

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ESTUDIO DE CONTAMINACION EN EL
ESTUARIO DEL RIO PANUCO**

T E S I S
Que Para Obtener el Título de :
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N :
EDUARDO ANTONIO ACOSTA LARA
FRANCISCO ADALBERTO SUZAN COLOMBRES

4

México, D. F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tesis
1976
FECHA
PROC. 44.5



QUIMICA

A mis Padres que en todo momento supieron orientarme, dándome su cariño y apoyo.

A mis hermanos que en momentos críticos me otorgaron sus certeros consejos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa cooperación de:

Dr. Héctor Mendoza Marquez (Director del Control de la Contaminación del Agua; S. R. H.)

Ing. Gastón Mendoza Gámez (Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.)

Por las facilidades prestadas en la realización de este Trabajo.

Agradecemos al Ing. Alberto de la Fuente Zuno su atinada
dirección en la elaboración de este Trabajo.

Agradecemos:

Prof. Ramón Vilchis Zimbron.

Prof. Jorge Mencarini Peniche.

Prof. Outberto Ramírez Castillo.

Prof. Ramón Arnaud Huerta.

PRESIDENTE: PROF. RAMON VILCHIS ZIMBRON.

VOCAL : PROF. JORGE MENCARINI PENICHE.

Jurado asignado originalmente SECRETARIO: ALBERTO FCO. DE LA FUENTE ZUNO.

1er. SUPLENTE: CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO.

2do. SUPLENTE: RAMON ARNAUD HUERTA.

Sitio donde se desarrollo el tema: Ciudad Universitaria, México D.F.

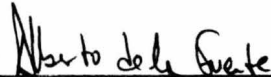
Sustentantes: EDUARDO ANTONIO ACOSTA LARA



FRANCISCO ADALBERTO SUZAN COLOMBRES



Asesor del tema: ALBERTO FCO. DE LA FUENTE ZUNO



Supervisor del tema: RAMON ARNAUD HUERTA



C O N T E N I D O

1)	INTRODUCCION	1
2)	USOS DEL AGUA	3
	2.1 Municipal	3
	2.2 Industrial	3
	2.3 Agrícola	4
	2.4 Conservación y desarrollo de flora y fauna acuáticas.	4
	2.5 Navegación	4
	2.6 Generación de energía eléctrica	5
	2.7 Recreación	5
3)	FUENTES CONTAMINANTES	6
	3.1 Urbanas	6
	3.2 Industriales	6
	3.3 Agrícolas	6
	3.4 Naturales	7
4)	PRINCIPALES CONTAMINANTES	8
	4.1 Orgánicos	8
	4.2 Biológicos	8
	4.3 Radioactivos	8
	4.4 Físicos	8
	4.5 Inorgánicos	10
5)	ESTUDIO DE CONTAMINACION	14
	5.1 Generalidades	14
	5.2 Descripción de la zona de estudio	17
	5.3 Localización de las estaciones de muestreo	18
	5.4 Metodología utilizada	19
	5.5 Determinación de la carga de contaminantes	22

5.6	Determinación de la calidad del agua de los cuerpos receptores	22
5.7	Interpretación de los resultados de algunos parámetros	24
5.8	Criterio de evaluación de la calidad del agua	34
6)	TRATAMIENTOS	39
6.1	Primario	39
6.2	Secundario	39
6.3	Terciario	39
6.4	Disposición y manejo de lodos	39
6.5	Algunos procesos involucrados en los tratamientos	40
6.5.1	Sedimentación	40
6.5.2	Filtración	47
6.5.3	Flotación	52
6.5.4	Biológicos	55
6.5.5	Floculación	61
6.5.6	Intercambio iónico	63
6.5.7	Evaporación	72
6.5.8	Adsorción	78
7)	CONCLUSIONES	81
	REFERENCIAS	84
	BIBLIOGRAFIA	86
	APENDICE No. 1	87
	APENDICE No. 2	141

1. INTRODUCCION

[La contaminación o alteración de las condiciones naturales de los recursos del agua, como son: lagos, ríos, océanos, glaciales y aguas subterráneas es hoy en día uno de los problemas más relevantes que afronta la Humanidad.]

Los recursos del agua, se componen de aproximadamente 1345 millones de Km³, correspondiéndole el 98 por ciento a los océanos y el 2 por ciento restante a los demás. La disponibilidad de agua dulce, queda circunscrita al 0.32 por ciento del total estipulado; esta limitación no ofrece la seguridad de aprovisionamiento infinito para cubrir las necesidades del hombre, que día a día son mayores. Si a la restricción anterior, aunamos el paulatino deterioro de las aguas, por la contaminación, las posibilidades de utilización disminuirán gradualmente.

[Las causas principales de la contaminación de las aguas de los cuerpos receptores, son esencialmente las descargas residuales municipales, industriales y agrícolas; aunque existen otras producidas por fenómenos naturales.]

Los efectos de los contaminantes del agua, son muy variados y dependen de sus características específicas, tales como: estado físico, concentración presente, actividad química, toxicidad, etc. Afortunadamente, existen experiencias que permiten conocer los límites tolerables y nocivos de la mayoría de los contaminantes del agua, en función de los usos a que pueda designarse (ref 1).

Una vez determinadas las causas contaminantes y las alteraciones de las condiciones naturales del agua de los cuerpos receptores, es posible establecer las medidas de control que mejor solucionen el problema, aplicando tratamientos que eliminen los contaminantes parcial o totalmente en su fuente aportadora, tomando en consideración: las características de los contaminantes, las limitaciones técnicas, los aspectos económicos y la capacidad de captación de contaminantes del cuerpo receptor sin que su calidad se vea alterada.]

El presente trabajo tiene como finalidad mostrar algunos aspectos involucrados en la valoración de la contaminación de aguas de cuerpos receptores, ejemplificando con un estudio particular como es el del estuario del río Pánuco; fundamentándose en sus relaciones con la Ingeniería Química, por lo que respecta a los métodos analíticos utilizados y procesos de tratamiento que se describen. Los capítulos 2, 3 y 4 contienen los factores considerados en la evaluación de la calidad del agua como son: usos del agua, fuentes contaminantes y principales contaminantes. El capítulo 5 incluye los resultados obtenidos en el área de estudio, que permiten determinar: la carga de contaminantes aportada por las descargas de aguas residuales y la calidad del agua de los cuerpos receptores. En el capítulo 6 se describen los tratamientos y algunos procesos para lograrlos, que se utilizan para reducir los contaminantes en sus fuentes de origen.

2. USOS DEL AGUA

Los usos del agua generalmente considerados son: municipal, industrial, agrícola, desarrollo de flora y fauna acuáticas, y algunos otros como: navegación, generación de energía eléctrica y recreación.

2.1 Municipal

El agua para uso doméstico debe reunir dos características importantes, la primera es su calidad y la segunda un suministro adecuado.

La calidad del agua, es determinada por la concentración de material orgánico e inorgánico que contenga, los criterios normativos de la calidad del agua, para uso municipal que mayor aceptación tienen son los de Drinking Water Standard (ref. 2). La tabla No. 1.A contiene algunas de las normas establecidas para algunos constituyentes del agua.

La cantidad de agua disponible, debe cubrir el consumo que de ella se tenga, considerando las variaciones a través del año.

2.2 Industriales

La industria utiliza grandes cantidades de agua para proceso, enfriamiento y generación de vapor.

Las industrias que mayores cantidades de agua utilizan son: la de acero, refinación de petróleo, pulpa y papel, coque y bebidas. La tabla No. 2.A contiene los requerimientos de agua para las industrias anteriores (ref. 3).

El agua para uso industrial debe llenar ciertas especificaciones para ser aceptable su consumo en procesos particulares; en la tabla 3.A se dan varias normas para algunas industrias.

2.3 Agrícola

Las cantidades de agua requeridas por la Agricultura varían ampliamente dependiendo del tipo de cosecha irrigada, la distribución de precipitación en la región y algunos otros factores.

2.4 Conservación y desarrollo de flora y fauna acuáticas

Para determinar los requerimientos de calidad del agua, para la conservación y desarrollo de flora y fauna, es necesario conocer no sólo los efectos tóxicos de los materiales disueltos, sino también sus efectos favorables, a ciertas concentraciones.

Los niveles de toxicidad de algún material, se determinan realizando mediciones en el laboratorio, de la sensibilidad de los organismos bajo rangos de concentración del contaminante y fijando los factores relacionados, como pueden ser pH, oxígeno disuelto, temperatura, alcalinidad, dureza, etc.

Existen numerosos estudios con objeto, de conocer la sensibilidad de gran cantidad de organismos a contaminantes específicos. En la referencia No. 1, se conjuntan las conclusiones obtenidas en tales estudios, dándose niveles de concentración y toxicidad relativa de los contaminantes considerados.

2.5 Navegación

Como en el caso de otros usos del agua, la navegación es variable con la época del año y competitiva con la irrigación, generación de energía eléctrica y necesidades recreacionales.

Para mantener la profundidad de los canales, necesaria para navegación, se requiere dragar el fondo regularmente, o aumentar el nivel del agua desalojándolo de depósitos formados o estructurados previamente.

2.6 Generación de energía eléctrica

La potencia disponible de una caída de agua, es proporcional a la cantidad de agua que pasa a través de las turbinas y la carga que se tenga para operación de las mismas. Cuando la potencia se expresa en HP, se obtiene la siguiente relación:

$$HP = \frac{Q \gamma h}{550}$$

donde: Q Descarga cfs.
 γ Densidad lb/ft³
 h Altura ft

Es obvio que si se abate el flujo de agua, se disminuye la generación de energía, como sucede en la temporada de sequía. El efecto anterior disminuye o desaparece cuando se almacenan grandes cantidades de agua, en presas principalmente, que se permiten mantener flujos más o menos constantes.

2.7 Recreación

Los requerimientos de agua para propósitos recreacionales son usualmente mayores en los meses de Verano. La calidad del agua debe ser adecuada para permitir actividades como la pesca, la natación, el canotaje, etc.

3. FUENTES CONTAMINANTES

Las fuentes contaminantes se clasifican en los grupos siguientes: urbanas, industriales, agrícolas y naturales.

3.1 Urbanas

Las mayores fuentes de contaminación de aguas, la constituyen los núcleos urbanos, pudiendo ser de naturaleza controlable o incontrolable.

Las controlables, son aquellas que se colectan mediante un sistema organizado de alcantarillado, que sirve a las áreas comerciales y de negocios, a los distritos residenciales y en forma cada vez más frecuente al área industrial.

Las incontrolables, son aquellas sobre las que no se ejerce control alguno, como sucede en núcleos de población carentes de drenaje.

3.2 Industriales

La cantidad y variedad de industrias imposibilita la caracterización de sus desechos en forma general; por lo que la responsabilidad de cada industria, como aportadora de contaminantes, debe ser determinada para cada caso particular. Estas fuentes contaminantes son controlables, colectándose en sistemas particulares o municipales.

3.3 Agrícolas

El frecuente uso de fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas en la agricultura, ocasiona el incremento de contaminantes en los corpos receptores; al erosionarse los suelos por la acción de lluvias y vientos; al filtrarse el agua de riego en el subsuelo y por descargas ocasionales de excedentes irrigados.

3.4 Naturales

La contaminación natural se debe principalmente: al arrastre, pluvial, escurrimiento de depósitos minerales y drene de cienegas o pantanos.

El arrastre pluvial de materia orgánica e inorgánica provenientes de: suelos, plantas y animales; ocasiona contaminación natural.

Las corrientes superficiales y subterráneas, acarrear sales de depósitos minerales constituyéndose en una fuente natural.

Las cienegas o pantanos contienen altas concentraciones de materia orgánica e inorgánica, bajos pH y oxígeno disuelto. En época de avenidas, el agua de los pantanos se integra a la de los cuerpos receptores, alterando las condiciones de calidad del agua de los últimos.

4. PRINCIPALES CONTAMINANTES

Los contaminantes del agua se dividen en los siguientes tipos: orgánicos, biológicos, radioactivos, físicos e inorgánicos.

4.1. Orgánicos

Este tipo de contaminantes, constituyen el mayor problema alterante de las condiciones naturales del agua. Los desechos municipales principalmente y de algunas industrias, como: azucarera, alimenticia, insecticidas, detergentes, refinación de petróleo, etc., contribuyen con sustancias orgánicas de muy variada naturaleza. Los desechos orgánicos de origen doméstico, son fácilmente atacables por microorganismos, que los degradan en su mayoría, aunque con cierto abatimiento del oxígeno disuelto del agua de los cuerpos receptores que de llegar a ser crítico (menor o igual a 4 mg/l), afecta algunas especies de peces (ref. 1). Los industriales pueden presentar sustancias tóxicas (metales pesados, pesticidas, herbicidas, insecticidas etc.), que inhiben la biodegradación de la materia orgánica existente.

4.2 Biológicas

La contaminación del agua por bacterias y virus, provocada principalmente por desechos domésticos, causa enfermedades graves como: el cólera, la fiebre tifoidea, poliomelitis y otras no menos importantes.

4.3 Radiactivos

Los contaminantes radiactivos, son rigidamente controlados en su fuente, sin embargo el uso más frecuente de trazadores radiactivos en la industria e investigación y descargas accidentales, incrementan su presencia en las aguas naturales.

4.4 Físicos

Los contaminantes físicos son: el color, temperatura, turbiedad,

olor y sabor.

4.4.1 Color

Es comúnmente expresado en unidades de una escala arbitraria de platino-cobalto. Las fuentes de contaminación están constituidas principalmente por las industrias de papel, petroquímica, textil y química.

4.4.2 Temperatura

La contaminación térmica puede ser producida por cualquier industria en general, pero en mayor cantidad por las plantas termoeléctricas y la industria del acero.

En agua donde se requiere mantener el equilibrio ecológico se recomienda que la cantidad de calor añadida al curso de agua, no aumente su temperatura en 2.5°C. Para aguas estancadas el aumento máximo es de 1.5°C.

4.4.3 Turbiedad

La turbiedad es causada por materiales en suspensión, tales como: arcilla, aluvión sustancias orgánicas e inorgánicas. El criterio deseado, es el de su completa ausencia. Su eliminación se lleva a cabo utilizando coagulación, sedimentación o filtración.

4.4.4 Olor y Sabor

Para expresar el olor y sabor, se utilizan unidades arbitrarias basadas en patrones de alcohol n-butílico. El agua que excede el umbral de olor en 3 unidades es considerada objetable.

El olor es producido por gases disueltos en el agua como el ácido sulfhídrico, amoníaco, etc.

El sabor es indicativo de la presencia en el agua, de sales inor

gánicas disueltas: de fierro, zinc, manganeso, cobre, sodio, etc., pues imparten sabores característicos. Los productos de refinación de petróleo, producen sabores indeseables en el agua.

4.5 Inorgánicos

Existe gran variedad de contaminantes inorgánicos, teniendo como fuentes originantes las: urbanas, industriales, agrícolas y naturales. Los efectos provocados son diversos y dependientes del uso a que se destine el agua.

Entre los principales contaminantes inorgánicos se cuentan: pH, amoníaco, fósforo, cromo, fierro, manganeso, plomo, mercurio, cianuro, arsénico.

A continuación se dan algunas generalidades sobre los contaminantes anteriores.

4.5.1 pH

La industria química es la principal alternadora del pH de cuerpos receptores, por el vertido de descargas ácidas o básicas.

Es recomendable mantener un rango de pH de 6.0 a 9.0 en aguas donde se requiera preservar la vida acuática. En aguas marinas no deben descargarse sustancias que alteren el pH en 0.1 unidades, teniéndose un rango permisible de 6.7 a 8.5.

4.5.2 Amoníaco

El amoníaco es producido en gran variedad de procesos industriales y utilizado como materia prima en la fabricación de muchas sustancias químicas. La descomposición de materia orgánica produce también amoníaco. Sus efectos tóxicos en el agua, dependen directamente del pH, temperatura y el oxígeno disuelto. Concentraciones de 0.3 mg/l producen disminución del oxígeno en la sangre de los peces y arriba de 2.5 mg/l consideradas en

extremo peligrosas (ref. 1).

4.5.3 Fósforo

El fósforo es originado principalmente por fertilizantes utilizados en la agricultura y desechos de plantas y animales. Su carácter de nutriente provoca el crecimiento exagerado de diversos organismos (en concentraciones mayores de 50 mg/l), desequilibrando el ciclo biológico.

4.5.4 Cromo

Este contaminante proviene principalmente del desecho de procesos de galvanoplastia, curtiduría y efluentes de torres de enfriamiento.

La toxicidad del cromo varia con el pH, temperatura, valencia ($Cr + 3$ ó $Cr + 6$) y tipo de organismo expuesto.

4.5.5 Hierro

El hierro proviene entre otras causas, de desechos industriales y depósitos minerales.

En aguas para uso industrial, provoca depósitos en las líneas de agua, calderas, etc., interfiere en el teñido y curtido.

Para aguas de suministro público el criterio aceptado es de 0.3 mg/l en forma filtrable.

4.5.6 Manganeso

Las fuentes originantes de manganeso, son semejantes a las del hierro.

El criterio permisible para aguas de uso doméstico es de 0.05 mg/l.

La toxicidad del manganeso en aguas de uso doméstico y agrícola no se encuentra definida adecuadamente.

4.5.7 Plomo

El contenido de plomo en aguas naturales, es debido principalmente; al arrastre de sales de depósitos minerales y a industrias que fabrican sustancias como: el tetraetilo de plomo, ácido sulfúrico (método de contacto), etc.

La toxicidad del plomo depende más directamente, de la concentración presente; el período de ingestión, inhalación o absorción y forma en que se encuentra. Una característica relevante, es la de ser acumulativo en los organismos expuestos. Concentraciones de 0.1 a 75 mg/l, son consideradas tóxicas para gran variedad de peces (ref. 1).

4.5.8 Mercurio

Las industrias que utilizan mercurio o sus combinaciones, en los procesos de elaboración de algún material, llegan a descargarlos en cantidades apreciables por ejemplo: en la fabricación electrolítica de cloro e hidróxido de sodio por el proceso de Castner Kellener, el cátodo utilizado es una amalgama de sodio-mercurio, al través del tiempo el electrodo se desgasta, con el consiguiente desperdicio de mercurio.

El mercurio y sus compuestos son muy tóxicos, causando en el hombre la enfermedad llamada mercurismo, provocada entre otras causas por la ingestión de alimentos conteniéndolo (peces, moluscos, crustaceos etc).

Concentraciones en aguas superficiales de 0.010 mg/l, se consideran peligrosas (fre. 1).

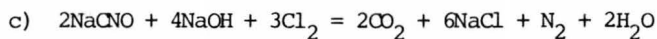
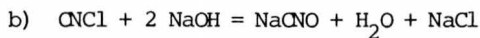
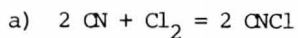
4.5.9 Cianuros

Las fuentes contaminantes de cianuros, suelen ser los desechos de las industrias: metalúrgicas (oro, plata), galvanoplástica, insecticidas

etc.

Los cianuros son altamente tóxicos, en particular a pH ácido y cuando se combinan con metales pesados. Su toxicidad radica en el hecho de impedir la fosforilación oxidativa o respiración celular.

La eliminación de los cianuros se puede llevar a cabo mediante su oxidación progresiva hasta bióxido de carbono y nitrógeno, utilizando cloro y sosa para lograrlo. Las reacciones que se efectúan son las siguientes:



4.5.10 Arsénico

La contaminación por arsénico, generalmente se asocia, con la fabricación de herbicidas y pesticidas e industria minera.

En aguas para aprovisionamiento público, el criterio permisible es 0.05 mg/l, aunque el deseable es su completa ausencia.

En aguas de riego la máxima concentración permitida es de 1 mg/l.

5. ESTUDIO DE CONTAMINACION

El estudio de contaminación realizado en la parte baja del río Pánuco, que se encaminó a la determinación de: carga de contaminantes y calidad del agua de los cuerpos receptores, se presenta en este capítulo. Los resultados obtenidos en las descargas, estuario y lagunas se encuentran anotados en las tablas del apéndice 1, al final de este trabajo.

5.1 Generalidades

5.1.1 Estuarios

La parte de un río sujeta a la influencia del agua marina se considera como estuario, para definirlo se puede recurrir a características puramente cualitativas como: "Estuario es un cuerpo de agua semicerrado que tiene libre conexión al mar y dentro del cual el agua marina se diluye con la dulce procedente de escurrimientos de tierra firme" (ref. 9); o cuantitativamente como: "Estuario es el tramo del río bajo influencia de marea que está limitado en longitud, hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/l o mayor durante los gastos de estiaje" (ref. 10).

5.1.2 Hidrodinámica en estuarios

El comportamiento de los contaminantes en los estuarios, es decir tiempo de permanencia, asimilación y dilución, se afecta primordialmente por los factores hidrodinámicos relacionados con fenómenos de marea, gastos de agua dulce, condiciones climatológicas y características físicas.

a) Fenómenos de marea

Los fenómenos de marea, se manifiestan por los continuos cambios en el nivel de las aguas de mar. Las fuerzas que las producen son las de atracción entre el sol, la luna y la tierra, proporcionales directamente a sus masas e inversamente al cuadrado de las distancias que los separa. La cercanía de la luna a la tierra, la hace tener un papel predominante en la formación de mareas.

La influencia combinada del sol y la luna sobre la tierra producen variaciones periódicas en las mareas, pudiendo predecirse con anticipación las condiciones que se presentarán en un punto específico; los datos predictivos de alturas máximas y mínimas con referencia a un punto fijo, hora, día y mes, dados, se proporcionan anualmente por el Instituto de Geofísica de la UNAM (ref. 4). Las condiciones de marea reales se obtienen posteriormente, en los mareógrafos establecidos, mostrando por lo general pequeñas desviaciones entre los datos predichos y los reales, causados principalmente por: localización geográfica, la configuración del terreno, acción del viento y corrientes superficiales, marinas y subterráneas.

Las variaciones periódicas que mayor importancia revisten son: el día, fase y declinación lunares.

En un día lunar, el satélite de la tierra pasa por un meridiano dos veces, teniendo como resultado dos ciclos de marea, con sus correspondientes pleamares y bajamares que presentan variaciones de forma sinusoidal. La duración de un día lunar es de 24.84 horas, implicando un desfaseamiento de 50 minutos, al pasar por determinado meridiano al considerar un día solar. La figura 5.1 muestra las variaciones de marea, representando dos ciclos de igual duración (12.42 hrs.).

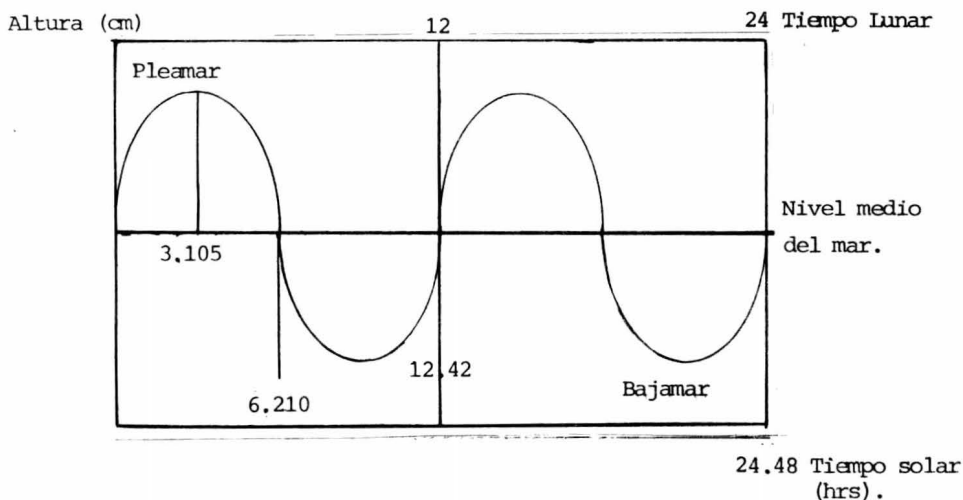


Figura No. 5.1 Variación de marea en un día lunar.

La fase o posición de la luna respecto a la tierra y el sol, varía con el tiempo. Cuando la tierra, luna y sol están directamente alineados (luna nueva y llena) las amplitudes de alta y baja marea, son mayores de lo usual, sucediendo lo contrario cuando la luna está en primer o tercer cuartos.

Las declinación o inclinación de la órbita lunar, con respecto al plano del ecuador influye en las diferencias en amplitud entre mareas diurnas y nocturnas, siendo máximas cuando la luna se encuentra sobre los trópicos y mínimas cuando lo hace sobre el Ecuador.

Las variaciones de marea inducen movimientos horizontales de las aguas de estuarios, denominados corrientes de marea. Cuando la corriente provocada se dirige hacia el mar se llama reflujos y cuando proviene del mar flujo. Los escurrimientos de agua dulce se retardan con el flujo y se aceleran con el reflujos.

b) Gastos de agua dulce

Los gastos de agua dulce, en una corriente son función principalmente de las precipitaciones y del área drenada.

La importancia de las precipitaciones, queda implícita en la comprensión del ciclo hidrológico del agua, que básicamente se efectúa en la forma siguiente: 1) Evaporación de agua de océanos, ríos, lagos, etc. por la acción de la energía solar. 2) Formación de nubes de vapor que posteriormente son trasladadas por los vientos y al encontrar condiciones favorables de presión y temperatura condensan. 3) Precipitación del agua generada sobre la superficie terrestre, aumentando el volumen de las corrientes y depósitos superficiales y subterráneos. 4) Con el paso anterior el ciclo termina, recomenzando con el primero.

Las áreas drenadas por un río o sus tributarios, son función directa del flujo en cada uno de ellos y se determinan en planos que muestren la región de interés. Cuando se carece de datos de aforo o medición de caudales en algún punto del río, es posible inferirlos conociendo las

superficies drenadas y flujos en algunas estaciones, utilizando la siguiente ecuación empírica:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^m \quad 5.1$$

donde: Q_1 , A_1 son el flujo y área drenada en el punto del río donde se desea conocer el primero.

Q_2 , A_2 son flujo y área drenadas en alguna estación del río o tributarios.

m factor de corrección

En la ecuación 5.1, el factor de corrección (m), considera factores de infiltración, evaporación, áreas transversales de flujo etc., haciéndose necesario calcularlo para cada caso particular.

Las condiciones más críticas en un estuario, se presentan en la época de flujos bajos ya que, la dilución y transporte de los contaminantes disminuye.

c) Condiciones climatológicas

Las condiciones climatológicas más importantes son: temperatura, precipitación, velocidad del viento, presión de vapor y radiación solar.

d) Características físicas

Las características físicas más importantes son: sección transversal del cauce, gradiente hidráulico entre elevaciones y depresiones del terreno, magnitud de la cuenca considerada.

5.2 Descripción de la zona de estudio

La cuenca del río Pánuco pertenece a la vertiente del Golfo de

México, se localiza entre los 19° y 24' de latitud norte y 97° 45' y 101° 20' de latitud oeste, con una superficie de 85 000 km² y un escurrimiento medio anual de 18 000 millones de m³. Comprende parte de los estados de México, Puebla, Hidalgo, Querétaro, Veracruz, Guanajuato, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León. (ref. 11).

La zona de estudio se localizó en la parte baja de la cuenca del río Pánuco, cercana a la desembocadura. Abarcando parte del estuario, desde la desembocadura hasta el km. 21+500; las poblaciones de Tampico y Ciudad Madero; las lagunas de Carpintero, Pueblo Viejo, Chairel, La Costa, Chila, Champayán; el río Tamesi y las playas de recreo (desde la escollera norte, hasta 5 km al noreste). En los planos Nos. 1 y 2 se observa claramente el área de estudio.

5.3 Localización de estaciones de muestreo

5.3.1 Fuentes contaminantes

Se localizaron 27 fuentes contaminantes de naturaleza controlable, las cuales fueron divididas en tres núcleos, dos de descargas residuales municipales y uno de industriales. La tabla 4 A contiene los nombres de las descargas y el plano No. 1 su localización.

5.3.2 En cuerpos receptores

Considerando las posibles zonas contaminadas por las descargas residuales municipales (controlables e incontrolables) e industriales, la conservación de la flora y fauna acuáticas, las áreas de recreo, los aprovisionamientos de agua para uso doméstico e industrial, fueron establecidas las siguientes estaciones:

a) Nueve en el estuario del río Pánuco, considerando tres ejes paralelos al cauce del río y dos profundidades. Las especificaciones para las estaciones establecidas, se dan en la tabla 5A.

b) Tres en la laguna del Carpintero, seis en la de Pueblo Viejo,

cinco en la del Chairel, cinco en la de La Costa, tres en la de Champayán, dos en la de Chila y dos en el río Tamesi. La tabla 6A muestra los puntos de referencia para localizar las estaciones enumeradas anteriormente. En el Plano No. 2 se observan los puntos localizados.

c) Cinco en las playas recreativas, la primera se fijó junto a la escollera norte, las siguientes a 1, 2, 3 y 4 km de ella. El Plano No. 2 muestra su localización.

5.4 Metodología Utilizada

Fundamentándose en los métodos de análisis y preservación, descritos en la referencia número 5, se realizaron las determinaciones de los parámetros de caracterización considerados en este estudio. La tabla 5.1 dentro de este capítulo resume la metodología utilizada.

TABLA 5.1 METODOLOGIA DE ANALISIS Y PRESERVACION DE LAS MUESTRAS

Nº	PARAMETRO	METODO USADO	PRESERVACION
1	Oxígeno disuelto.	a) Winkler Modificado.	a) Se agregan 2 ml. de solución de $Mn SO_4$ + 2ml de solución de al cali-yoduro nitruro. Se agita vigorosamente. Se deja sedimentar 2/3 del volumen original. Se agregan 2 ml de $H_2 SO_4$ concentrados. Se agita hasta disolución del precipitado y se mantiene en refrigeración. b) Ninguna.
2	Demanda biológica de oxígeno (DBO)	Incubación durante 5 - días a 20°C. Utilizando los dos métodos anteriores para medir el abatimiento de oxígeno.	Refrigeración.
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reflujo con dicromato de Potasio.	Se adiciona $H_2 SO_4$ concentrado hasta un pH entre 3 y 4.
4	Cloruros.	Argentométrico.	Ninguna.
5	Calcio	Titulación con E.D.T.A.	Ninguna.
6	Fenoles	Extracción con cloroformo.	Se acidula la muestra hasta un pH menor de 4 y se le agrega un gramo de $Cu SO_4 \cdot 5 H_2 O$.
7	Aceites y Grasas.	Extracción con Soxhlet.	Refrigeración
8	Nitrógeno amoniacal y orgánico.	Destilación con Kjeldahl. Seguida de: Nesslerización o titulación con $H_2 SO_4$.	Se adiciona 0.8 ml. de $H_2 SO_4$ concentrado por cada litro de muestra. Se refrigera.
9	Nitrógeno de nitratos	a) Fenol disulfónico. - (En aguas residuales). b) Brucina. (En el estuario y laguna).	Igual al anterior.

TABLA 5.1 (Continuación).

Nº	PARAMETRO	METODO USADO	PRESERVACION
10	Ortofosfatos.	Cloruro Estanoso.	Refrigeración.
11	Fosfatos Totales.	a) Digestión preliminar con $\text{HNO}_3 - \text{H}_2 \text{SO}_4$. b) Cloruro Estanoso.	Refrigeración
12	Sustancias activas al azul de metileno.	Azul de Metileno.	Ninguna.
13	Sólidos en todas sus formas.	Gravimétrico.	Ninguna.
14	Fierro Total.	Fenantrolina.	Acidificar con $\text{H}_2 \text{SO}_4$ - concentrado.
15	Mercurio	Espectrofotometría de absorción atómica sin flama.	Se agrega HNO_3 concentrado, exento de metales pesados hasta un pH igual a uno. Se refrigera.
16	Plomo, cromo y manganeso.	Espectrofotometría de absorción atómica con flama.	Igual al anterior.
17	Bacteriológicos. Número más probable de organismos coliformes (Fecales y totales).	Tubos múltiples de fermentación.	Refrigeración.

5.5 Determinación de la carga de contaminantes

La masa de contaminantes diariamente aportada por las diferentes descargas a los cuerpos receptores, se determinó efectuando varios muestreos para cada núcleo. Para las descargas de aguas residuales municipales, se tomaron muestras cada 6 horas en un ciclo de 24; cuantificando temperatura, pH y oxígeno disuelto a las muestras individuales y los parámetros restantes a una muestra compuesta por las obtenidas, tomando volúmenes proporcionales al gasto prevaleciente en el momento de muestreo. Para las industriales, se tomaron muestras cada 4 horas, procediéndose en forma similar que con las municipales. En las tablas 7A a 16A, se presentan los resultados obtenidos; y en las 17 A, 18 A y 19 A la carga promedio mensual al través de los diferentes muestreos.

5.6 Determinación de la calidad del agua de los cuerpos receptores

Los cuerpos receptores fueron divididos en tres grupos: estuario del río Pánuco, lagunas y playas recreativas.

5.6.1 Estuario del río Pánuco

En el estuario, se efectuaron cinco muestreos, determinándose los parámetros de caracterización en cada uno de ellos, basándose en las tablas de predicción de mareas (ref. 4) se programaron los diferentes muestreos para mantener las condiciones de marea deseados, ascendentes o descendente. Los datos de predicción son obtenidos de las observaciones acumuladas durante años en el mareógrafo de la UNAM, situado cerca de la desembocadura. Para obtener condiciones de marea similares entre las estaciones de muestreo en el estuario, es necesario calcular el tiempo de propagación de la onda de marea, despejándolo de la siguiente ecuación

$$v = \sqrt{g H} = \frac{d}{t} \quad 5.2$$

donde: v = velocidad de propagación de la onda de marea (m/seg).

- g = aceleración debida a la gravedad (9.8 m/seg^2).
- H = Altura de marea (dato de predicción en m).
- d = Distancia de la estación al punto de referencia.
- t = tiempo de propagación de la onda de marea.

La ecuación 5.2 no considera las pérdidas por fricción, que se manifiesta con un desfaseamiento de la onda original que aumenta progresivamente conforme la distancia se acrecienta, no obstante, se obtienen tiempos de propagación bastantes aproximados, cuando la distancia no es muy grande. La duración de cada muestreo en horas contra la altura de marea real en metros, se observa en la figura 1 del Apéndice 2, pudiendo apreciarse que el tiempo y la altura para los dos mareógrafos considerados se encuentran desfasados, por efecto de fricción.

Los factores que mayor influencia tienen sobre la permanencia, dilución y arrastre de contaminantes en un estuario, son: las condiciones de marea y la época del año. Es obvio que, bajo condiciones de marea ascendente, los contaminantes permanecerán mayor tiempo en el estuario. Las temporadas de lluvias y sequía establecen las variaciones de flujo del agua dulce, y consecuentemente la dilución y arrastre de contaminantes.

El resultado de los análisis fisicoquímicos realizados para cada uno de los muestreos se recopilan en las tablas 20 A a 24 A.

5.6.2 Lagunas

En las lagunas de Pueblo Viejo, Chairel y La Costa, se realizaron tres muestreos, por considerarse de mayor importancia en este estudio. En la del Carpintero, Champayán, Chila y río Tamesí sólo uno.

La relevancia de las primeras lagunas consideradas anteriormente, radica en la explotación pesquera que son objeto: la de Pueblo Viejo y La Costa y el aprovechamiento del agua para uso doméstico de la del Chairel. (en su parte alta, aguas arriba del Dique No. 5, ver plano No. 1).

La influencia de marea se hace sentir en las lagunas del Carpintero, Pueblo Viejo, Chairel (Parte baja) y la Costa; por lo que los diferentes muestreos fueron programados para condiciones de marea ascendente cuando la penetración del agua del estuario mantiene un estado crítico de permanencia de contaminantes.

El resultado de cuantificación de parámetros fisicoquímicos, se muestra en las tablas 25 A a 27 A para los muestreos realizados en las lagunas.

5.6.3 Playas de recreo

En las playas de recreo, sólo se consideraron dos parámetros: grasas y aceites emulsionados y coliformes totales y fecales; realizándose dos muestreos, cuyos resultados se aprecian en las tablas 28 A y 29 A.

5.7 Interpretación de los resultados de algunos parámetros

A continuación se presenta una interpretación de resultados, de parámetros que merecieron especial atención por las características de las descargas de aguas residuales y cuerpos receptores. En las tablas 7A y 35A se pueden observar los datos obtenidos para éstos parámetros.

5.7.1 Temperatura

La temperatura promedio calculada para el segundo muestreo del estuario, efectuado el 26 de diciembre de 1973 es de 19.7°C. Para el quinto del 23 del abril de 1974, de 27.8°C.

Para el primer muestreo de las lagunas (noviembre de 1973) la temperatura promedio fué de 27°C. En el segundo (21 de diciembre de 1973) y tercero (9 de enero de 1974) las temperaturas promedio son: 17°C y 24°C respectivamente.

La variedad de valores obtenidos, se debe a condiciones naturales climatológicas y no a la influencia de descargas de aguas residuales

municipales e industriales.

5.7.2 pH

En el estuario el valor promedio de pH, para los muestreos realizados fué de 8.06. En las lagunas fueron los siguientes: Carpintero 8.6, Pueblo Viejo 8.06; Chairel 7.81; La Costa 8.02; Champayán 8.02; Chila 6.65. En el río Tamesí fué de 7.65.

Los resultados anteriores demuestran que en el estuario y lagunas, el pH es aceptable, de acuerdo con las normas establecidas en la referencia 1.

5.7.3 Oxígeno disuelto (O.D.)

El límite mínimo establecido de oxígeno disuelto para la conservación de flora y fauna acuática es de 4 mg/l (ref. 1). En contadas ocasiones, en el estuario, el límite anterior no es alcanzado, como puede observarse en la tabla 5.2.

Fecha	Estación	Eje	Profundidad	O.D. mg/l
5-XII-73	VII	2	2/3	2.4
5-XII-73	IX	1	1/3	3.3
23-IV -74	II	2	1/3	2.7

TABLA 5.2 Concentraciones de oxígeno disuelto que no sobrepasaron los 4 mg/l.

Los máximos déficits* de oxígeno disuelto, se encontraron entre las estaciones RP IV a RPVII, debido a la influencia de las descargas de aguas residuales municipales localizadas en dicha zona (Plano 1). Siendo del orden de 1.1 a 2.7 mg/l.

* El déficit de oxígeno disuelto, es la diferencia entre el de saturación y el disuelto determinado.

Las lagunas de Pueblo Viejo, Chairel y la Costa presentaron concentraciones de oxígeno disuelto bastante aceptables, como puede deducirse de la observación de la tabla 5.3, donde se recopilan los promedios del porcentaje de saturación. En la laguna del Carpintero, se determinaron concentraciones bajas de oxígeno disuelto (promedio de 2.2 mg/l) debido a la influencia de grandes aportaciones de materia orgánica que hace posible tales valores.

Laguna	Fecha	Promedio de O.D. mg/l.	Promedio de oxígeno de sat. mg/l.	Promedio % de sat.
Pueblo Viejo	23-XII-73	7.72	7.91	97.60
	21-XII-73	8.91	9.78	91.10
	9- I -74	6.52	7.98	81.70
Chairel	21- XI-73	4.48	8.11	55.20
	21-XII-73	8.48	9.55	88.80
	4- I -74	7.60	8.56	88.80
La Costa	24- XI-73	8.60	7.98	107.70
	21-XII-73	8.46	9.34	90.60
	9- I -74	8.76	8.15	107.50

Tabla No. 5.3 Promedios del % de saturación de oxígeno.

5.7.4 Demanda biológica de oxígeno

Una medida indirecta del contenido de materia orgánica en el agua, la constituye la demanda biológica de oxígeno, definida como el consumo de oxígeno debido al metabolismo de la materia orgánica, a temperatura y tiempo dados.

La cinética de la reacción metabólica, es considerada de primer orden (ref. 6), su expresión matemática es la siguiente:

$$r = - \frac{dC}{dt} = kC \quad 5.3$$

- donde: $\frac{-dC}{dt}$ Variación de la demanda biológica con respecto al tiempo (mg/l día).
- k Coeficiente de velocidad específica desoxigenación (día⁻¹).
- C Demanda biológica de oxígeno en el tiempo t . (mg/l).

La demanda biológica de oxígeno última (L ó DBO_u) es equivalente a la demandada (Y) en el tiempo t más la remanente (C) en el mismo tiempo. Su expresión algebraica es la siguiente:

$$L = C + Y \quad 5.4$$

Despejando C de 5.4 y sustituyendo en 5.3 obtenemos la siguiente expresión:

$$\frac{-dC}{dt} = \frac{-d(L - Y)}{dt} = \frac{dY}{dt} = k(L - Y) \quad 5.5$$

Integrando la ecuación 5.5 y simplificando, se obtiene:

$$Y = L (1 - e^{-kt}) \quad 5.6$$

En la ecuación anterior, se desconocen los valores de L y k , para calcularlos se utilizó el método numérico de Reed-Therriault (ref. 7). El cual consiste esencialmente en: a) asignación de pares de valores a L y k , calculando los correspondientes de Y para los tiempos experimentados. b) cálculo de las diferencias entre la Y experimental y la calculada por la ec. 5.6 ($Y_{exp.} - Y_{calc.}$). c) obtención del cuadrado de las diferencias y su suma. d) determinación de L y k , cuando la suma del cuadrado de las diferencias sea mínima.

El análisis de los resultados de DBO_u , obtenidos en el estuario, muestra en el primer muestreo las mayores concentraciones con 5.16 mg/l en promedio. Para los siguientes muestreos, 2o, 3o, 4o y 5o los promedios globales fueron 2.86, 1.59, 1.59 y 1.77 respectivamente.

La laguna del Carpintero, recibe las aguas residuales de dos descargas municipales importantes (23 y 24), que aunado a la poca influencia de marea provoca altas concentraciones de DBO_u, entre 88 y 288 mg/l.

En las lagunas de Pueblo Viejo, Chairel y la Costa, el valor más alto registrado de DBO_u, se presentó en la 1a. con un valor de 15 mg/l. La tabla 5.4 contiene las concentraciones de DBO_u, calculadas (máximas, mínimas y promedio).

En las descargas municipales, el intervalo de variación de DBO_u, fué de 31 a 516 mg/l. Las mayores aportaciones se tuvieron en las descargas 7, 9, 12 y 15 con 2343.0, 6882, 1163, 12812 kg/día respectivamente. De las industriales que vierten sus desechos al estuario, la concentración máxima se registro en la No. 18 (Refinería de Cd. Madero), con 319 mg/l en el 2o. muestreo; de las que lo hacen sobre el litoral en la 22 (CYANAQUIM), con 954 mg/l en el mismo muestreo.

Laguna	Fecha	DBO _u (mg/l)		
		Máxima	Mínima	Promedio
Pueblo Viejo	23- XI-73	15.0	3.00	9.14
	21-XII-73	7.5	2.00	4.64
	9- I -74	1.0	2.00	1.43
Chairel	21- XI-73	6.0	2.00	4.25
	21-XII-73	4.0	1.50	2.58
	9- I -74	3.0	1.00	2.00
La Costa	24- XI-73	4.0	1.0	2.16
	21-XII-73	5.5	1.5	3.08
	9- I -74	1.0	2.5	1.41

Tabla No. 5.4 Concentraciones de DBO_u, máxima, mínima y promedio.

5.7.5 Cloruros

En la tabla 5.5, se recopilan las concentraciones promedio de cloruros a 1/3 y 2/3 de profundidad, obtenidas en los cinco muestreos del estuario para las estaciones más lejanas, RP I y RP IX o RP IX'. Se observa que las concentraciones son: a) mayores en RP I. b) menores a 1/3 de profundidad. c) variables con las condiciones de marea prevaecientes y fecha de muestreo. Estas indican que las concentraciones de cloruro son función de la distancia a la boca del estuario, profundidad, tipo de marea y época del año.

Las concentraciones promedio de cloruros para los tres muestreos realizados en las lagunas de Pueblo Viejo, Chairel (para los puntos situados abajo del dique No. 5) y la Costa son respectivamente 3609, 1113 y 903 mg/l.

Fecha	Estación	concentraciones Promedio de Cl ⁻ mg/l					
		RP I		RP IX		RP IX'	
	Prof. Marea	1/3	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3
5-XII-73	Ascendente	3536	13356	299	3694	-	-
9-IV -74	Ascendente	8934	11972	160	189	-	-
26-XII-73	Descendente	5566	11166	-	-	157	1365
16- I -74	Descendente	10292	14210	-	-	135	250
23-III-74	Descendente	10251	15843	-	-	7334	9996

Tabla No. 5.5 Concentraciones Promedio de Cloruros en las Estaciones RP I, RP IX o RP IX'.

5.7.6 Calcio

El contenido de Calcio en las aguas naturales, es debido principalmente a la disolución y arrastre de sales, de depósitos minerales existentes en el suelo y subsuelo por la acción de corrientes superficiales y

subterráneas.

Las aguas marinas presentan una concentración de calcio de 400 mg/l (ref. 8), sólo alterada en zonas aisladas cercanas a las desembocaduras de aportaciones de agua dulce. Es obvio que en el Estuario gran parte del calcio es debido a la intrusión salina por efecto de mareas, con objeto de comprobarlo, se correlacionaron las concentraciones promedio de calcio y cloruros, encontrándose altos valores de los coeficientes, que indican la interdependencia entre los parámetros procesados, la Tabla 5.6 contiene los valores calculados.

Fecha	5-XII-73	26-XII-73	16-I-74	9-IV-74	23-IV-74
Coefficiente de correlación	0.836	0.981	0.971	0.944	0.883

Tabla No. 5.6 Valores de los coeficientes de correlación entre Ca y Cl.

Las concentraciones promedio de calcio para los muestreos realizados en las lagunas de Pueblo Viejo, Chairel y la Costa, son respectivamente: 147, 109 y 106 mg/l.

Una característica favorable del calcio en el agua es la de reducir los efectos tóxicos de plomo, dicromatos, amoníaco y fenoles, por ejemplo: 50 mg/l de calcio elimina la acción tóxica de 1 mg/l de plomo (ref. 1).

5.7.7 Fenoles

Las concentraciones de fenoles en el estuario, se ven notablemente influenciadas por las descargas 17 y 18 de la refinería de Cd. Maduro. El valor máximo registrado fué de 2.1 mg/l en la estación RP II para el quinto muestreo. Aguas abajo de la estación III, se encontraron concentraciones superiores a 0.05 mg/l, límite máximo establecido para la conservación de flora y fauna acuáticas (ref. 1), por lo cual se considera

como zona contaminada por fenoles.

En las lagunas de Pueblo Viejo, Chairel y la Costa se presentaron pequeñas concentraciones de fenoles; el máximo valor se registró en la segunda con 0.017 mg/l en el primer muestreo. En la Laguna de Chila, existen varios pozos petroleros abandonados, que derraman cantidades apreciables de hidrocarburos permitiendo encontrar concentraciones de 0.02 y 0.03 mg/l de fenoles.

La tabla 5.7 contiene las aportaciones máximas registradas en el estudio.

Fecha	15- XI -73	17-XII-73	2- IV -74
No. Descarga	Aportación Kg/d.	Aportación Kg/d.	Aportación Kg/d.
17	12.6	4.6	-
18	1734.0	600.0	146.0

Tabla No. 5.7 Aportaciones máximas de fenoles.

5.7.8 Grasas y Aceites

Las grasas y aceites flotantes en películas cuyo espesor sea mayor de 1×10^{-4} cm. Afectan la velocidad de transferencia de oxígeno, interfiriendo en el proceso de la fotosíntesis. En estado emulsionado, además de la anterior pueden adherirse a las agallas de los peces provocandoles asfixia (ref. 1).

El estuario se encuentra contaminado por grasas y aceites, pues to que el criterio de calidad deseado es el de su completa ausencia (ref. 1). En los primeros tres muestreos se determinaron las flotantes, cuyos resultados se pueden observar en la tabla 30A, los valores máximos registrados se anotan en la tabla 5.8.

Por lo que respecta a las emulsionadas, determinadas en los dos últimos muestreos, las mayores concentraciones promedio por estación, se

localizan alrededor de RPV, como puede apreciarse en la figura No. 2 del apéndice 2.

Fecha	Estación	Eje	Conc. Máx. de G. y A. Flotantes
5-XII-73	RP III	1	479.81
26-XII-73	RP II	2	440.50
16- I -74	RP I	1	302.80

Tabla No. 5.8 Concentraciones máximas registradas de Grasas y aceites flotantes.

En las lagunas, solo se determinaron grasas y aceites flotantes, correspondiéndole la mayor concentración, con 317.96 mg/l, a la de Chila. En las tablas 31A y 32A, se pueden observar los resultados obtenidos.

En los dos muestreos de las playas (Tabla 28A), las concentraciones más altas correspondieron a las estaciones PL 1, PL 2 y PL 3 con 13, 13.4 y 12.6 mg/l respectivamente.

Las descargas con aportaciones de grasas y aceites que sobrepasen por su cantidad son las que se anotan en la tabla 5.9.

No. Descarga	1er. Muestreo Kg/día	2o. Muestreo Kg/día	3er. Muestreo Kg/día
9	14658	640	--
15	1540	1527	--
24	14189	3784	--
26	11005	390	--
17	38.	1125	--
18	9571	13675	5059

Tabla 5.9 Descargas con máximas aportaciones de grasas y aceites.

5.7.9 Bacteriológicos

La evaluación de calidad bacteriológica del agua, en estuario y lagunas, se llevó a cabo cuantificando el número más probable de organismos de tipo coliforme, totales y fecales por cada 100 ml. (NMP/100 ml). El método utilizado se indica en la tabla 5.1.

En el estuario, por lo general, se encontraron densidades altas de organismos coliformes (Tabla 33A). La zona más afectada, es la comprendida entre las estaciones RP II a RP VI, por la influencia de las descargas residuales municipales establecidas (Plano 1). En la tabla 5.10 se pueden apreciar las densidades promedio máximas y las estaciones de ocurrencia, para los muestreos realizados.

Fecha	Estación	NMP/100 ml. (Total)	NMP/100 ml. (Fecal)
4-XII-73	RP VI	78660	27731
	RP IV	72100	14766
	RP III	139000	55433
5- I -74	RP VI	620666	264933
	RP V	894500	41233
	RP IV	124333	27433
	RP III	107833	8800
	RP II	124666	15600
16- I -74	RP VI	306566	168831
	RP V	94033	9308
	RP IV	110500	28183
	RP III	492000	82316
	RP II	303666	54583

Tabla No. 5.10 Densidades promedio máximas de organismos coliformes totales y fecales en el estuario.

De las lagunas, la de Carpintero presenta la mayor contaminación bacteriológica, concentraciones del orden de 10^{10} NMP/100 ml. Siguiéndole

la de Pueblo Viejo con densidades mucho menores, pero sin dejar de ser críticas, para los organismos que viven en el lugar, encontrándose en los ostiones, cantidades que superan 6000 veces el valor máximo permitido (230 NMP/100 g. de United States Public Health Service). Por lo que respecta a la de Chairel, se encontraron concentraciones relativamente altas (del orden de 10^3) en la zona comprendida entre el dique No. 5 y el canal de comunicación con el estuario, causados por aportaciones de las descargas municipales 1 a 6. Las Tablas 34A y 35A contienen los resultados de NPM/100 ml. (totales y fecales) para los muestreos realizados en las lagunas.

5.8 Criterio de evaluación de la calidad del agua

La calidad del agua se clasifica de acuerdo a los rangos de concentración y efectos de los contaminantes y los usos a que se destine. (Refs: 1, 10, 12 y 13). En la tabla 5.11 se tiene la clasificación de acuerdo al uso del agua.

En un estuario, donde la conservación de flora y fauna es el uso más importante, se consideran las siguientes clases de calidad del agua: a) aceptable; b) poco contaminada; c) contaminada y d) altamente contaminada.

Uno de los criterios para evaluar la calidad del agua del estuario del río Pánuco, se basa en la aplicación de ecuaciones que relacionan los valores de concentración y efectos de los contaminantes con un índice de calidad del agua (ICA), permitiendo con ello igualar la escala de clasificación para todos los contaminantes (ref. 14). La tabla 5.12 contiene las ecuaciones utilizadas en este trabajo y la 5.13 la clasificación del agua, considerando índices de calidad.

En las figuras 4 a 14, se grafica el cadenamamiento de las estaciones del estuario contra índice de calidad para: pH, oxígeno disuelto, DBO_5 , fenoles y coliformes totales y fecales. Se aprecia claramente que los fenoles y los coliformes totales y fecales manifiestan altos índices de contaminación.

No se incluyen grasas y aceites, puesto que el criterio deseado es el de su completa ausencia; en caso de aplicarles el índice, la calidad del agua resultaría altamente contaminada.

TABLA 5.11 CLASIFICACION Y USO DEL AGUA

Uso Condición	Suministro de Agua Potable	Recreación	Peces, moluscos Vida Silvestre	Industria y Agricultura	Navegación	Indice
Excelente	No es necesaria la potabilización	Aceptable para todo	Aceptable para todos	No es necesaria la Purificación.	A	2
Aceptable	Requiere cierta potabilización	deporte Acuático	los Peces	Mínima purifica- ción, necesaria para industrias que demandan una calidad de terminada.	C E P	
Poco Contaminada	Tratamiento necesario	Aceptable de acuerdo al con- teo de bacterias	Sólo para el charal Dudoso para pe- ces sensibles	No requiere trata- miento en usos industriales gene- rales.	T A B L E	8
Contaminada	Dudoso	Dudoso para con- tacto corporal	Sólo para peces resistentes	Tratamiento in- tensivo para la mayoría de la industria.		
Altamente Contaminada	No Tolerable	Deportes acuáti- cos sin contacto corporal	Sólo para peces muy resistentes			> 8
		No Tolerable	No Tolerable	No Tolerable	No Tolerable	

TABLA No 5.12

Ecuaciones de transformación de contaminantes expresadas en unidades estandar (Y) y niveles de contaminación (X).

pH	$X_{0-5} = -5.6 + 5.6(7-Y) - 0.4(7-Y)^2$ $X_{5-7} = 2(7-Y)$ $X_{7-9} = (Y-7)^2$ $X_{9-14} = 5.6 + 5.6(Y-7) - 0.4(Y-7)^2$
OD	$X_{<50} = 4.2 - 0.437\left(\frac{100-Y}{5}\right) + 0.042\left(\frac{100-Y}{5}\right)^2$ $X_{50-100} = 0.08(100-Y)$ $X_{>100} = 0.08(Y-100)$
DBO ₅	$X = Y/1.5$
Fenoles	$X = 2^{2.1} \log_{10} Y$
Coliformes totales $\frac{NMP}{100ml}$	$X = 0.0551 Y^{0.5933}$
fecales $\frac{NMP}{100ml}$	$X = 0.1490 Y^{0.5855}$

TABLA No 5.13

Condición	Excelente	Aceptable	Poco contaminada	Contaminada	Altamente contaminada
Indice	1	2	4	8	>8
Parámetro					
pH	6.8-8.0	6.8-8.4	5.0-9.0	3.9-10.1	3.9-10.1
O D. en % de saturación.	88-112	75-125	50-150	20-200	20-200
DBO ₅ ppm.	1.5	3.0	6.0	10.	12
Fenoles ppm.	0.0005	0.0015	0.01	0.08	0.1
NMP/100ml de totales	0-175	175-350	350-1000	1000-5000	>5000
NMP/100ml de fecales	0 -35	35-70	70-200	200-1000	>1000

6. TRATAMIENTOS

La aplicación de tratamientos a descargas de aguas residuales municipales e industriales, exige el conocimiento de las características del agua, la calidad deseada en el efluente y las particularidades económicas del sistema. La fig 2 del apéndice 2, muestra esquemáticamente el conjunto de procesos utilizados en los tratamientos: primario, secundario, terciario y manejo y disposición de lodos.

6.1 Primario

El tratamiento primario, se requiere para remover sólidos suspendidos, grasas y aceites, ajuste de pH y rompimiento de emulsiones. Los procesos susceptibles de utilización, son: sedimentación, filtración, flotación, etc.

6.2 Secundario

El tratamiento secundario, reduce los constituyentes orgánicos entre 85 y 90 por ciento. Los procesos utilizados con mayor frecuencia son: lodos activados, lagunas aereadas, filtros rociadores, lagunas de estabilización y oxidación química.

6.3 Terciario

Es utilizado para eliminar sustancias orgánicas refractarias, nutrientes (fosfatos, nitrógeno), metales pesados, sólidos disueltos y turbiedad. Los procesos clasificados para tratamiento terciario, son: adsorción con carbón, ósmosis reversible, floculación, filtración, electrodiálisis, intercambio iónico, evaporación y desinfección.

6.4 Manejo y disposición de lodos

El manejo y disposición de los lodos generados en los diferentes procesos, es bastante problemático, principalmente por los altos costos que representa (entre 25 y 50 % de costo del tratamiento).

Los lodos se pueden disponer en 3 diferentes ambientes: el atmosférico, el acuoso y el terrestre; la 1a. y 2a, formas de disposición resultan inadecuadas por los consecuentes deterioros al aire y agua, la 3a. es la mejor alternativa incluso favorable a los suelos cuando se controla el contenido de material tóxico.

Los procesos tradicionales de tratamiento, son: Espesamiento di gestión aerobia o anaerobia, secado en lecho de arena, filtración centrifugación e incineración.

6.5 Algunos procesos involucrados en los tratamientos

A continuación se describen algunos de los procesos mayormente utilizados en el tratamiento de aguas residuales municipales e industriales.

6.5.1 Sedimentación

La sedimentación se utiliza para la remoción de sólidos suspendidos en líquidos. Existen tres clases de sedimentación: la discreta, floculenta y por zonas.

a) Discreta

Las partículas que se asientan sin perder su forma, tamaño y densidad; se clasifican dentro del tipo de sedimentación discreta.

La sedimentación se logra cuando el peso de la partícula o fuerza de atracción de la gravedad supera a la fuerza de flotación ejercida por el fluido. La fuerza neta resultante, se puede expresar:

$$F = (\gamma_s - \gamma) V \quad 6.1$$

donde:	F	Fuerza neta
	γ_s, γ	densidades específicas de la partícula y fluido respectivamente.
	V	Volumen de la partícula.

La fuerza de arrastre ejercida sobre la partícula, es función de: la densidad y viscosidad del fluido, la velocidad de sedimentación (v_s) y diámetro de partícula. La fuerza de arrastre, puede expresarse por la ecuación siguiente:

$$F_D = \frac{C_D A \rho v_s^2}{2} \quad 6.2$$

donde:	F_D	Fuerza de arrastre
	C_D	Coefficiente de arrastre
	A	Area de la partícula, proyectada en la dirección del movimiento.

El coeficiente de arrastre es función del No. de Reynolds: cuando es menor de 1, $C_D = 24/Re$; si se encuentra entre 1 y 10^4 C_D puede aproximarse por:

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34 \quad 6.3$$

En condiciones de equilibrio la fuerza neta (ec. 6.1) es igual a la de arrastre (ec. 6.2), es decir,

$$(\gamma_s - \gamma) V = C_D A \rho v_s^2 / 2 \quad 6.4$$

Despejando v_s de 6.4 se tiene:

$$v_s = \sqrt{\frac{2(\gamma_s - \gamma) V}{C_D A \rho}} \quad 6.5$$

Sabemos que γ , γ_s son igual a (ρg) y $(\rho_s g)$ respectivamente y que si consideramos partículas esféricas: $V = \pi d^3/6$ y $A = \pi d^2/4$. Sustituyendo estos valores en 6.5 obtenemos:

$$v_s = \sqrt{\frac{4 g (\rho_s - \rho) d}{3 C_D \rho}} \quad 6.6$$

Esta ecuación permite calcular la velocidad de sedimentación. Cuando los números de Reynolds son menores que uno, la sustitución de $24/R_e$ para C_D , transforma la ec 6.6

$$v_s = \frac{g (\rho_s - \rho) d^2}{18 \mu} \quad 6.7$$

la cual es conocida como la ley de Stokes.

En un tanque (fig 6.1) donde las partículas sedimentan en forma discreta, existen dos componentes de velocidad del fluido, una horizontal v y otra vertical v_o .

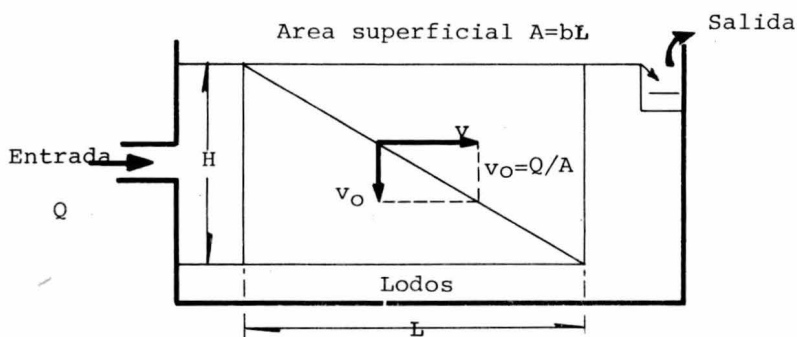


Figura No. 6.1. Diagrama esquemático mostrando la sedimentación de partículas en forma discreta.

Necesariamente solo las partículas con velocidades de sedimenta

ción (v_s) mayores que v_o son removidas completamente en el proceso; cuando $v_s < v_o$ la remoción se efectúa en proporción igual a v_s/v_o . Lo anterior es valedero, cuando se considera un tamaño de partícula uniforme, en caso de que no suceda así, la remoción puede ser calculada mediante la siguiente expresión:

$$R = (1 - x_o) + \frac{1}{v_o} \int_0^{x_o} v_s dx \quad 6.8$$

donde: R remoción total

x_o fracción de partículas con velocidad de sedimentación menor o igual que v_o .

El segundo término de la ecuación 6.8 es equivalente a la porción de partículas con velocidad de sedimentación menor o igual a v_o . Puede calcularse por integración gráfica; como puede observarse en la fig 6.2, el área sombreada es igual a

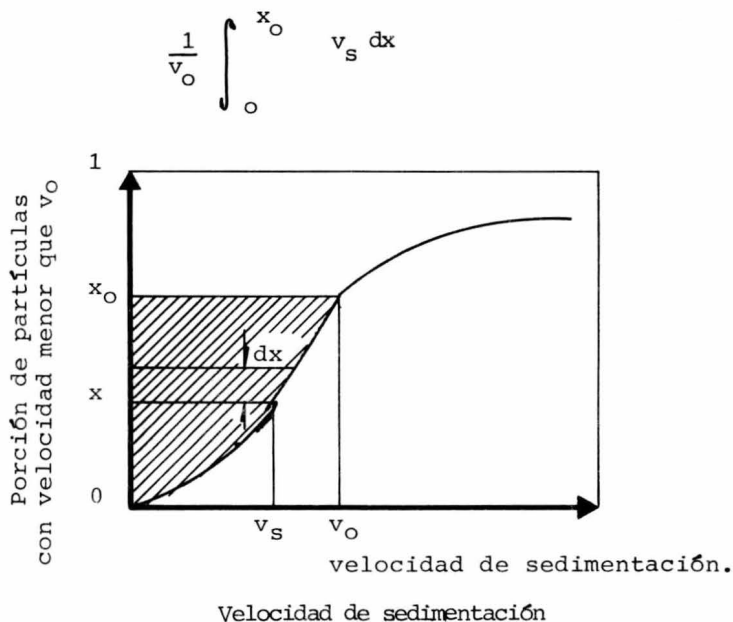


Fig No. 6.2 Distribución de frecuencia acumulada, para la velocidad de sedimentación discreta de partículas.

b) flocculenta

Este tipo de sedimentación ocurre, cuando las partículas se aglomeran, cambiando de forma, tamaño y densidad; implicando que la velocidad v_s no sea uniforme en el proceso. Desafortunadamente no existe un desarrollo matemático que la describa, haciéndose necesario recurrir a pruebas de laboratorio, en columnas de sedimentación para poder efectuar los cálculos de diseño. Las características de una columna de este tipo se muestran en la fig 6.3 . El experimento consiste esencialmente en la extracción de muestras a diferentes profundidades,

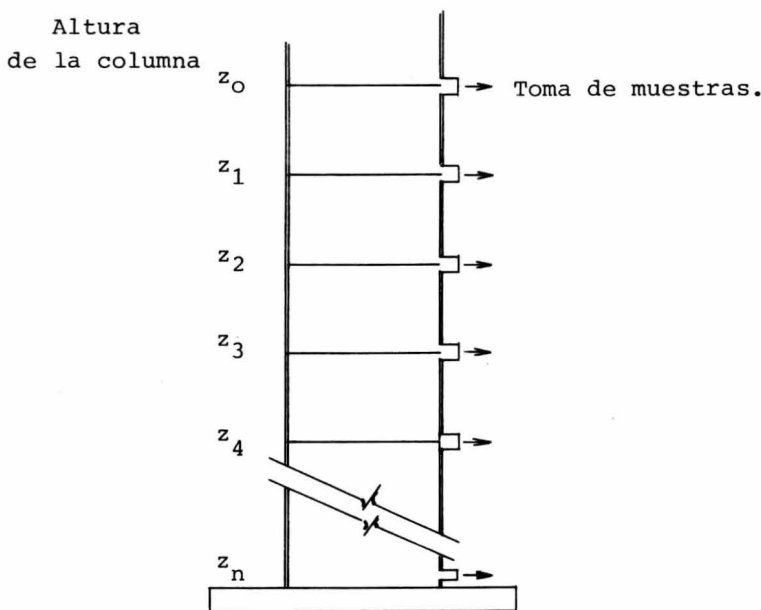


Fig No. 6.3 Diagrama esquemático mostrando una columna de sedimentación.

determinándose el porcentaje de material particular removido en el transcurso del tiempo.

Puesto que la velocidad de diseño (v_0), en el tanque de sedimentación será igual a z_0 / t_0 (tiempo), la remoción total equivaldrá a la fracción de partículas con velocidades mayores a v_0 mas las diferentes

fracciones con velocidades menores o iguales a v_o . La remoción total puede expresarse:

$$R = X_T + \frac{v_{s1}}{v_o} X_1 + \frac{v_{s2}}{v_o} X_2 + \dots + \frac{v_{sn}}{v_o} X_n$$

donde:

R remoción total en la columna de sedimentación
 X_T fracción de partículas totalmente removidas
 X_1, X_2, \dots, X_n fracciones de partículas removidas con velocidades de sedimentación mayores o iguales a $v_{s1}, v_{s2}, \dots, v_{sn}$ respectivamente.

Como $v_{s1}, v_{s2}, \dots, v_{sn}$ son respectivamente iguales a: $z_1/t_o, z_2/t_o, \dots, z_n/t_o$, la ecuación 6.9 puede expresarse:

$$R = X_T + \frac{z_1}{z_o} X_1 + \frac{z_2}{z_o} X_2 + \dots + \frac{z_n}{z_o} X_n \quad 6.10$$

c) Por zonas

La sedimentación por zonas, se caracteriza por el aglutamiento de las partículas o flóculos, en una sola masa, que se asienta ofreciendo diferente interfase en el proceso.

Considerando la velocidad de sedimentación durante el proceso, podemos distinguir dos zonas de velocidad constante: la de asentamiento y la de compresión; y una de transición donde la velocidad decrece uniformemente y que separa las dos zonas mencionadas en primer término. La fig 6.4 muestra las zonas que se presentan en este tipo de sedimentación.

Para determinar los parámetros de diseño: velocidad y área superficial; se parte de los resultados de pruebas de remoción obtenidas en cilindros graduados. La pendiente de la curva, que corresponde a la zona de

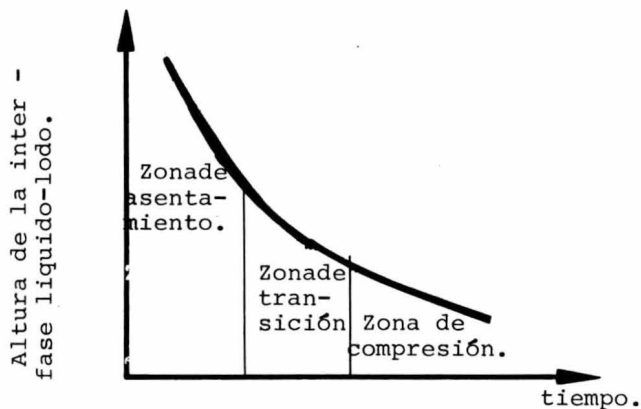


Figura No. 6.4. Zonas que se presentan en la sedimentación por zonas.

El asentamiento nos da la velocidad de sedimentación. Conociendo el flujo de entrada, salida y de lodos y sus correspondientes concentraciones se puede establecer el siguiente balance de sólidos:

$$Q_0 C_0 = (Q_0 - q) C_s + q C_1 \quad 6.11$$

donde: Q_0 , q flujos en influente y salida de lodos respectivamente.

C_0 , C_s y C_1 concentraciones de sólidos a la entrada, salida y en lodos respectivamente.

Sustituyendo el valor de $Q_0 = A v_s$ en la ecuación 6.11 y despejando A nos queda:

$$A = \frac{q}{v_s} \frac{(C_1 - C_s)}{(C_0 - C_s)} \quad 6.12$$

de esta expresión podemos determinar A .

6.5.2 Filtración

La filtración es un proceso físico químico de separación de sólidos suspendidos y coloidales de un líquido, utilizando para tal fin un medio poroso sobre el que se depositan los sólidos al hacer pasar el líquido.

La adsorción de las partículas suspendidas a la superficie del medio filtrante es un factor muy importante para el buen funcionamiento del filtro; depende de las características físicas y químicas de la suspensión y del medio filtrante.

Existen varios tipos de filtros de agua, los rápidos y lentos cuando se clasifican de acuerdo a la velocidad de flujo por área unitaria; los de gravedad y los de presión, cuando se considera el gradiente de presión que los hace funcionar. En los filtros lentos se obtienen velocidades de flujo entre 1 y 10 mgd por acre, en los rápidos entre 1 y 8 gpm/ft².

La gran mayoría de plantas de tratamiento de agua, utilizan el filtro rápido de gravedad, cuyo medio filtrante es arena silicosa o antracita.

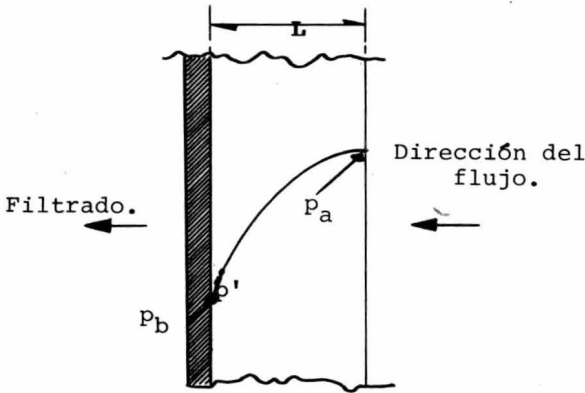
Los filtros de presión están constituidos por un tanque cilíndrico, usualmente de acero, un lecho filtrante y diversos accesorios. La presión de operación varía de unos pies de presión hasta 150 lb/in².

Operación de filtros.

La variable principal que se debe controlar para la operación de un filtro dado es la caída de presión.

La fig 6.5 se muestran los gradientes de presión a través del medio filtrante y la torta.

Una de las ecuaciones que rige en forma general el comportamiento



$$\begin{aligned}
 -\Delta P \quad p_b - p_a &= \text{(Caída global de presión)} \\
 -\Delta P_a \quad p - p_a &= \text{(Caída de presión a través de la torta)} \\
 -\Delta P_b \quad p_b - p &= \text{(Caída de presión a través del medio filtrante)}
 \end{aligned}$$

Figura No. 6.5. Gradientes de presión a través del lecho filtrante. (filtro y torta de sólidos)

to de un filtro es la de Carman-Kozeny, siendo su expresión la siguiente:

$$\frac{(-\Delta P) g_c}{L} = 180 \frac{(1-e)^2}{e^3} \frac{\mu v_s}{D_p^2} \quad 6.13$$

En donde:

- $-\Delta P$ Caída global de presión
- L Longitud de la torta
- g_c Factores conversión (g/g_f) (m/seg^2)
- e Porosidad de la torta
- v_s Velocidad superficial m/seg
- μ Viscosidad $g/cm\text{-seg}$
- D_p Diámetro de partícula

Si $S_o = \frac{6}{D_p} (f_t^2 / f_t^3)$ es el área específica superficial la ecuación 6.13 queda:

$$\frac{(-\Delta P) g_c}{L} = \frac{5(1-e)^2 \mu v_s S_o^2}{e^3} \quad 6.14$$

despejando v_s tenemos:

$$v_s = \frac{(-\Delta P) g_c e^3}{5 L (1-e)^2 \mu S_o^2} = \frac{(dV)}{(d\theta)} \frac{1}{A} \quad 6.15$$

donde: $\frac{dV}{d\theta}$ Volumen filtrado por unidad de tiempo

A Area de filtración

Para integrar la ecuación 6.14 es necesario establecer el balance de material siguiente:

$$LA(1-e)\rho_s = WV \quad 6.16$$

donde: ρ_s densidad del sólido en la torta

W peso de sólidos en la alimentación por volumen de líquido

V Volumen filtrado que pasa através de la torta

Sustituyendo L de 6.16 en 6.15 tenemos:

$$\frac{1}{Ad\theta} dV = \frac{(-\Delta P) g_c e^3}{\frac{5 WV}{A \rho_s} \mu (1-e) S_o^2} = \frac{(-\Delta P) g_c}{\frac{\alpha \mu w v}{A}} \quad 6.17$$

donde: α Resistencia específica de la torta = $\frac{5(1-e) S_o^2}{\rho_s e^3}$

Introduciendo la resistencia del medio filtrante y tubería (R_M), la ecuación 6.17 queda:

$$\frac{du}{Ad\theta} = \frac{(-\Delta P) g_c e^3}{\mu \left(\frac{\alpha w V}{A} + R_M \right)} \quad 6.18$$

$$\delta \quad \frac{dV}{Ad\theta} = \frac{(-\Delta P) g_c e^3}{\mu \alpha w (V + V_1)} \quad 6.19$$

donde: V_1 Volumen equivalente, definido como el volumen necesario para formar una torta ficticia.

Dependiendo de 1 efecto de la presión sobre las tortas de filtración se clasifican en: a) Incompresibles y b) Compresibles.

- a) Tortas Incompresibles
i) Filtración a presión constante

Para calcular la resistencia y volumen específicos de la torta, (α y V_1 respectivamente) se grafica V contra $d\theta/dV$, de la pendiente de la recta se obtiene α y de la ordenada al origen, V_1 . La fig 6.6 muestra la recta que se obtiene.

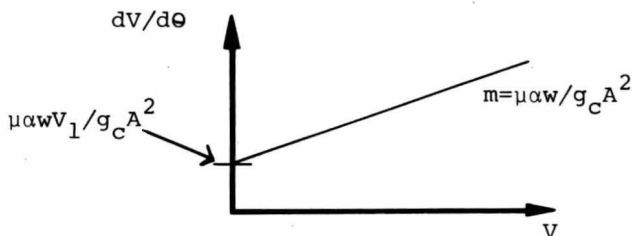


Figura No. 6.6 Gráfica para obtener α y V_1 .

ii) Filtración a flujo cte.

Las constantes α y V_1 se obtienen en forma similar al caso anterior, graficando V contra $-\Delta P$. El valor de la caída de presión es:

$$-\Delta P = \frac{\mu \alpha w}{g_c A^2} \left(\frac{dV}{d\theta} \right) (V + V_1) \quad 6.20$$

b) Tortas compresibles.

Existen ecuaciones empíricas que ligan la caída de presión através de la torta y el factor de resistencia α de la misma. Tal como son:

$$i) \alpha = \alpha_0 + b (-\Delta P_c)^S \quad 6.21$$

$$ii) \alpha = \alpha'_0 (-\Delta P_c)^{S'} \quad 6.22$$

donde: α_0 Resistencia de la torta cuando la compresibilidad es cero

S Factor de compresibilidad de la torta, que es cte. bajo rangos de presión moderados.

b cte

$-\Delta P_c$ Caída de presión

α'_0 y S' ctes con el mismo significado de α_0 y S respectivamente.

Grace establece que la variación de la fuerza compresible depende de la posición de la partícula en la torta, haciendo posible modificar la ecuación 6.17 y relacionar $\frac{dU}{d\theta}$ con

$-\Delta P$, en la forma siguiente:

$$\frac{dV}{A d\theta} = \frac{-g_c A \rho_s}{5w \mu V} \int_0^{p'-p_a} \frac{e^3}{(1-e) S_o^2} dP \quad 6.23$$

Si se introduce la resistencia específica α de la torta tenemos que la ec. anterior queda:

$$\frac{dV}{A d\theta} = \frac{-g_c A \rho_s}{w \mu V} \int_0^{p'-p_a} \frac{dP}{\alpha} \quad 6.24$$

6.5.3 FLOTACION

La flotación es un proceso que elimina partículas suspendidas en líquidos, tales como: grasas y aceites, fibras y sólidos de baja densidad.

Su mecanismo se basa en la adherencia de pequeñas burbujas de aire a las partículas sólidas, induciendo su flotación.

Existen dos tipos de sistemas de flotación, el que considera recirculación y el que no hace, la figura 6.7 muestra el diagrama de dichos dispositivos.

Los factores que se toman en cuenta para el diseño de dispositivos para flotación son: la relación aire-sólidos, velocidad de ascenso y grado de compactación de los lodos.

La relación aire-sólidos se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{A}{S} = \frac{5_a (FP - 1) R}{S_a Q} \quad 6.25$$

- En donde: $\frac{A}{S}$ Relación aire-sólidos $\left(\frac{\text{g de aire liberado}}{\text{g de sólidos en el in-}} \right)$
 fluyente.
- S_a Concentración de saturación del aire $\frac{g}{l}$
 en agua.
- F % de saturación
- P Presión absoluta atm.)
- R Flujo de recirculación (l/seg)
- C Factor de conversión
- S_a Sólidos suspendidos en el influente (g/l)
- Q Flujo en el influente (l/seg)

La naturaleza del agua a procesar determinará mediante pruebas previas en laboratorio la relación aire-sólidos mas adecuadas, la velocidad de ascenso y compactación de sólidos.

El área superficial requerida depende de la velocidad de ascenso de los lodos y del grado de compactación deseado.

La operación óptima del sistema de flotación requiere que la relación aire-sólidos sea mantenida mas o menos constante, puesto que de lo contrario se verá afectada, alterando la calidad del agua del efluente.

En algunas ocasiones es recomendable, utilizar sustancias químicas (Floculantes) para mejorar el proceso de flotación y consecuentemente la calidad del agua tratada.

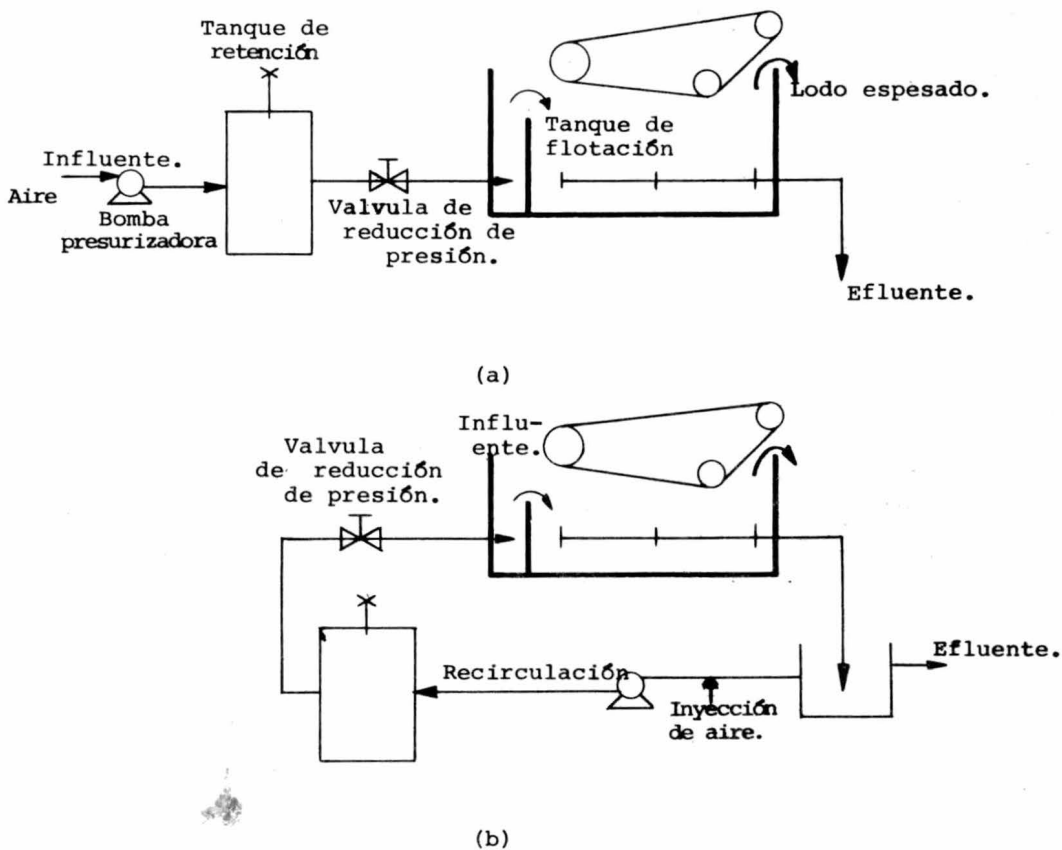


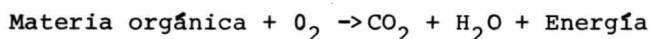
Fig No. 6.7 Diagrama esquemático que muestra los dispositivos de flotación. (a) Sistema de flotación sin recirculación. (b) Sistema con recirculación.

6.5.4 BIOLÓGICOS

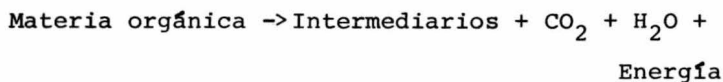
Los procesos biológicos son utilizados para eliminar sustancias orgánicas de aguas de desechos municipales e industriales. Se fundamentan en reacciones metabólicas que se llevan a cabo en los microorganismos presentes pueden ser aeróbicos si requieren de oxígeno y anaeróbicos si sucede lo contrario.

Las reacciones que se efectúan son:

1) Aeróbicas



2) Anaeróbicas



A continuación se describen dos de los procesos biológicos aeróbicos más utilizados, como son: Lodos activados y lagunas aereadas.

6.5.4 (a) LODOS ACTIVADOS

El proceso convencional de lodos activados, se muestra en la fig 6.8; como puede observarse, el agua residual pasa por un sedimentador primario donde se remueve el material de mayor tamaño; de ahí continúa al tanque de aereación donde permanece entre 4 y 8 horas. Del tanque de aereación, la mezcla de lodos activados y agua residual (licor mezclado) fluye al sedimentador secundario donde el agua clarificada se descarga por la parte superior y los lodos por la inferior. Una parte del flujo de la parte inferior (entre 15 y 25% del flujo del agua residual) es regresado para mezclarse con el flujo de

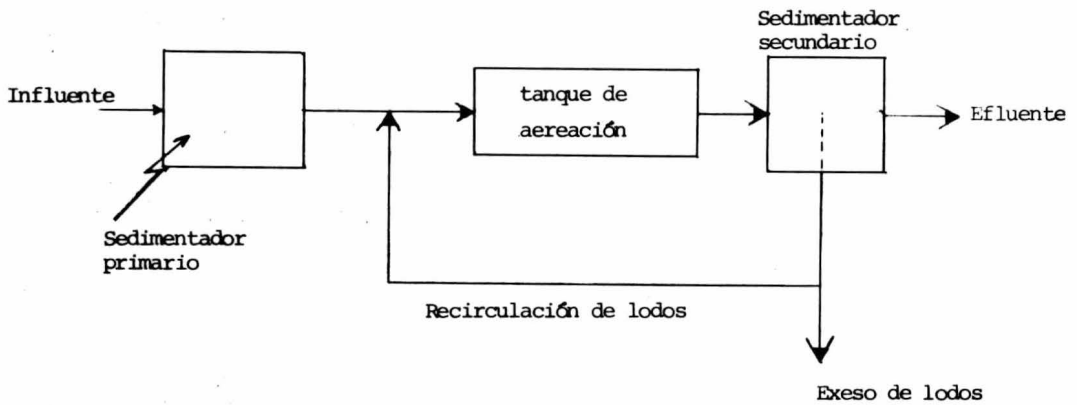


Figura 6.8 Proceso convencional de lodos activados.

agua sedimentada, la otra es eliminada del sistema.

Para el diseño de un sistema de lodos activados, los factores que se deben tomar en cuenta son: s) Balance de material b) Requerimientos de oxígeno c) Producción de lodos.

a) Balance de material

El balance de material en el tanque de aereación para un sistema de lodos activados es el siguiente:

$$Q S_o - Q S_e = \frac{-V ds}{dt} \quad 6.26$$

donde:

Q Flujo

V Volumen del tanque de aereación

- S_0 Conc. del sustrato soluble a la entrada en mg/l de DBO ó DQO
 S_1 Conc. del sustrato soluble a la salida en mg/l de DBO ó DQO
 T Tiempo de residencia

Suprimiendo que la reacción de remoción de sustrato es de 1er orden, entonces:

$$- \frac{dS}{dt} = R X_a S_1 \quad 6.27$$

combinando las ecuaciones 6.26 y 6.27 resulta:

$$\frac{S_0 - S_1}{X_a T} = K S_1 \quad 6.28$$

donde: X_a Conc. de sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado.

K Velocidad específica de reacción

b) Requerimientos de oxígeno

Los requerimientos de oxígeno para un sistema biológico son los necesarios para cubrir el consumo de los organismos por síntesis (anabolismo) y respiración endógena (catabolismo) Así:

$$\frac{O_2 \text{ utilizado}}{\text{día}} = R_r = a' \left(\frac{S_0 - S_1}{t} \right) + b' X_a \quad 6.29$$

en la cual a' = coeficiente de velocidad de utilización de oxígeno para síntesis en miligramos de O_2 utilizado por miligramo de sustrato removido; y b' = coeficiente de utilización de

O_2 para respiración endógena por día.

dividiendo la ecuación 6.29 por X_a se tiene:

$$\frac{R_r}{X_a} = \frac{K_r}{X_a} = a' \left(\frac{S_o - S_e}{X_{at}} \right) + b' \quad 6.30$$

Si $\frac{S_o - S_e}{X_{at}} = q$ entonces la ecuación 6.30 se transforma en:

$$K_r = a'q + b' \quad 6.31$$

donde: K_r velocidad específica de decaimiento de O_2 en $mg O_2$ por día por mg de SSVIM

graficando q contra K_r se puede determinar a' y b'

c) Producción de Lodos

Para determinar la acumulación de lodos en el sistema se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{A_x}{V} = \frac{X_o}{t} + \frac{a' (S_o - S_e)}{t} - \left(\frac{b' X_a + X_e}{t} \right) \quad 6.32$$

donde A_x producción de lodo por día
 X_o sólidos suspendidos totales en el influente
 X_e sólidos suspendidos totales en el efluente

6.5.4 (b) LAGUNAS AEREADAS

Una laguna aerada es un estanque en el cual proliferan bacterias y otros organismos bajo condiciones aerobias. El oxígeno es administrado por medio de sistemas mecánicos ó difusores.

La turbulencia producida, mantiene la distribución de oxígeno a través del estanque aunque es usualmente insuficiente para mantener todos los sólidos en suspensión. La población de microorganismos en una laguna aerada es función de las características del agua residual y del tiempo de residencia, la temperatura y la concentración de los sólidos biológicos suspendidos. La velocidad de remoción de sustrato puede ser expresada como sigue:

$$\frac{dS}{dt} = KXaS = KS \quad 6.33$$

donde:	$\frac{dS}{dt}$	remoción de sustrato por unidad de tiempo
	K	constante de velocidad de remoción (excluyendo los SSV)
	K	constante de velocidad de remoción (incluyendo los SSV)
	Xa	conc. de SSV en la laguna aerada
	S	Sustrato remanente.

Asumiendo un sistema completamente mezclado el balance de material es:

$$\frac{S_o - S_e}{X_{at}} = k S_e \theta \quad \frac{S_e}{S_o} = \frac{1}{1 + Kt} \quad 6.34$$

donde:	S _o	conc. de sustrato a la entrada
	S _e	conc. de sustrato a la salida

Una laguna aereada se ve afectada por los cambios de temperatura la siguiente ecuación sirve para determinar la respuesta (En la temp. de la laguna) a dichos cambios:

$$T1 - Tw = \frac{(Tw - Ta) fA}{Q} \quad 6.35$$

donde

T1	Temperatura en el influente
Tw	Temperatura en la laguna
Ta	Temperatura del aire
Q	Flujo de agua residual
A	Area superficial de la laguna
f	Factor de proporcionalidad

En f se incluye el coeficiente de transferencia de calor y efectos del viento y humedad.

El coeficiente K se afecta por las variaciones en la temperatura, la siguiente ecuación sirve para obtenerlo a otras temperaturas diferentes a la de 20° C :

$$K_t = K_{20^\circ C} \theta^{T-20} \quad 6.36$$

donde:

K_t	cte de vel. de remoción a la temp. T
K_{20}	cte de vel. de remoción a 20°C
T	Tw
θ	Coeficiente de temperatura (1.06 - 1.10)

Combinando las ecuaciones 6.34, 6.35 y 6.36 tendremos la expresión para la fracción removida (Se/So) siguiente:

$$Se = \frac{1}{1 + K_{20} \theta \left(\frac{Afta + QT1}{Af + Q} - 20 \right) \frac{AD}{Q}} \quad 6.37$$

donde $\frac{AD}{Q}$ son términos del tiempo de residencia.

Los requerimientos de O_2 en una laguna aerada son aquellos que cubren la remoción del sustrato y el consumo de los sólidos biológicos en suspensión. Puesto que estos sólidos se encuentran normalmente en niveles bajos (80-200 mg/l SSV) el oxígeno requerido puede ser directamente determinado de la conc. de sustrato removida y:

$$\frac{\text{requerimientos de } O_2}{\text{día}} = Y \text{ Remoción de sustrato}$$

La cantidad de sólidos suspendidos puede cuantificarse utilizando la siguiente ecuación:

$$(X_o) + (aSr - bXat) = Xa \quad 6.38$$

Entrada síntesis neta salida

Despejando Xa se tiene: $Xa = \frac{Xo + aSr}{(1 + b t)}$

donde:

Xa	SSVM promedio en mg/l
Xo	SSU en el influente en mg/l
Sr	Sustrato removido en mg/l
a	Fracción de sustrato removido utilizado para síntesis celular
Te	tiempo de residencia
b	Coefficiente de velocidad de autooxidación celular en tiempo ⁻¹

6.5.5 FLOCULACION

La precipitación de material coloidal con ayuda de un electró-

lito, se denomina floculación o coagulación. Su mecanismo se basa en la formación de conglomerados, (al neutralizarse la carga del electrólito con la de las partículas en suspensión) que precipitan al aumentar su densidad. Cuanto mayor es la carga del electrólito mayor será la acción sobre las partículas en suspensión.

Los electrólitos mas usados como agentes coagulantes, son: sulfato de aluminio, sulfato ferroso, sulfato y cloruro ferricos, aluminato de sodio. Es frecuente la combinación de electrólitos cuando las características del agua así lo requieren, a fin de lograr mayor eficiencia en la floculación. Es importante el conocimiento del rango de pH en que mejor opera un electrólito, así por ejemplo para el sulfato de aluminio, el rango es de 5.5 a 8.0. Otro de los factores que afecta la floculación es la temperatura, incrementándose la cantidad requerida del electrólito, entre menor sea esta.

La dosificación óptima de un electrólito o combinación de ellos se determina experimentalmente, debido a la complejidad del mecanismo de floculación. Los floculos se estructuran irregularmente impidiendo conocer diámetro y forma lo que a su vez impide la aplicación de las ecuaciones generales de sedimentación. Los enlaces eléctricos debiles que ligan las partículas floculadas, permiten el fácil rompimiento de las mismas por la acción de la turbulencia.

El equipo de floculación, es diseñado para obtener con rapidez la mayor sedimentación posible, lo mas recomendable para lograrlo es mezclado rápido seguido de uno lento. En el primer paso se logra la distribución homogénea de las partículas suspendidas y electrofíticas. En el segundo se favorece el choque entre partículas y consecuentemente su aglomeración y precipitación.

La figura 6.8 muestra el diagrama de un equipo convencional de floculación. El cual consta de: un tanque rectangular (construido de concreto ó metal); una serie de baffles que separan los diversos compartimentos, el de mezclado rápido, los de mezclado lento y la cámara de sedimentación; varios agitadores rotatorios de paletas.

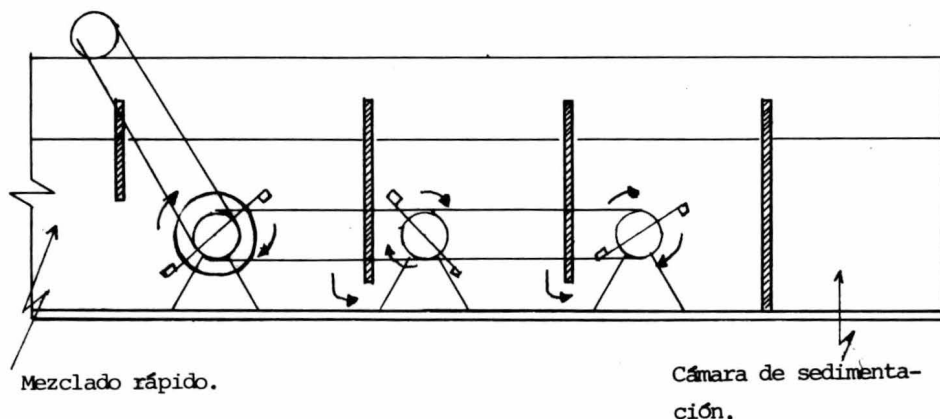


Figura No. 6.8 Diagrama que muestra un equipo flocculador.

El periodo requerido para floculación, es función de las características del agua a tratar y del diseño del flocculador; generalmente este tiempo varía entre 20 y 60 minutos.

6.5.6 INTERCAMBIO IÓNICO.

El proceso de intercambio iónico es uno de los mas utilizados para desmineralizar el agua.

Existen dos tipos de procesos de intercambio iónico, los catiónicos y los aniónicos.

Intercambiadores catiónicos

Los intercambiadores catiónicos son de dos tipos; los de ciclo sódico y los de ciclo hidrógeno.

Los de ciclo sódico, eliminan sales de calcio, magnesio, fierro y manganeso; los de ciclo hidrógeno lo hacen con sales de calcio, magnesio y sodio.

son materiales de intercambio catiónico: los aluminio silicatos de sodio, las zeolitas greensand, los orgánicos carbónicos, las resinas de poliestireno. Los dos últimos son utilizados en el ciclo hidrógeno por poseer la propiedad de resistir acidez.

En el ciclo sódico se pueden utilizar todos los materiales mencionados anteriormente.

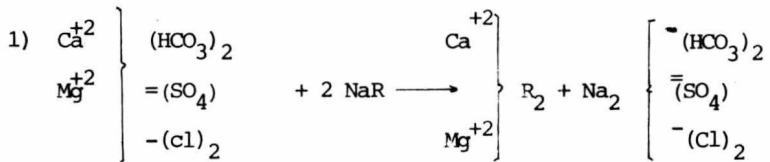
Con las resinas de poliestireno se logran capacidades de intercambio muy superiores a las que se obtienen con los otros materiales. Se fabrican mediante la copolimeración de estireno y divinil benceno seguida de sulfonación.

Las zeolitas greensand se fabrican estabilizando la glauconita, que se encuentra constituida de iones sodio, potasio, magnesio, fierro, aluminio, sílice y agua.

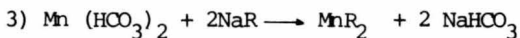
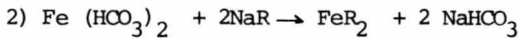
Reacciones en los intercambiadores catiónicos.

A) Ciclo sódico

a) Con sales de calcio, magnesio, fierro y manganeso:



Intercambiador catiónico
ciclo sódico

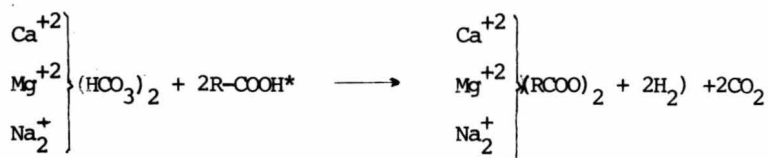


b) de regeneración con NaCl.

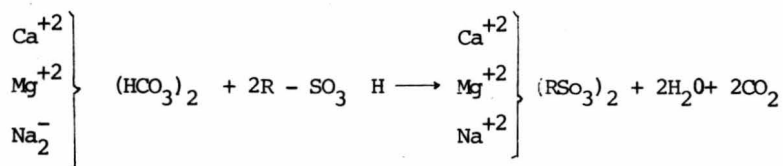


B) Ciclo hidrógeno:

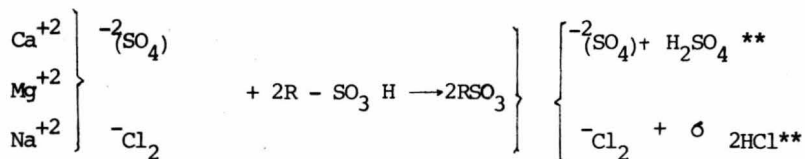
a) Con los bicarbonatos



Intercambiador catiónico ciclo sódico



b) con los sulfatos y cloruros:

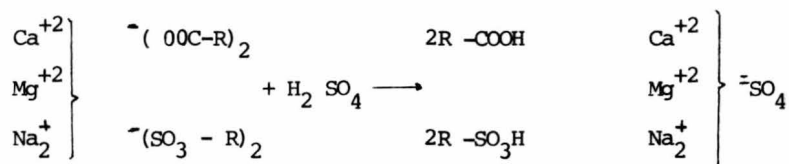


* En el ciclo hidrógeno, los grupos carboxílicos únicamente tienen valor de intercambio en la eliminación de bicarbonatos.

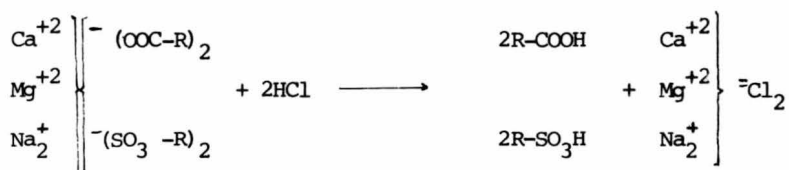
** La acidez provocada en la reacción, se neutraliza adicionando hidróxi-

do de sodio.

c) de regeneración con ácido sulfúrico.



d) de regeneración con ácido clorhídrico



Intercambiadores Aniónicos.

Los intercambiadores aniónicos se clasifican en fuerte y débilmente básicos. Son fabricados con derivados orgánicos como son:

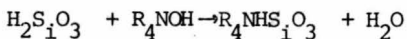
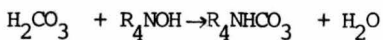
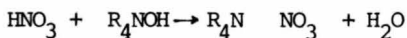
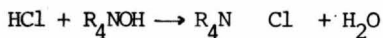
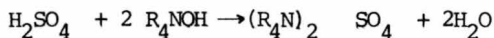
A) Las aminas cuaternarias de poliestireno con grupos alquílicos o alcoholes parafínicos en su estructura cuaternaria (fuertemente básicas) y B) Aminas alifáticas (débilmente básicos).

Los aniónicos fuertemente básicos se utilizan para eliminar toda clase de ácidos. Los débilmente básicos para eliminación de ácidos fuertemente ionizados.

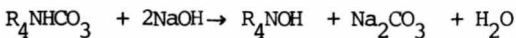
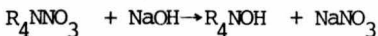
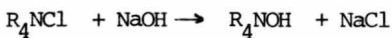
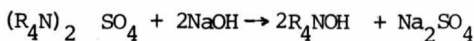
Reacciones en intercambiadores aniónicos.

A) Fuertemente básicos

a) con ácidos

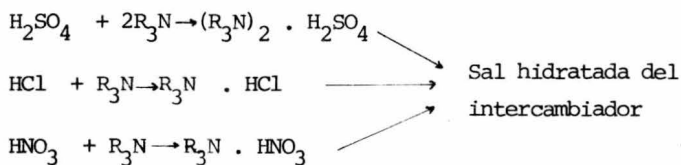


b) de regeneración con NaOH

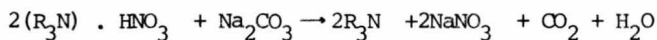
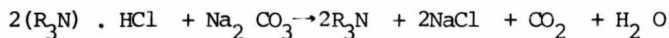
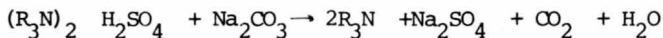


B) Débilmente básicos

a) con ácidos



b) de regeneración

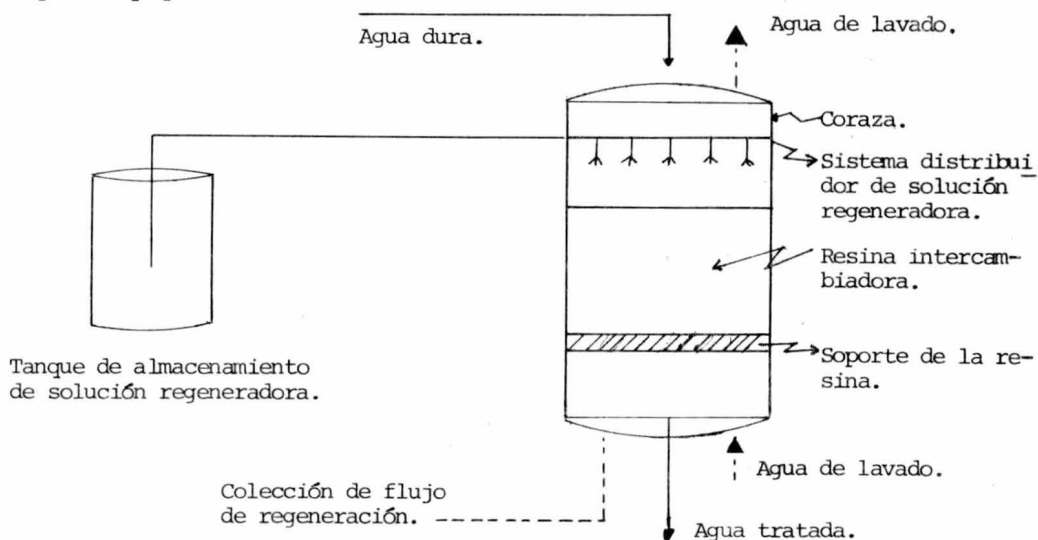


Descripción de equipo para intercambio iónico.

Los intercambiadores iónicos, son diseñados para operar por gravedad o bajo presión.

Los que operan por gravedad son muy similares a los filtros de agua que operan bajo el mismo principio y constan básicamente de: un tanque rectangular de concreto o cilíndrica de acero o madera, un soporte de grava para el material intercambiador, un sistema de distribución del agua por ablandar y otro para regeneración del material agotado.

El equipo de intercambio mayormente usado es el de presión, cuya constitución es la siguiente: un tanque cilíndrico vertical u horizontal de tamaño dependiente del volumen y dureza del agua a tratar, un soporte de arena granulada, una resina intercambiadora un sistema de distribución de solución regeneradora y agua de lavado, tanques adjuntos para almacenamiento de sustancia regeneradora, medidores y controles de retro-lavado y enjuague. Los flujos permisibles en esta clase de equipo varían entre 3 y 8 gpm/ft² y el espesor del material de intercambio entre 30 y 72 pulgadas. La fig 6.9 muestra esquemáticamente la configuración de este tipo de equipo.



---- solo se utilizan cuando se regenera la resina

Fig 6.9. Diagrama esquemático mostrando un intercambiador iónico.

Arreglos de equipos de intercambio iónico.

La combinación adecuada de intercambiadores cationes y aniónicos, graduará la calidad del agua tratada hasta donde se desee, dadas las características particulares del influente y especificaciones de operación y economía.

Las siguientes figuras muestran los diferentes arreglos de intercambiadores sujetos a selección:

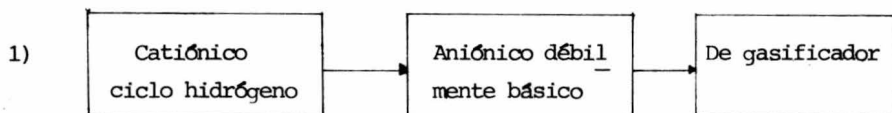


Fig 6.10 Deionización convencional sin remoción de sílice



Fig 6.11 Deionización con etapas múltiples para tratar un influente altamente mineralizado y obtener un efluente de alta calidad.

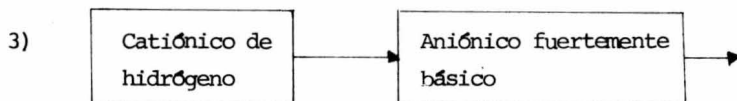


Fig 6.12 Deionización con remoción de sílice y ácido carbónico

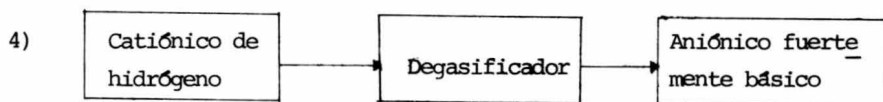


Fig 6.13. Deionización con remoción de CO_2 y eliminación de sílice

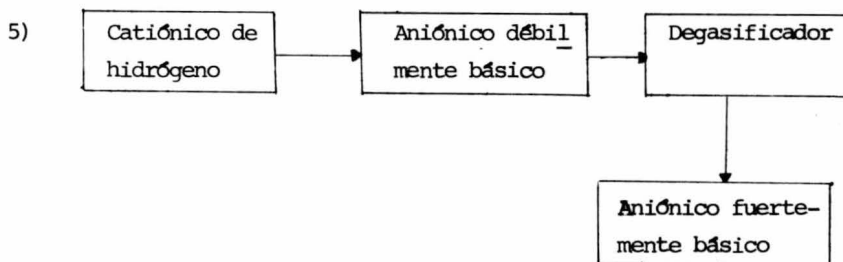


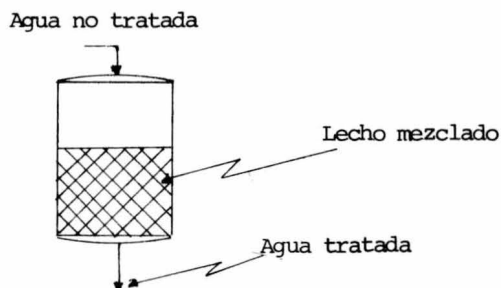
Fig 6.15. Deionización con remoción de ácidos fuertes y eliminación de CO_2 y sílice.

6) Lecho mezclado

Fig 6.15. Deionización en lecho mezclado. Consiste en una combinación de resinas catiónicas de hidrógeno y aniónicas.

La fig 6.16 muestra esquemáticamente los pasos seguidos en la operación de esta clase de equipo.

(a) Operación normal



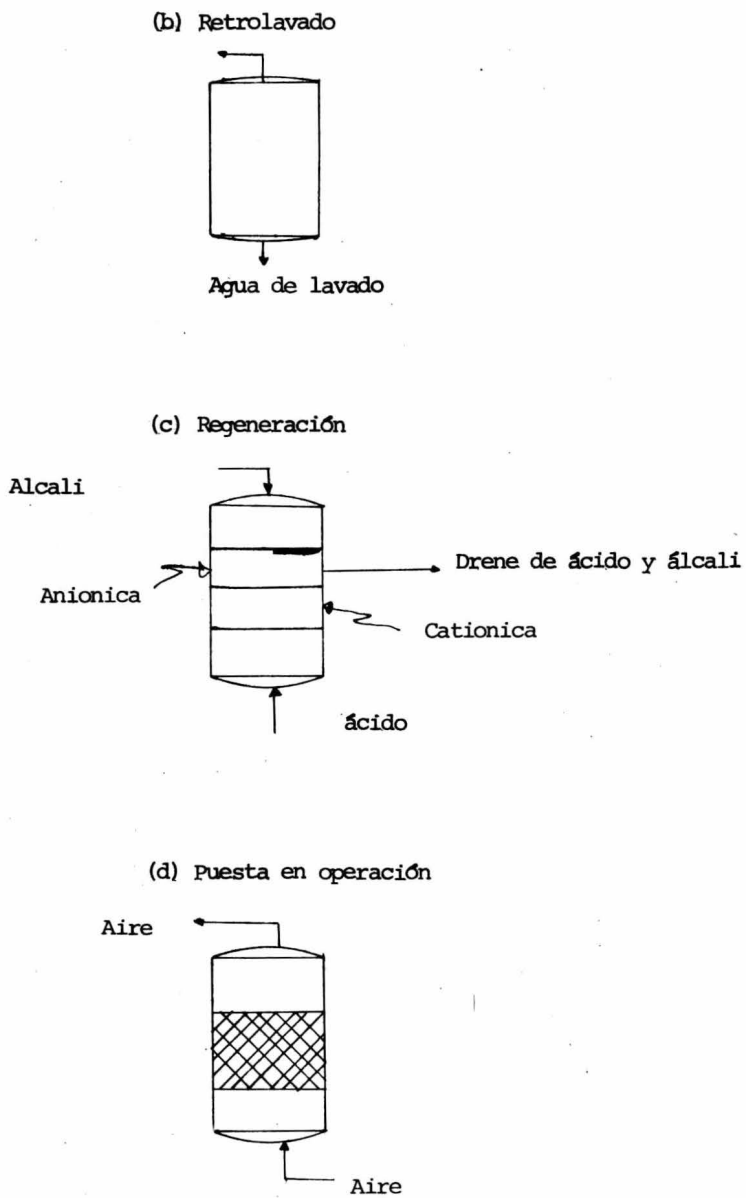


Fig 6.16. Secuencia de operación de intercambiadores iónicos.

6.5.7 EVAPORACION

La evaporación consiste en la concentración de una solución, compuesta de un soluto no volátil y un disolvente volátil. Generalmente el líquido concentrado es el producto valioso, mientras que el vapor se condensa y desecha, sin embargo en este caso sucede lo contrario, obteniendo agua libre de sólidos al condensar el vapor logrado en el proceso.

Las características de las soluciones sometidas al proceso, tales como calor específico, calor de concentración, temperatura de congelación, liberación de gases durante la ebullición, toxicidad, peligro de explosión, radioactividad, fijarán las necesidades de transmisión de calor y consecuentemente el tipo de evaporador mas adecuado.

Los evaporadores pueden ser de dos tipos, de tubos cortos o bien de tubos largos, estos últimos se subdividen en cuatro, (dependiendo de la forma de flujo del líquido): de circulación forzada, de flujo ascendente, de flujo descendente y de película agitada. La concentración de la solución, se lleva a cabo en el interior de los tubos y la condensación del vapor de agua, utilizado como fuente de calor, en el exterior. La fig 6.17 muestra esquemáticamente los dos tipos de evaporadores.

Las principales características en el funcionamiento de un evaporador son la capacidad y la economía. La capacidad se define como la masa de líquido vaporizada por unidad de tiempo. La economía es la masa de líquido vaporizado por unidad de masa de vapor vivo alimentado.

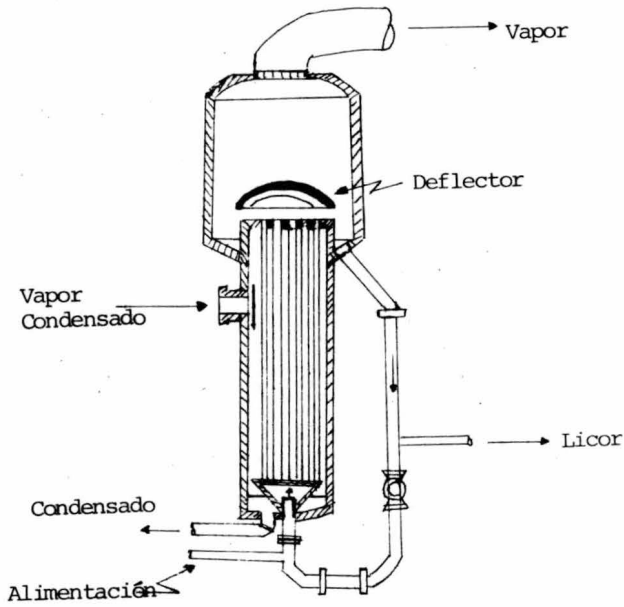
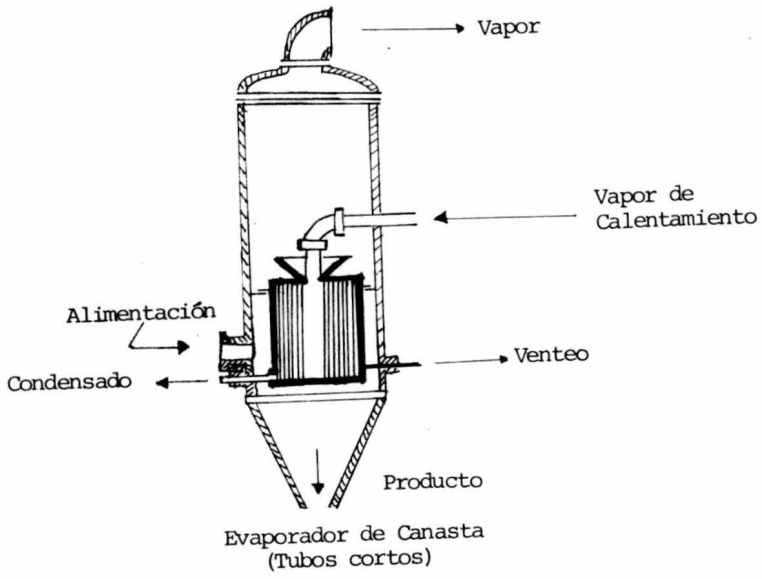


Fig. 6.17

Ecuaciones para diseñar un evaporador.

La fig 6.18 muestra las variables a calcular en el diseño de un evaporador: Velocidad de alimentación (F , lb/hr), vapor producido (V_1 , lb/hr) y área de transferencia (A , ft^2). Dadas las siguientes condiciones: producción de solución concentrada (L , lb/hr), concentraciones de entrada y salida en el evaporador (X_f y X_1) temperatura de alimentación de la solución diluida (t_F , °F), coeficiente global de transferencia de calor (U , Btu/hr ft^2 o_f calculado previamente), la presión de vapor vivo (V_o , lb/hr); la presión de operación en el evaporador (V_1 , lb/hr), el calor latente de vaporización (λ_o , Btu/lb) y entalpías de vapor producido y soluciones (H, h en Btu/lb).

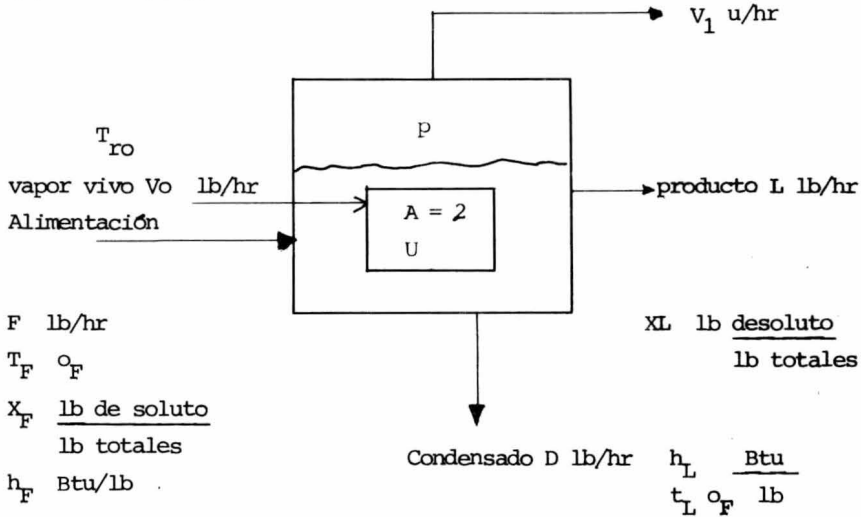


Fig 6.18. Diagrama esquemático de un evaporador, mostrando las variables que intervienen en su diseño.

Balance global de material

$$F + V_o = V_1 + L + D$$

6.39

$$V_o = D$$

Balance para el soluto

$$F X_F = L X_L \quad 6.40$$

Balance global de calor

$$V_o \lambda_o + F h_F = V_1 H_1 + L h_L \quad *$$

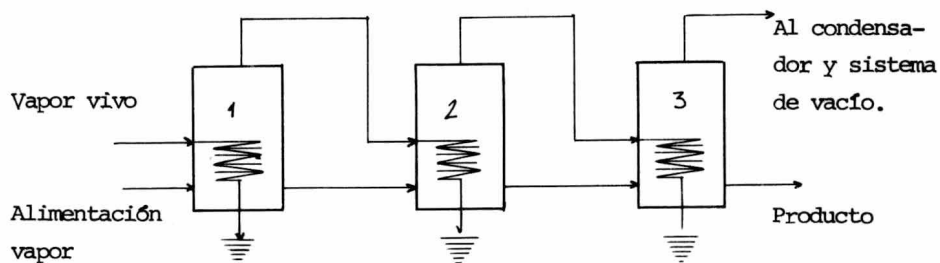
Velocidad de transferencia de calor

$$V_o \lambda_o = UA (-\Delta T) \quad 6.42$$

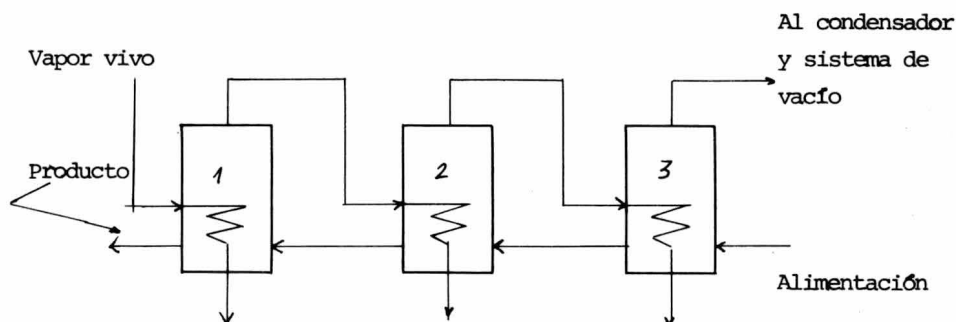
$$-\Delta T = T_1 - T_{vo} \quad **$$

* El calor latente de vaporización (λ_o) y la entalpía del vapor producido (H), se obtienen de las tablas de vapor. La entalpía de las soluciones de entrada y salida en el evaporador se obtienen de los diagramas de entalpía-concentración para el soluto en particular.

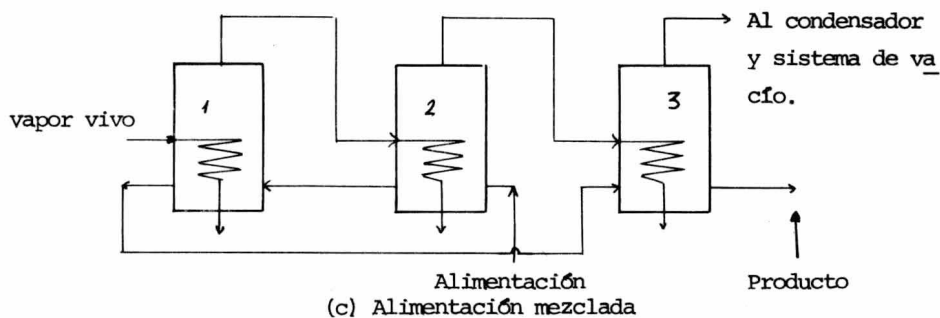
** T_1 es la temperatura de ebullición de la solución a la presión de operación del evaporador, para obtenerla se utilizan los diagramas de Dühring, que ligan la temperatura de ebullición del agua pura con la temperatura de ebullición de la solución.



(A) Alimentación directa



(B) Alimentación a contracorriente



(c) Alimentación mezclada

Fig 6.19 Diagrama que muestra los arreglos básicos en evaporación de efecto múltiple

Se supone que:

a) La concentración de la solución que permanece en el evaporador es la misma que se obtiene a la salida.

b) El condensado (D) es considerado como líquido saturado a la presión del vapor vivo (Vo).

El sistema es adiabático.

La economía que se logra con un solo evaporador (efecto simple) no es siempre la óptima, por lo que usualmente se utilizan evaporadores en serie (efecto múltiple).

En el efecto múltiple, el vapor generado en el primer evaporador, sirve como fluido de calentamiento al segundo y así sucesivamente. Los arreglos que se pueden utilizar en evaporación de efecto múltiple, dependiendo de la forma de alimentación, son básicamente los siguientes: directa contracorriente y mezclada. La fig 6.19 muestra los arreglos anteriormente mencionados.

Los incrementos en la economía que se logran al utilizar el efecto múltiple, reducida en reducción de la capacidad de evaporación en aproximadamente (γ) de la de efectos simples, siendo N el # de efectos, ya que si se tienen tres efectos la capacidad total (q) será igual a la suma de las capacidades individuales, es decir:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 = U_1 A_1 \Delta T_1 + U_2 A_2 \Delta T_2 + U_3 A_3 \Delta T_3 \quad 6.43$$

$$S_i \quad U_1 = U_2 = U_3 \quad \text{Y} \quad A_1 = A_2 = A_3$$

$$\text{Entonces} \quad q = UA (\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3) = UA \Delta T \quad 6.44$$

Si la caída de temperatura que se obtiene en cualesquiera de los evaporadores del sistema, es parecida a ΔT , entonces la capacidad q es aproximadamente $1/3$ de la capacidad de uno solo de los evaporadores.

La elevación de punto de ebullición, reduce la caída de temperatura, y por consiguiente la capacidad. En evaporación con múltiple efecto, la característica anterior se hace notoria, ya que la solución adquiere mayor concentración entre un efecto y el siguiente inmediato.

Para el diseño de evaporación con múltiple efecto, se plantean las ecuaciones para cada efecto particular (Ec. 6.39-6.42) y se procede por tanteos para calcular la cantidad de vapor vivo, el área de calefacción necesaria, las temperaturas para los distintos efectos y la cantidad de vapor que sale del último efecto.

6.5.8 ADSORCION

La adsorción se utiliza para la eliminación de algunas sustancias orgánicas, tales como el alquilbencen sulfonato ó sustancias orgánicas heterocíclicas. El absorbente más utilizado es el carbón activado.

Existen dos tipos de adsorción, la química y la física. En la química se forma una capa monomolecular de soluto en la superficie del agente adsorbente, debido a las fuerzas eléctricas no equilibradas existentes en la superficie. En la adsorción física, las moléculas de soluto se condensan en los capilares del sólido adsorbente.

La velocidad de adsorción varía inversamente con el cuadrado del diámetro de partícula del sólido; se incrementa cuando aumenta la concentración del soluto o la temperatura y decrece cuando aumenta el peso molecular del soluto. En una operación continua lógicamente la velocidad de adsorción, decrece conforme transcurre el tiempo.

Una de las ecuaciones que explican la adsorción de solutos promedio de sustancias adsorbentes es la isoterma de Freundlich y que es expre



sada en la forma siguiente:

QUÍMICA

$$\frac{X}{M} = K C^{1/n} \quad 6.45$$

donde: X Peso de sustancia adsorbida
M Peso de adsorbente

K y N Son constantes dependientes de la temperatura y naturaleza de adsorbato y adsorbente.

Otra ecuación, la de Langmuir también nos sirve para explicarnos el funcionamiento de la adsorción. Esta ecuación toma en cuenta la condensación y evaporación de las moléculas adsorbidas, así como la capa monomolecular. Su expresión es la siguiente:

$$\frac{X}{M} = \frac{a b c}{1+ac} \quad 6.46$$

o bien:

$$\frac{1}{X/M} = \frac{1}{b} + \frac{1}{ab} - \frac{1}{C} \quad 6.47$$

donde b cantidad adsorbida en forma monomolecular
a constante que se incrementa conforme al tamaño molecular
c concentración de equilibrio del soluto

La capacidad de adsorción de un filtro continuo de carbón activo puede ser evaluado mediante la siguiente ecuación, desarrollada por Bohart y Adams:

$$\ln \left(\frac{C_0}{C} - 1 \right) = \ln \left(\exp (K N_0 X/V) - 1 \right) - K C_0 T \quad 6.48$$

$$t = \frac{N_o}{C_o V} \left(X - \frac{V}{K N_o} \ln \left(\frac{C_o}{C_B} - 1 \right) \right) \quad 6.49$$

donde:

- T Tiempo de servicio (hr)
- V Velocidad de flujo lineal (ft/hr)
- X Altura del lecho de carbón (ft)
- X_o Altura crítica del lecho de carbón (ft)
- K Constante de velocidad (ft³/lb-hr)
- N_o Capacidad adsorbativa
- C_o Concentración del soluto en el influente (mg/l)
- C_B Concentración del soluto en el efluente (mg/l)

La altura teórica de carbón la cual es suficiente para prevenir la concentración de soluto en el efluente que exceda a C_B a tiempo cero, es llamada altura crítica y puede ser calculada de la ecuación anterior considerando T = 0

$$X_o = \frac{V}{K N_o} \ln \left(\frac{C_o}{C_B} - 1 \right) \quad 6.50$$

Graficando X contra T podemos calcular la capacidad adsorbativa y la constante de velocidad. La capacidad adsorbativa la calculamos de la pendiente B = N_o/C_oV y la constante de velocidad de la intersección de la recta con el eje γ, a = $\frac{1}{C_o K} \ln \left(\frac{C_o}{C} - 1 \right)$.

La eficiencia de estos adsorbedores la determinamos con la siguiente expresión:

$$\text{o/o Eff} = \frac{X - X_o}{X} \times 100 = \frac{\text{Cantidad adsorbida}}{\text{Capacidad total de adsorción}} \times 100$$

7. CONCLUSIONES

1. El análisis del índice de calidad del agua, aplicado al estuario, determina un alto grado de contaminación:

a) Por fenoles en la estación RP II con valor máximo de concentración de 2.1 mg/l.

b) Por grasas y aceites desde la estación RP I a RP VII. En estado flotante alcanzan valores de hasta 490 ppm (estaciones RP I a RP III); y en emulsionado máximos de 20 ppm (estaciones RP I a RP VI).

c) Por coliformes totales y fecales desde la estación RP I a RP VII. El orden de magnitud de los valores de NMP/100 ml fué de 10^4 a 10^5 totales y 10^3 a 10^5 (fecales).

2. La laguna de Carpintero por tener poca influencia de marea y recibir dos descargas municipales importantes, las 23 y 24; alcanza altos índices de contaminación orgánica y bacteriológica.

3. La laguna de Pueblo Viejo se encuentra afectada por contaminación bacteriológica, manifiesta por las altas concentraciones de coliformes encontradas en sus aguas, del orden de 10^3 a 10^6 NMP/100 ml para los totales y 10^2 a 10^3 NMP/100 ml para los fecales.

4. En la laguna de Chairel, la zona más afectada es la que se localiza aguas abajo del dique No. 5. El máximo déficit de oxígeno disuelto fué de 4 mg/l. Las concentraciones detectadas de bacterias de tipo coliforme sobrepasan el valor máximo permitido para uso recreativo, conservación y desarrollo de flora y fauna y usos industriales.

5. La laguna de la costa manifiesta buena calidad del agua, con concentraciones altas de O.D. (entre 6 y 10 ppm); bajas de DBO_u (0.5 a 4 ppm).

6. Las playas recreativas presentan ligera contaminación por grasas y aceites, alcanzandose una concentración máxima de 13.4 ppm. El

valor máximo de coliformes fecales determinado fué de 1500 NMP/100 ml en las estaciones 1 y 2 y un mínimo de 4 NMP/100 ml en la 4 y 5.

7. Los valores de O. D. medidos en el estuario son por lo general superiores al límite mínimo establecido para la conservación y desarrollo de flora y fauna acuáticas, 4 mg/l. Los máximos déficits se registraron entre las estaciones RP IV y RP VII con variaciones de 1 a 3 ppm.

8. El valor máximo de DBO_u registrado fué de 7.5 ppm presentándose en las estaciones RP IV, RP VI y RP VII.

9. La carga total promedio de DBO_u fué de 34262 Kg/día, correspondiéndole la mayor aportación a la descarga de la refinería de Cd. Madero (canal principal) con 12187 Kg/día (36%). La descarga del sistema de bombas No. 1 aporta 6167 Kg/día (18%), la del sistema No. 11 8908 Kg/día (26%).

10. La carga máxima de fenoles aportada por la refinería de Cd. Madero (canal principal) fué de 1734 Kg/día.

11. La carga total promedio de grasas y aceites fué de 24943 Kg/día correspondiendo la mayor aportación a la refinería de Cd. Madero (canal principal) con 11723 Kg/día (47%). La descarga del sistema de bombas No. 1 aporta 7732 Kg/día (31%).

12. La carga total máxima de coliformes totales fué de 4.9×10^{22} NMP/día, correspondiendo la mayor aportación a la descarga del sistema de bombas No. 1 con 2.55×10^{22} NMP/día (52%).

13. La carga total máxima de coliformes fecales fué de 1.8×10^{22} NMP/día correspondiendo la mayor aportación a la descarga de la planta de bombas No. 9 con 1.6 NMP/día (89%).

8. RECOMENDACIONES

1. Programar los muestreos de manera que se realicen simultáneamente (y en el menor lapso posible de tiempo) en estuario, lagunas, playas y descargas; a fin de correlacionar concentraciones y efectos contaminantes de los parámetros que se consideren.
2. Realizar campañas periódicas con una duración de 24 horas, en las cercanías de la refinería de Cd. Madero, determinando: oxígeno, temperatura, pH, salinidad y fenoles; para cuantificar la variación de concentración en ciclos completos de marea.
3. Establecer estaciones de muestreo en la zona ostrícola más importante de la laguna de Pueblo Viejo, para determinar la concentración y distribución de bacterias de tipo coliforme y fenoles.
4. Estudiar la factibilidad de desarrollo pesquero en la laguna de la Costa.
5. Estudiar la forma más adecuada de recuperación de grasas y aceites y la remoción de fenoles en la refinería de Cd. Madero, para reducir la carga contaminante al estuario.
6. Reproyectar el sistema de drenaje de Tampico y Cd. Madero para reducir los puntos de vertido actuales y tratar los desechos en una o varias plantas, antes de su descarga final.

R E F E R E N C I A S

1. Mac Kee and Wolf. "Water Quality Criteria". Sacramento California. 2a. Ed. 1963.
2. U.S. Department of Health, Education and Welfare. 1962. Public Health Service. Drinking Water Standars. PHS Pub. 956. Washintong, D.C.
3. Clark, Viessman & Hammer. "Water Supply and Pollution Control". 2a. Ed. International Texbook Company. 1971.
4. Tablas de predicción de mareas. Puertos del Golfo de México y mar Caribe. Apendice 1 Parte A de los anales del Instituto de Geofísica. UNAM Vol. 19. 1974. México, 1973, pp, 17-31.
5. APHA, AWWA, WPCF., "Standar Methods for the Examination of Water and Waste water". 13a Ed. (1971).
6. Streeter, H. W. and Phelps, E.B. "A Study of Pollution and Natural Purification of the ohio River". Bulletin No. 146, US. Public Health Service, Washintong (1925).
7. D. M. Marske and L.B. Polkowski. "Evaluation Methods of Stimating biochemical Demand Parameters". JWPCF. Vol. 44, No. 10, 1972.
8. K. Spriegler. "Salt Water Purification". John Wiley & Sons. Inc. New York, 1965.
9. Kinsman, B. "Estuarine Hidrodynamics". A series of Ten Lectures to be Given at the Universidad Nacional Autónoma de México. 7-18 August 1972.
10. Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de aguas. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Publicado en el Diario Oficial del 29 de Marzo de 1973.

11. Secretaría de Recursos Hidráulicos. "Boletín hidrológico No. 32. Región hidrológica No. 26. Tomo I y II. 1968.
12. Dinius, S.H. "Social Accounting Systems for Evaluating Water Resources". WATER RESOURCES RESEARCH. Vol. 5, No. 5 1972.
13. Water Pollution Control Commission. Water Quality Standards and Streams Classification. Colorado Department of Health. Sept. 1971.
14. L. Prati, R. Paranello y F. Pesarin. "Assessment of surface water quality by a single index of pollution. Water Research Pergamon Press. Vol. 5. Gran Bretaña. 1971.

B I B L I O G R A F I A

1. Enckenfelder, W.W. "Water Pollution Control". Jenkins Publishing Company. Austin and New York. 1970.
2. Lund, H.F. "Industrial Pollution Control Handbook". Edited by Herbert F. Lund. New York. McGraw Hill. 1971.
3. Nemerow, N.L. "Theories and Practices of Industrial Waste Treatment". Addison-Wensley Publishing Company, Inc. 1963.
4. Nordell, Eskel. "Water Treatment for Industrial and other Uses". New York, Reinhold Publishing Corporation., 1951.
5. Powell, Sheppard T. "Water Conditining for Industry". New York. McGraw Hill Book Company, Inc. 1954.
6. Thackston, E.L.; Enckenfelder, W.W. "Process Desing in Water Quality Engineering". New Concepts and Developments. Jenkins Publishing Co. Austin and New York. 1972.
7. Velz, C.J. "Applied Stream Sanitation". John Wiley and Sons., Inc. 1970.

TABLA No 1A. NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA PARA USO MUNICIPAL

Constituyente	Criterio		
Alcalinidad total (como CaCO ₃). Dureza total " Bario (Ba). Boro (B). Cadmio (Cd). Plata (Ag). Plomo (Pb). Selenio (Se). Arsénico (como As). Cromo (como Cr ⁺⁶). Fluoruro (F). Cianuro (CN). Nitrógeno (N) amoniacal. Nitrógeno (N) protéico. Nitrógeno (N) de nitritos. Nitrógeno (N) de nitratos. Uranilo (como UO ₂ ⁻⁻).	Maxima concentracion permitida.		
	400 mg/l		
	300 "		
	1 "		
	1 "		
	0.01"		
	0.50"		
	0.10"		
	0.50"		
	0.20 "		
	0.05 "		
	1 "		
	0.01"		
	0.5 "		
	0.1 "		
0.5 "			
5.0 "			
5.0 "			
S olidos totales Color. Turbidez. Olor y sabor. Hierro (Fe). Manganeso (Mn). Cobre (Cu). Zinc (Zn). Calcio (Ca). Magnesio (Mg). Sulfatos (SO ₄ ⁻⁻). Cloruros (Cl ⁻). pH.	Permisible	Excesiva	
	500 mg/l	1500 mg/l	
	5 unid.	50 unid.	
	5 "	25 "	
		No objetable.	
	0.3 mg/l	1 mg/l	
	0.1 "	0.5 mg/l	
	1.0 "	1.5 "	
	5.0 "	15.0 "	
	75 "	200.0 "	
	50 "	150.0 "	
	200 "	400.0 "	
	200 "	600.0 "	
	7-8.50	6.50-9.20	

TABLA No. 2A. REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL

Producto	Requerimientos de Agua
Leche, queso.	340 gal/1000 lb de leche cruda.
Lana.	140000 gal/Ton.
Termoelectricidad	80 gal/Kwh.
Coque.	3600 gal/ Ton.
Acero.	65000 gal/Ton.
Aceite refinado.	770 gal/bbl.
Pulpa y papel.	3000 gal/Ton.

TABLA No 3A. NORMAS DE CALIDAD DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL

Industria Impureza	Textil	Pulpa y papel	Procesos químicos	Petroleo	Alimentos	Cemento
Dureza mg/l	25	100	250-900	350	250	7
pH	2.5-10.5	6-10	6.2-8.7	6-9	6.5-8.5	7
Calcio mg/l	-	20	60-100	75	100	-
Cloruros	-	200-1000	500	300	250	250
Manganeso	0.01-0.05	0.05-0.10	0.10-0.2	-	0.20	0.50
Fierro	0.01-0.30	0.10-0.30	0.10-0.3	1	0.20	25
Color	5	10-30	20	*	5	*
Alcalinidad	-	-	125-200	-	250	400
Sólidos sus- pendidos.	5	10	5- 30	10	10	500

* No interfiere en los procesos.

TABLA 4 A DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES
E INDUSTRIALES

1.	Cárcamo No 5
2.	Planta de bombas No. 6
3.	Cárcamo No 4
4.	Cárcamo No 1
5.	Cárcamo No 2
6.	Cárcamo No 3
7.	Planta de bombas No 5
8.	Túnel de la calle Colón
9.	Planta de bombas No 1
10.	Isleta Pérez
11.	Isleta Pérez
12.	Planta de bombas No 7
13.	Planta de bombas No 8
14.	Sistema No 12
15.	Sistema No 11
16.	Planta de bombas No 9
17.	Refinería de Cd Madero
18.	Refinería de Cd Madero (canal principal)
19.	Química del Mar, S A (QUIMAR)
20.	Pigmentos y Productos Químicos, S.A. (P.P.Q.)
21.	Hules Mexicanos, S A (HUMEX)
22.	Colorantes y Anilinas Químicos, S A (CYANAQUIM)
23.	Laguna de Carpintero
24.	Laguna de Carpintero
25.	Laguna de Carpintero
26.	Termoeléctrica Andonegui
27.	Aguas negras de la población de Altamira, Tamps.

No de descarga	Núcleo de muestreo
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	I
12, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27	II
17, 18, 19, 20, 21, 22	III

TABLA 5A ESTACIONES DE MUESTREO EN EL ESTUARIO DEL RIO PANUCO.

ESTACION	REFERENCIAS		Km	km entre Estaciones	Azimut MD - MI	Prof. Máxima (m)	Area (m ²)	Ancho (m)	Prof. media (m)
	MARGEN IZQUIERDA	MARGEN DERECHA							
RP - I	Piedras pintadas en escollera norte.	Piedras pintadas en escollera sur.	1 + 000		334°	11.6	1999	250	8.00
RP - II	Baliza de navegación.	Baliza.	2 + 800	1 + 800	323°	11.2	2691	426	6.31
RP - III	2a. plataforma de PEMEX.	Baliza	3 + 800	1 + 000	321°	11.6	3213	385	8.34
RP - IV	Muelle de yeso.	Arbol pintado	6 + 000	2 + 200	311°	11.5	2550	340	7.50
RP - V	Muelle de metales	Arbol pintado	8 + 700	2 + 700	263°	11.0	2019	255	7.92
RP - VI	Postes de atracadero de muelle en Isleta Pérez.	Arbol pintado	9 + 900	1 + 200	276°	11.0	2062	330	6.25
RP - VII	Esquina oriente - muelle fiscal.	Arbol pintado	12+050	2 + 150	12°	11.6	2138	260	8.22
RP - VIII	Casa maquinaria Caterpillar.	Baliza	15+500	3 + 450	12°	7.5	1733	300	5.77
RP - IX	Torre línea de alta tensión aguas abajo del puente del FFCC. a Tamos.	Igual a la margen izquierda.	21+500	6 + 000	3°	11.0	1788	265	6.75
RP - IX'	Baliza	Arbol pintado	18+300	2 + 800	325°	6.9	1437	320	4.49

TABLA 6 A LOCALIZACION DE
ESTACIONES DE MUESTREO EN LAGUNAS

Laguna	Estación	Localización
Carpintero	CA-1	Bajo el puente de la calle J. Escandón
	CA-2	A la altura de la calle Dr. Matienzo
	CA-3	A la altura de la calle Lerdo de Tejada
Champayán	CHN-1	Frente canal de navegación que comunica al río Tamesí
	CHN-2	Centro de laguna
	CHN-3	Zona de pozo petrolero, cerca de Altamira
Chairel	CHL-1	200 m aguas arriba de su confluencia con el río Pánuco
	CHL-2	Frente a Cárcamos
	CHL-3	En la confluencia con el canal Americano
	CHL-4	Frente a la toma de agua potable de la J.A.S.A.D.
	CHL-5	Frente a zona de balnearios.
Pueblo Viejo	PV-1	200 m aguas arriba de su confluencia con el río Pánuco
	PV-2	Frente al merendero de Villa Cuauhtémoc, Ver.
	PV-3	Frente al estero "La Puerca"
	PV-4	Frente al estero "Tamacuil"
	PV-5	Frente al estero los "Bernales"
	PV-6	Aproximadamente en el centro de la laguna, sobre canal de navegación.
La Costa	CO-1	A la salida del canal que viene del río Tamesí
	CO-2	A la altura de la desembocadura de la laguneta Las Palomas
	CO-3	Frente a casa de material
	CO-4	Frente al estero que comunica con el río Tamesí
	CO-5	Aproximadamente en el centro de la laguna
Chila	CHA-1	A 500 m de la confluencia con el Pánuco
	CHA-2	Cerca de pozo de gas
Río Tamesí	RT-1	Aguas arriba de Cruz Grande
	RT-2	Aguas abajo de Cruz Chica

TABLA N° 7A

DETERMINACIONES FISICAS DEL PRIMER NUCLEO DE DESCARGAS.

Fecha de muestreo 6 - XI - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lit
1	0:00	7.30	7.0	7.40	28.0	1.0
	6:00	7.30	7.0	7.40	27.0	1.2
	12:00	7.30	7.0	7.40	29.0	1.0
	18:00	7.30	7.0	7.45	27.0	2.4
2	0:00	0.83	7.0	6.80	28.0	0.0
	6:00	0.83	7.0	7.10	27.0	0.0
	12:00	0.83	7.0	7.00	28.0	0.0
	18:00	0.83	7.0	6.90	27.0	0.0
3	0:00	9.40	7.0	7.40	27.0	0.0
	6:00	9.40	7.0	7.50	27.0	0.0
	12:00	9.40	7.0	7.40	30.0	1.2
	18:00	9.40	7.0	6.70	27.0	0.0
4	0:00	2.55	6.5	7.30	28.0	0.0
	6:00	2.55	7.0	7.40	28.0	0.0
	12:00	2.55	7.0	7.60	29.0	0.0
	18:00	2.55	7.0	5.80	28.0	0.0
5	0:00	6.50	7.0	7.10	28.0	0.0
	6:00	6.50	7.0	7.20	28.0	1.2
	12:00	6.50	7.0	6.10	29.0	0.0
	18:00	6.50	7.0	6.00	28.0	0.0

TABLA N° 7A

(continuación)

Fecha de muestreo 6 - XI - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lt
6	0:00	1.55	7.0	7.30	28.0	0.0
	6:00	1.55	7.0	7.20	28.0	0.0
	12:00	1.55	7.0	6.60	29.0	1.0
	18:00	1.55	7.0	6.60	29.0	0.0
7	0:00	73.50	7.0	7.10	28.0	1.0
	6:00	73.50	7.0	7.65	29.0	1.0
	12:00	73.50	7.0	6.70	29.0	0.0
	18:00	73.50	7.0	6.40	28.0	0.0
9	0:00	265.50	7.0	7.30	27.0	0.0
	6:00	265.50	7.0	7.60	29.0	0.4
	12:00	265.50	7.0	6.70	30.0	0.4
	18:00	265.50	7.0	6.75	29.0	0.0
10	0:00	0.08	7.0	8.70	28.0	4.2
	6:00	0.80	7.0	8.60	29.0	3.2
	12:00	0.80	7.0	8.50	30.0	3.6
	18:00	0.80	7.0	-	28.0	4.4
11	0:00	1.07	7.0	-	28.0	-
	6:00	1.07	7.0	7.40	29.0	0.0
	12:00	1.07	7.0	6.20	31.0	0.0
	18:00	1.07	7.0	6.40	28.0	0.0

TABLA N° 8 A

DETERMINACIONES FISICAS DEL PRIMER NUCLEO DE DESCARGAS.

Fecha de muestreo 12 - XII - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lt
1	0:00	17.40	6.50	7.40	22.0	0.324
	6:00	17.40	6.00	7.40	19.0	2.916
	12:00	17.40	7.00	7.30	24.0	1.944
	18:00	17.40	7.00	7.30	-	3.078
2	0:00	1.92	6.50	7.30	22.0	0.324
	6:00	1.92	6.00	7.30	21.0	0.972
	12:00	1.92	7.00	7.40	24.0	1.782
	18:00	1.92	7.00	7.30	-	2.430
3	0:00	19.50	6.50	7.55	20.0	1.620
	6:00	19.50	6.00	7.55	19.0	1.134
	12:00	19.50	7.00	7.65	25.0	3.726
	18:00	19.50	-	-	-	-
4	0:00	0.70	6.00	7.30	22.5	0.162
	6:00	0.70	6.00	7.30	21.5	0.648
	12:00	0.70	7.00	7.30	25.0	0.000
	18:00	0.70	6.00	7.10	-	0.810
5	0:00	8.65	6.00	7.25	22.0	0.000
	6:00	8.65	6.00	7.30	21.0	0.162
	12:00	8.65	6.00	7.20	24.0	0.000
	18:00	8.65	7.00	7.00	-	0.000

TABLA N° 8 A

(continuación)

Fecha de muestreo 12 - XII - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lit
6	0:00	0.35	6.00	7.40	22.0	0.648
	6:00	0.35	6.00	7.20	22.0	0.162
	12:00	0.35	7.00	6.70	24.0	0.0
	18:00	0.35	7.00	7.00	-	0.0
7	0:00	72.0	6.00	7.45	22.5	3.402
	6:00	72.0	6.00	7.55	23.5	0.810
	12:00	72.0	7.00	7.00	24.0	0.0
	18:00	72.0	7.00	7.00	-	0.162
9	0:00	291.66	6.00	7.30	23.0	3.078
	6:00	291.66	6.50	7.35	23.0	3.240
	12:00	291.66	7.00	7.30	24.0	2.430
	18:00	291.66	7.00	7.20	-	3.564
10	0:00	0.88	6.00	8.70	20.0	0.761
	6:00	0.88	6.50	8.75	22.0	0.664
	12:00	0.88	7.00	8.85	24.0	0.745
	18:00	0.88	7.00	8.60	-	0.777
11	0:00	0.84	6.50	7.20	24.5	0.324
	6:00	0.84	6.50	7.30	24.0	0.486
	12:00	0.84	7.00	7.30	25.0	0.324
	18:00	0.84	7.00	7.10	-	0.0

TABLA N^o 9A

DETERMINACIONES FISICAS DEL SEGUNDO NUCLEO DE DESCARGAS.

Fecha de muestreo 11 - XI - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lt
12	0:00	97.53	7.0	7.00	28.0	2.12
	6:00	97.53	7.0	7.30	-	-
	12:00	97.53	6.0	6.30	-	2.12
	18:00	97.53	7.0	6.70	-	0.30
13	0:00	56.60	7.0	7.20	26.0	5.16
	6:00	56.60	7.0	7.1	-	1.22
	12:00	56.60	6.0	6.70	-	1.52
	18:00	56.60	7.0	6.80	-	0.60
14	0:00	92.69	7.0	7.20	-	3.64
	6:00	92.69	7.0	7.25	-	1.21
	12:00	92.69	6.0	6.70	-	2.43
	18:00	92.69	7.0	6.40	-	1.82
15	0:00	1225.50	7.0	7.40	-	3.64
	6:00	1225.50	7.0	7.50	-	1.21
	12:00	1225.50	6.0	6.90	-	3.34
	18:00	1225.50	7.0	6.80	-	1.52
16	0:00	194.68	7.0	7.32	-	1.21
	6:00	194.68	7.0	7.50	-	2.43
	12:00	194.68	6.0	6.80	-	1.52
	18:00	194.68	7.0	7.00	-	3.04

TABLA N° PA

(continuación)

Fecha de muestreo 11 - XI - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lt
23	0:00	244.10	7.0	7.40	23.5	2.43
	6:00	244.10	7.0	7.40	27.0	2.12
	12:00	244.10	6.5	6.80	24.5	3.34
	18:00	244.10	7.0	6.30	24.0	0.60
24	0:00	1469.10	7.0	7.40	27.5	0.00
	6:00	1469.10	7.0	7.30	23.5	2.12
	12:00	1469.10	6.0	6.80	25.0	3.95
	18:00	1469.10	6.5	6.80	26.0	0.60
26	0:00	218.00	6.0	7.60	34.0	6.08
	6:00	218.00	7.0	7.90	33.0	6.08
	12:00	218.00	6.0	6.70	31.0	5.77
	18:00	218.00	6.5	6.90	32.5	4.86
27	0:00	0.59	7.0	7.50	25.0	0.00
	6:00	0.59	7.0	7.70	24.5	0.00
	12:00	0.59	7.0	7.70	25.0	0.91
	18:00	0.59	6.5	7.60	24.5	0.00

TABLA N° 10A

DETERMINACIONES FISICAS DEL SEGUNDO NUCLEO DE DESCARGAS.

Fecha de muestreo 17 - XII - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lt
12	0:00	129.80	6.00	7.40	25.0	1.00
	6:00	129.80	6.00	7.40	24.0	0.80
	12:00	129.80	7.00	7.20	24.0	0.0
	18:00	129.80	7.00	7.20	24.0	0.0
13	0:00	80.55	6.00	7.30	23.0	2.0
	6:00	80.55	6.00	7.30	23.0	1.60
	12:00	80.55	7.00	7.10	23.5	1.00
	18:00	80.55	7.50	7.20	23.0	1.80
14	0:00	36.27	6.00	7.10	25.0	2.80
	6:00	36.27	6.00	7.30	24.0	1.40
	12:00	36.27	7.00	7.20	25.0	1.00
	18:00	36.27	7.00	7.10	24.0	1.40
15	0:00	736.25	6.00	7.40	25.0	2.20
	6:00	736.25	6.00	7.60	25.0	0.80
	12:00	736.25	7.00	7.20	25.0	0.40
	18:00	736.25	7.00	7.20	24.0	0.60
16	0:00	264.46	6.00	7.60	24.5	2.20
	6:00	264.46	6.00	7.40	25.0	1.80
	12:00	264.46	7.00	7.40	25.0	2.20
	18:00	264.46	7.00	7.40	24.0	1.00

TABLA N° 10A

(continuación)

Fecha de muestreo 17 - XII - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lit
23	0:00	99.75	6.00	7.50	20.0	1.00
	6:00	99.75	6.00	7.50	24.0	1.80
	12:00	99.75	6.50	6.90	23.0	0.10
	18:00	99.75	7.00	6.80	21.0	0.40
24	0:00	1073.45	6.50	7.30	25.0	0.40
	6:00	1073.45	6.00	7.30	24.0	0.80
	12:00	1073.45	6.50	7.20	25.0	0.0
	18:00	1073.45	7.00	7.10	23.0	0.2
26	0:00	218.00	6.00	7.90	38.0	6.40
	6:00	218.00	6.00	7.90	31.0	6.60
	12:00	218.00	6.50	7.90	33.0	6.80
	18:00	218.00	6.50	8.10	32.0	6.20
27	0:00	0.85	6.00	7.60	26.0	8.00
	6:00	0.85	6.00	8.60	19.0	8.20
	12:00	0.85	8.00	9.10	22.0	13.00
	18:00	0.85	7.50	9.10	20.0	12.80

DETERMINACIONES FISICAS DEL TERCER NUCLEO DE DESCARGAS.

Fecha de muestreo 15 - XI - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lt
17	0:00	6.70	7.0	8.00	29.0	2.40
	4:00	-	-	-	-	-
	8:00	5.0	7.0	7.85	28.0	1.60
	12:00	5.0	7.0	8.20	31.0	-
	16:00	3.5	6.0	8.20	32.0	1.44
	20:00	3.0	7.0	7.70	31.0	0.80
18	0:00	441	11.0	7.80	33.0	0.00
	4:00	-	-	-	-	-
	8:00	441	8.0	7.60	32.0	0.00
	10:00	441	8.0	9.30	38.0	0.00
	16:00	441	8.0	9.00	37.0	0.00
	20:00	441	8.0	9.10	36.0	0.00
19	0:00	946.25	6.0	9.10	27.0	1.76
	4:00	-	-	-	-	-
	8:00	946.25	7.0	9.10	28.0	2.24
	12:00	946.25	6.0	9.20	28.0	4.80
	16:00	946.25	6.0	9.60	-	6.24
	20:00	946.25	6.0	9.40	27.0	6.24
20	0:00	-	-	-	-	-
	4:00	80.32	6.0	4.90	30.0	0.00
	8:00	80.32	4.0	3.80	33.0	0.00
	12:00	80.32	1.0	2.35	37.0	0.00
	16:00	80.32	2.0	2.10	34.0	0.00
	20:00	80.32	1.0	1.55	34.0	0.00

DETERMINACIONES FISICAS DEL TERCER NUCLEO DE DESCARGAS.

Fecha de muestreo 17 - XII - 73

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lt
17	0:00	20.0	6.00	7.45	25.0	0.050
	4:00	20.0	6.00	7.60	23.0	0.300
	8:00	10.0	6.00	7.55	24.0	0.050
	12:00	6.0	6.50	7.60	25.5	0.300
	16:00	8.0	7.00	7.60	24.0	0.00
	20:00	8.0	6.50	7.55	23.0	0.050
18	0:00	496.0	8.00	9.00	30.0	0.000
	4:00	496.0	8.00	8.75	33.0	0.000
	8:00	496.0	8.00	8.95	33.0	0.000
	12:00	496.0	7.50	8.75	33.0	0.000
	16:00	496.0	8.00	8.85	32.0	0.000
	20:00	496.0	8.00	9.20	32.0	0.000
19	0:00	643.4	6.00	9.90	20.0	3.500
	4:00	643.4	6.00	10.20	20.0	3.500
	8:00	643.4	8.00	10.30	21.5	3.500
	12:00	643.4	8.00	10.40	23.0	3.500
	16:00	643.4	7.00	10.10	23.5	3.300
	20:00	643.4	7.00	10.30	21.0	3.500
20	0:00	50.46	6.00	1.90	25.0	0.800
	4:00	50.46	1.00	1.20	27.0	0.000
	8:00	50.46	1.00	1.30	30.0	0.000
	12:00	50.46	1.00	2.40	31.5	1.500
	16:00	50.46	3.00	2.40	28.0	2.000
	20:00	50.46	1.00	2.35	27.0	2.000

DETERMINACIONES FISICAS DEL TERCER NUCLEO DE DESCARGAS.

Fecha de muestreo 2 - IV - 74

Descarga	Hora	P a r á m e t r o				
		Gasto, lt/seg	pH Campo	pH Lab.	Temp., °C	OD, mg/lit
18	0:00	303.0	7.0	8.70	38.0	0.0
	4:00	205.0	7.0	8.75	35.0	0.0
	8:00	286.0	6.0	8.75	35.0	0.0
	12:00	312.0	8.0	9.65	36.0	0.0
	16:00	131.0	7.5	9.20	35.0	0.0
	20:00	215.0	8.0	8.95	32.0	0.0
19	0:00	879.1	6.0	9.8	21.0	6.8
	4:00	879.1	5.0	9.7	25.0	6.8
	8:00	879.1	6.0	10.0	25.0	6.6
	12:00	879.1	6.0	9.95	27.0	6.2
	16:00	879.1	6.0	10.2	27.0	6.1
	20:00	879.1	6.0	9.7	27.0	6.4
20	0:00	63.07	1.0	1.15	31.0	0.0
	4:00	63.07	1.0	1.00	35.0	0.0
	8:00	63.07	1.0	1.50	34.0	0.0
	12:00	63.07	1.0	1.40	36.0	0.0
	16:00	63.07	1.0	1.40	34.0	0.0
	20:00	63.07	1.0	1.00	30.0	0.0
21	0:00	21.63	6.0	6.9	27.0	2.2
	4:00	21.63	5.0	7.1	25.0	2.5
	8:00	21.63	6.0	7.7	36.0	3.2
	12:00	21.63	6.0	7.2	35.0	3.2
	16:00	21.63	6.0	6.65	29.0	3.2
	20:00	21.63	6.0	6.2	26.0	3.6

DETERMINACIONES QUIMICAS DEL PRIMER NUCLEO DE DESCARGAS.

Tabla No 14 A

Fecha de muestreo 6 - XI - 73

Fecha de muestreo 12 - XII - 73

No. de Descarga		Fecha de muestreo 6 - XI - 73											Fecha de muestreo 12 - XII - 73										
Parámetro		1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11		
DBO ₅ , en mg/l		164.5	123.0	125.1	260.7	387.4	413.0	295.4	246.6	107.8	498	94.5	85.6	45.50	46.50	340.2	202.5	136.4	156.5	104.7	24.0		
DBO _u , en mg/l		255.0	154.0	139.0	363.0	484.0	516.0	369.0	300.0	151.0	561.0	115.0	98.0	50.5	60.0	425.0	261.0	156.0	229	118.0	31.0		
DQO, en mg/l		196.0	316.00	232.00	456.00	852.00	812.00	656.00	472.00	632.00	844.00	138.09	107.40	122.75	130.42	767.20	491.00	314.55	176.45	153.44	53.70		
Nitrógeno	Amoniaco, en mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.850	2.020	2.316	1.737	6.020	4.740	6.150	6.300	5.400	2.890		
	Total, en mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.239	3.467	3.821	4.337	12.500	10.760	11.360	10.067	7.332	5.015		
	Nitratos, en mg/l	0.480	0.0	0.590	0.120	0.320	0.230	0.0	0.0	1.440	0.500	0.0	1.15	1.40	1.80	0.70	1.35	0.45	0.75	1.05	1.25		
Aceites y grasas, en mg/l		77.0	99.0	82.0	103.0	5.0	8.0	162.0	639.0	192.0	82.0	12.00	15.20	9.50	23.40	66.20	167.90	338.40	25.40	10.80	14.40		
Sustancias activas al azul de metileno, en mg/l		0.6	2.4	2.0	4.8	7.6	7.6	6.0	3.6	0.0	0.4	1.68	1.34	1.89	3.16	4.92	3.14	5.40	5.40	0.49	0.21		
Fosfatos totales, en mg/l		1.20	3.20	3.25	6.00	8.90	9.05	6.40	6.70	2.60	0.80	1.50	0.99	1.40	2.10	5.30	4.20	6.60	3.40	0.50	0.30		
Ortofosfatos, en mg/l		0.60	1.50	1.40	4.70	8.10	1.20	5.20	3.90	0.40	0.30	1.00	0.24	0.70	1.60	4.50	3.70	5.70	2.50	0.30	0.10		
Cl ⁻ , en mg/l		2400.0	2590.0	840.0	890.0	320.0	300.0	200.0	320.0	403.0	530.0	324.78	207.52	354.66	135.83	116.96	249.02	320.71	60.37	516.90	139.60		
SOD	Totales, en mg/l	6800.0	6617.0	5780.0	1155.0	1265.0	994.0	12873.0	6688.0	1003.0	1117.0	1125.2	827.6	1250.8	427.6	402.2	626.6	962.4	325.8	1229.0	541.0		
	Fijos, en mg/l	4160.0	5522.0	5138.6	613.2	561.6	484.0	12604.0	260.0	772.4	443.8	865.2	669.0	854.6	300.8	293.4	542.6	854.4	273.8	1209.0	281.0		
	Volátiles, en mg/l	2640.0	1095.0	641.4	541.8	703.4	510.0	269.0	6428.0	230.6	673.2	260.0	158.6	396.2	126.8	108.8	84.0	108.0	52.0	20	260.0		
L	Totales, en mg/l	1822.0	26.6	519.8	194.4	518.8	142.2	1032.0	73.8	30.2	63.7	356.2	223.6	373.2	96.8	49.0	209.2	456.6	102.6	86.0	78.2		
	Fijos, en mg/l	150.6	26.6	431.6	69.2	374.0	3.4	986.0	19.0	30.2	13.4	96.2	131.6	48.6	30.6	7.0	137.2	348.6	52.6	78.0	22.2		
	Volátiles, en mg/l	1671.4	0.0	88.2	125.8	144.8	138.8	46.0	54.8	0.0	50.3	260.0	92.0	324.6	66.2	42.0	72.0	108.0	50.0	8.0	56.0		
S	Totales, en mg/l	4978.0	6590.4	5260.2	960.6	746.2	851.8	11841.0	6614.2	972.8	1053.3	769.0	604.0	877.6	330.8	353.2	417.4	505.8	223.2	1143.0	462.8		
	Fijos, en mg/l	2489.4	5495.4	4707.0	544.0	187.6	480.6	11568.0	241.0	742.2	430.4	769.0	537.4	806.0	270.2	286.4	405.4	505.0	221.2	1131.0	258.8		
	Volátiles, en mg/l	2488.6	1095.0	553.2	416.6	558.6	371.2	273.0	6373.0	230.6	622.9	0.0	66.6	71.6	60.6	66.8	12.0	0.0	2.0	12.0	204.0		

DETERMINACIONES QUIMICAS DEL SEGUNDO NUCLEO DE DESCARGAS.

Tabla No 15 A

Fecha de muestreo 11 - XI - 73

Fecha de muestreo 17 - XII - 73

No de Descarga		12	13	14	15	16	23	24	26	27	12	13	14	15	16	23	24	26	27	
Parámetro																				
DBO ₅ , en mg/l		94.4	61.7	92.3	82.73	48.0	92.6	60.7	33.0	56.8	163.0	45.6	52.2	53.3	63.8	55.0	60.8	52.7	55.8	
DBO _U , en mg/l		138.0	86.0	119.0	121.0	56.0	129.0	66.0	53.0	71.0	210.0	61.0	81.0	78.0	99.0	67.0	89.0	68.0	72.0	
DQO, en mg/l		260.82	139.86	143.64	192.78	204.12	207.90	120.96	216.8	275.94	502.65	114.24	68.54	137.09	129.47	144.70	167.55	106.62	662.60	
Nitrógeno	Amoniacal, en mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.88	10.14	9.27	12.46	11.30	12.75	9.56	8.11	5.21	
	Total, en mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.09	12.74	15.93	19.70	15.93	16.22	16.80	13.90	5.78	
	Nitratos, en mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.60	0.40	3.60	1.05	1.70	1.00	0.70	1.05	0.30	
Aceites y grasas, en mg/l		22.90	97.54	1.42	14.55	34.20	9.35	111.75	584.28	82.00	30.60	13.50	25.00	24.00	23.60	15.20	40.80	20.70	26.00	
Sustancias activas al azul de metileno, en mg/l		4.20	1.80	1.20	2.20	2.20	1.00	2.40	0.0	4.20	3.24	2.97	1.29	3.52	3.48	2.57	3.08	0.24	4.40	
Fosfatos totales, mg/l		0.031	0.027	0.008	0.014	0.028	0.013	0.012	0.020	0.057	5.30	3.20	1.80	3.10	2.90	2.30	4.60	0.18	3.30	
Ortofosfatos, en mg/l		0.017	0.006	0.008	0.011	0.019	0.001	0.005	0.001	0.040	4.10	2.10	1.00	2.60	1.70	1.60	4.10	0.10	2.00	
Cl ⁻ , en mg/l		280.0	257.5	160.0	110.0	1250.0	112.50	117.50	5352.00	905.00	446.50	494.00	218.50	190.00	978.50	228.00	199.50	4664.50	855.0	
SODJ	Totales	Totales, en mg/l	1699.9	1732.4	884.0	1028.7	4070.5	600.7	668.0	11657.6	2930.3	1510.0	1656.0	1166.0	906.0	1738.0	1000.0	1022	10,372	2,228
		Fijos, en mg/l	830.3	863.6	705.5	475.7	3011.8	447.7	530.78	8922.1	1875.5	1230.0	1454.0	998.0	726.0	1632.0	826.0	862.0	8,426	1,932
		Volátiles, en mg/l	869.6	868.8	188.5	553.0	1058.7	153.0	137.22	2735.5	1054.8	280.0	202.0	168.0	180.0	106.0	174.0	160.0	1,946	296.0
SODJ	Suspendidos	Totales, en mg/l	114.3	96.4	49.2	29.3	111.2	46.18	30.20	10.0	41.9	1202	40.0	14.0	24.0	34.0	30.0	46.0	16.0	26.0
		Fijos, en mg/l	27.3	15.7	35.7	4.1	54.9	39.99	1.20	6.2	0.0	1156	14.0	0.0	4.0	0.0	4.0	6.0	16.0	4.0
		Volátiles, en mg/l	87.0	80.7	13.5	25.2	56.3	6.19	29.00	3.8	41.9	46.0	26.0	14.0	20.0	34.0	26.0	40.0	0.0	22.0
SODJ	Filtrables	Totales, en mg/l	1585.6	1636.0	834.8	999.4	3959.3	554.52	637.80	11647.6	2884.0	308.0	1616	1152.0	882.0	1704.0	970	976	10356	2,202
		Fijos, en mg/l	803.0	847.9	669.8	471.6	2956.9	407.71	529.58	8915.9	1875.5	74.0	1440.0	998.0	722.0	1632.0	822	856	8410	1928
		Volátiles, en mg/l	782.6	788.1	165.0	527.8	102.4	146.81	108.22	2731.7	1012.9	234.0	176.0	154.0	160.0	72.0	148.0	120.0	1946.0	274.0

DETERMINACIONES QUIMICAS DEL TERCER NUCLEO DE DESCARGAS.

Tabla No 16 A

Fecha de muestreo 15-XI-73

Fecha de muestreo 17-XII-73

Fecha de muestreo 2-IV-74

No. de Descarga		Fecha de muestreo 15-XI-73						Fecha de muestreo 17-XII-73						Fecha de muestreo 2-IV-74					
Parámetro		17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22
DBO ₅ , en mg/l		66.0	210	-	12.0	52.4	473.7	193.0	205.8	39.60	7.18	20.18	685.0	-	70.60	1.48	111.0	15.90	318.0
DBO _u , en mg/l		101.0	281.0	-	14.0	60.0	542.0	206.0	319.0	53.0	10.0	26.0	954.0	-	84.00	1.70	115.00	17.00	410.00
DQO, en mg/l		277.25	744.20	1094.40	72.96	277.25	715.01	1081.47	517.89	1142.40	1218.56	121.85	1015.00	-	689.72	426.50	353.20	113.30	799.70
Nitrogeno	Amoniacal, en mg/l	6.653	24.192	0.0	0.0	3.326	4.536	3.47	6.37	10.43	8.69	10.14	4.63	-	279.54	0.05	4.68	0.70	15.72
	Total, en mg/l	7.560	28.728	0.0	0.907	4.233	9.979	7.52	12.16	15.64	13.61	16.51	8.97	-	285.04	1.45	7.84	3.30	27.30
	Nitratos, en mg/l	21.50	4.30	-	6.60	97.50	22.50	0.20	1.30	0.20	1.05	1.00	0.40	-	4.60	43.50	6.00	14.00	-
Aceites y grasas, en mg/l		94.74	251.20	-	-	75.40	-	1085.60	319.10	25.70	138.70	61.50	160.30	-	241.90	-	51.70	6.80	32.00
Fenoles, en mg/l		31500.0	45500.0	-	14200.0	900.0	37500.0	4500.0	14000.0	8.00	360.0	360.0	2500.0	-	7000.00	40.00	0.00	40.00	0000.0
Sustancias activas al azul de metileno, en mg/l		-	-	-	-	3.60	-	-	-	-	-	0.89	-	-	-	-	-	-	-
Fosfatos totales, en mg/l		0.20	0.55	0.15	1.20	1.15	0.70	0.080	0.360	0.040	0.800	6.000	0.800	-	0.80	0.40	1.00	0.40	0.75
Ortofosfatos, en mg/l		0.00	0.15	0.00	0.10	0.70	0.20	0.036	0.240	0.040	0.800	5.000	0.640	-	0.60	0.0	0.80	0.06	0.75
Cl, en mg/l		862.60	317.80	16571.0	2043.00	5448.00	726.40	608.00	494.00	15960.0	513.00	180.50	427.50	-	637.0	16121.0	1102.5	254.0	994.7
Ca, en mg/l		-	-	-	-	-	-	76.0	95.0	2164.0	-	60.0	44.0	-	150.3	1963.9	206.4	80.2	266.5
Fe total, en mg/l		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.96	0.12	4.90	0.76	0.80
Sólidos Totales	Totales, en mg/l	2208.6	1901.0	38111.4	8335.4	6505.4	2076.4	2906.0	1718.0	77188.0	10552.0	1352.0	1006.0	-	2402.0	35558.0	39643.0	843.0	50790.0
	Fijos, en mg/l	1755.6	1422.0	27864.6	4465.6	4377.4	1907.0	1574.0	1568.0	74436.0	5088.0	606.0	910.0	-	1715.0	33007.0	9394.0	356.0	3320.0
	Volátiles, en mg/l	453.0	479.0	10246.8	3869.8	2128.0	169.4	1332.0	150.0	2752.0	5464.0	746.0	96.0	-	687.0	255.1	30249.0	487.0	47470.0
Sólidos Suspensivos	Totales, en mg/l	1368.4	84.2	290.8	57.6	98.8	220.2	382.0	36.0	50.0	58.0	20.0	20.0	-	85.0	21.0	27.0	14.0	273.0
	Fijos, en mg/l	1337.8	22.2	137.0	2.0	1.6	163.8	0.0	0.0	26.0	12.0	2.0	0.0	-	26.0	10.0	2.0	3.0	61.0
	Volátiles, en mg/l	30.6	62.0	153.0	55.6	97.2	56.4	382.0	36.0	24.0	46.0	18.0	20.0	-	59.0	11.0	25.0	11.0	212.0
Sólidos Filtrables	Totales, en mg/l	840.2	1816.8	37820.6	8277.8	6406.6	1856.2	2524.0	1632.0	77138.0	10494.0	1332.0	986.0	-	2317.0	35537.0	39616.0	829.0	50517.0
	Fijos, en mg/l	417.8	1399.8	27727.6	4463.6	4375.8	1743.2	1574.0	1568.0	74410.0	5030.0	604.0	910.0	-	1689.0	33997.0	9392.0	353.0	3259.0
	Volátiles, en mg/l	422.4	417.0	10093.0	3814.2	2030.8	113.0	950.0	114.0	2728.0	5418.0	728.0	76.0	-	628.0	244.1	30224.0	476.0	47258.0

CARGA DIARIA ORIGINADA POR EL PRIMER NUCLEO DE DESCARGAS.

Tabla No 17 A

Fecha de muestreo 6 - XI - 73

Fecha de muestreo 12 - XII - 73

No. de Descarga		1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	
Parámetro																						
DBO ₅ , en kg/día		100.76	8.84	101.60	57.43	217.58	55.31	1875.54	5657.95	7.59	16.04	142.14	14.20	76.57	2.81	254.25	6.12	348.26	3945.80	7.24	1.74	
DBO _u , en kg/día		60.83	11.04	112.89	79.97	271.81	69.10	2343.29	6881.76	10.57	51.86	172.88	16.25	85.08	3.63	317.63	7.89	970.44	5770.67	8.15	2.25	
DQO, en kg/día		123.62	22.66	188.42	100.46	495.33	105.93	4165.86	10327.30	43.68	78.02	307.60	17.81	206.81	7.86	573.37	14.85	1956.75	4446.43	10.606	3.89	
Nitrógeno	Amoniacal, en kg/día	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.781	0.335	3.901	0.105	4.499	0.143	38.257	125.756	0.373	0.210	
	Total, en kg/día	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.869	0.575	6.437	0.462	9.005	0.325	70.668	253.682	0.507	0.364	
	Nitratos, en kg/día	0.302	0.0	0.479	0.026	0.179	0.030	0.0	0.0	0.100	0.046	0.0	0.190	2.358	0.108	0.523	0.040	2.799	18.899	0.073	0.091	
Aceites y grasas, en kg/día		48.565	7.099	66.597	26.692	2.808	1.043	1028.76	14658.14	13.271	7.581	18.04	2.521	16.005	1.415	49.475	9.068	2070.28	640.060	0.746	1.045	
Sustancias activas al azul de metileno, en mg/L		0.378	0.172	1.624	1.057	4.268	0.991	38.102	32.581	0.0	0.037	2.525	0.222	3.184	0.297	3.677	0.094	33.592	136.076	0.034	0.015	
Fosfatos totales, en kg/día		0.756	0.229	2.639	1.321	4.998	1.180	40.642	153.692	0.180	0.074	2.255	0.164	2.358	0.127	3.961	0.127	41.057	85.678	0.035	0.022	
Ortofosfatos, en kg/día		0.378	0.107	1.137	1.035	4.548	0.156	33.022	89.462	0.028	0.028	1.503	0.039	1.179	0.096	3.363	0.111	35.458	62.998	0.021	0.007	
Cl ⁻ , en ton/día		1.513	0.185	0.682	0.196	0.179	0.040	1.270	7.340	0.027	0.048	0.488	0.034	0.597	0.008	0.035	0.007	1.995	1.521	0.056	0.010	
S O L I D O S	Totales																					
	Totales, en ton/día	4.288	0.474	4.694	0.254	0.710	0.133	81.743	153.417	0.069	0.103	2.593	0.137	2.107	0.025	0.300	0.0189	5.986	8.209	0.0849	0.0390	
	Fijos, en ton/día	2.623	0.395	4.173	0.135	0.315	0.065	80.040	6.964	0.053	0.041	1.300	0.111	1.440	0.018	0.219	0.0164	5.315	6.899	0.0835	0.0203	
	Volátiles, en ton/día	1.665	0.079	0.521	0.119	0.395	0.068	1.708	147.453	0.016	0.062	1.293	0.026	0.667	0.007	0.081	0.0025	0.671	1.310	0.0014	0.019	
S O L I D O S	Suspendidos																					
	Totales, en ton/día	1.149	0.0019	0.422	0.042	0.291	0.019	6.553	1.692	0.002	0.005	0.535	0.037	0.628	0.005	0.036	0.0063	2.840	2.585	0.0059	0.0056	
	Fijos, en ton/día	0.094	0.0019	0.350	0.015	0.210	0.001	6.261	0.435	0.002	0.001	0.144	0.022	0.082	0.001	0.005	0.0042	2.169	1.326	0.0054	0.0016	
	Volátiles, en ton/día	1.055	0.0	0.072	0.027	0.081	0.018	0.292	1.257	0.0	0.004	0.391	0.015	0.546	0.004	0.031	0.0021	0.671	1.259	0.0005	0.0040	
S O L I D O S	Filtrables																					
	Totales, en ton/día	3.139	0.472	4.272	0.212	0.419	0.114	75.195	151.725	0.067	0.097	2.058	0.100	1.479	0.020	0.264	0.0126	3.146	5.624	0.0790	0.0334	
	Fijos, en ton/día	2.529	0.393	3.823	0.120	0.105	0.064	73.779	5.529	0.051	0.040	1.156	0.089	1.358	0.016	0.214	0.0122	3.146	5.573	0.0781	0.0187	
	Volátiles, en ton/día	0.610	0.079	0.449	0.092	0.314	0.050	1.416	146.196	0.016	0.057	0.902	0.011	0.121	0.004	0.050	0.0004	0.0	0.051	0.0009	0.0147	

CARGA DIARIA ORIGINADA POR EL SEGUNDO NUCLEO DE DESCARGAS.

Tabla 18A

Fecha de muestreo 11 - XI - 73

Fecha de muestreo 17 - XII - 73

No de Descarga		12	13	14	15	16	23	24	26	27	12	13	14	15	16	23	24	26	27
Parámetro																			
DBO ₅ , en kg/día		795.13	302.02	739.64	8760.35	808.87	1953.84	771.90	716.90	2.92	1827.77	317.89	163.76	3392.68	1459.45	474.74	2225.90	994.04	4.10
DBO _u , en kg/día		1162.869	420.560	953.001	12811.867	941.939	2720.640	8377.395	998.265	3.656	2355.091	424.530	253.832	498.736	282.085	577.432	854.401	1280.793	5.287
DQO, en kg/día		2197.823	683.948	1150.330	2042.160	302.660	484.660	1533.400	271.820	14.207	222.663	795.055	214.786	820.570	298.305	1247.080	1561.780	208.209	48.661
Nitrogeno	Amoniaco, en kg/día	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133.230	70.569	29.050	792.604	258.20	109.885	886.653	152.750	0.383
	Total, en kg/día	-	-	-	-	-	-	-	-	-	191.659	88.664	49.920	1253.156	363.990	159.790	158.130	261.810	0.424
	Nitratos, en kg/día	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.158	2.783	11.281	66.796	38.844	8.618	64.922	19.770	0.022
Aceites y grasas, en mg/l		192.968	477.14	11.372	150.600	575.138	197.194	1419.530	1005.030	4.223	343.170	93.953	78.343	152.680	539.245	131.000	3784.000	389.889	1.909
Sustancias activas al azul de metileno, en mg/l		35.391	8.802	9.610	232.940	36.997	21.090	304.630	0.0	0.216	36.335	20.669	4.043	293.914	79.516	22.149	285.658	4.520	0.323
Fosfatos totales, mg/l		0.261	0.132	0.064	1.482	0.471	0.274	1.523	0.377	0.003	59.438	22.270	5.641	197.200	66.263	19.822	426.630	3.390	0.242
Ortofosfatos, en mg/l		0.143	0.029	0.064	1.165	0.320	0.021	0.635	0.019	0.002	45.480	14.614	3.134	165.391	38.844	13.789	380.260	1.884	0.147
Cl ⁻ , en kg/día		2.359	1.259	1.281	11.647	2.102	2.372	14.914	100.956	0.046	5.007	3.438	0.684	12.086	22.358	1.965	18.502	87.856	0.006
SOD	Totales, en ton/día	14.324	8.471	7.079	108.922	68.467	12.668	84.789	219.573	0.151	16.934	11.525	3.654	57.632	39.712	8.618	94.786	195.358	0.1635
	Fijos, en ton/día	6.996	4.223	5.649	50.368	50.659	9.442	67.372	168.049	0.096	13.794	10.119	3.127	46.182	37.290	7.118	79.947	158.705	0.1418
	Volátiles, en ton/día	7.328	4.248	1.430	58.554	17.808	3.226	17.417	51.524	0.055	3.140	1.406	0.527	11.450	2.422	1.500	14.439	36.653	0.0217
SUSPENSAS	Totales, en ton/día	0.963	0.471	0.394	3.102	1.870	0.973	3.833	0.188	0.002	13.480	0.278	0.043	1.526	0.776	0.258	4.266	0.301	0.0019
	Fijos, en ton/día	0.230	0.076	0.286	0.434	0.924	0.843	0.152	0.116	0.0	12.964	0.097	0.0	0.254	0.0	0.034	0.556	0.301	0.0002
	Volátiles, en ton/día	0.733	0.395	0.108	2.668	0.946	0.130	3.681	0.072	0.002	0.516	0.181	0.043	1.272	0.776	0.224	3.710	0.0	0.017
S FILTRABLES	Totales, en ton/día	13.361	8.000	6.685	105.820	66.597	11.695	80.956	219.385	0.149	3.454	11.247	3.611	56.106	38.936	8.359	90.520	195.057	0.1616
	Fijos, en ton/día	6.766	4.147	5.363	49.934	49.735	8.599	67.220	167.933	0.096	0.830	10.022	3.127	45.928	37.290	7.084	79.391	158.404	0.1416
	Volátiles, en ton/día	6.595	3.853	1.322	55.886	16.862	3.096	13.736	51.452	0.053	2.624	1.225	0.484	10.168	1.646	1.275	11.129	36.653	0.0200

Tabla No 19 A

CARGA ORIGINADA POR EL TERCER NUCLEO DE DESCARGAS.

No. de Descarga Parámetro		Fecha de muestreo 15-XI-73						Fecha de muestreo 17-XII-73						Fecha de muestreo 2-IV-74					
		17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22
DBO ₅ , en kg/día		26.12	807.31	-	83.43	67.97	941.46	200.10	8820.03	2206.19	49.83	0.99	745.85	-	1477.95	112.79	604.42	20.64	553.99
DBO _u , en kg/día		40.49	10706.77	-	97.15	77.76	1077.06	213.58	13670.55	2946.26	69.39	1.28	1038.56	-	1756.34	129.12	626.66	22.03	713.79
DQO, en kg/día		11.15	2835.80	8943.76	506.32	359.32	1420.87	1121.26	2293.86	6305.74	8456.37	5.97	1104.97	-	1421.21	3467.31	1943.90	146.83	1392.24
Nitrógeno	Amoniacal, en kg/día	2.67	921.77	-	0.0	4.31	9.01	3.59	272.98	579.80	60.305	0.51	5.04	-	5844.84	3.645	25.76	0.91	27.37
	Total, en kg/día	3.03	1094.60	-	6.29	5.48	19.83	7.79	521.11	869.42	94.45	0.813	9.44	-	5989.84	110.59	43.15	4.27	47.52
	Nitratos, en kg/día	8.62	163.84	-	45.801	126.36	44.71	0.21	55.71	11.12	7.28	0.049	0.44	-	96.18	455.72	33.08	18.14	-
Aceites y grasas, en kg/día		37.98	9571.32	-	-	97.71	-	1125.55	1374.83	1428.65	962.53	3.03	174.51	-	5057.83	-	284.54	8.812	55.71
Fenoles, en kg/día		12.62	1733.66	-	98.54	1.16	74.52	4.66	599.96	0.44	2.49	0.01	2.72	-	146.36	3.04	0.0	0.05	104.45
Sustancias activas al azul de metileno, en kg/día		-	-	-	-	4.66	-	-	-	-	-	0.043	-	-	-	-	-	-	-
Fosfatos totales, en kg/día		0.080	20.95	12.26	8.32	1.49	1.391	0.082	15.43	2.22	5.55	0.29	0.87	-	16.73	30.38	5.503	0.56	1.31
Ortofosfatos, en kg/día		-	5.715	-	0.693	0.907	0.397	0.037	10.28	2.22	5.55	0.24	0.69	-	12.54	-	4.40	0.07	0.61
Cl, en ton/día		0.345	12.108	134.778	14.177	7.060	1.443	0.630	21.170	887.212	3.560	0.008	0.465	-	13.318	1224.458	6.007	0.329	1.731
Ca, en ton/día		-	-	-	-	-	-	0.078	4.114	120.294	0.0	0.003	0.048	-	3.142	149.168	1.124	0.103	0.046
Fe total, en kg/día		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.07	9.11	26.7	9.8	1.3
S O L I D O S Totales	Totales, en ton/día	0.885	72.432	315.835	57.844	8.431	4.126	3.013	73.624	4290.882	73.227	0.066	1.095	-	50.223	2700.781	216.024	1.092	88.423
	Fijos, en ton/día	0.703	54.181	227.098	30.989	5.673	3.789	1.632	67.195	4137.879	35.309	0.029	0.990	-	35.858	2507.022	51.190	0.461	5.779
	Volátiles, en ton/día	0.182	18.251	837.737	26.855	2.758	0.337	1.381	6.429	152.983	37.918	0.037	0.105	-	14.365	193.759	164.834	0.631	82.644
S O L I D O S Suspendidos	Totales, en ton/día	0.548	3.208	23.774	0.399	0.128	0.437	0.396	1.542	2.779	0.402	0.001	0.021	-	1.777	1.595	0.147	0.018	0.475
	Fijos, en ton/día	0.536	0.845	11.200	0.014	0.002	0.325	0.0	0.0	1.445	0.083	0.00	0.0	-	0.543	0.759	0.010	0.003	0.106
	Volátiles, en ton/día	0.012	2.363	12.574	0.385	0.126	0.112	0.396	1.542	1.334	0.319	0.001	0.021	-	1.233	0.835	0.136	0.014	0.269
S O L I D O S Filtrables	Totales, en ton/día	0.337	69.224	392.051	57.445	8.303	3.689	2.617	72.082	4288.083	72.825	0.065	1.074	-	48.446	2699.186	215.877	1.074	87.948
	Fijos, en ton/día	0.167	53.335	226.298	30.975	5.671	3.464	1.632	67.195	4136.434	35.226	0.029	0.990	-	35.315	2506.263	51.130	0.458	5.673
	Volátiles, en ton/día	0.170	15.888	825.163	26.470	2.632	0.225	0.985	4.887	151.649	37.599	0.036	0.084	-	13.131	192.923	164.697	0.616	82.275

Tabla No. 20A

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN EL ESTUARIO DEL RIO PANUCO. (marea ascendente) Fecha de muestreo 5-XII-72

Estación No.		I						II						III						
Parámetro	Eje	1		2		3		1		2		3		1		2		3		
Profundidad, en m		2.33	4.66	4.00	8.00	2.33	4.66	1.33	2.66	4.16	8.32	2.00	4.00	4.00	8.00	3.83	7.66	2.00	4.00	
Hora		7:45	7:45	8:00	8:00	8:25	8:25	9:25	9:25	9:15	9:15	8:55	8:55	10:05	10:05	10:20	10:20	10:40	10:40	
pH Campo		6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
pH Laboratorio		7.90	7.95	7.70	7.85	7.80	7.85	7.70	7.75	7.70	7.70	7.70	7.70	8.05	8.10	8.00	8.10	8.00	8.00	
Temperatura, en °C		24.0	24.0	23.0	23.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	
OD, mg/l		6.9	5.7	6.9	4.5	8.4	5.7	6.0	6.0	6.3	6.0	6.9	6.9	6.3	5.7	6.3	5.7	7.5	5.7	
OS, mg/l		8.20	7.70	8.42	7.38	8.26	7.37	7.97	7.47	8.13	7.46	8.32	8.18	8.23	7.29	8.21	7.26	8.28	8.07	
D, mg/l		1.30	2.00	1.52	2.88	0.14	1.67	1.97	1.47	1.83	1.46	1.42	1.28	1.93	1.59	1.91	1.56	0.78	2.37	
DBO ₅ , mg/l		4.62	4.19	3.41	3.76	3.87	3.71	4.19	4.86	4.51	2.90	3.07	2.32	2.62	4.49	2.58	3.54	3.07	3.87	
DBO ₄ , mg/l		5.50	6.50	5.00	5.50	6.00	4.00	6.50	6.50	7.00	4.50	4.50	3.00	3.50	6.00	4.00	5.50	4.50	6.00	
DQO, mg/l		39.680	2564.960	47.610	890.560	55.550	4003.850	119.040	1188.610	500.480	4379.200	250.240	4779.200	23.800	938.400	801.530	782.000	7.930	2981.200	
Cloruros, mg/l		8914.0	10094.0	3605.0	15759.0	3090.0	14214.0	6695.0	12875.0	4841.0	13184.0	2369.0	4017.0	3502.0	15141.0	3708.0	15553.0	2987.0	5459.0	
Calcio, mg/l		172.0	340.0	204.0	408.0	196.0	432.0	348.0	500.0	356.0	928.0	188.0	196.0	172.0	688.0	200.0	640.0	144.0	212.0	
Fenoles, µg/l		12.5	0.0	32.5	0.0	0.0	0.0	92.5	10.0	0.0	4.0	0.0	0.0	16.0	0.0	2.0	31.0	21.0	7.0	
Nitrógeno	Amoniacal, mg/l	0.007	0.007	0.007	0.025	0.007	0.035	0.390	0.007	0.210	0.007	0.025	0.007	0.025	0.170	0.110	0.007	0.025	0.025	
	Total, mg/l	0.1807	0.1807	0.1807	0.1987	0.1807	0.2087	0.969	0.354	0.673	0.354	0.546	0.354	0.2566	0.4016	0.3416	0.2386	0.2087	0.2666	
	Nitratos, mg/l	0.320	0.230	0.270	0.360	0.430	0.510	0.300	0.300	0.400	0.340	0.400	0.350	0.330	0.200	0.410	0.190	0.265	0.375	
Ortofosfatos, mg/l		0.020	0.010	0.060	0.080	0.050	0.020	0.020	0.010	0.020	0.010	0.010	0.020	0.040	0.010	0.020	0.010	0.020	0.040	
Fosfatos totales, mg/l		0.060	0.050	0.080	0.150	0.070	0.030	0.060	0.030	0.040	0.055	0.060	0.080	0.060	0.020	0.039	0.050	0.050	0.060	
SOLIDOS	Suspendidos	Totales, mg/l	8756.0	23636.0	8902.8	35367.4	7515.0	29646.0	14936.8	29258.0	12217.0	30914.2	7268.2	10073.4	7634.0	32453.6	8484.6	21460.2	6764.2	11178.2
		Fijos, mg/l	5834.0	17083.6	5284.6	26371.6	5122.6	23141.0	14496.6	21345.5	8505.6	22921.8	4601.6	6573.2	5582.2	25961.2	6297.4	25260.8	4760.0	8740.2
		Volátiles, mg/l	2912.6	6552.4	3618.2	8995.8	2392.4	6505.0	440.2	7912.4	3711.4	7942.4	2666.6	3500.2	2051.8	6492.4	2187.2	6199.4	1804.2	2428.0
		Totales, mg/l	35.2	64.8	30.6	90.0	37.6	112.4	66.0	57.0	42.4	124.2	33.6	24.0	61.0	2306.0	92.4	180.6	55.6	103.6
		Fijos, mg/l	5.8	11.0	12.2	41.6	18.2	56.8	29.4	18.0	37.2	68.2	14.8	10.0	16.0	2179.6	41.0	65.8	16.2	11.2
		Volátiles, mg/l	29.4	53.8	18.4	48.4	19.4	55.6	36.6	39.0	5.2	56.0	18.8	14.0	45.0	126.4	51.4	114.8	40.4	92.4
Filtrables	Totales, mg/l	8720.8	23571.2	8872.2	35277.4	7477.4	29533.6	14870.8	29501.0	12174.6	30790.0	7234.6	10049.4	7573.0	30147.6	8392.2	31279.6	6307.6	11074.6	
	Fijos, mg/l	5828.2	17072.6	5272.4	26330.0	5104.4	23084.2	14467.2	21327.6	8468.4	22903.6	4586.8	6563.2	5566.2	23781.6	6256.4	25195.0	4743.8	8749.0	
	Volátiles, mg/l	2892.6	6498.6	3599.8	8947.4	2373.0	6449.4	403.6	8173.4	3706.2	7886.4	2647.8	3486.2	2006.8	6366.0	2135.8	6084.6	1563.8	2345.6	

Tabla No. 20A

(continuación)

Fecha de muestreo 5-XII-77

Estación No. Parámetro	IV						V						VI					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Profundidad, en m	2.83	5.66	4.33	8.66	2.50	5.00	3.33	6.56	4.00	8.00	2.33	4.66	0.83	1.66	3.00	6.00	2.33	4.66
Hora	7:45	7:45	8:10	8:10	8:40	8:40	9:10	9:10	9:30	9:30	9:50	9:50	10:25	10:25	10:45	10:45	11:10	11:10
pH Campo	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
pH Laboratorio	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.150	8.20	8.20	8.25	8.20	8.20	8.20	8.25	8.25	8.30	8.20
Temperatura, en °C	24.5	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	23.0	24.0	23.5	24.5	24.0	24.0	23.0	24.5	23.0	24.0	23.0
OD, mg/l	6.3	5.4	6.3	5.1	6.9	5.1	6.3	5.1	6.9	5.1	6.6	4.8	6.0	4.8	5.7	5.1	6.6	5.1
OS, mg/l	8.14	7.52	8.18	7.52	8.26	7.63	8.27	8.47	8.26	7.44	8.24	7.52	8.26	8.10	7.94	7.54	8.26	7.63
D ₁ , mg/l	1.84	2.12	1.88	2.42	1.36	2.53	1.97	3.37	1.36	2.34	1.64	2.72	2.26	3.30	2.24	2.44	1.66	2.53
DBO ₅ , mg/l	3.07	4.30	4.44	4.51	3.76	3.76	1.93	2.39	2.73	2.05	3.36	4.10	4.83	2.73	3.15	3.94	3.78	4.50
DBO _u , mg/l	4.50	6.00	6.50	7.00	5.50	5.50	3.00	3.50	4.00	3.00	4.50	6.00	7.50	4.00	3.50	5.50	4.50	5.00
DQO, mg/l	7.940	1251.200	344.080	938.400	375.360	2971.600	87.246	1564.000	134.912	1751.680	666.240	3002.880	87.300	1188.640	71.420	2877.760	79.360	4629.440
Cloruros, mg/L	4017.0	12411.0	4018.5	12411.0	3038.0	10969.0	2884.0	3034.0	3053.0	12669.0	2781.0	12308.0	3193.0	7416.0	6437.0	14008.0	3038.0	12978.0
Calcio, mg/l	212.0	428.0	192.0	336.0	168.0	312.0	176.0	520.0	160.0	332.0	144.0	332.0	140.0	552.0	220.0	872.0	160.0	700.0
Fenoles, µg/l	0.0	19.0	29.0	8.0	5.0	6.0	3.0	5.0	0.0	0.0	13.0	12.0	11.0	3.0	20.0	5.0	4.0	4.0
Nitrógeno	Amoniacal, mg/l	0.035	0.035	0.007	0.025	0.007	-	0.007	0.007	0.09	0.09	0.098	0.035	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	Total, mg/l	0.2087	0.2087	0.1807	0.1987	0.1807	-	0.2965	0.2386	0.3216	0.3795	0.3875	0.3245	0.2965	0.354	0.354	0.2786	0.4122
	Nitratos, mg/l	0.340	0.252	0.305	0.250	0.370	0.305	0.270	0.240	0.320	0.200	0.400	0.252	0.270	0.170	0.170	0.295	0.220
Ortofosfatos, mg/l	0.0	0.018	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.018	0.040	0.018	0.030	0.040	0.060	0.079	0.010	0.055	0.055	0.039
Fosfatos totales, mg/l	0.050	0.040	0.040	0.040	0.050	0.055	0.079	0.040	0.060	0.020	0.050	0.050	0.080	0.090	0.099	0.085	0.079	0.080
Sólidos Totales	Totales, mg/l	8800.6	24990.8	8869.2	24357.0	6673.0	21204.6	5889.0	18759.2	7835.0	24337.8	5917.8	24155.8	6909.8	15137.4	12433.0	26087.2	6021.0
	Fijos, mg/l	6964.2	20026.2	8673.0	19807.0	5251.4	16940.2	4953.2	13990.0	5225.4	20829.2	4837.4	20413.8	5339.0	12290.4	10576.0	22599.8	5124.8
Sólidos Volátiles	Totales, mg/l	1836.4	4964.6	196.2	4550.0	1421.6	4264.4	935.8	4769.2	2609.6	3508.6	1080.4	3742.0	1570.8	2847.0	1857.0	3487.4	906.2
	Fijos, mg/l	61.2	89.0	74.4	33.0	65.0	177.4	37.2	12.0	24.8	31.2	11.6	10.0	17.6	39.6	24.0	30.6	13.2
Sólidos Filtrables (Suspendidos)	Totales, mg/l	8697.4	24879.6	8774.2	24247.8	6601.8	20988.2	5849.4	18665.0	7785.3	24235.2	5882.6	24098.8	6872.8	15045.8	12372.8	25970.2	5916.6
	Fijos, mg/l	6903.0	19937.2	8598.6	19774.0	5186.2	16762.8	4916.0	13972.0	5200.6	20798.0	4825.8	20403.8	5321.4	12250.8	10552.0	22569.2	5094.6
Sólidos Filtrables (Suspendidos) Volátiles	Totales, mg/l	1794.4	4942.4	175.6	4473.8	1415.6	4225.4	933.4	4697.0	2566.2	3437.2	1056.8	3695.0	1551.4	2795.0	1820.8	3401.0	822.0

Tabla No. 20A

(continuación)

Fecha de muestreo 5-XII-77

Estación No. Parámetro	VII						VIII						IX						
	1		2		3		1		2		3		1		2		3		
Profundidad, en m	3.50	7.00	4.00	8.00	2.33	4.66	2.33	4.66	2.66	5.32	2.00	4.00	2.06	4.12	2.66	5.32	2.00	6.00	
Hora	8:02	8:02	8:16	8:16	8:30	8:30	9:02	9:02	9:18	9:18	9:32	9:32	10:28	10:28	10:38	10:38	10:52	10:52	
pH Campo	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5	6.0	6.5	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
pH Laboratorio	8.20	8.10	8.25	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30	8.25	8.30	8.30	8.20	8.10	8.20	8.30	8.30	8.30	
Temperatura, en °C	23.0	24.0	23.5	24.0	23.5	23.5	25.0	24.0	23.5	24.0	23.5	23.0	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	
OD, mg/l	6.3	4.8	6.6	2.4	7.2	6.9	7.2	8.1	8.1	6.3	6.6	5.7	8.4	3.3	7.8	7.8	7.8	8.1	
OS, mg/l	8.63	7.78	8.60	8.42	8.56	8.43	8.36	8.46	8.58	8.27	8.29	8.68	8.40	7.93	8.45	8.45	8.44	8.43	
D, mg/l	2.33	2.98	2.00	6.02	1.36	1.53	1.16	0.36	0.48	1.97	1.62	2.98	0.0	4.60	0.65	0.65	0.64	0.33	
DBO ₅ , mg/l	5.68	4.50	4.72	4.30	4.30	4.43	4.50	3.41	4.19	3.94	4.19	3.74	2.39	3.22	3.41	2.15	3.76	2.73	
DBO _u , mg/l	6.50	5.00	5.50	6.00	6.00	5.00	7.00	5.00	6.50	5.50	6.50	5.00	3.50	5.00	5.00	3.00	5.50	4.00	
DQO, mg/l	103.170	4128.960	87.300	5005.700	103.680	5005.700	71.420	55.550	55.550	253.960	103.170	111.100	218.960	5631.360	47.620	47.620	93.840	125.120	
Cloruros, mg/l	1133.00	8996.00	1545.00	1133.00	875.50	2317.00	592.25	695.25	515.00	3012.00	4120.00	515.00	762.20	10918.00	72.10	103.00	61.80	61.00	
Calcio, mg/l	132.0	288.0	120.0	488.0	120.0	156.0	100.0	100.0	112.0	152.0	100.0	92.0	128.0	304.0	108.0	108.0	120.0	108.0	
Fenoles, µg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Nitrogeno	Amoniacal, mg/l	0.007	0.007	0.028	0.140	0.056	0.028	0.028	0.063	0.007	0.007	0.028	0.007	0.007	0.028	0.028	0.007	0.057	0.007
	Total, mg/l	0.1807	0.2965	0.5790	0.3137	0.2297	0.2017	0.2017	0.2946	0.007	0.2386	0.2596	0.2365	0.2965	0.3175	0.2175	0.2965	0.2946	0.4123
	Nitratos, mg/l	0.265	0.185	0.350	0.200	0.270	0.215	0.240	0.305	0.230	0.205	0.240	0.190	0.300	0.250	0.460	0.410	0.380	0.750
Ortofosfatos, mg/l	0.020	0.020	0.030	0.010	0.010	0.018	0.015	0.015	0.018	0.010	0.070	0.010	0.070	0.010	0.018	0.015	0.010	0.010	
Fosfatos totales, mg/l	0.025	0.030	0.090	0.060	0.020	0.039	0.060	0.030	0.020	0.060	0.015	0.060	0.120	0.020	0.029	0.040	0.120	0.10	
SOLIDOS Filtrables Suspendidos	Totales, mg/l	2411.2	16507.4	3101.0	22046.2	2044.4	4633.2	1083.4	1546.8	1302.0	5788.8	1145.0	1232.8	1702.6	20308.0	692.6	882.4	560.4	556.6
	Fijos, mg/l	1991.4	14507.0	2659.4	18543.6	1575.2	3863.2	746.6	1411.9	1145.2	5081.0	981.6	1016.0	1455.2	18003.2	551.2	272.8	352.5	252.2
	Volátiles, mg/l	419.8	2000.4	441.6	3502.6	469.2	770.0	338.8	235.4	156.8	707.8	163.4	216.8	247.4	2304.8	142.4	509.6	227.8	204.4
	Totales, mg/l	40.6	49.0	37.4	63.0	39.6	80.4	48.6	44.0	38.6	58.8	42.0	46.2	21.8	42.4	19.8	28.0	37.4	23.6
	Fijos, mg/l	30.4	5.8	10.8	26.2	23.4	40.6	25.2	8.4	2.0	44.6	8.2	6.0	2.0	4.0	7.8	8.0	16.6	4.4
	Volátiles, mg/l	10.2	43.2	26.6	36.8	16.2	39.8	23.4	35.6	36.6	14.2	33.8	40.2	19.8	38.4	12.0	20.0	20.8	19.2
	Totales, mg/l	2370.6	16458.4	3063.6	21983.2	2004.8	4552.8	1034.8	1602.8	1263.4	5730.0	1103.0	1186.6	1680.8	20265.6	673.8	854.4	543.0	533.0
	Fijos, mg/l	1961.0	14501.2	2648.6	18517.4	1551.8	3822.6	719.4	1403.0	1143.2	5036.4	973.4	1010.0	1453.2	17999.2	543.4	364.8	336.0	348.8
Volátiles, mg/l	409.6	1957.2	415.0	3465.8	453.0	730.2	315.4	199.8	120.2	693.6	129.6	176.6	227.6	2266.4	130.4	489.6	207.0	184.2	

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN EL ESTUARIO DEL RIO PANUCCO (marea descendente)

Fecha de muestreo 26 - XII - 73

Estación No.		I						II						III					
Parámetro	Eje	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Profundidad, en m		2.33	4.66	4.00	8.00	2.33	4.66	1.33	2.66	4.16	8.32	2.00	4.00	4.00	8.00	3.83	7.66	2.00	4.00
Hora		10:35	10:35	11:00	11:00	11:20	11:20	9:15	9:15	9:45	9:45	10:10	10:10	7:50	7:50	8:20	8:20	8:50	8:50
pH Campo		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
pH Laboratorio		8.20	8.25	8.15	8.20	8.15	8.20	8.05	8.10	8.10	8.15	8.15	8.15	8.10	8.15	8.15	8.20	8.20	8.20
Temperatura, en °C		20.6	20.5	21.0	21.0	20.5	20.5	20.0	20.0	20.5	20.5	21.0	21.0	19.5	20.0	20.0	20.0	20.0	19.5
OD, mg/l		7.6	7.0	7.4	7.0	7.6	7.2	7.2	6.8	7.2	6.8	7.2	7.4	6.8	7.4	7.2	6.6	7.8	7.2
OS, mg/l		8.80	8.49	8.45	7.80	8.72	8.19	8.83	8.72	8.68	7.84	8.52	8.38	8.65	7.98	8.54	7.95	8.85	8.67
D, mg/l		1.20	1.49	1.05	0.80	1.12	0.99	1.63	1.92	1.48	1.04	1.32	0.98	1.85	0.58	1.34	1.35	1.05	1.47
DBO ₅ , mg/l		0.64	1.43	0.71	1.36	1.99	1.38	0.74	0.49	0.71	0.96	0.71	0.90	0.80	1.93	1.50	1.65	2.48	2.15
DBO _u , mg/l		1.00	2.00	1.00	2.00	4.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.50	1.00	3.00	2.50	3.00	4.50	3.00
DQO, mg/l		123.76	1470.56	109.20	757.12	218.40	232.96	131.04	141.60	189.28	232.96	80.08	72.80	160.16	946.40	116.48	1281.28	87.36	203.64
Cloruros, mg/l		4650.0	9050.0	6550.0	13900.0	5500.0	10550.0	4300.0	5500.0	7050.0	14450.0	5650.0	7250.0	7300.0	13950.0	9200.0	14250.0	4050.0	5050.0
Calcio, mg/l		192.0	252.0	220.0	324.0	188.0	304.0	196.0	200.0	236.0	328.0	216.0	240.0	228.0	320.0	264.0	376.0	180.0	180.0
Fenoles, µg/l																		16.0	0.0
Nitrógeno	Amoniacal, mg/l	0.010	0.054	0.043	0.059	0.065	0.097	0.054	0.390	0.070	0.108	0.276	0.304	0.108	0.054	0.097	0.081	0.054	0.192
	Total, mg/l	0.299	0.430	0.274	0.348	0.296	0.386	0.749	0.911	0.649	0.513	0.739	0.709	0.397	0.285	0.328	0.341	0.285	0.471
	Nitratos, mg/l	0.46	0.24	0.30	0.17	0.46	0.32	0.33	0.24	0.33	0.22	0.48	0.42	0.35	0.20	0.37	0.27	0.48	0.51
Ortofosfatos, mg/l	0.020	0.010	0.015	0.018	0.040	0.015	0.040	0.050	0.030	0.010	0.010	0.015	0.015	0.030	0.010	0.039	0.039	0.039	
Fosfatos totales, mg/l	0.030	0.018	0.039	0.039	0.060	0.018	0.050	0.070	0.035	0.010	0.015	0.015	0.020	0.040	0.010	0.050	0.045	0.039	
S.O.L.I.D.O.S. Filtrables Suspensivos Totales	Totales, mg/l	10120.0	19032.0	13834.0	27694.0	11042.0	17360.0	9190.0	11800.0	14936.0	32726.0	9958.0	15268.0	14812.0	29734.0	19790.0	29322.0	9430.0	9992.0
	Fijos, mg/l	8570.0	15752.0	11836.0	23392.0	9194.0	15500.0	7924.0	10158.0	13366.0	24686.0	9834.0	12902.0	13182.0	25304.0	16828.0	25900.0	8210.0	9166.0
	Volátiles, mg/l	1550.0	3280.0	1998.0	4302.0	1848.0	1860.0	1266.0	1622.0	1570.0	8040.0	124.0	2366.0	1630.0	4430.0	2962.0	3422.0	1220.0	826.0
	Totales, mg/l	8.0	50.0	58.0	150.0	18.0	92.0	44.0	24.0	6.0	48.0	44.0	58.0	50.0	36.0	50.0	30.0	44.0	48.0
	Fijos, mg/l	4.0	0.0	36.0	84.0	10.0	60.0	8.0	16.0	0.0	12.0	0.0	28.0	26.0	0.0	18.0	0.0	2.0	24.0
	Volátiles, mg/l	4.0	50.0	22.0	66.0	8.0	32.0	36.0	8.0	6.0	36.0	44.0	30.0	24.0	36.0	32.0	30.0	42.0	24.0
	Totales, mg/l	10112.0	18982.0	13776.0	27544.0	11024.0	17268.0	9146.0	11356.0	14930.0	32678.0	9914.0	15210.0	14762.0	29698.0	19740.0	29292.0	9386.0	9944.0
	Fijos, mg/l	8566.0	15752.0	11800.0	23308.0	9184.0	15440.0	7916.0	10142.0	13366.0	24674.0	9834.0	12874.0	13156.0	25304.0	16810.0	25900.0	8203.0	9142.0
Volátiles, mg/l	1546.0	3280.0	1976.0	4236.0	1840.0	1828.0	1230.0	1214.0	1564.0	8004.0	80.0	2336.0	1606.0	4394.0	2930.0	3392.0	1178.0	802.0	

(continuación)

Fecha de muestreo 26 - XII - 73

Estación No. Parámetro	IV						V						VI						
	1		2		3		1		2		3		1		2		3		
	Eje		Eje		Eje		Eje		Eje		Eje		Eje		Eje		Eje		
Profundidad, en m	2.83	5.66	4.33	8.66	2.50	5.00	3.33	6.66	4.00	8.00	2.33	4.66	0.83	1.66	3.00	6.00	2.33	4.66	
Hora	6:10	6:10	6:45	6:45	7:15	7:15	9:28	9:28	9:52	9:52	10:15	10:15	8:16	8:16	8:31	8:31	8:57	8:57	
pH Campo	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.0	6.5	6.0	6.0	6.5	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5	
pH Laboratorio	8.10	8.15	8.15	8.20	8.20	8.15	8.00	8.10	8.00	8.00	8.05	8.10	8.00	8.09	8.00	8.00	8.00	8.10	
Temperatura, en °C	20.5	20.5	19.0	19.0	20.0	20.0	19.5	19.5	19.0	19.0	19.5	19.0	19.0	19.0	18.5	19.5	18.5	19.0	
OD, mg/l	7.2	7.0	7.4	6.8	7.4	7.0	5.3	5.4	6.6	6.8	6.8	7.6	7.3	7.9	7.1	3.9	7.4	7.0	
OS, mg/l	8.40	7.91	8.47	8.08	8.85	8.30	8.69	8.18	8.92	8.91	8.98	8.95	9.02	9.04	9.03	8.66	9.25	8.85	
D, mg/l	1.20	0.91	1.07	1.28	1.45	1.30	3.39	2.78	2.32	2.11	2.18	1.35	1.72	1.14	1.93	4.76	1.82	1.85	
DBO ₅ , mg/l	1.49	2.21	2.25	2.25	2.48	2.24	0.82	0.64	1.49	2.40	2.46	2.99	2.99	3.54	3.07	0.82	2.87	2.62	
DBO _u , mg/l	3.00	4.00	3.50	3.50	4.50	3.00	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	6.00	6.00	5.50	4.50	1.50	4.00	3.50	
DQO, mg/l	145.60	757.12	291.20	1062.88	43.68	524.16	123.76	829.92	189.28	509.60	58.24	131.04	116.48	65.52	78.80	152.88	14.56	123.76	
Cloruros, mg/L	8000.0	13750.0	10350.0	14500.0	4150.0	10200.0	6950.0	12600.0	5200.0	5400.0	3800.0	4950.0	4200.0	4000.0	4800.0	7200.0	2600.0	6050.0	
Calcio, mg/l	236.0	332.0	264.0	320.0	176.0	252.0	261.0	292.0	196.0	184.0	172.0	192.0	184.0	184.0	200.0	228.0	180.0	240.0	
Fenoles, µg/l	0.0	7.0	16.0	14.0	8.0	0.0	5.0	0.0	0.0	8.0	0.0	4.0	8.0	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	
Nitrogeno	Amoniacal, mg/l	0.054	0.070	0.059	0.219	0.136	0.152	0.059	0.027	0.070	0.037	0.332	0.164	0.332	0.164	0.626	0.274	0.333	0.507
	Total, mg/l	0.386	0.289	0.279	0.668	1.203	0.485	0.358	0.108	0.124	0.135	0.370	0.218	0.711	0.294	0.763	0.329	0.496	0.755
	Nitrosos, mg/l	0.642	0.210	0.354	0.342	1.315	0.300	0.51	0.332	0.360	0.390	0.430	0.380	0.395	0.530	0.360	0.312	0.350	0.272
Ortofosfatos, mg/l	0.020	0.020	0.039	0.018	0.018	0.018	0.010	0.015	0.010	0.010	0.010	0.010	0.018	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Fosfatos totales, mg/l	0.020	0.030	0.050	0.040	0.020	0.030	0.010	0.020	0.010	0.015	0.018	0.010	0.020	0.040	0.010	0.010	0.018	0.010	0.010
Sólidos Totales	Totales, mg/l	16382.0	26958.0	20404.0	28988.0	8574.0	20666.0	13444.0	24492.0	10770.0	11136.0	8512.0	10278.0	8904.0	8150.0	9572.0	15072.0	5860.0	11594.0
	Fijos, mg/l	14302.0	23314.0	18386.0	24946.0	6594.0	17546.0	11146.0	20008.0	9346.0	9344.0	7144.0	8676.0	7588.0	7036.0	8376.0	12820.0	5020.0	9796.0
	Volátiles, mg/l	2080.0	3644.0	2018.0	4042.0	2080.0	3120.0	2298.0	3914.0	1624.0	1792.0	1368.0	1602.0	1316.0	1114.0	1196.0	2252.0	840.0	1798.0
Sólidos Suspensivos	Totales, mg/l	40.0	120.0	50.0	26.0	10.0	78.0	58.0	141.0	118.0	82.0	46.0	68.0	64.0	94.0	18.0	94.0	30.0	112.0
	Fijos, mg/l	12.0	72.0	30.0	2.0	0.0	10.0	0.0	63.0	32.0	58.0	22.0	40.0	0.0	0.0	2.0	76.0	0.0	112.0
	Volátiles, mg/l	28.0	48.0	20.0	24.0	10.0	68.0	58.0	75.0	86.0	24.0	24.0	28.0	64.0	94.0	16.0	18.0	30.0	0.0
Fibras	Totales, mg/l	16342.0	26838.0	20354.0	28962.0	8664.0	20588.0	13386.0	24348.0	10852.0	11054.0	8466.0	10210.0	8840.0	8056.0	9554.0	14978.0	5830.0	11482.0
	Fijos, mg/l	14290.0	23242.0	18356.0	24944.0	6594.0	17536.0	11146.0	20440.0	9314.0	9286.0	7122.0	8636.0	7588.0	7036.0	8374.0	12744.0	5020.0	9684.0
	Volátiles, mg/l	2052.0	3596.0	1998.0	4018.0	2070.0	3052.0	2240.0	3908.0	1538.0	1768.0	1344.0	1574.0	1252.0	1020.0	1180.0	2234.0	810.0	1798.0

(continuación)

Fecha de muestreo 26-XII-73

Estación No. Parámetro	VII						VIII						IX							
	Eje		1	2	3		1	2	3		1	2	3							
Profundidad, en m	3.50	7.00	4.00	8.00	2.33	4.66	2.33	4.66	2.66	5.32	2.00	4.00	2.06	4.12	2.66	5.32	3.00	6.00		
Hora	7:18	7:18	7:37	7:37	7:49	7:49	6:04	6:04	6:25	6:25	6:44	6:44	6:35	6:35	7:00	7:00	7:15	7:15		
pH Campo	6.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0		
pH Laboratorio	7.99	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.05	8.00	8.10	8.00	8.10	8.05		
Temperatura, en °C	19.5	20.0	19.0	20.0	19.0	19.0	19.0	19.5	18.5	19.0	19.0	19.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
OD, mg/l	7.2	6.6	7.4	6.8	7.8	7.4	8.3	7.5	7.9	7.0	7.4	7.3	8.0	8.0	8.1	8.1	8.2	6.6		
OS, mg/l	8.78	8.12	9.04	8.45	9.21	9.08	9.28	8.75	9.33	8.92	9.14	9.08	9.20	9.21	9.20	9.17	9.20	8.90		
D, mg/l	1.58	1.52	1.64	1.65	1.41	1.68	0.98	1.25	1.43	1.92	1.74	1.78	1.20	1.21	1.10	1.07	1.00	2.30		
DBO ₅ , mg/l	2.90	2.25	2.46	2.62	3.59	3.31	1.74	1.20	1.50	0.99	0.99	0.90	1.38	1.99	1.93	1.74	1.49	1.55		
DBO _U , mg/l	4.50	3.50	3.00	3.50	5.00	6.00	3.50	2.00	2.50	2.00	2.00	1.50	2.50	4.00	3.00	2.00	3.00	2.00		
DQO, mg/l	7.28	131.04	21.84	422.24	7.28	21.84	7.28	174.72	7.28	145.6	87.36	123.76	7.28	21.84	29.12	43.68	29.12	160.16		
Cloruros, mg/l	5900.0	12300.0	4050.0	8500.0	2100.0	3600.0	1450.0	6300.0	1500.0	5350.0	3050.0	3550.0	170.0	175.0	140.0	470.0	160.0	3450.0		
Calcio, mg/l	224.0	328.0	164.0	236.0	152.0	188.0	148.0	228.0	160.0	200.0	172.0	184.0	128.0	148.0	128.0	136.0	136.0	180.0		
Fe total, mg/l																				
Fenoles, µg/l																				
Aceites y grasas, mg/l																				
Nitrogeno	Amoniacal, mg/l	0.164	0.054	0.027	0.136	0.043	0.108	0.164	0.566	0.136	0.054	0.108	0.027	0.054	0.081	0.108	0.043	0.164	0.108	
	Total, mg/l	0.191	0.301	0.043	0.239	0.086	0.135	0.913	1.015	0.218	0.135	0.135	0.070	0.319	0.119	0.319	0.448	0.626	0.164	
	Nitratos, mg/l	0.580	0.220	0.420	0.245	0.650	0.584	0.660	0.410	0.615	0.362	0.460	0.425	0.580	0.580	0.570	0.599	0.540	0.700	
Ortofosfatos, mg/l	0.018	0.010	0.030	0.010	0.010	0.010	0.018	0.010	0.010	0.010	0.039	0.015	0.020	0.060	0.010	0.025	0.037	0.010		
Fosfatos totales, mg/l	0.018	0.015	0.030	0.015	0.030	0.030	0.018	0.035	0.015	0.018	0.040	0.015	0.025	0.060	0.015	0.025	0.040	0.010		
SOLIDOS	Totales	Totales, mg/l	12224.0	25834.0	8368.0	17532.0	4630.0	7784.0	2968.0	12928.0	3274.0	10910.0	6164.0	7764.0	878.0	838.0	846.0	1410.0	830.0	7148.0
		Fijos, mg/l	10110.0	21896.0	7260.0	14462.0	3880.0	6278.0	2608.0	11006.0	2776.0	9674.0	5256.0	6434.0	748.0	754.0	750.0	1248.0	744.0	6176.0
	Suspendidos	Volátiles, mg/l	2114.0	3938.0	1108.0	3070.0	750.0	1506.0	360.0	1922.0	498.0	1236.0	908.0	1330.0	130.0	84.0	96.0	162.0	86.0	972.0
		Totales, mg/l	60.0	110.0	38.0	24.0	14.0	44.0	24.0	45.0	35.0	46.0	58.0	46.0	34.0	14.0	30.0	50.0	30.0	34.0
		Fijos, mg/l	44.0	84.0	12.0	6.0	8.0	18.0	0.0	20.0	12.0	22.0	16.0	14.0	0.0	10.0	16.0	4.0	10.0	18.0
		Volátiles, mg/l	16.0	26.0	26.0	18.0	6.0	26.0	24.0	26.0	24.0	24.0	42.0	32.0	34.0	4.0	14.0	46.0	20.0	16.0
		Totales, mg/l	12164.0	25724.0	8330.0	17508.0	4616.0	7740.0	2944.0	12882.0	3238.0	10864.0	6106.0	7718.0	844.0	824.0	816.0	1360.0	800.0	7114.0
		Fijos, mg/l	10066.0	21812.0	7248.0	14456.0	3874.0	6260.0	2608.0	10986.0	2764.0	9652.0	5240.0	6420.0	748.0	744.0	734.0	1244.0	734.0	6158.0
Volátiles, mg/l	2098.0	3912.0	1082.0	3052.0	742.0	1480.0	336.0	1896.0	474.0	1212.0	866.0	1298.0	96.0	80.0	82.0	116.0	66.0	956.0		

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN EL ESTUARIO DEL RIO PANUCO (marea descendente)

Fecha de muestreo 16-1-74

Estación No. Parámetro	I						II						III						
	1		2		3		1		2		3		1		2		3		
Profundidad, en m	2.33	4.66	4.00	8.00	2.33	4.66	1.33	2.66	4.16	8.32	2.00	4.00	4.00	8.00	3.83	7.66	2.00	4.00	
Hora	15:55	15:55	16:20	16:20	16:45	16:45	14:30	14:30	15:00	15:00	15:25	15:25	13:15	13:15	13:36	13:36	14:05	14:05	
pH Campo	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
pH Laboratorio	8.15	8.15	8.10	8.05	8.05	8.10	8.10	8.05	8.10	8.10	8.05	8.10	8.05	8.05	8.10	8.10	8.10	8.10	
Temperatura, en °C	25.0	24.5	24.5	23.5	24.5	24.0	26.0	25.0	25.0	24.5	25.0	24.5	26.0	25.5	25.5	25.0	25.0	24.5	
OD, mg/l	7.2	7.2	8.0	7.8	7.6	7.6	8.0	7.6	7.8	7.6	8.0	8.0	7.6	7.0	7.6	7.2	8.6	7.8	
QS, mg/l	7.69	7.35	7.27	7.34	7.86	7.42	7.93	7.67	7.30	7.17	7.65	7.40	7.04	7.07	7.15	7.12	7.70	7.57	
D, mg/l	0.49	0.15	-0.73	-0.46	0.26	-0.18	-0.07	0.07	-0.50	-0.43	-0.35	-0.60	-0.56	-0.07	-0.45	-0.08	-0.90	-0.23	
DBO ₅ , mg/l	1.07	0.88	0.82	0.68	0.74	0.74	1.80	1.38	0.84	0.77	0.84	0.68	0.96	0.71	0.41	0.80	1.10	0.71	
DBO _u , mg/l	1.50	1.00	1.50	1.00	1.50	1.50	3.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	0.50	1.00	2.00	1.00	
DCO, mg/l	148.20	1200.80	988.0	1307.0	250.80	927.00	49.40	744.80	729.60	1064.0	592.8	790.4	790.4	896.8	744.8	988.0	957.6	608.0	
Cloruros, mg/l	3926.7	13609.0	14536.0	15414.5	7414.0	13609.0	3512.0	9170.0	13268.0	15951.0	9316.0	13121.0	14634.0	15414.0	14487.0	15902.0	8877.0	11027.0	
Calcio, mg/l	280.0	400.0	360.0	372.0	240.0	368.0	184.0	244.0	360.0	408.0	260.0	352.0	372.0	380.0	360.0	380.0	296.0	288.0	
Fenoles, µg/l	65.0	35.0	16.0	0.0	10.0	0.0	410.0	610.0	9.0	0.0	4.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	
Nitrogeno	Amoniacal, mg/l	0.043	0.027	0.027	0.054	0.097	0.054	0.097	0.136	0.108	0.081	0.164	0.065	0.081	0.059	0.027	0.164	0.108	0.108
	Total, mg/l	0.108	0.080	1.029	0.097	0.516	0.803	0.179	0.190	0.384	0.768	0.790	0.256	0.648	0.124	0.163	0.245	0.328	0.272
	Nitratos, mg/l	0.488	0.170	0.510	0.330	0.110	0.260	0.260	0.950	0.212	0.120	0.425	0.400	0.180	0.145	0.200	0.120	0.250	0.290
Ortofosfatos, mg/l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.039	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.018	0.05	0.01	0.015	0.01	0.01	0.01	0.01	
Fosfatos totales, mg/l	0.01	0.015	0.01	0.015	0.04	0.01	0.018	0.02	0.01	0.03	0.018	0.05	0.02	0.020	0.02	0.015	0.025	0.015	
SOLIDOS Totales	Totales, mg/l	20706	43568	56100	47594	17048	46032	8040.0	31744	45408	52860	29822	31616	46122	58224	35268	27812	29548	22074
	Fijos, mg/l	16090	25152	27360	27420	13496	26006	6700	15638	24860	28830	16746	23556	25960	27680	26440	19762	16724	20992
	Volátiles, mg/l	4616	18416	28740	20174	3552	20026	1340	14106	20548	24030	13076	8060	20162	30544	8828	8050	12814	1082
SOLIDOS Suspensos	Totales, mg/l	12.0	88.0	100.0	52.0	32.0	60.0	4.0	12.0	12.0	8.0	4.0	14.0	14.0	24.0	4.0	14.0	14.0	12.0
	Fijos, mg/l	8.0	20.0	90.0	44.0	30.0	0.0	4.0	8.0	10.0	0.0	2.0	4.0	2.0	20.0	2.0	2.0	12.0	2.0
	Volátiles, mg/l	4.0	68.0	10.0	8.0	2.0	60.0	0.0	4.0	2.0	8.0	2.0	10.0	12.0	4.0	2.0	12.0	2.0	10.0
Filtros	Totales, mg/l	20694.0	43480.0	56000.0	47542.0	17016.0	45972.0	8036.0	30732.0	45396.0	52852.0	29818.0	31602.0	46108.0	58200.0	35264.0	27798.0	29534.0	22062.0
	Fijos, mg/l	16082.0	25132.0	27270.0	27376.0	13466.0	26005.0	6696.0	16630.0	24850.0	28830.0	16744.0	23552.0	25958.0	27660.0	26438.0	19760.0	16722.0	20990.0
	Volátiles, mg/l	4612.0	18348.0	28730.0	20166.0	3550.0	19966.0	1340.0	14102.0	20546.0	24022.0	13074.0	8050.0	20150.0	30540.0	8826.0	8038.0	12812.0	1072.0

Tabla No. 22 A

(continuación)

Fecha de muestreo 16-1-74

Estación No.		IV						V						VI					
Parámetro	Eje	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Profundidad, en m		2.83	5.66	4.33	8.66	2.50	5.00	3.33	6.66	4.00	8.00	2.33	4.66	0.83	1.66	3.00	6.00	2.33	4.66
Hora		15:58	15:58	16:15	16:15	16:35	16:35	14:45	14:45	15:07	15:07	15:26	15:26	13:40	13:40	14:02	14:02	14:21	14:21
pH Campo		6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
pH Laboratorio		8.0	8.0	8.1	8.05	8.0	8.05	8.0	8.0	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.0	8.05	8.05	8.15	8.05
Temperatura, en °C		25.0	24.0	23.5	23.0	24.0	23.5	24.5	24.0	24.0	24.0	23.5	23.5	25.0	25.0	24.5	24.0	24.0	24.0
OD, mg/l		9.0	8.4	7.6	7.6	7.2	6.8	7.4	7.2	5.6	6.8	7.6	6.6	8.0	7.6	8.0	6.8	7.8	7.8
OS, mg/l		8.22	8.10	7.61	7.44	8.11	7.45	8.02	7.30	7.59	7.28	8.25	7.66	8.26	8.22	8.06	7.42	8.30	7.55
D, mg/l		-0.78	-0.30	0.01	-0.16	0.91	0.65	0.62	0.10	1.99	0.48	0.65	1.06	0.26	0.62	0.06	0.62	0.50	-0.25
DBO ₅ , mg/l		2.94	0.68	1.49	1.36	4.83	0.90	0.74	0.80	0.84	0.60	0.64	0.82	1.35	1.64	1.49	0.64	0.68	0.74
DBO _u , mg/l		3.50	1.00	3.00	2.00	7.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	2.00	2.00	1.00	1.00	1.50
DQO, mg/l		228.0	562.40	805.60	1079.0	532.0	1276.0	228.0	988.0	957.6	1018.0	608.0	684.0	45.6	53.2	68.4	699.0	129.0	684.0
Cloruros, mg/l		2315	5172	12216	15073	4975.0	14185	5517.0	14925	11428	15369	4679.0	11674	1822.0	2315.0	4876.0	13645	2610.0	11970
Calcio, mg/l		168.0	192.0	332.0	360.0	200.0	328.0	232.0	348.0	288.0	328.0	204.0	292.0	144.0	152.0	188.0	316.0	172.0	340.0
Fenoles, µg/l		2.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	6.0	7.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
Nitrógeno	Amónico, mg/l	0.392	0.168	0.112	0.056	0.308	0.084	0.700	0.084	0.980	0.168	0.812	0.168	0.280	0.616	0.616	0.280	0.812	0.280
	Total, mg/l	0.108	0.054	0.043	0.010	0.091	0.027	0.191	0.027	0.276	0.054	0.219	0.054	0.081	0.164	0.164	0.108	0.219	0.108
	Nitratos, mg/l	0.675	0.190	0.550	0.430	0.840	0.190	1.391	0.475	0.842	0.741	0.668	0.928	0.830	0.272	0.383	1.308	0.907	1.176
Ortofosfatos, mg/l	0.060	0.080	0.015	0.055	0.010	0.070	0.030	0.0	0.015	0.0	0.0	0.01	0.08	0.02	0.03	0.0	0.02	0.0	
Fosfatos totales, mg/l	0.07	0.08	0.08	0.055	0.015	0.130	0.090	0.12	0.020	0.0	0.01	0.02	0.08	0.06	0.03	0.0	0.02	0.0	
SOLIDOS Suspendidos	Totales, mg/l	5110.0	10840.0	25002.0	31200	10964	20394	11662	29800	23402	31520	9612	24106	3350	4936	10260	27050	5242	23042
	Fijos, mg/l	4204.0	9098.0	21260.0	20090	8844	25762	10024	25070	19380	25964	8196	19988	3340	4536	9816	24820	5038	21368
	Volátiles, mg/l	905.0	1742.0	3742	11110	2120	4632	1638	4730	4022.0	5556	1416	4118	10	400	444	2230	204	1674
	Totales, mg/l	12.0	26.0	34.0	42.0	12.0	24.0	40.0	56.0	4.0	40.0	22.0	32.0	20.0	26.0	38.0	24.0	22.0	40.0
	Fijos, mg/l	2.0	18.0	10.0	6.0	0.0	0.0	28.0	12.0	2.0	8.0	10.0	4.0	14.0	21.0	26.0	2.0	18.0	22.0
	Volátiles, mg/l	10.0	8.0	24.0	36.0	12.0	24.0	12.0	44.0	2.0	32.0	12.0	28.0	6.0	5.0	12.0	22.0	4.0	18.0
Totales, mg/l	5098.0	10814.0	24968.0	31158.0	10952.0	30370.0	11622.0	29744.0	23398.0	31480.0	9390.0	24074.0	3330.0	4910.0	10222.0	27026.0	5220.0	23002.0	
Fijos, mg/l	4202.0	9080.0	21250.0	20084.0	8844.0	25762.0	9996.0	25008.0	19378.0	25956.0	8186.0	19984.0	3326.0	4515.0	9790.0	24818.0	5020.0	21346.0	
Volátiles, mg/l	896.0	1734.0	3718.0	11074.0	2108.0	4608.0	1626.0	4736.0	4020.0	5524.0	1404.0	4090.0	4.0	395.0	432.0	2208.0	200.0	1656.0	

Tabla No. 22 A

(continuación)

Fecha de muestreo 16-1-74

Estación No.		VII						VIII						IX						
Parámetro	Eje	1		2		3		1		2		3		1		2		3		
Profundidad, en m		3.50	7.00	4.00	8.00	2.33	4.66	2.33	4.66	2.66	5.32	2.00	4.00	2.06	4.12	2.66	5.32	3.00	6.00	
Hora		18:10	18:10	18:35	18:35	19:00	19:00	16:44	16:44	17:05	17:05	17:32	17:32	14:35	14:35	15:00	15:00	15:40	15:40	
pH Campo		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
pH Laboratorio		7.95	8.0	7.95	8.0	8.01	8.0	8.15	8.0	8.0	8.0	8.0	8.15	8.0	7.95	8.0	8.1	8.1	7.95	
Temperatura, en °C		22.5	22.0	21.0	21.5	21.5	20.5	22.0	21.0	22.0	21.0	22.0	22.0	23.5	22.5	23.5	22.5	23.0	21.0	
OD, mg/l		6.8	6.4	7.0	6.8	7.6	6.8	8.0	6.0	8.2	6.0	10.0	8.6	8.6	4.2	9.8	7.0	9.6	5.2	
OS, mg/l		7.75	7.57	8.22	7.76	8.53	8.23	8.65	7.99	8.53	7.84	8.77	8.26	8.59	7.97	8.70	8.64	8.70	8.92	
D, mg/l		0.95	1.17	1.22	0.96	0.93	1.43	0.65	1.99	0.23	1.84	-1.23	-0.34	0.01	0.02	-1.10	1.64	-0.20	3.72	
DBO ₅ , mg/l		1.80	1.61	0.84	0.85	1.80	1.28	0.85	1.80	0.85	1.26	1.64	1.07	1.64	0.74	0.45	0.85	0.38	0.41	
DBO ₆ , mg/l		3.00	2.50	1.00	1.00	3.00	1.50	1.00	3.00	1.00	1.50	2.00	1.50	2.00	1.00	0.50	1.00	0.50	0.50	
DQD, mg/l		577.0	790.0	577.0	851.0	91.0	684.0	53.2	668.8	91.2	486.4	53.2	456.0	45.6	501.6	26.6	349.6	26.6	880.0	
Cloruros, mg/l		12265	15615	9162	13546	4679	12019	1921	11723	3497	13447	591	6600	142	9605	128	5615	138	1103	
Calcio, mg/l		308	364	256	320	188	320	160	296	196	340	140	244	132	280	140	212	132	268	
Fenoles, µg/l		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Nitrógeno	Amoniacal, mg/l	0.027	0.108	0.050	0.119	0.390	0.065	0.081	0.027	0.059	0.043	0.065	0.054	0.043	0.027	0.054	0.070	0.108	0.119	
	Total, mg/l	0.359	0.152	0.131	0.595	0.897	0.814	0.255	0.080	0.234	0.082	0.439	0.318	1.110	0.246	0.928	0.460	0.735	0.283	
	Nitritos, mg/l	0.220	0.270	0.100	0.120	0.255	0.280	0.292	0.095	0.290	0.175	0.500	0.260	0.380	0.380	0.465	0.560	0.465	0.740	
Ortofosfatos, mg/l		0.039	0.039	0.020	0.015	0.020	0.015	0.015	0.020	0.030	0.018	0.030	0.015	0.020	0.039	0.030	0.039	0.030	0.018	
Fosfatos totales, mg/l		0.09	0.16	0.11	0.039	0.070	0.020	0.060	0.039	0.070	0.060	0.070	0.080	0.060	0.110	0.070	0.080	0.120	0.060	
SOLIDOS	Suspendidos	Totales, mg/l	23632	29496	17972	25368	9120	23752	3744	23014	7234	25930	1628	12960	878	18462	1012	11200	964	22544
		Fijos, mg/l	21872	27782	17084	24172	8380	20032	3702	21210	7076	23684	1398.0	12604	834	16784	958	10448	940.0	18914
		Volátiles, mg/l	1760	1714	888	1196	740	3720	42	1804	158	2246	230.0	356	44	1678	54	752	24.0	3630
		Totales, mg/l	54.0	128.0	92.0	166.0	100.0	74.0	12.0	44.0	18.0	18.0	28.0	40.0	10.0	54.0	16.0	34.0	12.0	16.0
		Fijos, mg/l	54.0	82.0	78.0	80.0	70.0	50.0	10.0	30.0	0.0	10.0	18.0	16.0	10.0	42.0	10.0	30.0	4.0	0.0
Filtrables	Totales	Volátiles, mg/l	0.0	46.0	14.0	86.0	30.0	24.0	2.0	14.0	18.0	8.0	10.00	24.0	0.0	12.0	6.0	4.0	8.0	16.0
		Totales, mg/l	23578.0	29368.0	17880.0	25202.0	9020	23678.0	3732.0	22970.0	7216.0	25912.0	1600.0	12920.0	868.0	18408.0	996.0	11166.0	952.0	22528.0
		Fijos, mg/l	21818.0	27700.0	17006.0	24092.0	8310.0	19982.0	3692.0	21180.0	7076.0	23674.0	1380.0	12888.0	824.0	16742.0	948.0	10418.0	936.0	18914.0
Filtrables	Volátiles	Totales, mg/l	1760.0	1668.0	874.0	1110.0	710.0	3646.0	40.0	1790.0	140.0	2238.0	220.0	332.0	44.0	1666.0	48.0	748.0	16.0	3614.0

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN EL ESTUARIO DEL RIO PANUCO. (marea ascendente)

Fecha de muestreo 9-IV-74

Estación No.		I						II						III					
Parámetro	Eje	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Profundidad, en m		2.33	4.66	4.00	8.00	2.33	4.66	1.33	2.56	4.16	8.32	2.00	4.00	4.00	8.00	3.83	7.66	2.00	4.00
Hora		22:52	22:52	23:28	23:28	24:00	24:00	0:42	0:42	1:36	1:36	1:06	1:06	22:45	22:45	23:30	23:30	24:00	24:00
pH Campo		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
pH Laboratorio		8.10	8.10	8.10	7.95	8.10	8.10	8.10	8.09	8.09	8.09	8.10	8.10	8.15	7.95	8.09	8.00	8.10	8.10
Temperatura, en °C		25.5	25.5	24.0	24.0	24.5	24.5	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
OD, mg/l		6.23	5.86	6.23	5.86	6.23	5.86	6.42	5.86	6.04	6.04	6.59	6.23	6.42	5.67	5.86	5.67	5.49	5.86
OS, mg/L		7.59	7.35	7.72	7.55	7.82	7.48	7.95	7.47	7.62	7.39	7.80	7.57	7.42	7.25	7.39	7.19	7.71	7.51
D, mg/l		1.36	1.49	1.49	1.69	1.59	1.62	1.53	1.61	1.58	1.35	1.21	1.34	1.00	1.58	1.53	1.52	2.22	1.65
DBO ₅ , mg/L		0.748	0.748	0.645	0.553	0.601	0.601	0.902	0.718	0.748	0.683	0.748	0.683	0.645	0.374	0.829	0.601	0.829	0.748
DBO _u , mg/L		1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.500	1.50	1.00	1.50	1.50
DQO, mg/l		271.76	391.84	309.68	436.08	202.24	278.06	183.28	240.16	246.02	269.08	169.14	330.58	246.15	192.30	246.15	84.61	68.30	129.01
Cloruros, mg/l		9065.0	11907.0	9898.0	11956.0	7840.0	12054.0	7987.0	11515.0	9604.0	12495.0	7497.0	10290.0	9898.0	11907.0	10094.0	12642.0	6223.0	8722.0
Calcio, mg/l		264.53	280.56	268.53	280.56	252.50	284.57	252.50	320.64	272.54	292.58	188.38	268.54	272.54	332.66	340.68	328.66	268.54	256.51
Fe total, mg/l		0.280	0.188	0.172	0.280	0.228	0.260	0.120	0.108	0.244	0.188	0.432	0.184	0.120	0.136	0.136	0.100	0.120	0.184
Fenoles, µg/l		4.0	0.0	0.0	2.4	0.0	7.6	14.0	6.0	0.0	0.0	3.6	3.0	13.0	0.0	7.0	4.0	7.6	6.4
Aceites y grasas, mg/l		15.50	14.40	11.60	12.30	8.40	3.40	4.10	15.70	3.20	3.80	4.10	3.50	4.50	1.70	2.40	12.40	12.20	12.80
Nitrogeno	Amoniacal, mg/l	0.240	0.636	0.072	0.072	0.420	0.036	0.072	0.072	0.0384	0.384	0.1792	0.0768	0.0720	0.0	0.168	0.240	0.0	0.0
	Total, mg/l	1.584	1.200	0.432	0.144	2.220	0.036	0.912	1.512	1.0464	1.3144	0.4432	0.2448	0.252	0.220	1.736	0.740	0.056	0.924
	Nitratos, mg/l	0.075	0.075	0.220	0.090	0.150	0.170	0.110	0.110	0.570	0.190	0.270	0.110	0.420	0.480	0.290	0.290	0.140	0.280
Ortofosfatos, mg/l	0.010	0.0	0.010	0.0	0.0	0.004	0.008	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fosfatos totales, mg/l	0.015	0.010	0.010	0.010	0.008	0.010	0.010	0.010	0.0	0.0	0.0	0.02	0.0	0.015	0.0	0.0	0.005	0.0	0.0
Sólidos Totales	Totales, mg/l	18460.0	24342.0	21806.0	31272.0	17694.0	26360.0	17402.0	23502.0	20490.0	26038.0	15334.0	22066.0	20382.0	27226.0	21098.0	25684.0	13486.0	19100.0
	Fijos, mg/l	15784.0	20804.0	17024.0	27126.0	14600.0	20556.0	14468.0	17824.0	16728.0	22436.0	12972.0	17890.0	17262.0	22212.0	17198.0	20990.0	10652.0	15766.0
	Volátiles, mg/l	2676.0	3538.0	4782.0	4146.0	3094.0	5804.0	2934.0	5678.0	3762.0	3602.0	2362.0	4176.0	3120.0	5014.0	3900.0	4694.0	2834.0	3334.0
Sólidos Suspensos	Totales, mg/l	94.0	62.0	72.0	42.0	58.0	42.0	56.0	42.0	38.0	38.0	96.0	70.0	42.0	72.0	70.0	64.0	46.0	78.0
	Fijos, mg/l	52.0	8.0	36.0	2.0	2.0	4.0	20.0	8.0	10.0	2.0	50.0	22.0	4.0	16.0	20.0	26.0	20.0	24.0
	Volátiles, mg/l	42.0	54.0	36.0	40.0	56.0	38.0	36.0	34.0	28.0	36.0	46.0	48.0	38.0	56.0	50.0	38.0	26.0	54.0
Filtroses	Totales, mg/l	18366.0	24280.0	21734.0	31230.0	17636.0	26318.0	17346.0	23460.0	20452.0	26000.0	15238.0	21996.0	20340.0	27154.0	21028.0	25620.0	13440.0	19022.0
	Fijos, mg/l	15732.0	20796.0	16988.0	27124.0	14598.0	20552.0	14448.0	17816.0	16718.0	22434.0	12922.0	17868.0	17258.0	22196.0	17178.0	20964.0	10632.0	15742.0
	Volátiles, mg/l	2634.0	3484.0	4746.0	4106.0	3038.0	5766.0	2898.0	5644.0	3734.0	3566.0	2316.0	4128.0	3082.0	4958.0	3850.0	4656.0	2808.0	3280.0

Tabla No. 23A

(continuación)

Fecha de muestreo 9-IV-74

Estación No. Parámetro	IV						V						VI						
	1		2		3		1		2		3		1		2		3		
Profundidad, en m	2.83	5.66	4.33	8.66	2.50	5.00	3.33	6.65	4.00	8.00	2.33	4.66	0.83	1.66	3.00	6.00	2.33	4.66	
Hora	1:00	1:00	1:25	1:25	1:45	1:45	23:00	23:10	23:25	23:25	23:55	23:55	0:25	0:25	0:50	0:50	1:10	1:10	
pH Campo	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
pH Laboratorio	8.05	8.09	8.05	8.05	8.05	8.12	8.00	8.00	8.09	8.05	8.10	8.05	8.09	8.09	8.09	8.05	8.12	8.05	
Temperatura, en °C	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	
OD, mg/l	5.49	5.31	5.86	5.31	6.59	5.68	6.04	5.47	5.67	5.40	6.41	5.58	6.59	6.04	5.86	5.49	6.78	5.86	
OS, mg/l	7.42	7.20	7.39	7.37	7.61	7.07	7.51	7.17	7.55	7.24	7.67	7.37	7.89	7.78	7.70	7.64	7.89	7.59	
D, mg/l	1.93	1.89	1.53	2.06	1.02	1.39	1.47	1.68	1.88	1.84	1.76	1.79	1.30	1.74	1.84	2.15	1.11	1.73	
DBO ₅ , mg/l	0.997	0.748	0.997	0.829	0.907	0.967	1.659	1.745	1.795	1.203	0.997	1.203	2.244	1.936	1.203	1.203	0.601	0.997	
DBO _u , mg/l	2.00	1.50	2.00	1.50	1.50	1.50	3.00	3.50	2.50	2.00	2.00	2.00	4.50	3.50	2.00	2.00	1.00	2.00	
DQO, mg/l	113.84	311.16	144.19	235.27	280.80	258.03	294.88	369.23	188.45	169.23	200.00	246.15	115.38	107.69	115.38	328.24	160.30	75.57	
Cloruros, mg/l	8673.0	11319.0	8918.0	9114.0	6272.0	12936.0	8673.0	12936.0	8085.0	2152.0	6762.0	10486.0	4018.0	5292.0	6272.0	9065.0	4018.0	7693.0	
Calcio, mg/l	284.57	308.62	260.52	280.56	296.60	220.44	240.48	276.55	252.50	280.56	220.44	264.53	200.40	240.48	232.46	232.46	184.36	240.48	
Fe total, mg/l	0.230	0.230	0.140	0.170	0.140	0.140	0.100	0.120	0.280	0.450	0.180	0.400	0.000	0.100	0.170	0.450	0.260	0.240	
Fenoles, µg/l	0.4	7.0	0.0	3.4	0.0	0.4	1.0	3.2	0.0	1.6	0.0	1.6	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	
Aceites y grasas, mg/l	13.80	15.00	21.20	32.30	7.40	7.20	10.10	21.60	20.20	13.90	18.70	20.20	18.00	20.90	17.00	13.60	11.00	4.30	
Nitrógeno	Amoniacal, mg/l	0.072	0.0	0.072	0.210	0.0	0.182	0.420	0.420	1.008	0.240	0.636	1.056	1.440	2.292	0.0	1.056	1.056	
	Total, mg/l	0.864	0.0	0.240	0.660	1.408	0.214	2.160	2.368	2.628	1.104	1.272	2.112	4.320	3.300	0.696	1.656	2.352	
	Nitratos, mg/l	0.260	0.140	0.150	0.370	0.170	0.210	0.320	0.470	0.260	0.260	0.230	0.150	0.190	0.140	0.100	0.210	0.170	0.210
Ortofosfatos, mg/l	0.00	0.00	0.00	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.024	0.010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Fosfatos totales, mg/l	0.00	0.00	0.00	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.026	0.015	0.015	0.00	0.030	0.00	0.00	
SOLIDOS	Totales, mg/l	18000.0	22976.0	18110.0	19274.0	25776.0	13080.0	17550.0	25906.0	17634.0	26090.0	13996.0	22734.0	10014.0	10724.0	13440.0	20390.0	8968.0	17098.0
	Fijos, mg/l	15914.0	19782.0	15192.0	16646.0	21870.0	11718.0	14034.0	22836.0	14284.0	20612.0	10130.0	18868.0	8130.0	8818.0	10992.0	16628.0	7208.0	14358.0
	Volátiles, mg/l	2086.0	3194.0	2918.0	2628.0	3906.0	1362.0	3516.0	3070.0	3350.0	5478.0	3866.0	3866.0	1884.0	1906.0	2448.0	3762.0	1760.0	2740.0
	Totales, mg/l	58.0	56.0	80.0	52.0	110.0	28.0	1032.0	1256.0	96.0	110.0	38.0	130.0	26.0	66.0	54.0	186.0	22.0	70.0
	Fijos, mg/l	16.0	12.0	6.0	8.0	36.0	2.0	810.0	990.0	20.0	32.0	14.0	12.0	22.0	32.0	6.0	46.0	0.0	20.0
	Volátiles, mg/l	42.0	44.0	74.0	44.0	74.0	26.0	222.0	266.0	76.0	78.0	24.0	118.0	4.0	34.0	48.0	140.0	22.0	50.0
Totales, mg/l	17942.0	22920.0	18030.0	19222.0	25666.0	13052.0	16512.0	24650.0	17538.0	25980.0	13958.0	22604.0	9988.0	10658.0	13386.0	20204.0	8946.0	17028.0	
Fijos, mg/l	15898.0	19770.0	15186.0	16638.0	21834.0	11716.0	13224.0	21845.0	14264.0	20580.0	10116.0	18856.0	8108.0	8786.0	10986.0	16582.0	7208.0	14338.0	
Volátiles, mg/l	2044.0	3150.0	2844.0	2584.0	3832.0	1336.0	3288.0	2804.0	3274.0	5400.0	3842.0	3748.0	1880.0	1872.0	2400.0	3622.0	1738.0	2690.0	

(continuación)

Fecha de muestreo 9-IV-74

Estación No.		VII						VIII						IX						
Parámetro	1		2		3		1		2		3		1		2		3			
Eje	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2	3				
Profundidad, en m	3.50	7.00	4.00	8.00	2.33	4.66	2.33	4.66	2.66	5.32	2.00	4.00	2.06	4.12	2.66	5.32	3.00	6.00		
Hora	23:14	23:14	23:42	23:42	0:12	0:12	0:45	0:45	1:10	1:10	1:40	1:40	2:30	2:30	2:57	2:57	3:30	3:30		
pH Campo	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0		
pH Laboratorio	8.05	7.99	7.98	7.95	8.08	8.00	8.12	8.05	8.12	8.08	8.10	7.49	6.49	7.99	8.08	7.99	8.10	8.05		
Temperatura, en °C	26.5	26.0	26.0	25.5	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	25.5		
OD, mg/l	6.04	5.13	6.23	5.04	6.77	5.31	6.59	5.31	6.96	5.86	6.96	6.23	6.77	5.22	6.96	5.49	6.96	5.67		
OS, mg/l	7.69	7.44	7.72	7.35	7.84	7.51	7.86	7.66	7.94	7.67	7.99	7.73	8.11	7.83	8.12	7.81	8.09	7.91		
D, mg/l	1.65	2.31	1.49	2.31	1.07	2.20	1.27	2.35	0.98	1.79	1.03	1.50	1.34	2.61	1.16	2.32	1.13	2.24		
DBO ₅ , mg/l	0.683	0.683	1.025	0.748	0.748	0.829	0.829	0.902	0.829	0.829	0.748	0.748	0.645	0.967	0.553	0.829	0.748	1.10		
DBO _u , mg/l	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.00	1.50	1.00	1.50	1.00	2.00		
DQO, mg/l	290.07	183.20	259.54	374.04	198.47	221.37	114.50	167.93	145.03	167.93	99.23	145.03	99.23	114.49	45.79	106.86	22.89	83.96		
Cloruros, mg/l	5880.0	9604.0	6076.0	11956.0	4606.0	8722.0	4312.0	6860.0	3136.0	6713.0	2646.0	5880.0	1715.0	4704.0	1666.0	5047.0	1568.0	5047.0		
Calcio, mg/l	232.64	248.56	204.41	264.53	192.38	224.45	180.36	204.41	180.36	228.46	172.34	192.38	160.32	184.37	160.32	224.45	160.32	160.32		
Fe total, mg/l	0.352	0.128	0.136	0.104	0.084	0.186	0.312	0.220	0.220	0.185	0.132	0.432	0.172	0.084	0.132	0.080	0.120	0.152		
Fenoles, µg/l	0.0	8.0	4.0	0.0	0.8	3.6	17.6	13.8	12.4	24.0	7.2	1.6	3.4	0.4	1.2	3.2	5.0	5.0		
Aceites y grasas, mg/l	4.60	3.40	2.10	3.80	5.00	1.30	3.00	4.20	2.50	6.80	8.60	1.50	3.10	3.80	5.30	8.10	7.20	9.90		
Nitrogeno	Amoniaco, mg/l	0.600	0.216	0.792	0.792	0.168	0.960	0.0768	0.0512	0.1792	0.0	0.0	0.072	0.48	0.0	0.0	0.0	0.0		
	Total, mg/l	1.254	2.748	1.481	1.884	1.026	2.299	1.4208	1.2032	2.1352	2.280	1.008	0.504	0.672	0.506	0.600	2.352	0.264		
	Nitratos, mg/l	0.300	0.320	0.230	0.170	0.150	0.120	0.130	0.140	0.120	0.150	0.140	0.130	0.110	0.230	0.130	0.130	0.120		
Ortofosfatos, mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.010	0.010	0.005	0.015	0.00	0.00	0.005	0.005	0.00	0.00	0.00			
Fosfatos totales, mg/l	0.030	0.030	0.015	0.060	0.010	0.010	0.020	0.035	0.035	0.020	0.028	0.025	0.024	0.020	0.015	0.015	0.043	0.020		
SOLIDOS	Totales	Totales, mg/l	12364.0	18880.0	12534.0	23910.0	10066.0	17046.0	9060.0	14536.0	6702.0	13812.0	5556.0	10988.0	3854.0	9752.0	3638.0	11026.0	3430.0	10100.0
		Fijos, mg/l	9624.0	15358.0	11722.0	19330.0	8372.0	13896.0	7334.0	11774.0	5720.0	11048.0	4774.0	9024.0	3138.0	8026.0	2864.0	8816.0	2714.0	8412.0
	Volátiles	Volátiles, mg/l	2740.0	3522.0	812.0	4580.0	1694.0	3150.0	1726.0	2762.0	982.0	2764.0	782.0	1964.0	716.0	1726.0	774.0	2210.0	716.0	1688.0
		Totales, mg/l	100.0	110.0	110.0	106.0	90.0	62.0	84.0	85.0	104.0	142.0	140.0	244.0	56.0	60.0	38.0	92.0	46.0	74.0
	Fijos	Fijos, mg/l	14.0	56.0	50.0	46.0	14.0	4.0	28.0	38.0	34.0	92.0	40.0	128.0	20.0	14.0	20.0	42.0	26.0	50.0
		Volátiles, mg/l	86.0	54.0	60.0	60.0	76.0	58.0	56.0	48.0	70.0	50.0	100.0	116.0	36.0	46.0	18.0	50.0	20.0	24.0
	Filtrables	Totales, mg/l	12264.0	18770.0	12424.0	23804.0	9976.0	16984.0	8976.0	14450.0	6598.0	13670.0	5416.0	10744.0	3798.0	9692.0	3600.0	10934.0	3384.0	10026.0
		Fijos, mg/l	9610.0	15302.0	11672.0	19284.0	8358.0	13892.0	7306.0	11736.0	5686.0	10956.0	4734.0	8896.0	3118.0	8012.0	2844.0	8774.0	2688.0	8362.0
		Volátiles, mg/l	2654.0	3468.0	752.0	4520.0	1618.0	3092.0	1670.0	2714.0	912.0	2714.0	682.0	1848.0	680.0	1680.0	756.0	2160.0	696.0	1664.0

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN EL ESTUARIO DEL RIO PANUCO. (marea descendente) Fecha de muestreo 23-IV-74

Estación No. Parámetro	I						II						III					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Eje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Profundidad, en m	2.33	4.66	4.00	8.00	2.33	4.66	1.33	2.66	4.16	8.32	2.00	4.00	4.00	8.00	3.83	7.66	2.00	4.00
Hora	14:55	14:55	15:20	15:20	15:55	15:55	14:30	14:30	14:10	14:10	14:25	14:25	14:50	14:50	15:10	15:10	15:45	15:45
pH Campo	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
pH Laboratorio	8.00	8.10	8.10	8.10	8.12	8.11	7.95	8.05	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.18	8.10
Temperatura, en °C	28.5	27.0	28.0	27.0	28.0	27.0	29.5	29.0	27.0	27.0	28.0	27.0	28.0	27.0	28.0	27.0	30.0	29.0
OD, mg/l	5.52	5.33	5.52	5.33	5.52	5.52	2.76	4.96	5.52	5.70	5.52	5.52	5.52	5.70	5.70	5.88	6.80	5.88
OS, mg/l	7.10	6.91	6.93	6.96	7.09	6.84	7.18	7.06	7.19	6.79	6.97	6.78	6.89	6.81	6.81	6.93	6.89	6.99
D, mg/l	1.58	1.58	1.41	1.63	1.57	1.32	4.42	2.10	1.67	1.09	1.45	1.26	1.37	1.11	1.11	1.05	0.09	1.11
DBO ₅ , mg/l	1.709	1.247	1.367	0.902	1.290	0.967	2.872	2.154	1.123	0.997	1.367	0.902	1.077	1.077	0.887	0.800	1.552	1.164
DBO _U , mg/l	2.50	2.50	2.00	1.50	2.00	1.50	4.00	3.00	1.50	2.00	2.00	1.50	1.50	1.50	1.00	1.00	2.00	1.500
DQO, mg/l	172.48	250.88	156.80	290.08	125.44	227.36	147.74	241.05	248.83	552.39	209.95	256.60	305.76	313.60	337.12	689.92	132.19	155.52
Cloruros, mg/l	9457.0	14945.0	12201.0	16856.0	10094.0	15729.0	6811.0	9310.0	11319.0	16366.0	11662.0	16415.0	12720.0	16072.0	13720.0	14651.0	7399.0	10045.0
Calcio, mg/l	317.30	358.51	321.42	362.63	284.34	362.63	222.52	255.61	309.06	354.39	280.21	325.54	329.66	342.03	337.91	309.06	243.13	296.70
Fe total, mg/l	0.120	0.192	0.172	0.152	0.208	0.368	0.100	0.208	0.164	0.216	0.216	0.152	0.172	0.096	0.188	0.188	0.188	0.208
Fenoles, µg/l	210.0	55.0	15.0	4.0	1.0	7.0	650.0	2075.0	7.0	2.0	2.0	1.0	2.5	2.0	2.5	4.0	2.0	2.0
Aceites y grasas, mg/l	6.90	7.10	10.60	9.50	6.20	11.80	13.60	9.30	4.90	9.20	7.40	8.20	8.70	13.80	6.40	4.60	4.90	4.70
Nitrógeno	Amoniacal, mg/l	0.760	0.360	0.360	0.072	0.072	0.672	0.960	0.286	0.4896	1.040	0.876	1.056	1.440	0.504	1.632	1.248	1.440
	Total, mg/l	1.396	0.528	0.432	0.072	0.072	3.316	2.300	0.286	0.9936	1.832	1.008	2.960	2.320	2.744	2.052	2.704	2.252
	Nitratos, mg/l	0.030	0.100	0.070	0.180	0.110	0.210	0.100	0.180	0.150	0.150	0.220	0.050	0.080	0.050	0.050	0.040	0.040
Ortofosfatos, mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.045	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fosfatos totales, mg/l	0.015	0.010	0.010	0.0	0.0	0.005	0.050	0.024	0.010	0.0	0.005	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SOLIDOS Filtrables Suspendidos	Totales, mg/l	19856.0	34106.0	26676.0	34076.0	22774.0	13852.0	19236.0	28330.0	33980.0	24108.0	32928.0	26334.0	32616.0	26194.0	29940.0	15054.0	21198.0
	Fijos, mg/l	16158.0	25934.0	21266.0	27598.0	17676.0	11058.0	15452	22336.0	27636.0	19462.0	27114.0	21384.0	26332.0	21720.0	24474.0	11960.0	17028.0
	Volátiles, mg/l	3698.0	8172.0	5410.0	6478.0	5098.0	2794.0	3784.0	5994.0	6344.0	4646.0	5814	4950.0	6284.0	4474.0	5466.0	3094.0	4170.0
	Totales, mg/l	78.0	142.0	82.0	112.0	48.0	26.0	52.0	54.0	134.0	38.0	68.0	120.0	140.0	48.0	120.0	66.0	86.0
	Fijos, mg/l	42.0	90.0	42.0	58.0	22.0	34.0	2.0	64.0	26.0	58.0	8.0	66.0	82.0	18.0	62.0	36.0	42.0
	Volátiles, mg/l	36.0	52.0	40.0	54.0	26.0	30.0	24.0	88.0	28.0	76.0	30.0	54.0	58.0	30.0	58.0	30.0	44.0
Totales, mg/l	19778.0	33964.0	26594.0	33964.0	22726.0	36688.0	13826.0	19184.0	28276.0	33846.0	24070.0	32860.0	26214.0	32476.0	26146.0	29820.0	14968.0	21112.0
Fijos, mg/l	16116.0	25844.0	21224.0	27540.0	17654.0	26062.0	11056.0	15888.0	22310.0	27578.0	19454.0	27088.0	21318.0	26250.0	21702.0	24412.0	11924.0	16986.0
Volátiles, mg/l	3662.0	8120.0	5370.0	6424.0	5072.0	10626.0	2770.0	3595.0	5966.0	6268.0	4616.0	5772.0	4896.0	6226.0	4444.0	5408.0	3064.0	4126.0

(continuación)

Fecha de muestreo 23-IV-74

Estación No.		IV						V						VI					
Parámetro																			
Eje	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Profundidad, en m	2.83	5.66	4.33	8.66	2.50	5.00	3.33	6.66	4.00	8.00	2.33	4.66	0.83	1.66	3.00	6.00	2.33	4.66	
Hora	13:25	13:25	13:55	13:55	14:20	14:20	14:30	14:30	14:56	14:56	15:19	15:19	13:15	13:15	13:45	13:45	14:03	14:03	
pH Campo	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
pH Laboratorio	8.08	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.05	8.11	8.10	8.10	8.10	8.10	8.02	8.05	8.10	8.11	8.18	8.10	
Temperatura, en °C	28.0	27.0	27.0	27.0	29.0	27.0	27.5	26.5	27.0	27.0	29.0	27.0	29.0	27.5	28.5	27.5	29.0	27.0	
OD, mg/l	5.15	5.52	5.70	5.52	5.52	5.52	5.15	5.31	5.33	5.33	5.33	5.33	5.52	5.52	5.15	5.52	5.88	5.33	
OS, mg/l	6.98	6.83	6.86	6.79	6.95	6.86	6.78	6.82	6.83	6.76	7.15	6.84	7.12	6.92	6.86	6.96	7.22	6.99	
D, mg/l	1.83	1.31	1.16	1.27	1.43	1.34	1.63	1.42	1.50	1.43	1.82	1.51	1.60	1.40	1.71	1.44	1.34	1.66	
DBO ₅ , mg/l	1.025	0.902	1.203	0.967	1.367	0.902	1.290	1.106	0.997	0.902	1.367	0.800	3.043	1.233	0.887	1.123	1.200	1.077	
DBO _u , mg/l	1.50	1.50	2.00	1.50	2.00	1.50	2.00	2.00	2.00	1.50	2.00	1.00	5.50	1.50	1.00	1.50	1.50	1.50	
DQO, mg/l	196.00	470.40	321.44	360.64	282.24	674.24	399.84	407.63	282.24	556.64	172.48	329.28	232.96	241.28	216.32	532.48	149.76	416.00	
Cloruros, mg/l	11662.0	15925.0	15435.0	16366.0	10535.0	15435.0	15337.0	16856.0	15974.0	16807.0	8183.0	15680.0	8526.0	13528.0	12544.0	15533.0	7252.0	13916.0	
Calcio, mg/l	255.49	346.15	329.67	346.15	251.37	333.79	346.15	342.03	317.30	300.82	243.13	296.70	230.77	309.06	292.58	309.06	230.77	271.97	
Fe total, mg/l	0.120	0.136	0.248	0.136	0.224	0.161	0.304	0.184	0.148	0.152	0.152	0.204	0.172	0.208	0.280	0.232	0.208	0.136	
Fenoles, µg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	
Aceites y grasas, mg/l	0.20	1.00	2.40	0.70	15.60	12.80	13.80	13.80	10.60	12.50	10.90	13.20	-	-	-	-	-	-	
Nitrogeno	Amoniacal, mg/l	1.920	1.152	0.960	0.792	1.80	1.640	0.636	0.420	0.620	0.468	0.480	1.152	0.960	0.744	0.876	0.504	0.828	
	Total, mg/l	2.784	2.044	1.560	1.412	3.144	3.096	1.104	0.9384	0.716	0.468	1.440	1.752	1.392	1.608	0.876	0.504	0.828	
	Nitratos, mg/l	0.340	0.020	0.050	0.110	0.040	0.180	0.110	0.130	0.160	0.050	0.040	0.150	0.150	0.080	0.180	0.060	0.090	
Ortofosfatos, mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Fosfatos totales, mg/l	0.010	0.0	0.005	0.010	0.005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.040	0.015	0.015	0.015	0.015	0.010	0.010	0.015	0.010	
SOLIDOS	Totales, mg/l	25118.0	35996.0	32230.0	33230.0	22104.0	31992.0	33108.0	35644.0	35276.0	37822.0	22744.0	35156.0	17834.0	27802.0	28208.0	32970.0	14628.0	30902.0
	Fijos, mg/l	20234.0	27228.0	26044.0	27020.0	17910.0	26392.0	26436.0	27326.0	27390.0	23188.0	14300.0	26110.0	14372.0	22040.0	20814.0	26024.0	11740.0	23296.0
	Volátiles, mg/l	4884.0	8768.0	6186.0	6210.0	4194.0	5600.0	6672.0	8318.0	7886.0	14634.0	8444.0	9046.0	3462.0	5762.0	7394.0	6946.0	2888.0	7606.0
	Totales, mg/l	202.0	164.0	102.0	160.0	154.0	98.0	128.0	144.0	82.0	236.0	100.0	160.0	56.0	80.0	52.0	66.0	36.0	128.0
Fijos, mg/l	92.0	82.0	34.0	70.0	70.0	34.0	66.0	84.0	48.0	126.0	34.0	58.0	22.0	46.0	20.0	34.0	18.0	66.0	
Volátiles, mg/l	110.0	82.0	68.0	90.0	84.0	64.0	62.0	60.0	34.0	110.0	66.0	102.0	34.0	34.0	32.0	32.0	18.0	62.0	
Filtrables	Totales, mg/l	24916.0	35832.0	32128.0	33070.0	21950.0	31894.0	32980.0	35500.0	35194.0	37586.0	22644.0	34996.0	17778.0	27722.0	28156.0	32904.0	14592.0	30774.0
	Fijos, mg/l	20142.0	27146.0	26010.0	26950.0	17840.0	26358.0	26370.0	27242.0	27342.0	23062.0	14266.0	26052.0	14350.0	21994.0	20794.0	25990.0	11722.0	23230.0
	Volátiles, mg/l	4774.0	8686.0	6118.0	6120.0	4110.0	5536.0	6610.0	8258.0	7852.0	14524.0	8378.0	8944.0	3428.0	5728.0	7362.0	6914.0	2870.0	7544.0

(continuación)

Fecha de muestreo 23-IV-74

Estación No.		VII						VIII						IX						
Parámetro	1		2		3		1		2		3		1		2		3			
Eje	1		2		3		1		2		3		1		2		3			
Profundidad, en m	3.50	7.00	4.00	8.00	2.33	4.66	2.33	4.66	2.66	5.32	2.00	4.00	2.06	4.12	2.66	5.38	3.00	6.00		
Hora																				
pH Campo	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.0	6.0	6.0		
pH Laboratorio	8.04	8.04	8.07	8.03	8.21	8.07	8.15	8.02	8.25	8.00	8.30	8.08	8.01	8.00	8.00	8.00	8.05	8.00		
Temperatura, en °C																				
OD, mg/l	5.33	5.88	5.88	5.15	5.88	5.15	4.96	5.70	4.78	7.36	7.36	6.44	4.60	4.41	4.78	4.23	5.15	4.41		
OS, mg/l																				
D, mg/l																				
DBO ₅ , mg/l	1.025	1.025	1.025	0.997	1.290	0.748	1.123	0.829	1.504	0.776	1.436	1.123	1.025	0.829	0.748	0.829	0.902	0.902		
DBO ₆ , mg/l	1.50	1.50	1.50	2.00	2.00	1.50	1.50	1.50	2.50	1.00	2.00	1.50	1.50	1.50	1.00	1.50	1.50	1.50		
DQO, mg/l	402.32	462.24	145.52	556.40	99.84	141.44	33.60	394.80	393.76	205.44	154.08	676.24	310.80	285.60	277.20	394.80	226.80	512.40		
Cloruros, mg/l	8477.0	12593.0	7595.0	12691.0	3479.0	7399.0	5390.0	9849.0	3038.0	12446.0	1715.0	7542.0	7105.0	10878.0	7595.0	8918.0	7301.0	10192.0		
Calcio, mg/l	218.40	276.09	206.04	263.73	177.19	234.88	173.07	181.32	177.19	222.52	123.62	226.64	168.96	177.19	218.40	206.04	210.16	210.16		
Fe total, mg/l	0.188	0.232	0.188	0.280	0.172	0.200	0.272	0.100	0.152	0.140	0.100	0.080	0.132	0.172	0.172	0.132	0.152	0.156		
Fenoles, µg/l	2.0	2.0	3.0	3.0	5.0	4.5	0.0	1.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0		
Aceites y grasas, mg/l	8.70	11.20	11.40	9.60	7.00	5.00	7.00	7.10	3.40	1.90	5.00	5.50	3.40	6.50	2.40	4.20	9.80	10.10		
Nitrogeno	Amoniacal, mg/l	0.0	0.168	0.612	0.504	0.7616	0.384	0.360	0.264	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.162	1.248	0.600		
	Total, mg/l	0.792	0.840	1.248	1.140	1.4936	0.384	0.360	1.944	0.0	0.672	0.0	1.608	0.0	0.0	0.762	1.248	0.600		
	Nitratos, mg/l	0.080	0.070	0.080	0.100	0.060	0.080	0.060	0.110	0.050	0.070	0.080	0.080	0.080	0.060	0.060	0.070	0.110	0.070	
Ortofosfatos, mg/l	0.0	0.005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.005	0.005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.010	0.0		
Fosfatos totales, mg/l	0.010	0.015	0.025	0.010	0.0	0.025	0.005	0.005	0.010	0.0	0.013	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.010	0.0		
SOLIDOS	Totales	Totales, mg/l	18500.0	27720.0	16334.0	28046.0	7880.0	17026.0	11380.0	24574.0	6680.0	26638.0	4116.0	16410.0	15878.0	23796.0	17692.0	19700.0	15084.0	20350.0
		Fijos, mg/l	15672.0	22730.0	13228.0	22972.0	6708	13709	9520.0	16876.0	5596.0	21850.0	3472.0	12898.0	12936.0	19638.0	13406.0	15924.0	12539.0	17144.0
	Suspendidos	Volátiles, mg/l	2828.0	4990.0	3106.0	5074.0	1172	3318	1860.0	7758.0	1084.0	4788.0	644.0	3512.0	2942.0	4158.0	4286.0	3776.0	2546.0	3206.0
		Totales, mg/l	50.0	74.0	58.0	98.0	48.0	248.0	34.0	74.0	36.0	54.0	56.0	44.0	36.0	132.0	120.0	88.0	68.0	42.0
		Fijos, mg/l	26.0	38.0	26.0	60.0	12.0	126.0	2.0	6.0	2.0	22.0	18.0	6.0	16.0	72.0	58.0	20.0	14.0	20.0
		Volátiles, mg/l	24.0	36.0	32.0	38.0	36.0	122.0	32.0	68.0	34.0	32.0	38.0	38.0	20.0	60.0	62.0	68.0	54.0	22.0
Fibras	Totales, mg/l	18450.0	27646.0	16276.0	27948.0	7832.0	16778.0	11346.0	24470.0	6644.0	26584.0	4060.0	16366.0	15842.0	23664.0	17572.0	19612.0	15016.0	20308.0	
	Fijos, mg/l	15646.0	22692.0	13202.0	22912.0	6696.0	13582.0	9518.0	16890.0	5594.0	21828.0	3454.0	12892.0	12920.0	19566.0	13348	15904.0	12524	17124	
	Volátiles, mg/l	2804.0	4954.0	3074.0	5036.0	1136.0	3196.0	1828.0	7670.0	1050.0	4756.0	606.0	3474.0	2922.0	4098.0	4224.0	3708.0	2492	3184	

Tabla 25 A
DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS EN LAGUNAS

Laguna	Estación	CARPINTERO					CHAMPAYAN					CHAIREL					PUEBLO VIEJO					COSTA					CHILA		R. TAMESÍ													
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	1	2												
Profundidad, en m	--	--	--	--	--	0.647	1.334	0.600	1.200	0.334	0.668	0.834	1.668	0.664	1.328	0.334	1.668	1.324	1.668	0.634	1.668	1.667	2.334	0.50	0.40	0.453	0.55	0.60	2.00	4.00	1.00	0.75	0.75	0.75	1.00	0.90	--	--				
Hora	16:30	16:30	16:00	16:30	15:20	15:20	9:20	9:20	10:25	10:25	11:45	11:45	9:40	9:40	10:15	10:15	10:50	10:50	11:40	11:40	12:10	12:10	13:40	13:40	9:25	10:10	10:40	12:10	12:50	9:45	9:45	10:35	11:00	11:20	11:55	10:20	11:25	13:00	13:30			
pH Campo	6.0	6.0	7.0	7.0	6.5	6.4	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.0	6.0	6.5	6.5	6.5	7.70	7.70	7.60	7.60	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
pH Laboratorio	8.70	8.70	8.80	8.80	8.30	8.30	8.1	8.0	8.1	8.0	7.99	7.98	7.60	7.60	7.60	7.65	7.65	7.70	7.70	7.60	7.60	7.90	7.90	8.00	7.90	7.90	7.95	8.20	7.90	7.60	7.80	7.95	7.70	7.90	7.70	6.10	7.60	7.70	7.80			
Temperatura, en °C	30.0	30.0	27.9	27.0	27.0	27.0	27.0	27.2	27.4	27.5	28.0	28.0	26.0	26.0	26.0	26.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0		
OD, mg/l	1.00	0.80	2.30	2.30	3.40	3.40	5.62	6.00	6.78	6.62	6.35	7.88	4.2	4.2	3.9	4.2	4.2	4.2	5.8	6.0	4.20	3.90	7.67	7.80	7.80	6.90	7.50	8.20	6.63	6.63	6.63	9.24	9.00	7.50	0.90	6.45	6.75	6.75				
OS, mg/l	7.44	7.44	7.95	7.95	8.08	8.08	9.71	8.03	7.96	7.96	7.89	7.89	8.16	8.16	8.16	8.17	8.15	8.54	8.04	8.04	8.04	7.84	7.87	7.84	8.07	8.00	7.81	7.98	8.00	8.00	8.10	7.86	7.98	7.98	8.08	8.08	8.10	7.92				
D, mg/l	6.44	6.44	5.65	5.65	4.48	4.48	2.40	2.20	2.62	2.62	2.66	2.66	3.16	3.16	3.16	3.16	3.97	3.95	2.24	2.24	3.84	4.14	0.17	0.07	0.04	1.17	0.50	-0.29	-0.22	-0.63	-0.63	-0.53	-1.38	0.98	0.48	7.10	1.63	1.35	1.14			
DBO ₅ , mg/l	215.45	146.8	93.55	93.55	80.15	80.15	45.4	4.00	2.33	1.87	2.76	1.80	1.80	2.74	3.32	2.24	2.24	1.36	1.30	1.20	1.50	1.10	1.71	14.15	13.50	10.30	7.18	2.40	6.73	7.74	1.38	2.00	0.64	1.35	1.60	1.35	2.40	5.61	2.49	1.00		
DBD ₅ , mg/l	788	971	97.00	122.0	88.0	91.0	4.00	3.00	2.50	3.00	3.00	3.00	5.50	6.00	4.50	3.50	3.00	3.00	2.30	3.00	2.00	2.00	15.00	15.00	12.00	10.00	3.00	9.00	15.00	2.50	4.00	1.00	1.50	2.00	2.00	4.00	7.50	5.00	2.00			
CO ₂ , mg/l	379.67	312.97	164.08	205.11	379.86	343.44	4.00	4.579	10.48	10.58	6.10	4.58	49.460	49.460	76.30	76.30	34.34	34.34	42.20	38.14	42.00	45.80	197.74	199.38	309.30	233.86	39.17	45.26	35.48	23.95	11.216	41.50	11.216	15.088	22.62	112.32	104.81	29.95	11.23			
Cloruros, mg/l	8260	2550	1950	1950	2150	2150	90.0	95.0	85.0	90.0	140.0	140.0	67.6	59.8	62.4	59.8	52.0	62.4	59.8	62.4	59.8	59.8	3224	2912	3276	1776	1548	1092	1508	322.4	312.0	109.2	52.00	44.80	52.00	301.2	301.6	55.0	57.0			
Calcio, mg/l	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Fosfatos, µg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	17.0	0.0	0.0	5.0	2.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amoníaco, mg/l	9.254	5.156	4.249	4.279	5.156	9.764	4.076	2.927	1.644	2.069	3.144	3.804	0.815	2.069	1.021	1.228	0.405	1.446	2.069	1.446	0.004	2.711	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	
Total, mg/l	9.766	6.605	6.509	6.579	7.674	11.155	5.127	3.564	2.863	3.344	4.303	4.411	1.974	3.081	2.033	2.240	1.427	2.558	3.228	2.205	0.014	2.723	1.997	1.680	1.627	1.796	1.680	1.798	1.680	2.145	2.559	1.876	3.613	2.977	2.503	1.854	1.970	1.914	1.914	1.914		
Nitratos, mg/l	9.23	6.23	6.92	1.20	1.90	2.50	0.20	0.15	0.11	0.09	0.20	0.14	0.24	0.34	0.28	0.17	0.38	0.37	0.0	0.0	0.15	0.00	2.000	2.000	0.000	2.700	4.500	2.300	0.210	0.910	0.000	0.530	0.770	0.360	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18		
Oxifosfatos, mg/l	0.180	0.206	0.206	0.206	0.480	0.610	0.020	0.020	0.020	0.020	0.380	0.020	0.064	0.02	0.20	0.25	0.258	0.070	0.015	0.079	0.011	0.025	0.040	0.025	0.039	0.040	0.029	0.029	0.029	0.010	0.110	0.220	0.020	0.060	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	
Fosfatos totales, mg/l	0.240	0.320	0.429	0.640	0.700	0.660	0.020	0.020	0.260	0.360	0.360	0.400	0.158	0.180	0.100	0.240	0.160	0.160	0.080	0.260	0.220	0.340	0.100	0.110	0.340	0.240	0.060	0.039	0.039	0.010	0.110	0.220	0.020	0.060	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
Total, mg/l	4465.8	7518.0	4247.6	4217.2	2956.8	4581.6	506.2	478.8	474.0	460.8	592.4	530.0	696.2	617.6	756.2	800.6	617.8	620.0	323.2	312.6	420.8	427.2	6180.2	6738.2	7215.6	6262.2	4322.4	6230.0	2639.0	927.8	957.4	514.2	468.8	522.6	466.2	1155.6	1235.8	539.6	400.8			
Fosfatos, mg/l	3550.6	3774.0	3520.0	3412.8	3509.4	3563.0	200.0	152.4	192.0	183.4	384.8	214.0	420.8	253.6	202.6	184.6	287.0	254.0	248.0	272.4	424.8	422.4	4810.2	5487.6	6163.2	3026.4	721.8	1806.0	1227.8	527.6	290.6	326.6	324.8	175.4	547.2	647.8	258.4	297.8				
Nitratos, mg/l	923.2	977.8	727.6	854.2	1018.6	306.2	346.2	228.0	277.4	207.6	315.4	225.4	364.0	553.6	616.0	320.8	366.0	32.2	40.2	6.0	4.8	2673.6	1050.6	2022.4	1025.8	3600.6	824.0	744.4	395.2	566.8	187.6	144.0	329.2	190.6	608.4	588.0	102.4	109.0				
Fosfatos, mg/l	151.4	102.8	66.2	124.2	49.2	36.8	141.2	120.2	102.0	154.0	142.4	95.8	20.2	10.6	26.2	68.4	25.2	72.2	39.0	61.0	18.0	15.2	96.2	32.8	82.2	37.2	75.4	75.2	64.2	41.60	145.4	8.60	51.60	51.20	92.80	89.6	87.6	66.2	72.0			
Fosfatos, mg/l	90.2	84.8	64.2	74.8	42.2	31.4	130.0	115.8	78.0	34.4	73.4	41.0	11.0	7.0	4.0	33.0	17.0	50.2	36.0	58.0	18.0	11.2	42.8	8.0	60.0	32.4	31.4	62.4	33.2	66.40	34.80	3.20	24.20	24.20	83.60	67.6	85.2	42.4	46.0			
Nitratos, mg/l	61.2	16.0	3.0	28.2	5.0	25.4	11.2	4.4	24.0	117.6	69.2	34.6	9.2	3.6	20.2	18.2	22.0	3.0	3.0	6.0	4.0	4.0	42.8	24.8	23.8	23.8	22.8	12.8	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Fosfatos, mg/l	4334.4	4649.0	4181.4	4312.2	4345.6	4576.8	365.0	378.4	372.0	306.8	449.8	434.4	676.0	607.0	790.0	752.2	582.4	547.8	244.2	251.6	412.8	412.0	7393.6	6705.4	7132.6	4011.0	4247.0	2354.8	1920.0	886.2	812.0	505.6	412.2	471.4	272.4	1024.0	1149.2	273.4	251.8			
Total, mg/l	3460.4	3487.2	3455.8	3256.8	1347.2	3331.6	70.0	36.6	114.0	147.0	311.4	143.4	109.8	246.4	189.6	151.4	120.2	223.2	272.2	21.4	406.8	411.2	4760.0	5679.6	6102.2	3009.0	649.2	1763.6	3202.6	526.0	376.2	322.66	321.6	148.2	479.6	542.6	214.0	228.8				
Nitratos, mg/l	87.4	67.4	725.2	775.2	882.4	993.2	295.0	341.8	204.0	159.8	138.4	280.8	264.2	360.4	533.4	580.6	321.6	344.0	32.2	37.2	6.0	6.8	2623.6	1025.8	2029.4	1022.0	3577.8	811.2	717.4	360.2	485.8	183.66	95.60	322.2	180.8	584.4	583.4	78.4	77.0			

20 de Noviembre de 1973

El de Noviembre de 1973

23 de Noviembre de 1973

24 de Noviembre de 1973

Tabla No. 26A

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LAS LAGUNAS.

Fecha de muestreo 21-XII-73

Laguna	CHAIREL					COSTA					PUEBLO VIEJO									
	Estación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Profundidad, en m	1.25	1.00	0.834	1.668	1.25	1.25	2.00	4.00	1.00	0.75	0.75	0.75	1.667	2.334	0.30	0.04	0.425	0.55	0.60	
Hora	15:00	15:15	15:35	15:35	18:15	18:30	13:00	13:00	13:45	14:00	14:10	14:30	12:55	12:55	13:40	14:45	15:15	16:15	16:40	
en Campo	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
en Laboratorio	8.10	8.10	7.95	7.90	8.00	8.10	8.00	8.00	8.30	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.20	8.0	8.30	8.10	
Temperatura, en °C	19.0	19.5	17.0	16.0	17.0	17.0	20.0	19.5	17.0	17.0	17.0	17.5	17.0	17.0	17.0	16.0	18.0	16.0	16.0	
DO, mg/l	8.10	8.40	7.80	7.40	9.40	9.80	8.20	8.20	9.60	9.40	9.20	6.20	8.20	7.60	8.40	9.60	8.60	10.0	10.0	
DS, mg/l	9.1	9.21	9.68	9.99	9.68	9.67	9.15	9.21	9.69	9.70	9.70	9.60	9.69	9.69	9.69	9.67	9.50	10.0	10.0	
D, mg/l	1.0	0.81	1.88	2.59	0.28	-0.13	0.95	1.01	0.09	0.30	0.50	3.40	1.49	2.09	1.29	0.07	0.90	0.0	0.0	
DBO ₅ , mg/l	2.41	1.07	2.21	1.77	2.40	1.10	1.77	3.05	2.26	1.80	1.16	1.74	1.77	2.87	2.94	3.23	2.74	2.74	4.93	
DBD ₅ , mg/l	4.00	1.50	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.50	3.50	2.50	1.50	3.50	2.00	4.00	3.50	4.50	5.50	5.50	7.50	
DBD, mg/l	63.65	59.90	33.64	26.20	26.20	29.95	37.44	101.08	33.69	7.49	7.49	14.97	164.74	175.90	112.32	82.39	67.39	104.83	104.83	
Cloruros, mg/l	1030.0	1035.0	135.0	135.0	65.0	70.0	715.0	1010.0	300.0	60.0	50.0	80.0	3350.0	10600.0	2950.0	440.0	225.0	1250.0	1250.0	
Sulfato, mg/l	116.0	120.0	80.0	80.0	72.0	60.0	132.0	128.0	88.0	92.0	104.0	80.0	152.0	252.0	152.0	44.0	40.0	68.0	64.0	
Fenoles, µg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Nitrogeno	Amoniacal, mg/l	0.054	0.108	0.043	0.016	0.086	0.043	0.097	0.169	0.108	0.219	0.158	0.119	0.108	0.043	0.390	0.136	0.276	0.114	
	Total, mg/l	0.923	1.267	1.318	1.117	1.245	0.854	0.734	0.748	0.919	0.914	0.911	0.756	1.73	1.839	2.012	1.353	1.840	1.620	
	Nitratos, mg/l	0.61	0.75	0.31	0.28	0.02	0.08	0.96	0.79	0.39	0.70	0.96	0.70	0.73	0.42	0.67	0.12	0.48	0.18	0.55
Ortofosforos, mg/l	0.025	0.025	0.025	0.039	0.018	0.020	0.020	0.018	0.020	0.040	0.040	0.020	0.039	0.025	0.015	0.030	0.055	0.018	0.020	
Fosforos totales, mg/l	0.100	0.150	0.090	0.080	0.095	0.050	0.120	0.070	0.030	0.080	0.040	0.050	0.040	0.025	0.050	0.060	0.060	0.039	0.039	
Sulfatos	Totales, mg/l	2382.0	2384.0	578.0	588.0	404.0	376.0	1808.0	2440.0	980.0	506.0	578.0	508.0	6772.0	19396.0	5600.0	984.0	664.0	2274.0	2310.0
	Fijos, mg/l	2046.0	2078.0	504.0	526.0	334.0	332.0	1628.0	2096.0	816.0	456.0	472.0	410.0	5994.0	16912.0	4814.0	954.0	554.0	2044.0	2028.0
	Volátiles, mg/l	356.0	306.0	74.0	62.0	70.0	44.0	180.0	344.0	164.0	50.0	106.0	98.0	778.0	2484.0	786.0	30.0	110.0	230.0	282.0
	Totales, mg/l	24.0	20.0	8.0	18.0	18.0	6.0	4.0	14.0	22.0	32.0	98.0	26.0	50.0	40.0	192.0	92.0	140.0	52.0	114.0
Nitratos	Fijos, mg/l	4.0	20.0	8.0	14.0	0.0	4.0	4.0	2.0	16.0	20.0	92.0	16.0	24.0	28.0	140.0	74.0	106.0	40.0	80.0
	Volátiles, mg/l	20.0	0.0	0.0	4.0	18.0	2.0	0.0	12.0	6.0	12.0	6.0	10.0	26.0	12.0	52.0	18.0	34.0	12.0	34.0
	Totales, mg/l	2358.0	2364.0	570.0	570.0	386.0	370.0	1804.0	2426.0	958.0	474.0	480.0	482.0	6722.0	19356.0	5408.0	892.0	630.0	2262.0	2276.0
	Fijos, mg/l	2042.0	2058.0	504.0	522.0	316.0	330.0	1624.0	2094.0	800.0	436.0	380.0	394.0	5970.0	16884.0	4674.0	880.0	448.0	2004.0	1948.0
Volátiles, mg/l	316.0	306.0	66.0	48.0	70.0	40.0	180.0	332.0	158.0	38.0	100.0	88.0	752.0	2472.0	734.0	12.0	182.0	258.0	328.0	

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LAS LAGUNAS

Fecha de muestreo 9-1-74

Laguna Parámetro	CHAIREL					COSTA					PUEBLO VIEJO									
	Estación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6			
Profundidad, en m	1.25	1.00	0.834	1.668	1.25	1.25	2.00	4.00	1.00	0.75	0.75	0.75	1.667	2.334	0.50	0.40	0.425	0.55	0.60	
Mora	13:38	18:40	18:50	18:50	18:00	17:50	14:57	14:57	15:24	15:57	16:12	16:30	9:45	9:45	10:29	11:07	11:37	12:24	12:48	
En Campo	6.5	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.0	6.0	6.5	6.0	6.0	6.5	7.0	
en Laboratorio	8.00	8.00	7.50	7.80	7.90	7.80	8.10	8.10	8.30	8.20	8.10	8.30	8.05	8.00	8.10	8.20	8.15	8.10	8.30	
Temperatura, en °C	24.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	24.0	24.0	25.5	27.0	26.0	25.5	23.5	23.5	23.5	24.0	24.0	26.0	26.0	
CO ₂ , mg/l	8.60	7.80	7.80	6.20	7.40	7.80	8.00	7.40	9.00	9.40	9.40	9.40	7.00	6.80	7.60	8.00	7.20	7.20	8.60	
CO ₃ , mg/l	8.32	8.50	8.57	8.57	8.71	8.71	8.24	8.08	8.06	8.10	8.20	8.26	7.88	7.85	7.96	8.24	8.25	7.89	7.60	
O ₂ , mg/l	-0.28	0.70	0.77	2.37	1.31	0.91	0.24	1.68	-0.04	-1.30	-1.20	-1.14	0.88	1.05	0.36	0.24	1.05	0.69	-0.80	
CaCO ₃ , mg/l	1.08	0.68	1.24	1.66	1.38	0.90	1.24	0.74	0.60	1.00	1.23	0.60	1.02	1.55	0.86	0.72	1.26	0.86	0.96	
CaSO ₄ , mg/l	1.50	1.00	2.50	3.00	2.50	1.50	2.50	1.00	1.00	1.50	1.50	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	1.50	1.00	1.50	
CaCO ₃ , mg/l	68.68	110.664	68.68	39.39	3.82	3.82	41.97	114.48	61.056	15.26	3.82	3.82	137.37	114.48	160.27	61.06	740.30	76.32	99.21	
Cloruros, mg/l	2293.7	2600.9	1843.2	1843.2	97.28	66.56	3328.0	5314.6	3246.1	194.6	51.2	911.36	9011.2	9318.4	8192.0	3450.8	3307.5	4044.9	5160.0	
Sulfato, mg/l	104.0	152.0	180.0	180.0	72.0	72.0	184.0	208.0	164.0	96.0	100.0	104.0	248.0	236.0	224.0	132.0	140.0	140.0	160.0	
Fenoles, µg/l	2.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Nitrueno	Amoniacal, mg/l	0.448	0.108	0.108	0.054	0.344	0.054	0.081	0.065	0.054	0.247	0.108	0.054	0.081	0.164	0.097	0.081	0.164	0.064	
	Total, mg/l	0.546	0.244	0.364	0.218	0.535	0.162	0.135	0.162	0.301	0.495	0.217	0.097	0.151	0.299	0.233	0.357	0.411	0.273	
	Nitrosos, mg/l	0.39	0.42	0.32	0.33	0.16	0.24	0.31	0.81	0.31	0.28	0.48	0.30	0.91	0.23	0.21	0.20	0.52	0.12	
Nitrosulfatos, mg/l	0.039	0.040	0.015	0.040	0.015	0.010	0.020	0.015	0.015	0.010	0.010	0.018	0.018	0.015	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	
Fosforos totales, mg/l	0.080	0.055	0.055	0.060	0.020	0.015	0.030	0.020	0.020	0.040	0.020	0.015	0.040	0.050	0.039	0.055	0.075	0.060	0.055	
SOLIDOS	Totales, mg/l	4966.0	5764.0	5228.0	5522.0	428.0	442.0	7062.0	11430.0	7202.0	936.0	810.0	2462.0	30658.0	19786.0	25920.0	7676.0	7896.0	9650.0	13674.0
	Fijos, mg/l	4918.0	5536.0	4560.0	4858.0	344.0	438.0	6972.0	10742.0	6524.0	926.0	684.0	2448.0	17422.0	18288.0	16900.0	6964.0	6848.0	7570.0	9772.0
	Volátiles, mg/l	148.0	228.0	668.0	664.0	84.0	4.0	90.0	688.0	678.0	10.0	126.0	14.0	13236.0	1498.0	9020.0	712.0	1048.0	2080.0	3922.0
	Totales, mg/l	20.0	32.0	22.0	34.0	20.0	12.0	90.0	64.0	26.0	36.0	66.0	60.0	116.0	144.0	72.0	72.0	94.0	72.0	72.0
	Fijos, mg/l	20.0	30.0	20.0	28.0	20.0	12.0	68.0	54.0	24.0	36.0	54.0	46.0	90.0	112.0	72.0	44.0	94.0	70.0	64.0
Nitratos	Volátiles, mg/l	0.0	2.0	2.0	6.0	0.0	0.0	22.0	10.0	2.0	0.0	12.0	26.0	32.0	0.0	28.0	0.0	2.0	8.0	
	Totales, mg/l	4946.0	5732.0	5206.0	5488.0	408.0	430.0	6972.0	11366.0	7176.0	900.0	744.0	2402.0	30542.0	19642.0	16828.0	7604.0	7802.0	9578.0	13622.0
	Fijos, mg/l	4798.0	5506.0	4540.0	4830.0	324.0	426.0	6904.0	10688.0	6500.0	890.0	630.0	2402.0	17332.0	18176.0	8948.0	6920.0	6754.0	7500.0	9676.0
	Volátiles, mg/l	148.0	226.0	666.0	658.0	84.0	4.0	68.0	678.0	676.0	10.0	114.0	0.0	13210.0	1466.0	7880.0	684.0	1048.0	2078.0	3924.0

TABLA No. 28A. DETERMINACIONES DE GRASAS Y ACEITES EMULSIONADOS
EN LAS PLAYAS RECREATIVAS (mg/l)

Estación	9-XII-73	21-I-74
PL 1	9.55	13.00
PL 2	10.64	13.40
PL 3	12.56	12.60
PL 4	1.60	6.00
PL 5	1.20	2.80

DETERMINACION DEL NMP/100 ml DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES
EN LAS PLAYAS RECREATIVAS.

Tabla 29 A

Fecha: 9-XII-73

Estación	Coliformes Totales *	Coliformes Fecales *
1	4600	1500
2	4600	1500
3	240	93
4	240	75
5	240	93

Fecha: 21-I-74

Estación	Coliformes Totales *	Coliformes Fecales *
1	460	93
2	120	23
3	93	15
4	43	4
5	120	4

* N.M.P/100 ml.

TABLA 30A DETERMINACION DE GRASAS Y ACEITES FLOTANTES EN EL ESTUARIO DEL RIO PANUCO.

ESTACION	Eje	C O N C E N T R A C I O N E N mg/l		
		FECHA 5-XII-73	FECHA 26-XII-73	FECHA 16-I-74
I	1	15.55	80.20	42.30
	2	2.99	66.00	53.50
	3	0.77	69.30	135.10
II	1	12.81	51.80	302.80
	2	59.10	490.50	42.60
	3	6.11	46.10	6.30
III	1	479.81	57.40	124.60
	2	9.17	34.60	133.00
	3	10.27	41.10	114.60
IV	1	8.66	33.60	2.90
	2	8.64	52.30	26.80
	3	8.10	64.60	19.80
V	1	26.37	112.10	23.40
	2	41.66	54.80	43.10
	3	18.89	91.70	45.10
VI	1	20.89	66.80	21.90
	2	13.08	82.90	9.20
	3	8.51	90.60	27.60
VII	1	13.88	161.60	17.00
	2	33.55	108.70	34.10
	3	13.02	29.80	14.20
VIII	1	33.00	37.40	17.50
	2	12.36	32.00	25.60
	3	8.13	25.00	49.40
IX	1	14.83	32.00	12.10
	2	13.97	6.50	17.60
	3	14.21	8.40	13.10

TABLA 31 A GRASAS Y ACEITE FLOTANTES EN EL RIO TAMESI Y LAS LAGUNAS DE CHAMPAYAN, CARPINTERO Y CHILA.

FECHA	LAGUNA	ESTACION	CONCENTRACION mg/l
20-XI-73	Champayán	1	8.00
		2	11.88
		3	10.82
20-XI-73	Carpintero	1	10.96
		2	10.30
		3	9.72
24-XI-73	Chila	1	63.73
		2	317.96
24-XI-73	Río Tamesí	1	16.9
		2	22.7

TABLA 32 A DETERMINACION DE GRASAS Y ACEITES FLOTANTES EN LAS LAGUNAS DE CHAIREL, LA COSTA Y PUEBLO VIEJO.

Laguna	Estación	CONCENTRACION EN mg/l		
		1er. Muestreo	2º Muestreo	3er. Muestreo
Chairel	1	16.94	23.1	41.60
	2	14.76	14.6	28.40
	3	14.70	22.0	39.20
	4	7.79	15.4	57.80
	5	8.00	-	25.50
La Costa	1	14.10	17.90	12.00
	2	12.60	10.10	9.40
	3	13.50	13.70	42.40
	4	21.90	10.90	14.60
	5	13.30	8.30	21.10
Pueblo Viejo	1	5.58	16.20	50.60
	2	4.30	16.00	14.40
	3	6.50	17.60	5.50
	4	6.23	15.80	6.10
	5	7.70	22.70	4.50
	6	4.82	17.60	5.20

Tabla 33 A

DETERMINACION DEL NMP/100 ml. DE
COLIFORMES TOTALES Y FECALIS EN -
EL ESTUARIO DEL RIO PANUCO.

Fecha de muestreo 4 - XII - 73

Sección	I						II						III					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof., en m	2.33	4.66	4.00	8.00	2.33	4.66	1.33	2.66	4.16	8.32	2.00	4.00	4.00	8.00	3.83	7.66	2.00	4.00
C.T *	46.0	24.0	11.0	0.39	0.43	0.24	46.0	24.0	46.0	240.0	4.6	0.023	430.0	110.0	200.0	7.5	46.0	46.0
C.F *	21.0	11.0	4.2	0.04	0.07	0.11	15.0	9.3	2.3	0.40	0.15	0.004	230.0	9.3	90.0	0.9	2.0	0.4

Fecha de muestreo 5 - I - 74

Sección	I						II						III					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof., en m	2.33	4.66	4.00	8.00	2.33	4.66	1.33	2.66	4.16	8.32	2.00	4.00	4.00	8.00	3.83	7.66	2.00	4.00
C.T *	24.0	11.0	110.0	21.0	240.0	110.0	240.0	240.0	110.0	110.0	24.0	24.0	240	240	21.0	110.0	21.0	15.0
C.F *	1.5	1.2	21.0	1.5	21.0	15.0	24.0	21.0	24.0	21.0	1.5	2.1	21.0	21.0	2.0	3.9	2.8	2.1

Fecha de muestreo 16-I-74

Sección	I						II						III					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof., en m	2.33	4.66	4.00	8.00	2.33	4.66	1.33	2.66	4.16	8.32	2.00	4.00	4.00	8.00	3.83	7.66	2.00	4.00
C.T *	240.0	11.0	21.0	2.1	11.0	2.4	240.0	1100.0	240.0	150.0	46.0	46.0	2400.0	110.0	2400.0	46.0	46.0	110.0
C.F *	12.0	1.5	4.6	0.11	0.12	0.15	21.0	210.0	54.0	28.0	2.1	2.4	210.0	15.0	240.0	1.4	7.5	20.0

* NMP x 10³ / 100 ml

Tabla 33 A (continuación)

Fecha de muestreo 4 - XII - 73

Sección	IV						V						VI					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof., en m	2.83	5.66	4.33	8.66	2.50	5.00	3.33	6.66	4.00	8.00	2.33	4.66	0.83	1.66	3.00	6.00	2.33	4.66
C.T *	110.0	21.0	240.0	46.0	11.0	4.6	240.0	110.0	15.0	7.5	9.3	1.5	110.0	240.0	110.0	2.8	4.6	4.6
C.F *	46.0	12.0	24.0	4.3	2.1	0.2	24.0	2.8	1.5	0.9	1.5	0.4	46.0	110.0	9.3	0.7	0.23	0.11

Fecha de muestreo 5 - I - 74

Sección	IV						V						VI					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof., en m	2.83	5.66	4.33	8.66	2.50	5.00	3.33	6.66	4.00	8.00	2.33	4.66	0.83	1.66	3.00	6.00	2.33	4.66
C.T *	460.0	110.0	21.0	15.0	20.0	150.0	2400.0	460.0	46.0	2400.0	46.0	15.0	2400.0	110.0	1100.0	75.0	24.0	15.0
C.F *	150.0	6.4	2.8	1.1	2.8	1.5	210.0	21.0	2.0	11.0	2.3	1.1	1100.0	15.0	460.0	11.0	1.5	2.1

Fecha de muestreo 16 - I - 74

Sección	IV						V						VI					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof., en m	2.83	5.66	4.33	8.66	2.50	5.00	3.33	6.66	4.00	8.00	2.33	4.66	0.83	1.66	3.00	6.00	2.33	4.66
C.T *	210.0	46.0	240.0	46.0	110.0	11.0	460.0	26.0	24.0	46.0	3.9	4.3	1500.0	240.0	2.8	46.0	4.6	46.0
C.F *	110.0	20.0	12.0	7.5	15.0	4.6	24.0	1.2	20.0	9.3	0.15	1.2	930.0	75	0.2	7.5	0.14	15.0

* NMP x 10³ / 100 ml

Tabla 33 A (continuación)

Fecha de muestreo 4 - XII - 73

Sección	VII						VIII						IX					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof, en m	3.50	7.00	4.00	8.00	2.33	4.66	2.33	4.66	2.56	5.32	2.00	4.00	2.06	4.12	2.66	5.38	3.00	6.00
C.T *	9.3	9.3	2.1	0.28	240.0	7.5	0.24	0.24	0.15	0.093	11.0	7.5	0.240	0.093	0.093	0.093	0.24	0.46
C.F *	4.3	2.3	0.15	0.07	12.0	4.3	0.093	0.043	0.043	0.015	4.6	4.3	0.009	0.043	0.023	0.009	0.023	0.075

Fecha de muestreo 5 - I - 74

Sección	VII						VIII						IX					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof, en m	3.50	7.00	4.00	8.00	2.33	4.66	2.33	4.66	2.66	5.32	2.00	4.00	2.06	4.12	2.66	5.38	3.00	6.00
C.T *	11.0	24.0	2.4	2.4	1.1	1.1	1.1	2.4	0.15	0.24	1.1	0.46	0.043	0.460	0.075	0.043	0.460	0.093
C.F *	2.0	15.0	0.46	0.46	0.21	0.93	0.12	0.21	0.015	0.021	0.21	0.093	0.007	0.093	0.021	0.011	0.15	0.021

Fecha de muestreo 16 - I - 74

Sección	VII						VIII						IX					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Prof, en m	3.50	7.00	4.00	8.00	2.33	4.66	2.33	4.66	2.66	5.32	2.00	4.00	2.06	4.12	2.66	5.38	3.00	6.00
C.T *	24.0	11.0	0.24	4.6	0.21	2.4	1.5	0.021	0.024	0.046	0.015	0.046	2.1	0.21	0.007	0.004	0.011	0.015
C.F *	2.1	4.6	0.015	0.21	0.011	0.46	0.020	0.007	0.004	0.007	0.004	0.011	0.28	0.21	0.003	0.003	0.003	0.007

* NMP x 10³ / 100 ml

1^{er} MUESTREO DE LAGUNAS
Coliformes totales y fecales

Tabla 34 A

Fecha de muestreo 24-XI-73

Laguna	Estación No.	Profundidad, en m	Coliformes totales *	Coliformes fecales *
CHL	1	1.25	24.0	2.1
	2	0.66	1100.0	210.0
		1.32	24.0	1.5
	3	0.83	4.6	2.4
		1.66	1.1	0.210
	4	0.83	0.015	0.007
1.66		0.15	0.015	
5	0.83	0.240	0.011	
	1.66	1.1	0.020	
CHN	1	0.66	11.0	7.0
		1.33	15.0	11.0
	2	1.00	0.093	0.015
3	0.50	0.043	0.011	
CO	1	2.00	93.0	43.0
		4.00	2400.0	450.0
	2	1.00	1100.0	240.0
	3	0.75	2400.0	29.0
	4	0.75	1100.0	28.0
0.75		240.0	0.043	
R.T.	1	3.00	24.0	0.93
	2	3.50	11.0	0.23
CAR**	1	3.00	0.480	0.150
		1.30	1100.0	700.0
	2	2.60	150.0	21.0
		1.00	0.045	0.0150
3	2.00	0.0025	0.0015	
P.V	1	2.00	24.0	11.0
	2	0.50	2400.0	2100.0
	3	0.40	0.093	0.015
	4	0.42	2.1	0.043
	5	0.55	2.1	0.21
	6	0.60	21.0	2.1
CHI	1	1.00	240.0	21.0
	2	0.90	240.0	43.0

* NMP x 10³/100 ml** NMP x 10¹⁰/100 ml

2.º MUESTREO DE LAGUNAS
Coliformes totales y fecales

Tabla 35 A

Fecha de muestreo 21 - XII - 73

Laguna	Estación No.	Profundidad, en m	Coliformes totales *	Coliformes fecales *
CHL	1	1.25	2.4	0.023
	2	1.00	11.0	0.210
	3	2.50	240.0	46.0
	4	1.25	0.150	0.043
	5	1.25	0.460	0.023
CO	1	3.00	0.240	0.093
	2	1.00	0.093	0.021
	3	0.75	0.460	0.028
	4	0.75	0.075	0.028
	5	0.75	0.021	0.007
PV	1	2.00	4.6	0.930
	2	0.50	2.4	0.460
	3	0.40	0.460	0.015
	4	0.42	0.093	0.021
	5	0.55	0.043	0.015
	6	0.60	0.240	0.093

3.º MUESTREO

Fecha de muestreo 9-I-74

CHL	1	1.25	2.4	1.1
	2	1.00	460.0	150.0
	3	2.50	240.0	110.0
	4	1.25	0.75	0.2
	5	1.25	0.24	0.043
CO	1	3.00	0.24	0.093
	2	1.00	0.093	0.043
	3	0.75	0.015	0.004
	4	0.75	0.093	0.023
	5	0.75	0.020	0.009
PV	1	2.00	12	7.5
	2	0.50	110	24
	3	0.40	21	4.3
	4	0.42	1.1	0.24
	5	0.55	0.24	0.023
	6	0.60	0.24	0.023

* NMP x 10³ / 100 ml

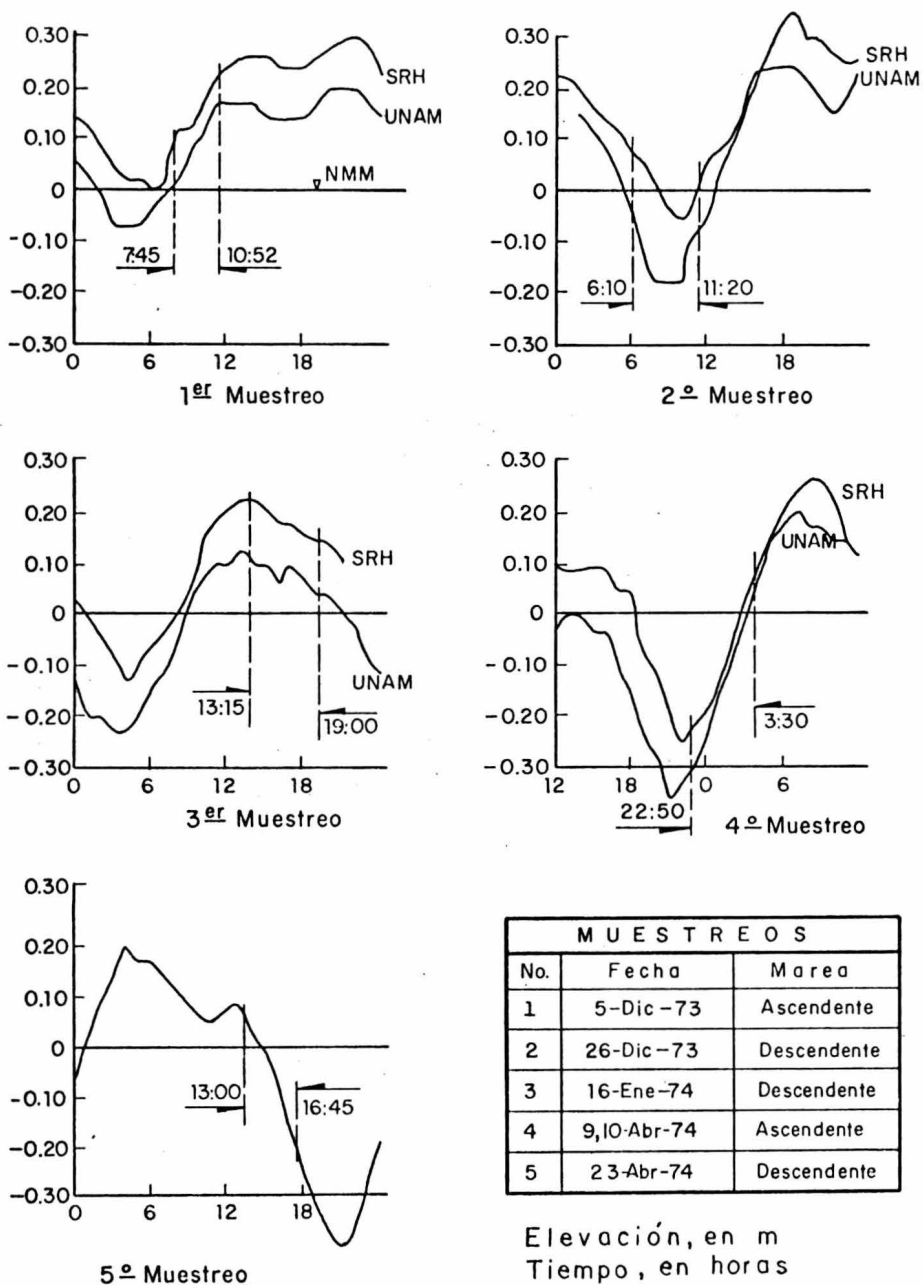


Fig 1 Duración de muestreos físico-químicos en el estuario del río Pánuco

SRH — Escala localizada en la planta de bombas No. 1, km 11+300

UNAM — Mareógrafo del Instituto de Geofísica, localizado en el km 2+300

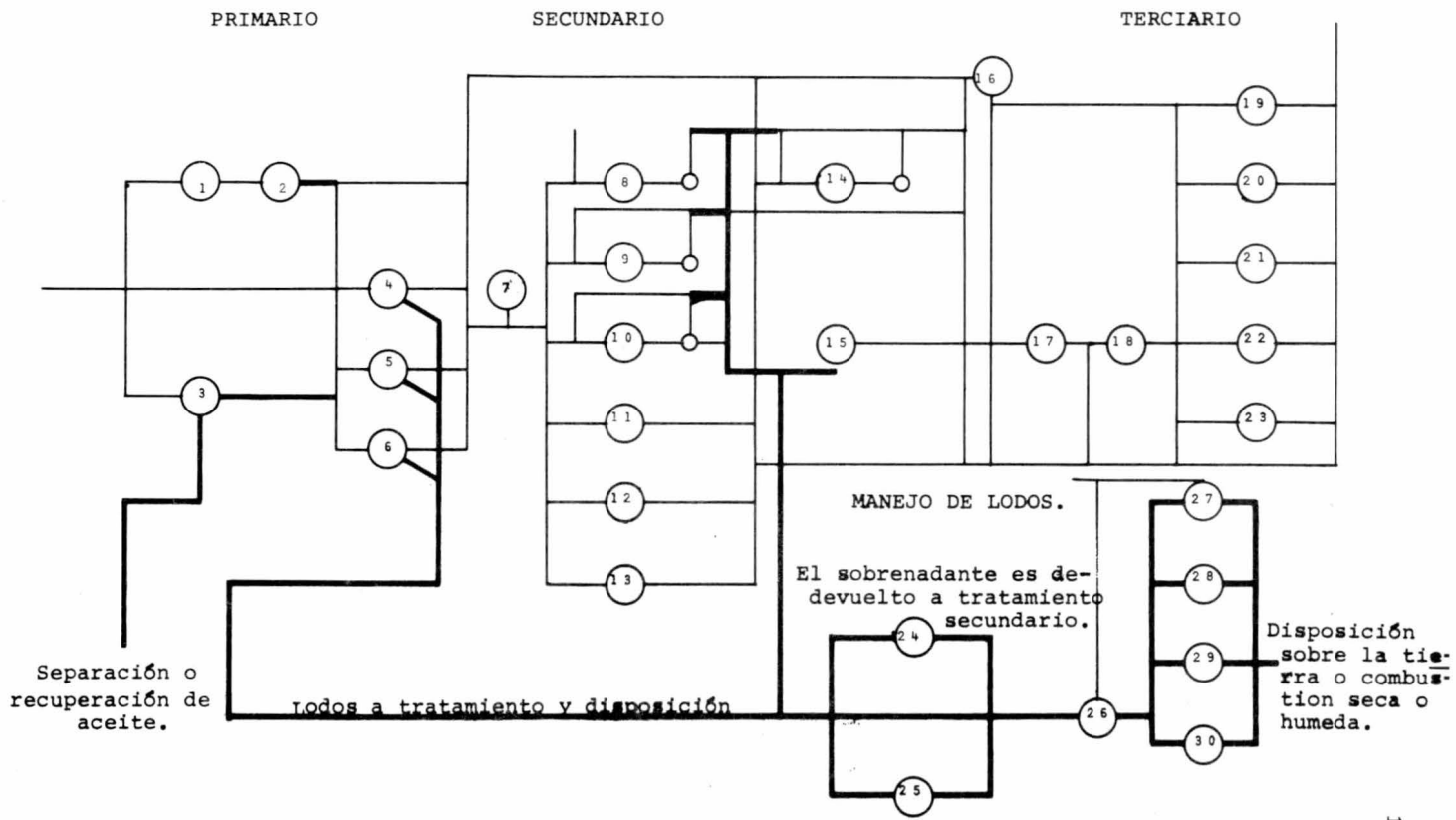


Figura No 2. Procesos de tratamiento de agua residual- Diagrama de sustitución y secuencia.

En la figura No 2, los números enmarcados en los círculos, equivalen a los siguientes procesos:

1. Igualación
2. Neutralización o ajuste de pH
3. Separación de aceite
4. Sedimentación
5. Flotación
6. Filtración
7. Adición de nutrientes
8. Lodos activados
9. Aereación extendida
10. Filtros rociadores.
11. Lagunas aereadas
12. Lagunas de estabilización
13. Oxidación química
14. Desnitrificación
15. Floculación y precipitación
16. Eliminación de amoníaco
17. Filtración
18. Adsorción con carbon
19. Electrodialisis
20. Intercambio ionico
21. Evaporación
22. Osmosis reversible
23. Desinfección
24. Incineración
25. Digestion aerobia o anaerobia
26. Espesamiento
27. Secado en lecho de arena
28. Filtración al vacío
29. Centrifugación
30. Filtro prensa

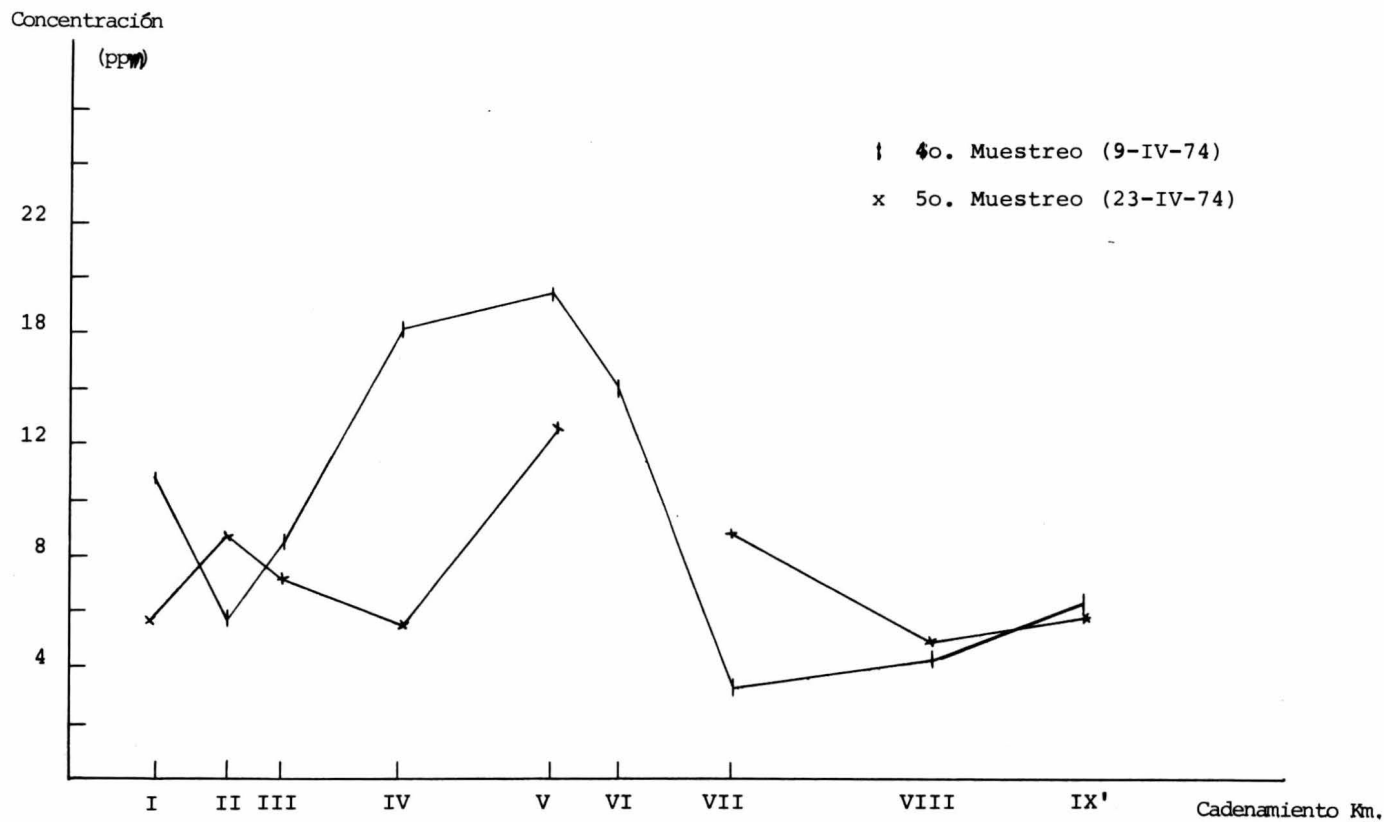


Figura No. 3 Distribución de valores de concentraciones promedio de grasas y aceites emulsionados, en el estuario del río Pánuco.

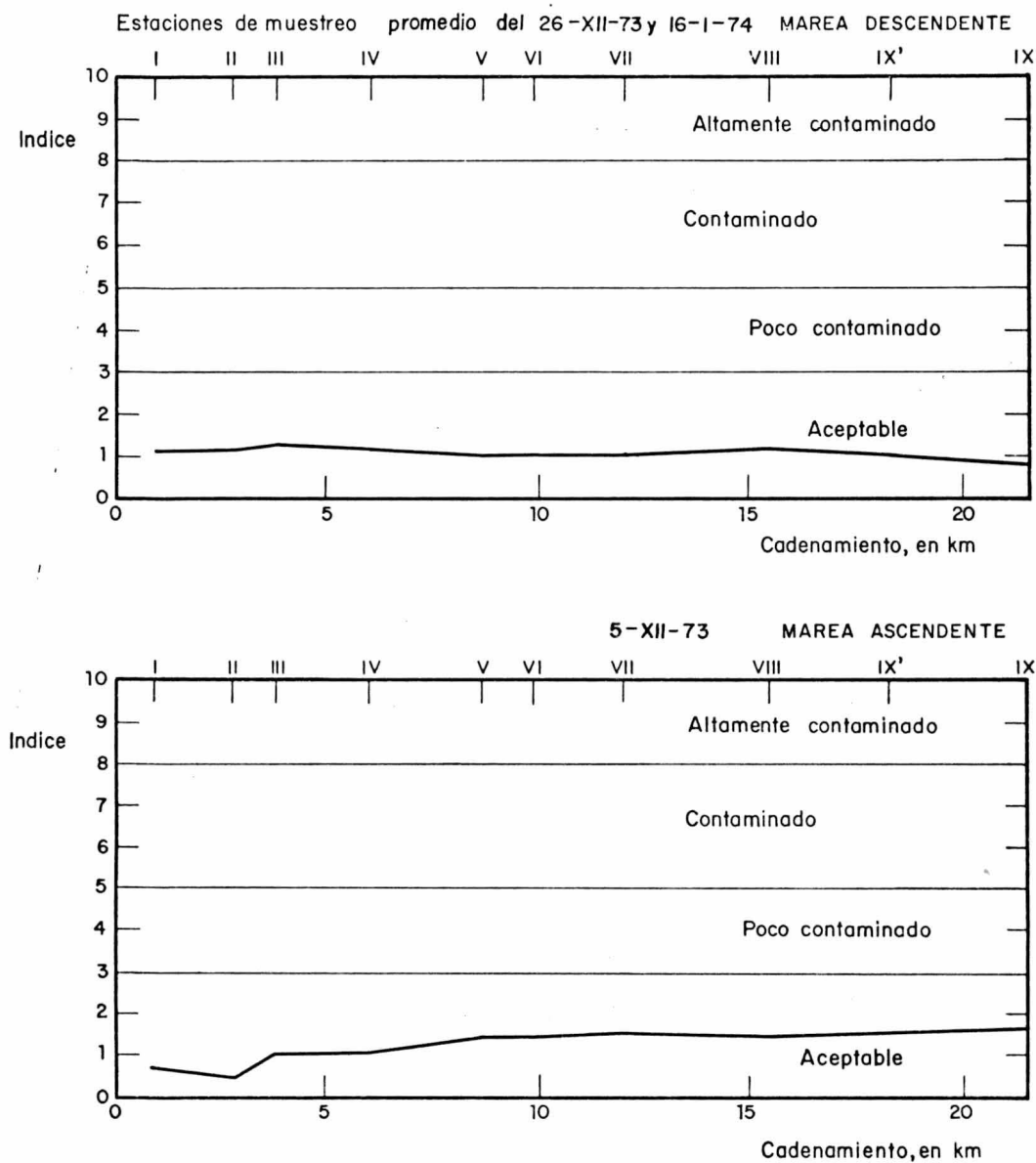


Fig 4 Influencia de pH en la calidad del agua del estuario del río Pánuco

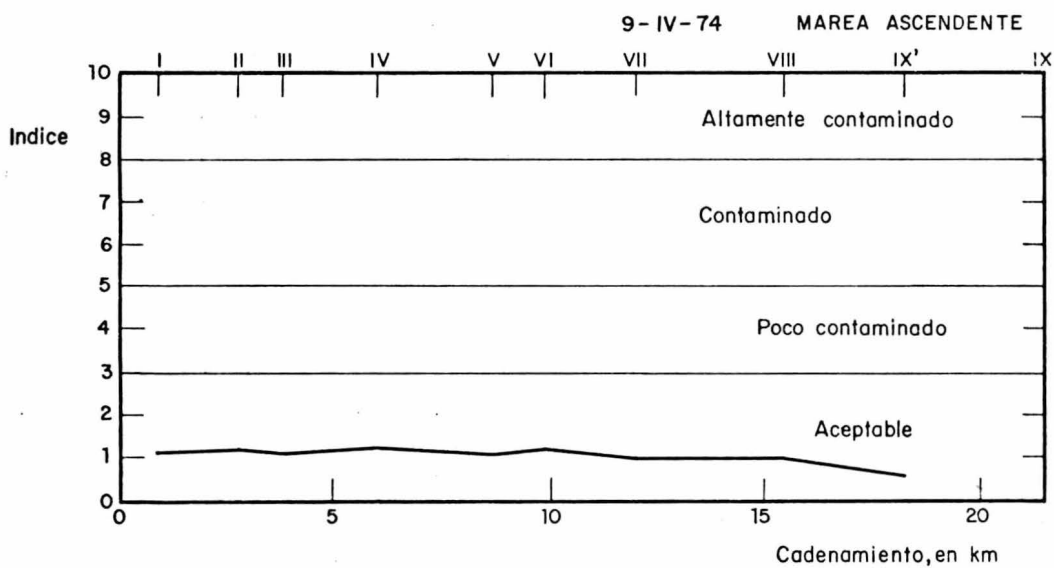
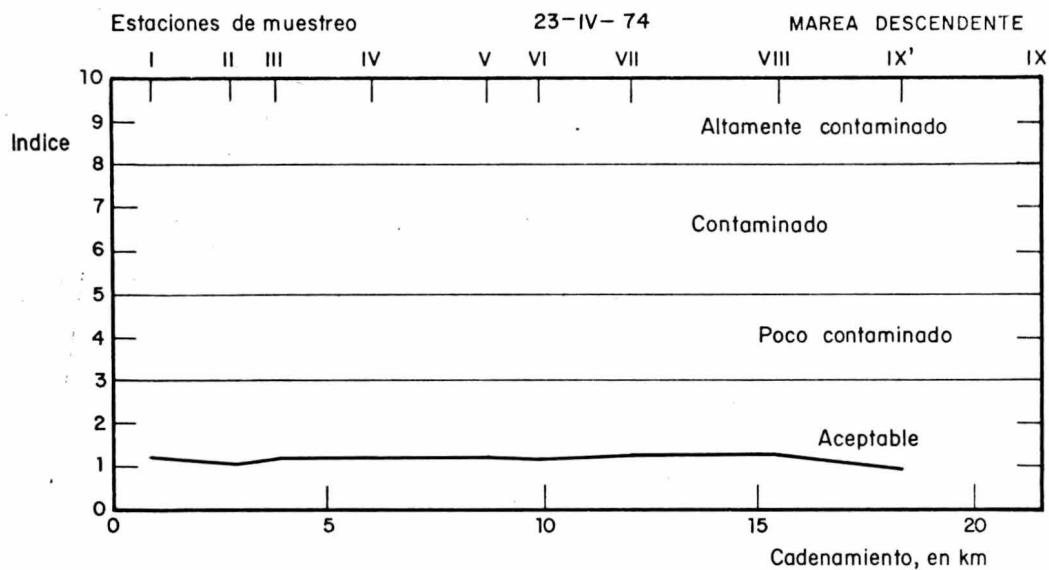


Fig 5 Influencia de pH en la calidad del agua del estuario del río Pánuco

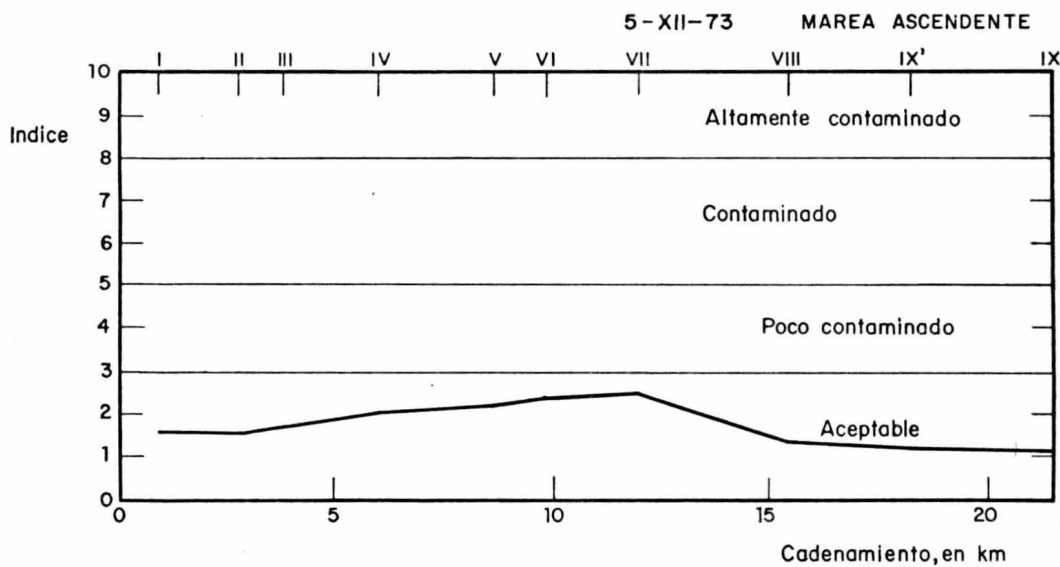
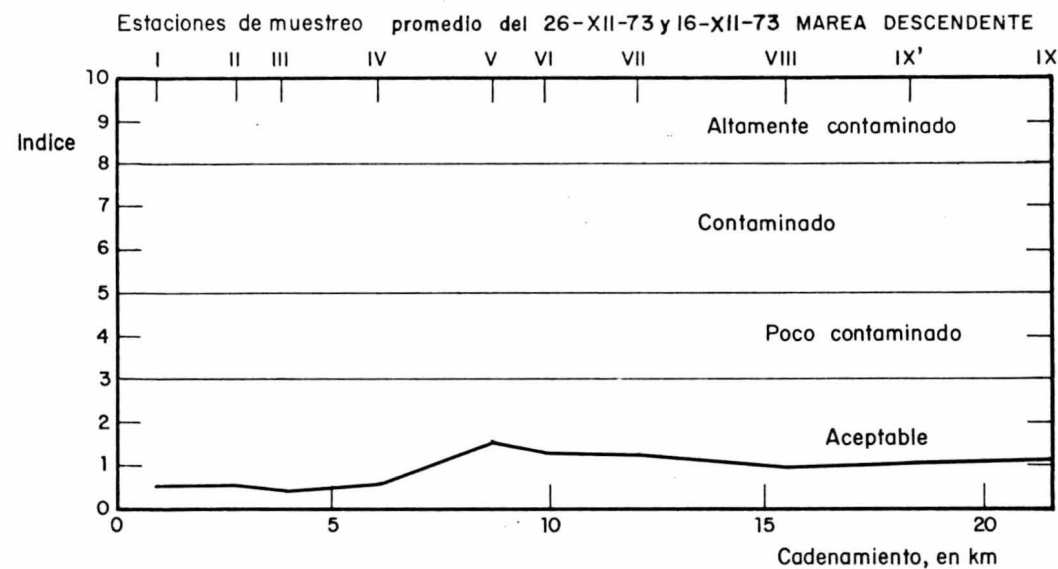


Fig 6 Influencia de O.D en la calidad del agua del estuario del río Pánuco

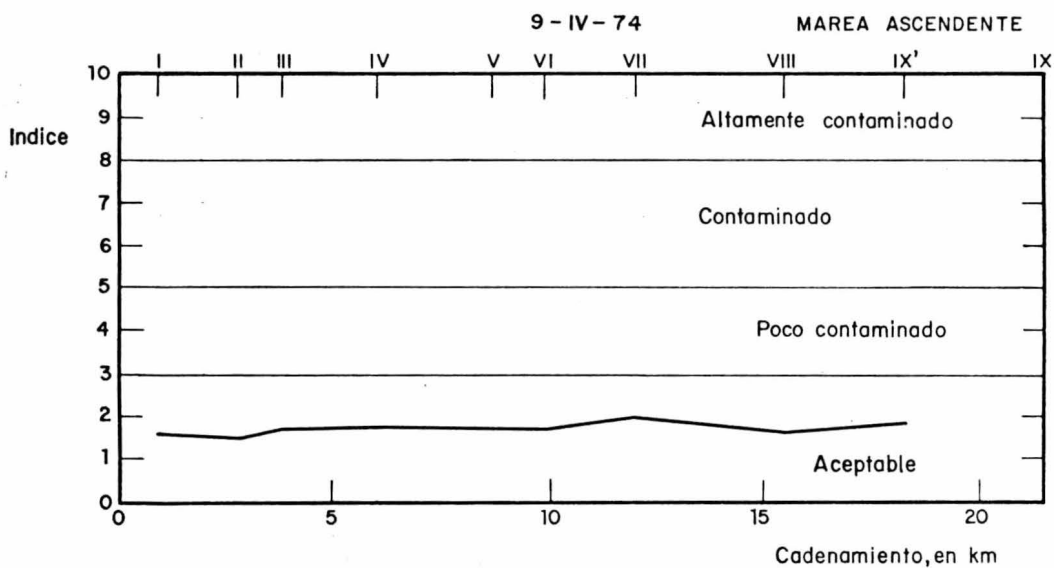
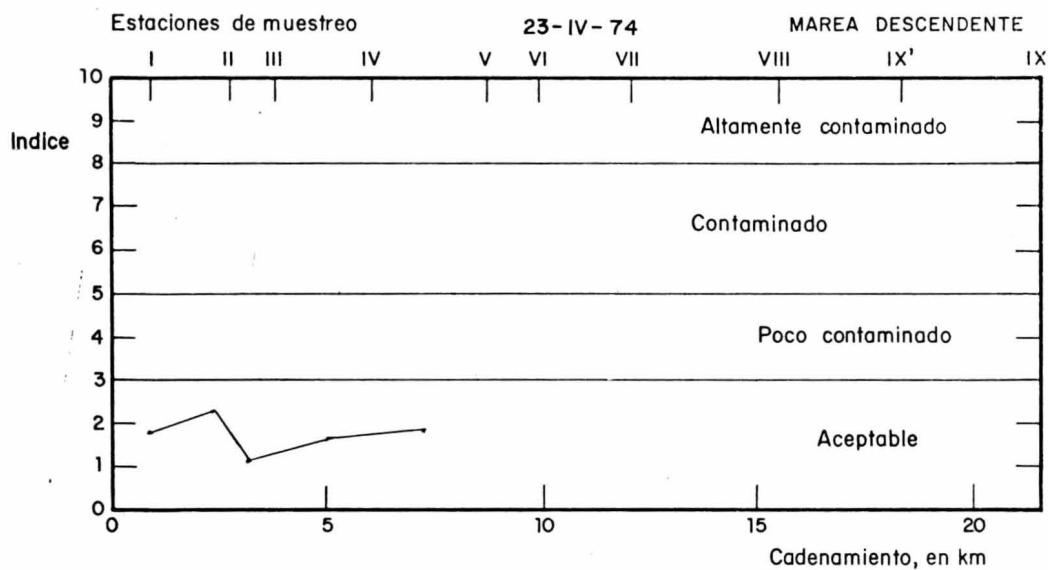


Fig 7 Influencia de O.D en la calidad del agua del estuario del río Pánuco

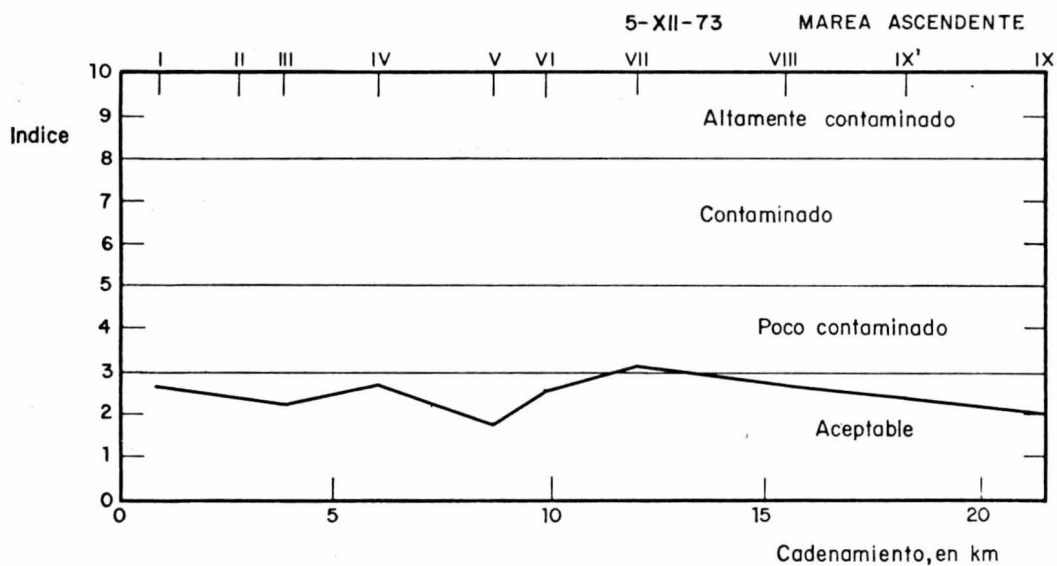
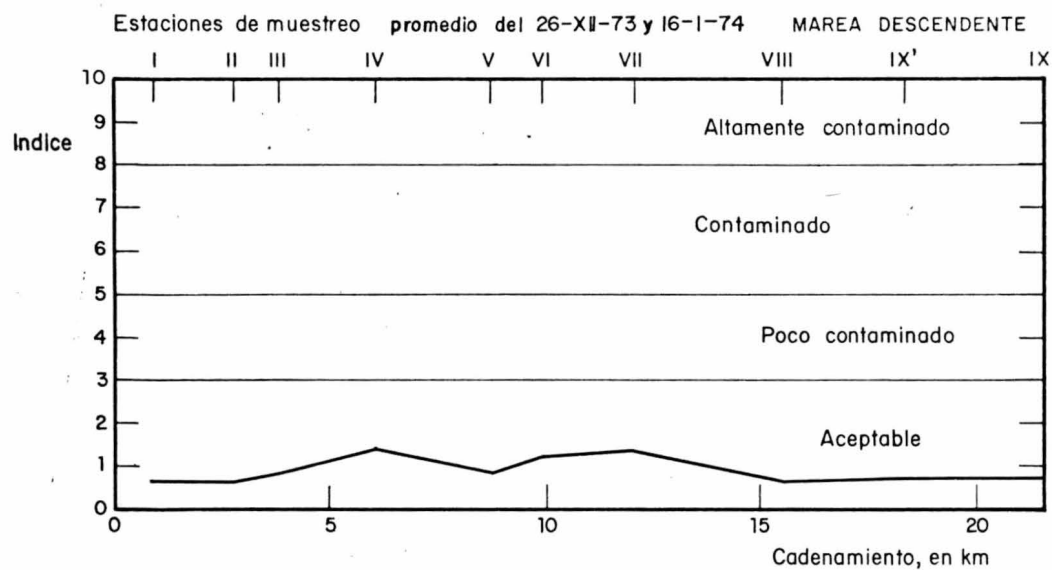


Fig 8 Influencia de DBO_5 en la calidad del agua del estuario del río Pánuco

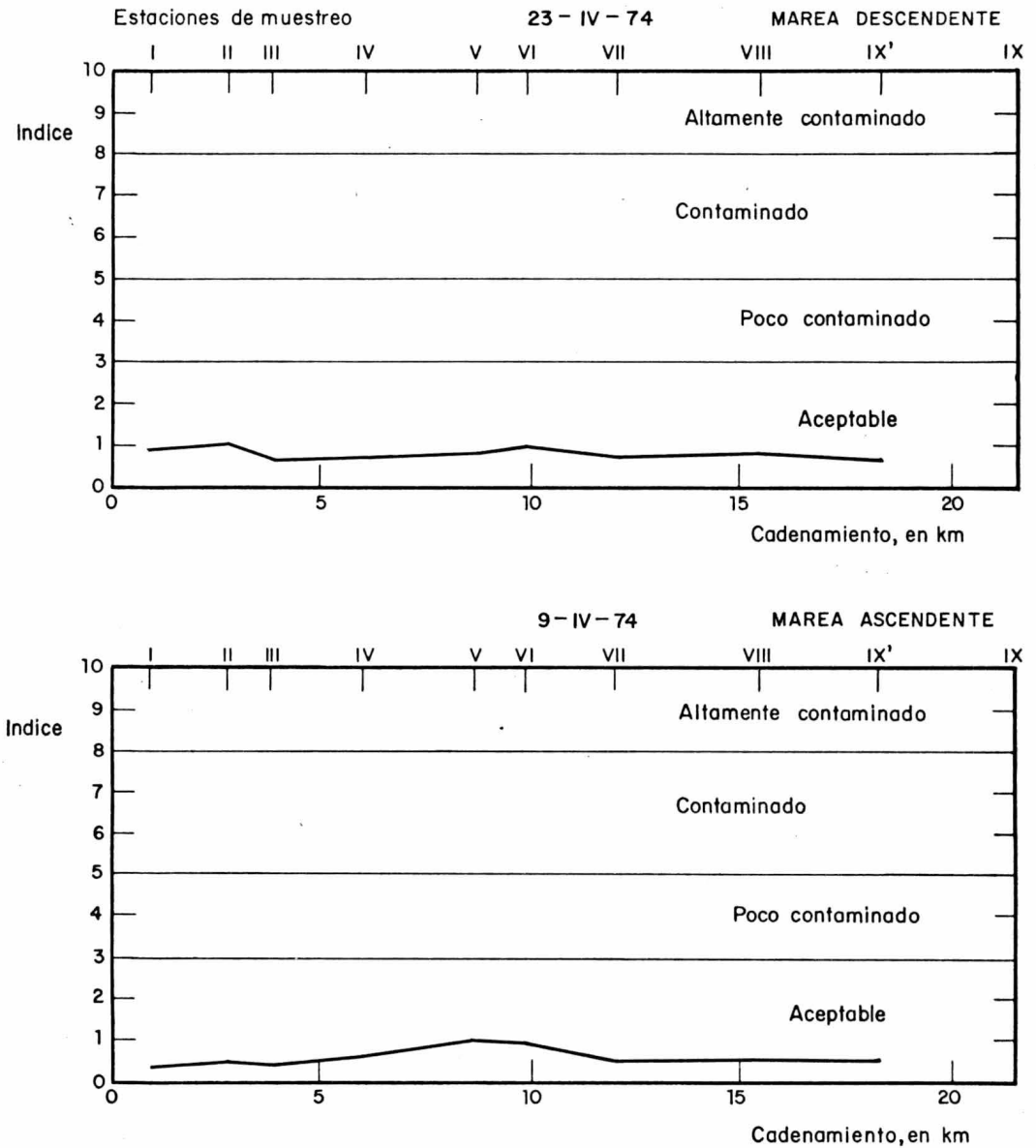


Fig 9 Influencia de DBO_5 en la calidad del agua del estuario del río Pánuco

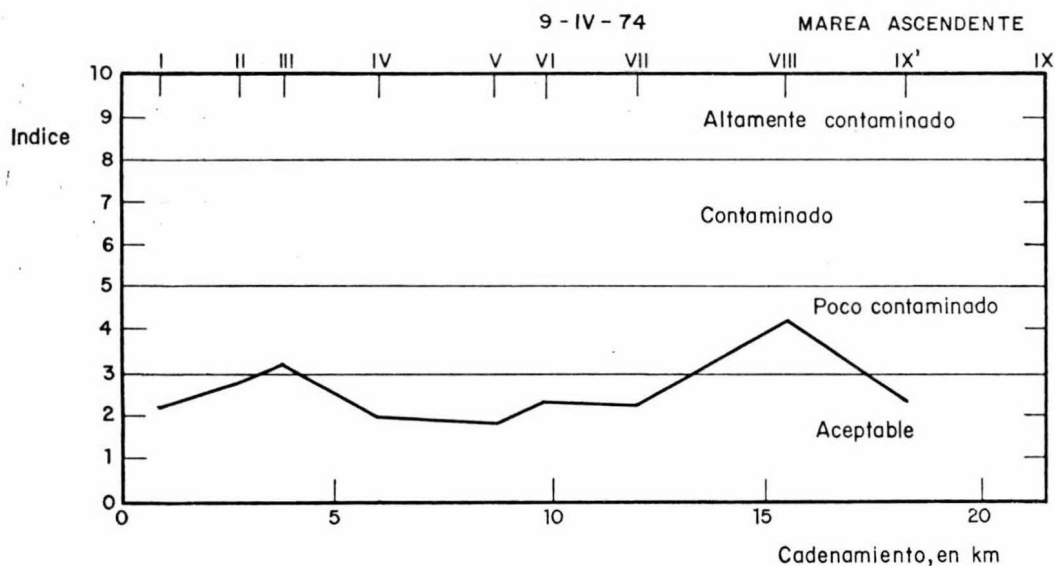
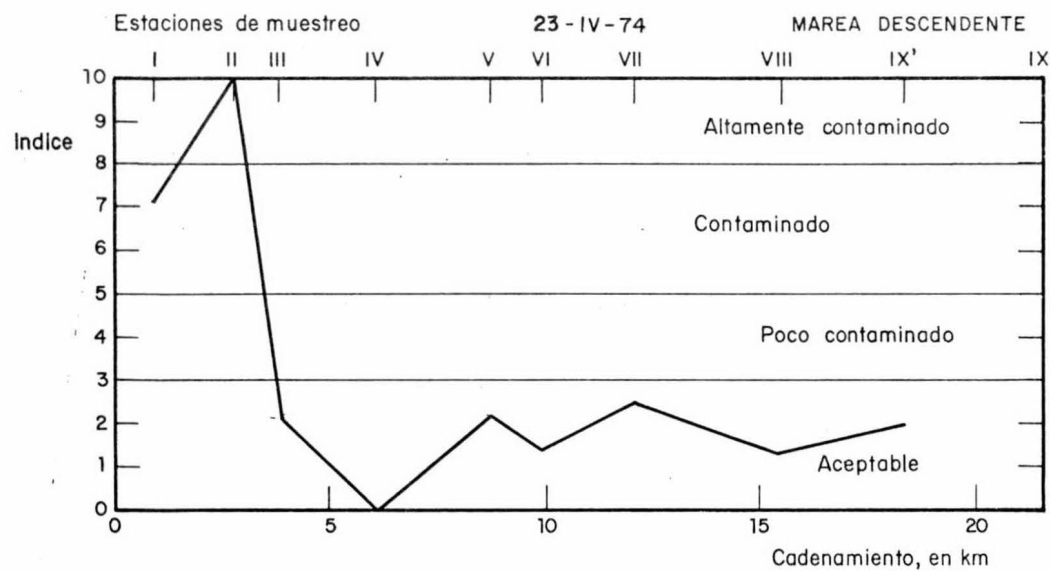


Fig 10 Influencia de fenoles en la calidad del agua del estuario del río Pánuco

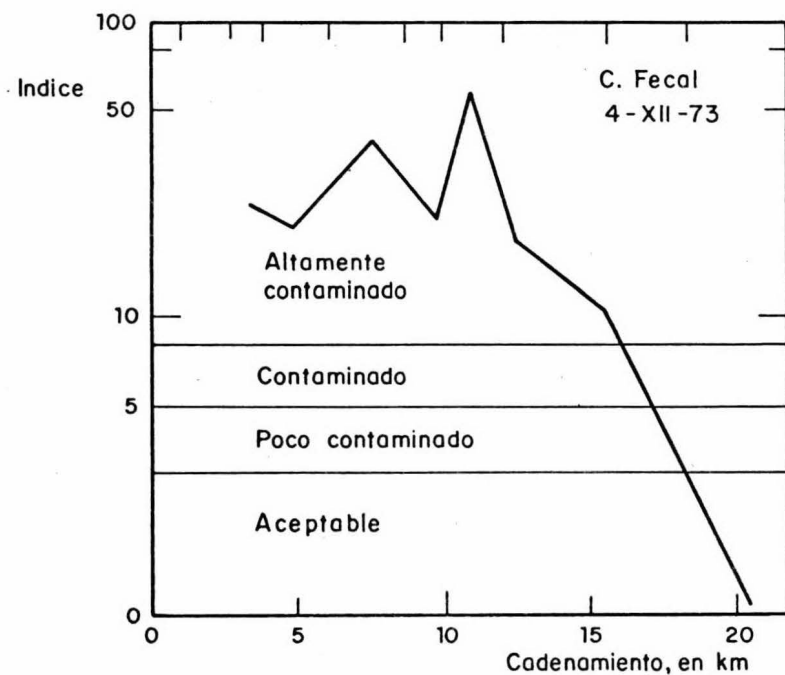
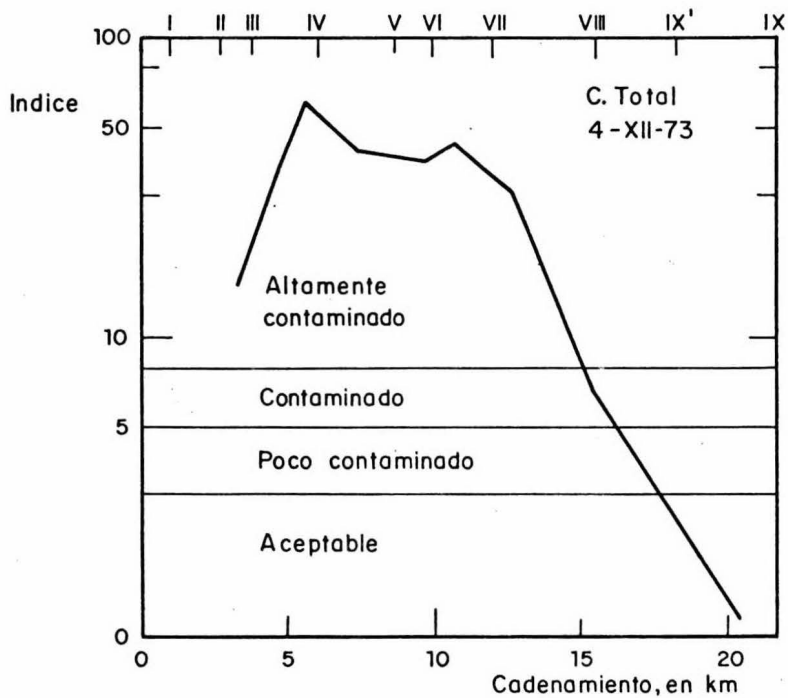


Fig 11 Influencia de coliformes totales y fecales en la calidad del agua del estuario

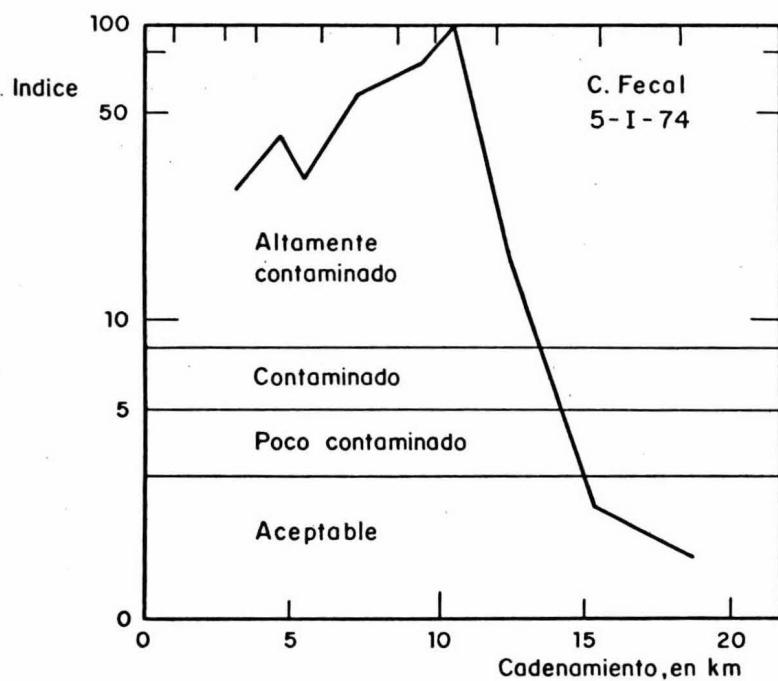
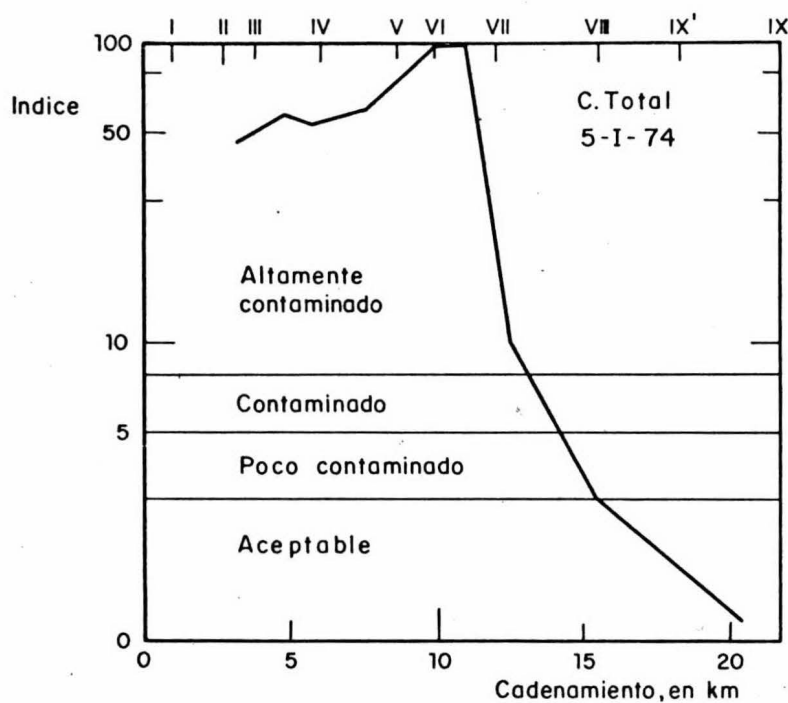


Fig 12 Influencia de coliformes totales y fecales en la calidad del agua del estuario

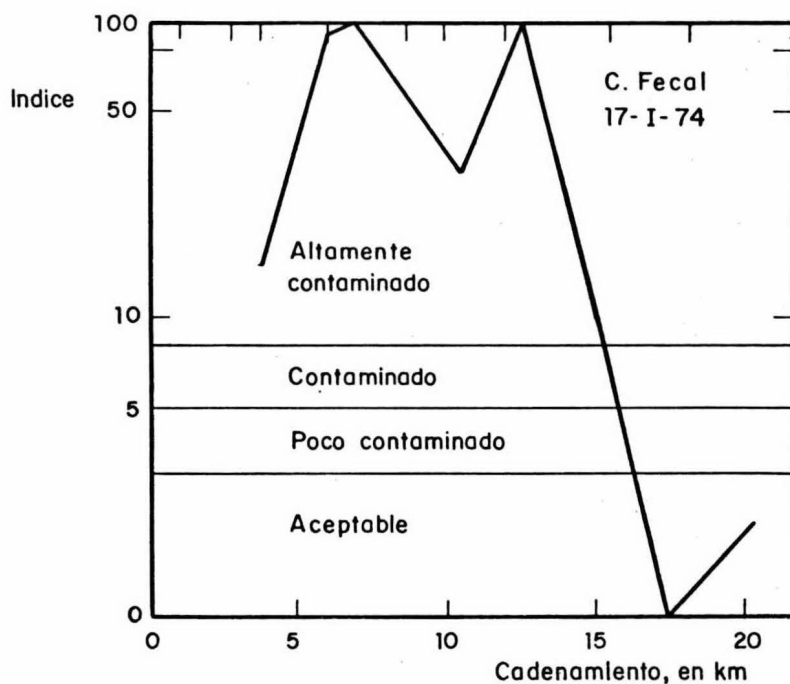
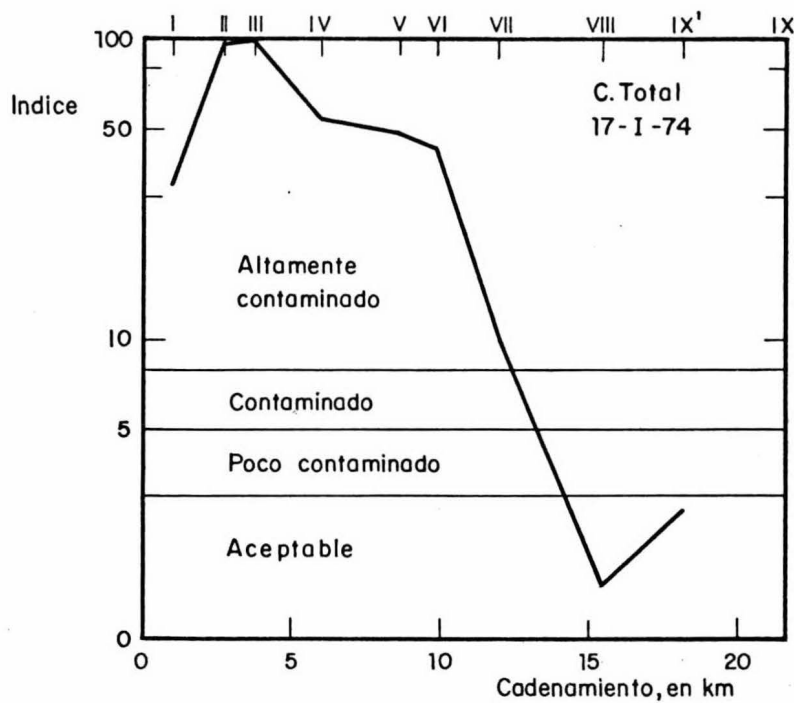
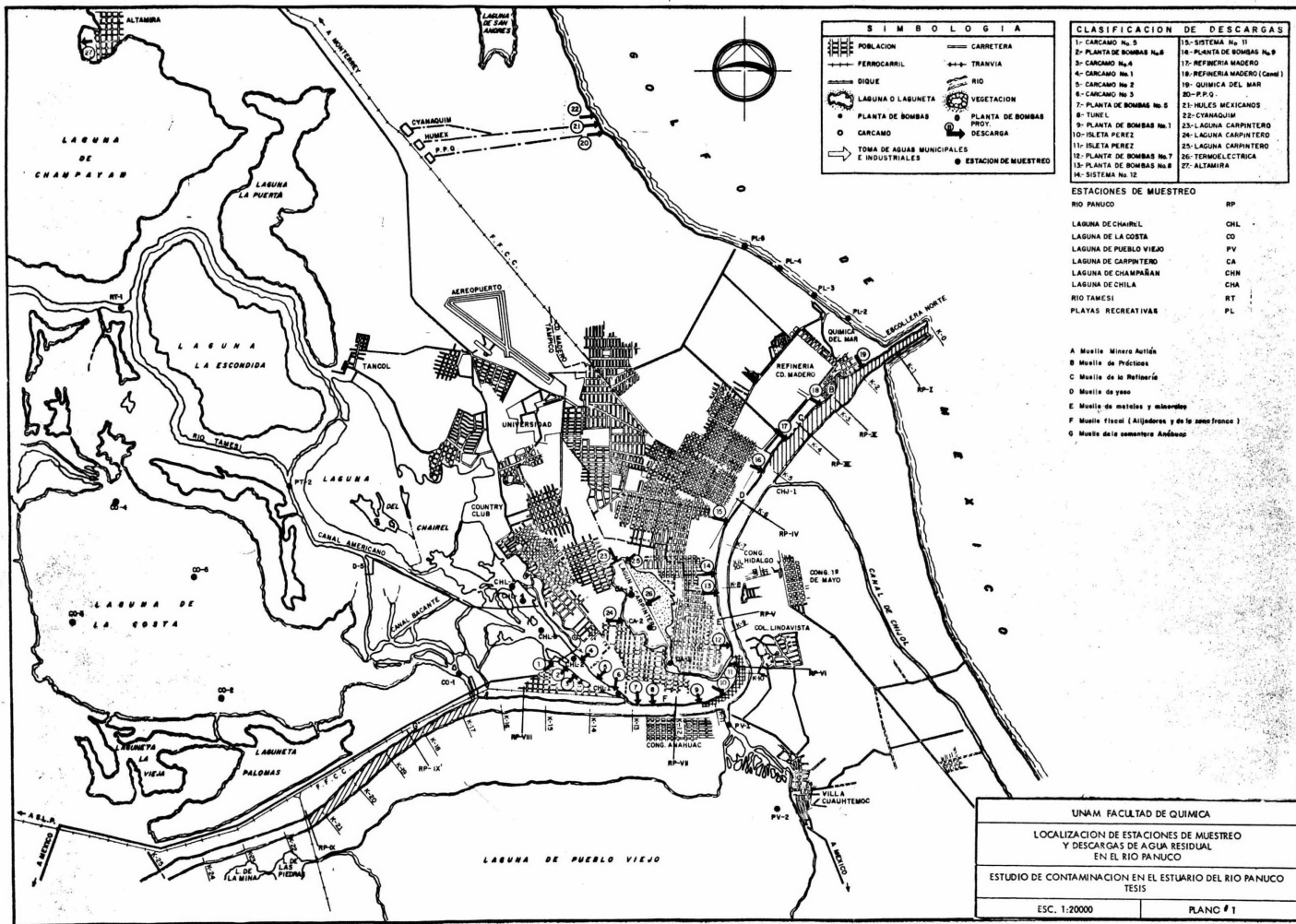
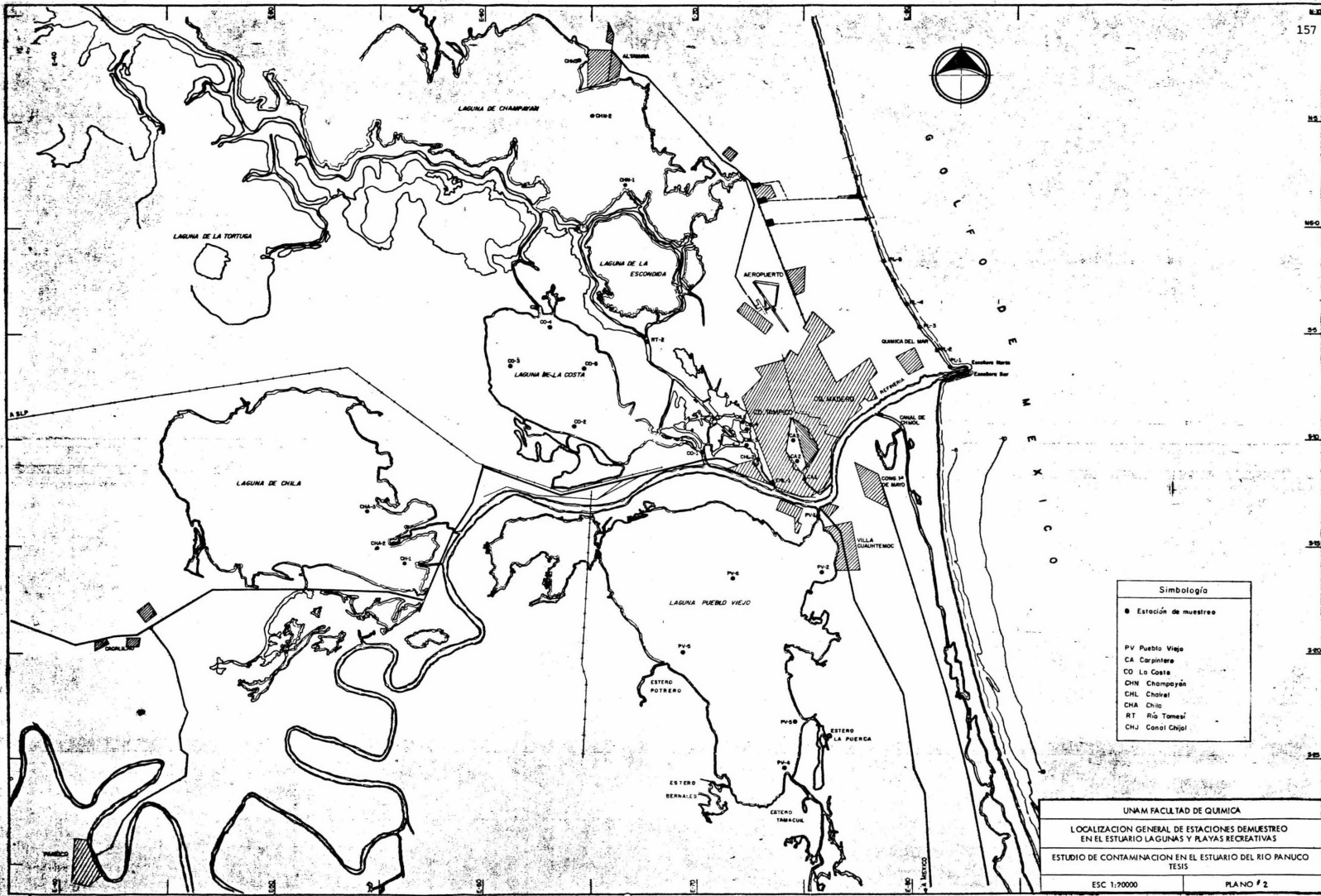


Fig 13 Influencia de coliformes totales y fecales en la calidad del agua del estuario





Simbología	
●	Estación de muestreo
PV	Puerto Viejo
CA	Carpintera
CO	La Costa
CHN	Champoyán
CHL	Choiral
CHIA	Chilo
RT	Río Tamesí
CHJ	Cañal Chijol

UNAH FACULTAD DE QUIMICA
 LOCALIZACION GENERAL DE ESTACIONES DEMUESTREO
 EN EL ESTUARIO LAGUNAS Y PLAYAS RECREATIVAS
 ESTUDIO DE CONTAMINACION EN EL ESTUARIO DEL RIO PANUCO
 TESIS

ESC 1:20000 PLANO # 2