método Manométrico, Tesis de Oceanografía, ESPOL, 1991, 218p.
25. PMRC, Estudio de Calidad de agua costera Ecuatoriana, PRMC, Quito-Ecuador, 1993, 65p.
26. RILEY S., Chemical Oceanography Academic Press London, New York-San francisco, 1975, 2nd. ed. vol1 y vol2. 294p
27. ROBLES M, Circulación y Mezcla en el Estero Cobina, Tópico de graduación, Guayaquil-Ecuador ESPOL, 1993.
28. RUIVO M., Marine Polluti6n and Sea Life. FAO, 1972
29. SNIESZKO S., Recent Advances of Scientific Knowledge and Developments Pertaining to Disease of Fishes. Adv.

- Vet. Sci. Comp. Med., 17: 291-314p.
30. STANDARD METHODS, for examination of water and waster water, USA, (1985), 16th edition.
 31. STRICKLAND J., & Parsons, A practical handbook of sea water análysis. Bull. Fish. Res. Bd Canada, 1972, 2nd ed, 167p.
 32. SWINGLE H., Relationships of PH of ponds waters to their suitability for fish culture, 1961, vol10. Fisheries, 72-25p.
 33. SWINGLE H., Methods of analysis for waters, organic matter, and pond bottom soils used in fhisherries research. Auburn Universidad, Auburn Alabama, 1969, 119p.
 34. UNESCO, Quantitative analysis and simulation of Medi-terranean coastal ecosystems: The Gulf of Naples, a case study, editorial committee: G.Garrada, Division of Marine Sciences Unesco, 1983, 158p.
 35. WALDICHUK M., La contaminación mundial del mar; una recapitulación. Comision Oceanográfica Interguerna-mental, colección técnica, Vancouver Canada, 1977.

36. WATERLOOPKUNDING Laboratorium Delft hydraulics laboratory, 1985, Access Channel of Puerto Marítimo, Guayaquil-Ecuador: Causas of Sedimentation and recomendations on remedial measures (Main report). R1859 Vol.1 Delf.
37. WETZEL R., Limnology, Philadelphia, 1975, 743p.