

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA SANITARIA



CONTAMINACION DEL AGUA DE MAR
EN LA ZONA FERTISA - CALLAO

TESIS DE GRADO

EDMUNDO OSSIO BARREDA

PROMOCION 1973 - 1

LIMA - PERU

1974

PROGRAMA TENTATIVO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION DEL MAR EN LA ZONA FERTISA -

CALLAO

	<u>Pag.</u>
1-) Objetivos del presente trabajo	1
2-) Descripción del lugar	1
2.1 Ubicación	1
2.2 Aspecto General	2
2.2.1 Construcciones	2
2.2.1.1. Vivienda	3
2.2.1.2. Industrial	3
2.2.1.3. Muelles	4
2.2.2 Medio Ambiente	5
3-) Catastro de las industrias y zonas pobladas que evacúan en dicha zona.	7
3.1 Industrias	7
3.1.1 Descripción General	7
3.1.2 Clasificación según actividades	7
3.1.3 Forma de evacuación	8
3.2 Centros poblados	9
4-) Determinaciones volumétricas de las diferentes emisiones líquidas.	10
4.1 Aforo de las industrias mas importantes por diferentes métodos.	10
4.2 Aforo de los colectores de los desagues domésticos.	12

1-) Objetivos del presente trabajo

El siguiente trabajo ha sido desarrollado con el propósito de investigar el problema de la contaminación marina, aplicada a una determinada zona de nuestro litoral, y emitir las posibles medidas de control si es que fueran - necesarias.

Espero haber contribuído en alguna forma a la toma - de conciencia de la importancia que un medio ambiente sa no representa en nuestras vidas.

El aire, el agua, el suelo son un conjunto de factores que interactúan mutuamente normando nuestras condiciones de vida, y por lo tanto, no debe de descuidarse ninguno de ellos.

2-) Descripción del lugar

La zona de estudio es: la parte de la Av. Centenario comprendida entre la desembocadura del Rio Rimac, por el Sur y el límite Norte de la zona industrial pesquera, por el Norte. Toda el área en mención se halla clasificada - en los padrones municipales como CP (Comercio Portuario).

2.1) Ubicación

Nuestra área de estudio se halla comprendida - en la jurisdicción de la Provincia Constitucional del Callao en la parte conocida por "Fundo Oquendo" y abarca una superficie de $750,000 \text{ mt}^2$ o sea 75 Ha. (1,500 mts. de

frente por 500 mts. de horizonte marino)

2.2) Aspecto General

Toda el área que nos ocupa se halla destinada casi en proporciones iguales a dos grandes fines como son: la agricultura y la industria pesquera. Los sembríos de pan llevar como: apio, cebolla, nabo, beterraga, lechuga, etc. son vistas por doquier, mientras que la parte industrializada posee como principal exponente a las fábricas de harina de pescado, fábricas de pescado en conserva y fábrica de fertilizantes sintéticos.

Además de las actividades antes mencionadas, una pequeña parte se halla destinada a vivienda, en calidad de pueblos jóvenes erradicables, y a la crianza de animales, tales como ganado porcino y caprino, los cuales se llevan a cabo en las más deplorables condiciones de higiene, o siendo su principal alimento los pastos naturales que han proliferado por la presencia de aguas servidas crudas así como también la basura que se arroja continuamente a lo largo de toda la playa que bordea la zona.

2.2.1.) Construcciones

Existe un variado número de éstas cuyo tamaño está en función de la finalidad para lo cual han sido levantadas, así tenemos:

2.2.1.1) Vivienda

La zona de estudio cuenta con dos pueblos jóvenes, ambos en la avenida Centenario, llamados: "Acapulco" que ocupa un área de 3.3 Ha. y posee un número de 145 viviendas con una densidad de 58 familias/Ha. y una población aproximada de 1,150 habitantes y el pueblo joven "Daniel Alcides Carrión" que ocupa un área de 0.40 Ha y posee un número de 52 viviendas con una densidad promedio de 125 familias/Ha. y una población aproximada de 300 habitantes, haciendo un total aproximado de 197 viviendas y 1,450 habitantes.

2.2.1.2) Industrial

Entre las construcciones industriales mas saltantes se cuentan las instalaciones destinadas a la fabricación de hari-

na de pescado en número de 8, las destinadas a la fabricación de conservas de pescado en número de 2, instalaciones destinadas a la fabricación de fertilizantes sintéticos, Centro de Investigaciones Pesqueras de la Universidad Nacional Agraria y otras de menor importancia.

2.2.1.3) Muelles

La gran mayoría de las industrias asentadas a lo largo de la avenida Centenario realiza intercambio comercial portuario, con embarcaciones de diverso calado y para tal fin se han construído 3 muelles, uno de los cuales sirve de manera mancomunada a las fábricas de harina de pescado, otro de los muelles, particular, lo utiliza la fábrica de fertilizantes, el último de éstos es utilizado por otra -

fábrica harinera de pescado situada al extremo Sur de nuestra zona de estudio.

Existe además otro muelle hoy en desuso debido a que el mar se ha ido retirando dejando su extremo de embarque sobre la arena.

La longitud de estos muelles fluctúa entre los 100 y los 250 mts. de longitud y están hechos de pilotes de madera alquitranados y lo suficientemente fuertes para resistir el tráfico de carros montacargas y automóviles.

2.2.2.) Medio Ambiente

En este caso particular entendemos por medio ambiente a las condiciones físicas reinantes y que rodean a la zona de estudio, ya en el punto 2.2 se ha hecho referencia sucinta de las condiciones ambientales y aquí no haremos más que especificar de manera más detallada la magnitud del proble-

ma que envuelve a la zona.

Primeramente diremos que desde antes de llegar se pueden apreciar las emisiones a la atmósfera de humos tóxicos compuestos nitrogenados y de humos mal olientes, posibles causantes de alergia. Por otro lado, conforme uno se va acercando, se va haciendo más notoria la presencia de un olor nauseabundo proveniente de materia orgánica en descomposición, esta materia orgánica, va a dar allí, debido a las prácticas de disposición de residuos que hacen ciertas fábricas que nada tienen que ver con la zona, así como también restos de aves de corral muertas en grandes cantidades atacadas por algún mal transmisible, condiciones que ponen en peligro a las personas que por un motivo u otro frecuentan esos lugares. Además de los montones de basura ardiendo constantemente se puede apreciar grandes cantidades de desmonte. (Ver fotografías #1,2,3,4,5)

3-) Catastro de las industrias y zonas pobladas que evacúan en dicha zona.

Si tomamos en cuenta a todos los usuarios cuyos efluentes son dispuestos en nuestra zona de estudio, tendríamos una relación que seguramente nos tomaría varias hojas de este volumen, como quiera que esto nos resulta imposible y escapa a los alcances del presente trabajo nos limitaremos a tomar en cuenta solamente a los emisores que llegan a dicho lugar. Así tendremos:

3.1) Industrias

3.1.1) Descripción General

Ya hemos dicho que de las industrias situadas en la zona de estudio casi el 100% de ellas son procesadoras de pescado, ya sea harineras o conserveras, con una sola excepción que se dedica a la fabricación de fertilizantes sintéticos y afines, sulfato de amonio, nitrato de amonio agrícola y técnico y ácido nítrico, y cuyos procesos de fabricación se cuentan entre los mas variados.

3.1.2) Clasificación según actividades

Este tema ya ha sido desarrollado en el transcurso de los acapites anteriores.

3.1.3) Forma de Evacuación

La forma en que la totalidad y cada una de las industrias presentes liberan sus desechos al mar es mediante una tubería emisora que varía desde 12" hasta 36" de diametro. Estas descargas son hechas libremente sin ningún tratamiento previo, conservando de esta manera las aguas toda su potencialidad y peligrosidad.

Este problema se ha visto agravado desde los últimos 3 años debido a que las aguas del mar se han ido retirando, dejando que las descargas sean hechas sobre la arena y no sobre las aguas del mar como fué proyectado, de tal forma que se pueden apreciar claramente los diferentes niveles que alcanzaba el mar. Este estado de cosas han dado lugar a la formación de grandes charcas de aguas servidas a lo largo de toda la playa de la avenida Centenario las cuales, aparte de dar un mal aspecto a la zona y tornarla inservible para otros usos, constituyen un serio problema sanitario pudiendo dar origen a epidemias por encontrarse rodeadas de pueblos jóvenes.

Todo lo mencionado lo podemos apreciar en las fotografías # 6,7

3.2) Centros poblados

La zona de estudio por ser un lugar poco poblado debido a que no ofrece ningún atractivo para vivienda, por los males olores y condiciones insalubres a excepción de los asentamientos de pueblos jóvenes de los cuales ya hemos hecho mención en el punto 2 y que en su totalidad está conformado por familias de los trabajadores de las fábricas de la zona, no hay descargas fuertes de efluentes de tipo doméstico, salvo el gran colector Esal "Centenario" cuya descarga es de grandes magnitudes. Este colector posee un diámetro de 1.20 mts. y evacúa los desechos de una población aproximada de medio millón de personas, este colector es conocido con el nombre de "Colector Centenario" y recibe los efluentes de las zonas llamadas Callao, Carmen de la Legua y parte de Breña (Fotografías # 8 y 11)

Al igual que para los emisores industriales anteriormente tratados, se ha creado una gran charca de aguas servidas crudas (Fotos) por las mismas razones anteriormente expuestas de nivel de mar, y es más; a menudo se puede ver

gente bañándose en estas aguas, creando un pro
blema que está por demás explicar por ser
obvio. (Fotografía # 9)

4-) Determinaciones volumétricas de las diferentes emi-
siones líquidas.

Para el aforo de los desagües tanto domésticos como
industriales, se han empleado métodos hidráulicos -
ya que por tratarse en ambos casos de grandes volú-
menes de agua los métodos volumétricos no se han po-
dido emplear debido a las dificultades que la apli-
cación de esos métodos implican en grandes volúme-
nes de agua.

4.1) Aforo de las industrias mas importantes por di-
ferentes métodos.

El cálculo del volumen de efluente de la fábrí-
ca de fertilizantes sintéticos situada en la -
zona se verificó llevando a cabo una medición
de la velocidad del efluente. Para la obten-
ción del valor de la velocidad de las aguas se
procedió como sigue:

- En un buzón situado a 17 mts. antes de la sa-
lida se soltó una boya.
- Acto seguido se procedió a tomar el tiempo -
que dicha boya se demoraba en asomar por la

salida del emisor de 36" este tiempo resultó ser de 22 segs.

- Si aplicamos la ecuación $V = e/t$ tendremos la velocidad en mts. por sg.

- La velocidad resultó ser de 0.77 mt/seg.

Una vez obtenida la velocidad procedimos a hallar el tirante de agua en el tubo emisor, el cual resultó ser de mts, gracias a este valor pudimos hallar el área de tubo ocupado por el efluente. Si este valor lo multiplicamos por la velocidad obtenida hallaremos el gasto, el cual es de lts/seg.

Para el caso de las harineras de pescado (Fotografías # 10) se obtuvo, debido a que posee volúmenes tan variables, mediante la aplicación del promedio de agua usada para obtener un volumen de pescado procesado que figura en la variada bibliografía existente al respecto, el cual es de 1.0-1.5 volúmenes de agua de mar a 1.0 de pescado procesado. Ahora bien, la producción promedio diaria de harina de pescado es de 7,920 Tn y usando el valor de 1.0 para el agua efluente, éste también será el valor que buscamos.

4.2) Aforo de los colectores de los desagües domésticos.

Para el aforo de los colectores de los desagües domésticos se ha tomado en cuenta únicamente el gran colector Esal y se han obviado a las otras pequeñas descargas por ser insignificantes comparadas al volumen que éste colector evacúa.

(Foto # 11)

4.2.1. Método volumétrico

Este método no fué factible de utilizar por las mismas razones expuestas en el acápite 4.1. Solamente se aplicó el método hidráulico. Sección-Velocidad para hallar el gasto.

4.2.2. Método hidráulico

Llevando a cabo los mismos pasos desarrollados en el acápite 4.1 procedimos a soltar una boya en un buzón situado a 22 mts. antes de la salida del emisor y de terminamos su tiempo de recorrido entre el buzón y la salida el cual fué de 8.5 sgs.

Aplicando la ecuación $V = e/t$ determinamos que ésta era de 2.6 mts/seg. El tirante de agua era de 60 cms. y por lo tanto el gasto buscado $1.49 \text{ m}^3/\text{seg}$.

5-) Determinaciones físico-químicas y bacteriológicas de las emisiones más importantes.

Entre las emisiones más importantes se han considerado a aquellas que por su volumen grande o su potencia polucional puedan representar un peligro para la salud humana ó vida marina. Estas emisiones son:

Emisiones provenientes de las harineras de pescado (Fotos #10)

Emisión del colector Esal Av. Los Ferroles.

Emisión fábrica de fertilizantes, agua industrial.

Emisión fábrica fertilizantes, agua de refrigeración.

Emisión gran colector Esal Centenario (Foto #11)

Emisión de conserveras de pescado.

5.1)5.2)5.3) Las características propias de c/u de las aguas arriba mencionadas se presentan en los siguientes cuadros.

A N A L I S I S

Las determinaciones hechas en las muestras de las emisiones mas importantes fueron las siguientes:

Determinaciones Físico Químicas:

Oxigeno Disuelto:

Se empleó el método llamado modificación de Als

terberg del método de Winkler, debido a las características de bajo contenido de nitrito y Fe ferroso, de las muestras y la facilidad con que para él se - contaba en el laboratorio.

Para las muestras profundas se hizo uso del muestreador de O.D para aguas profundas.

pH:

Cuyo valor fué determinado haciendo uso de - un medidor electrométrico a base de electrodo de cristal.

DBO:

Se aplicó el método convencional de incubar la muestra por 5 días a 20 °c para entonces proceder a la determinación del O.D remanente en la muestra, la cual se hallaba diluída en - diferentes concentraciones apropiadas a la naturaleza del efluente.

Sólidos:

Para toda la gama de éstos, se aplicó el método gravimétrico, por su sencillez y rapidez en la determinación.

Alcalinidad:

La titulación con ácido sulfúrico de 0.02N - de 50 ml. de muestra a la cuál se había incor-

porado unas gotas de anaranjado de Metilo, fué el método empleado para esta determinación.

Acidez y CO₂:

En ambos casos se utilizó 50 ml de muestra, a la cual, se había añadido, unas gotas de fenolftaleina y luego se tituló con hidróxido de Sodio N/50 y N/44 para acidez y CO₂ respectivamente.

Nitratos y Nitritos:

Para su determinación se empleó el potenciómetro Hatch cuya lectura es inmediata basta con agregar una bolsita de vitravert compuesto específico para esta determinación.

Temperatura:

Su determinación se hizo in situ mediante el empleo de un termómetro.

MUESTRA # 1

Agua desague

O.D.	2.8 p.p.m
D.B.O.	814 " "
Nitritos	0.70
Nitratos	1.760
Alcalinidad a la F.	214 mg/l+ de Ca CO ₃
Acidéz	28 " " " "
CO ₂	24 mg/l+ de CO ₂
pH _{24°c}	
Sólidos Sedimentables	0.3 ml/l+hr
Sólidos Suspendidos Totales	144 mg/l+
Sólidos Disueltos Totales	1,128 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	432 mg/l+
Sólidos Fijos Totales	840 " "
Sólidos totales	1,272 "
Temperatura °c	26°c

Formulas Empleadas

$$\text{alcalinidad} = \frac{\text{ml de H}_2\text{SO}_4 \text{ 0.02N x 1000}}{\text{ml muestra}}$$

$$\text{acidez} = \frac{\text{ml de Na OH 0.02N x 1000}}{\text{ml muestra}}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{ml de NaOH x } 1/44 \text{ x } 44000}{\text{ml muestra}}$$

	MUESTRA # 2	<u>Agua desague</u>
O.D.	3.25	
D.B.O.	30.6	
Nitritos	0	
Nitratos	191	
Alcalinidad		
Acidéz		
CO ₂		
pH _{24°c}	6.9	
Sólidos Sedimentables	0.7	
Sólidos Suspendidos Totales		
Sólidos Disueltos Totales		
Sólidos Volátiles Totales	630	
Sólidos Fijos Totales	1,870	
Sólidos totales	2,500	
Temperatura °c	20°c	

MUESTRA # 3

Agua desague

O.D.	7.0 ppm
D.B.O.	2.0 ""
Nitritos	0.14 p.p.m.
Nitratos	5.28 " "
Alcalinidad a la F	82 mg/l+ como CaCO ₃
Acidéz	4.0 " " "
CO ₂	4.0 mg/l+ de CO ₂
pH _{24°c}	7.9
Sólidos Sedimentables	0.2 ml/l+/hr
Sólidos Suspendidos Totales	4 mg/l+
Sólidos Disueltos Totales	648 " "
Sólidos Volátiles Totales	204 " "
Sólidos Fífos Totales	448 " "
Sólidos totales	652 " "
Temperatura °c	23°c

MUESTRA # 4

Agua desague

O.D.	0.0 p.p.m.
D.B.O.	287 " " "
Nitritos	0.15 " " "
Nitratos	3.08 " " "
Alcalinidad a la F	258 mg/1+ como CO ₃ Ca
Acidéz	58 " " " " "
CO ₂	52 mg/1+ de CO ₂
pH _{24°C}	7.0
Sólidos Sedimentables	2.0 ml/1+/hr
Sólidos Suspendidos Totales	516 mg/1+
Sólidos Disueltos Totales	938 " "
Sólidos Volátiles Totales	842 " "
Sólidos Fijos Totales	612 " "
Sólidos totales	1,454 " "
Temperatura °c	26 °c

MUESTRA # 5

Agua desague

O.D.	0.0 p.p.m.
D.B.O.	1,645 p.p.m.
Nitritos	0.0
Nitratos	0.0
Alcalinidad a la F	100 mg/l+ como CO ₃ Ca
Acidéz	88 " " " " "
	96 mg/l+ de CO ₂
pH _{24°C}	5.95
Sólidos Sedimentables	23 ml/l+/hr
Sólidos Suspendidos Totales	333 mg/l+
Sólidos Disueltos Totales	1,570" "
Sólidos Volátiles Totales	512" "
Sólidos Fijos Totales	1,391" "
Sólidos totales	1,903" "
Temperatura °c	18°C

6-) Población equivalente en base a D.B.O. y sólidos totales de los líquidos que se evacúan.

La población equivalente es una unidad idónea para indicar la potencia polucional de los desperdicios industriales. No puede aplicarse a las aguas industriales a menos que sean de carácter capaz de medirse por el contenido de sólidos suspendidos o por la D.B.O.

Una población equivalente de uno, significa que la potencia es igual a lo que una persona contribuye a los desagües.

6.1) Establecimiento de los parámetros de cálculo para determinar la población equivalente.

Según la experiencia en nuestro país el volumen de las aguas cloacales sanitarias proporciona por lo general unos 240 litros por persona por día, que llevan cerca de 300 p.p.m. de sólidos suspendidos y 300 p.p.m. de D.B.O.

Es decir que una persona contribuye diariamente a los desagües, por cierto no personalmente, sino a causa de todas las actividades de la comunidad unas

$$0.8 \times 240 = 192.0 \text{ gr de sólidos totales/día}$$

$$0.3 \times 240 = 72.0 \text{ gr. de DBO/día}$$

Así, pues, al determinar el análisis y al fijar las cantidades de cualquier agua industrial, y -

adaptadas a las cifras citadas como normas, resulta facil calcular la población equivalente. Es de anotar además, que no es de esperar que la población equivalente resulte igual tanto por los sólidos como por la D.B.O. a menos que esten los dos, por casualidad, a una razón de 800/300.

Es evidente que aquellas aguas industriales cuya potencia contaminante no tiene nada que ver ni con los sólidos suspendidos ni con la DBO no presentarán ningún valor de población equivalente.

6.2) Población equivalente de las diferentes industrias

Muestra # 1 Colocctor Los Ferroles

DBO=814 p.p.m.

Sol. Totls = 1,272 mgr/lt

Q = 20 lts/seg

Q por día = 20 x 86,400 = 1,728 m³/día

Carga orgánica = 1,728 x 1,000 x 814 = 1'406,593

gr DBO por día

Carga de sólidos totales por día = 1,728 x 1,273

= 2'198,013 grs sods.

Población equivalente = 1'406,592/72 = 19,536

personas

Muestra # 2 fábrica fertilizantes agua industrial

DBO = 30.6 p.p.m.

Sol Tots = 2,500 mgr/lt

Q = 60 lts/seg.

Q por día = 60 x 86,400 = 5,184 m³/día

Carga orgánica diaria = 5,184 x 30.6 = 158,630
gr/día

Carga de sólidos totales por día = 5,184 x
2,500 = 12'960,000 grs/d

Poblac. equiv. en base a DBO = 158,630/72 =
2,203 personas

Poblac. equiv. en base a sólido 12'960,000/192
= 67,500 pers.

Muestra # 3 fábrica fertilizantes, agua refrigeración

DBO = 2.0p.p.m.

Sol. tots = 652 mgr/lt

Q = 695 lts/seg

Q por día = 60,000 m³/día

Carga orgánica = 60,000 x 2 = 120,000 gr/día

Carga de solds totales = 60,000 x 652 = 39'120,000
gr/día

Muestra # 4 Colector Esal Centenario

DBO = 287 p.p.m.

Sol.tots = 1,454 mgr/lt

Q = 1,520 lts/seg

Q por día = 130,000 m³/día

Carga orgánica = 287 x 130000 = 37,310 kg de DBO/
día

Carga en Sols. tots = 1,454 x 130,000 = 189,020kg

Poblac equiv en DBO = 518,000 personas

Poblac equiv en solds = 984,000 personas

Muestra # 5 Compañías pesqueras

DBO = 42,500 p.p.m.

Sol. Tots = 46,632 mgr/lt

Q = 495 m³/hora

Q por día (16 hrs de trabajo) = 7,920 m³

Carga orgánica = 7,920 x 42,500 = 336,600 kg. de
DBO

Carga total de solds = 7,920 x 46,632 = 369,425.4
kg de solds

Poblac equiv por día = 336,600/7272 = 4'675,000
personas

Poblac equiv en solds = 369,425.4/o.192 =

1'908,465 personas

6.3) Población equivalente total

Sumando las poblaciones equivalentes parciales

obtenidas en los cálculos previos tenemos:

Población equivalente total en base a la D.B.O.

por día.

5'206,405 personas/día

Población equivalente total en base a los sólidos

totales por día

3'175,113 personas/día

7-) Estudio de la zona de mar afectada por la emisión de contaminantes.

Originalmente se pensó desarrollar el presente acápi

te haciendo uso de técnicas modernas aplicadas actualmente en la Oceanografía, pero lamentablemente, a pesar de todos los esfuerzos hechos, no se pudo lograr la colaboración de los institutos y dependencias afines en la prestación del equipo necesario. Por otro lado las limitaciones económicas también constituyeron un obstáculo difícil de salvar. Es, pues, por lo manifestado, que nos hemos limitado a reproducir los estudios hechos en el país en la zona de La Chira y Av. Centenario acerca de las características geográficas del fondo marino así como también de sus corrientes por la Compañía consultora de Ingenieros BINNIE & PARTNERS "Informe sobre la disposición de las aguas servidas de la gran Lima" Lima 1970. Este estudio es uno de los más completos que se haya realizado en el país. Me permito pues reproducir lo que al respecto allí está vertido.

7.1) Estudio preliminar batimétrico y de corrientes

"La topografía submarina fué levantada mediante un ecosonda fijada en una embarcación que seguía cursos registrados. Se efectuó 10 carreras normales a la costa y 7 carreras paralelas a la misma, distantes unos 160 mts. entre sí.

En el plano aparecen las curvas de nivel batimé-

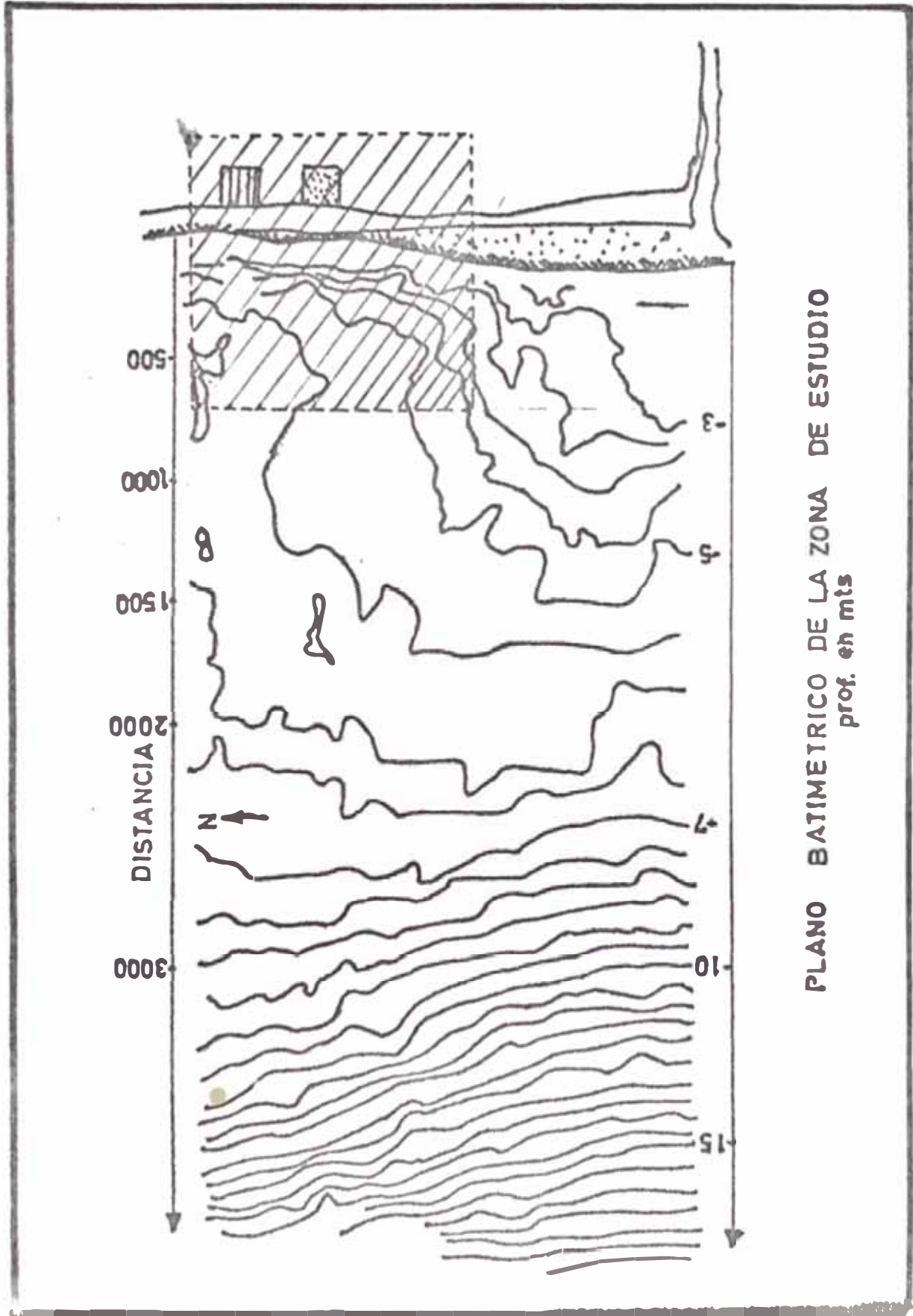
trico preparados en base a las observaciones con ecosonda. El fondo marino presenta una pendiente tendida, sin irregularidades superficiales. No se informaron afloramientos rocosos ni otras obstrucciones a lo largo de la ruta. El material superficial consiste en sedimentos de textura fina, junto con limos de alto contenido orgánico. Al determinar la mejor ubicación para un punto de descarga la evolución de las corrientes en el tiempo debe ser considerada conjuntamente con su velocidad y dirección en un momento dado. Conociéndose el Patrón de las corrientes se puede determinar el tiempo probable de recorrido de una partícula, dado un punto del mar hasta la costa. El patrón de corrientes es el lugar geométrico hipotético de todas las partículas de agua lanzadas previamente en el origen; es decir define el eje hipotético de la mancha de desagües. En el pasado se empleaba un criterio simplificado suponiéndose que el patrón de corrientes seguía línea recta desde el punto de descarga hasta la playa. En realidad las corrientes oceánicas sufren constantes cambios de velocidad y dirección que resulta en derroteros tortuosos. Por consi-

guiente, el patrón de corrientes estimado en base a observaciones oceanográficas constituye una base más racional para pronosticar la ruta que seguirán las aguas servidas.

Existe un método para estudiar las corrientes que consiste en el lanzamiento de flotadores o ras -- tras en la ubicación tentativa del punto de descarga, registrando la ubicación de cada flotador a intervalos. Este método fué empleado en la obtención de los datos referentes a los patrones de corrientes para este estudio.

La medición de corrientes se efectuó desde una embarcación anclada en el punto a 3,500 metros del origen. La velocidad y dirección de las corrientes fueron medidas a través de un ciclo de mareas sicíguas a 1.0 mt. debajo de la superficie del mar, a profundidad media y a 1.5 mt por encima del fondo.

Las velocidades de las corrientes son bajas pero de patrón errático, presentándose variaciones más pronunciadas entre las corrientes del fondo, de profundidad media y superficiales. La dirección prevalente de la deriva es paralela a la línea de playa.



PLANO BATIMETRICO DE LA ZONA DE ESTUDIO
prof. en mts

Se llevó a cabo pruebas con flotadores desde dos puntos, 3,000 y 3,500 mts. del origen. Los resultados de estas pruebas junto con las direcciones y velocidades de los vientos registrados para el muestreo aparecen en los planes. Las velocidades medias de los flotadores varían de 0.05m/seg a 0.14 m/seg con un promedio de 0.08 m/seg. Los resultados indican que las corrientes que siguen un patrón tortuoso y las velocidades de los vientos así como de las corrientes son pequeñas; efecto causado indudablemente por influencia de La Punta y de la Isla San Lorenzo. (Ver gráfico No.1,2)

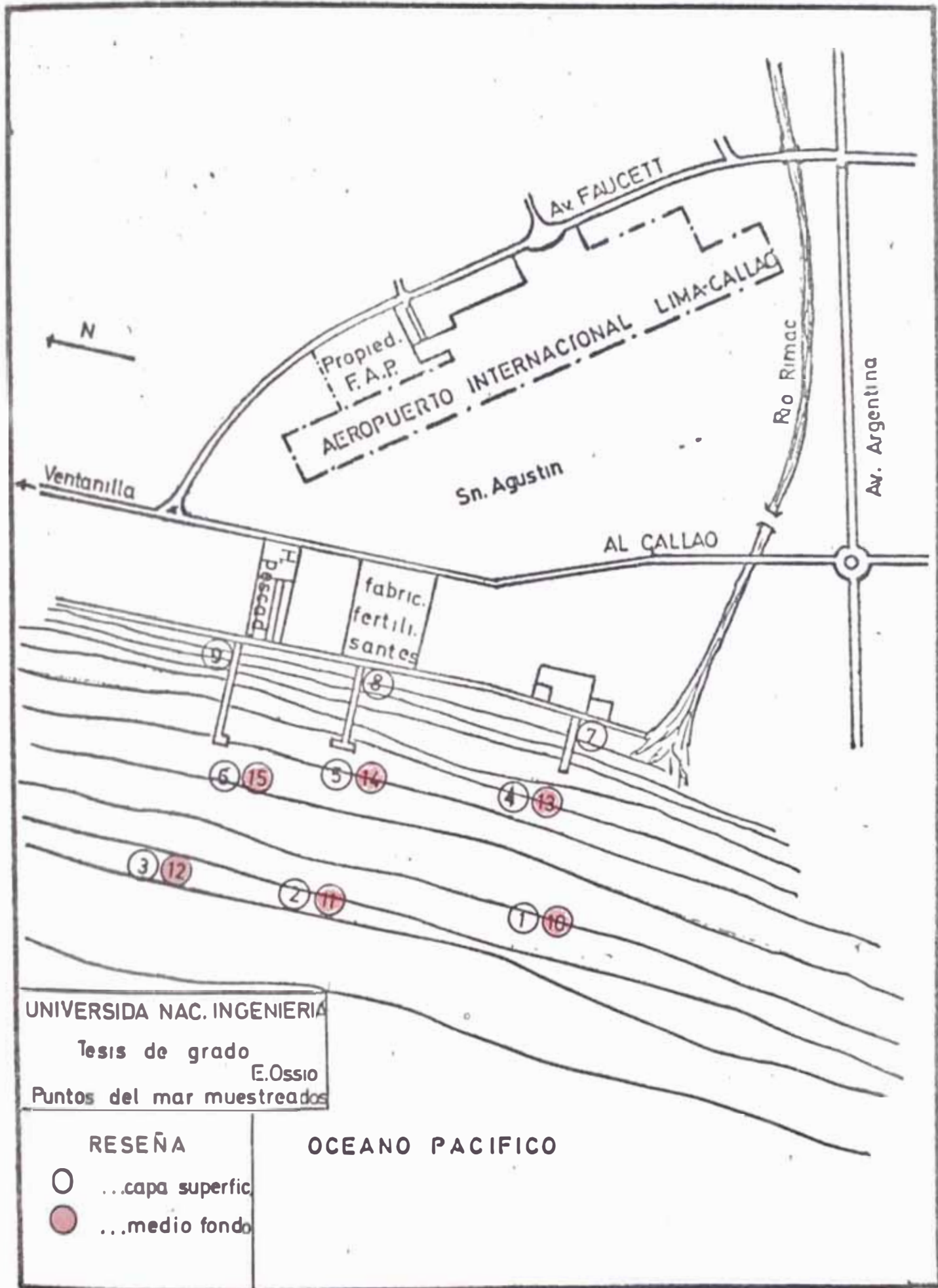
7.2) Determinación físico-químicas y bacteriológicas en diversos lugares de la zona de estudio.

Las determinaciones físico-químicas que se realizarán en las aguas de mar de la zona de estudio se encuadraron en el marco de la importancia que la presencia de estos factores podrían acarrear a la vida marina. No se **tomaron** en cuenta ciertas características que figuran en los pto.

5.1) 5.2) debido a que por regla general los procesos empleados para lograr estas determinaciones incluyen técnicas de laboratorio sumamente com -

plicadas, tendientes a eliminar las interferencias, que por su composición, son propias del agua de mar.

Además de las técnicas mencionadas en el acápite 5, cabe añadir la "determinación del N.M.P. de bacilos coli por cada 100 ml. de muestra cuya mecánica incluye el incubar por 24 horas y a 35°c diferentes diluciones de muestra en probetas con caldo de cultivo, para luego observar el número de ellas que cuentan con formación de gas por fermentación.



MUESTRA # 1 Agua de Mar

pH	7.3
O.D.	5.3 p.p.m.
D.B.O.	2.35 p.p.m.
Sólidos Totales	38,340 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	7,950 " "
Sólidos Fijos Totales	30,390 " "
Temperatura °c	16.8°C
N.M.P./100 ml	253 x 10 ⁴
Sólidos Sedimentables	0.0 ml/l+/hr

MUESTRA # 3 Agua de Mar

pH	7.3
O.D.	3.6 p.p.m.
D.B.O.	1.2 p.p.m.
Sólidos Totales	33,296 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	6,844 " "
Sólidos Fijos Totales	26,452 " "
Temperatura °C	17°C
N.M.P./100 ml	109 x 10 ⁴
Solds. sedmtbls	0.0 ml/l+/hr

MUESTRA # 5 Agua de Mar

pH	7.0
O.D.	4.5 p.p.m.
D.B.O.	8.20 p.p.m.
Sólidos Totales	35,216 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	5,810 " "
Sólidos Fijos Totales	29,406 " "
Temperatura °C	18°C
N.M.P./100 ml.	79 x 10 ⁵
Solds. sedmtbls.	0.2 ml/l+/hr.

MUESTRA # 7

Agua de Mar

pH	7.15
O.D.	3.3 p.p.m.
D.B.O.	10.10 p.p.m.
Sólidos Totales	38,210 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	7,512 " "
Sólidos Fijos Totales	30,698 " "
Temperatura °c	19°c
N.M.P./100 ml	109 x 10 ²
Sols sedmtbls	0.3 ml/l+/hr.

MUESTRA # 8

Agua de Mar

pH	7.2
O.D.	3.5 p.p.m.
D.B.O.	4.2 p.p.m.
Sólidos Totales	31,435 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	6,824 " "
Sólidos Fijos Totales	24,611 " "
Temperatura °C	17°C
N.M.P./100 ml.	109 x 10 ⁴
Solds. sedmtbls	0.2 ml/l+/hr

MUESTRA # 9 Agua de Mar

pH	5.9
O.D.	0.0 p.p.m.
D.B.O.	9,690 p.p.m.
Sólidos Totales.	19,640 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	10,456 " "
Sólidos Fijos Totales	9,184 " "
Temperatura °C	23°C
N.M.P./100 ml	278 x 10 ³
Solds. sedmtbls.	4.0 ml/l+/hr

MUESTRA # 10 Agua de Mar

pH	7.45
O.D.	8.2 p.p.m.
D.B.O.	2.04 p.p.m.
Sólidos totales	39,084 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	7,964 " "
Sólidos Fijos totales	31,120 " "
Temperatura °c	16°C
N.M.P./100 ml.	79 x 10 ⁴
Solds sedmtbls	0.0 ml/l+/hr

MUESTRA # 11 Agua de Mar

pH	7.3
O.D.	6.9 p.p.m.
D.B.O.	4.41 p.p.m.
Sólidos Totales	40.622 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	8,874 " "
Sólidos Fijos Totales	31,740 " "
Temperatura °C	16°C
N.M.P./100 ml.	348 x 10 ⁴
Solds. sedmtbls	0.0 ml/l+/hr

MUESTRA # 12

Agua de Mar

pH	7.35
O.D.	7.5 p.p.m.
D.B.O.	4.88
Sólidos Totales	39,508 mg/l+
Sólidos Volátiles Totales	9,116 " "
Sólidos Fijos Totales	30,392 " "
Temperatura °C	16°C
N.M.P./100 ml.	109 x 10 ⁴
Solds. sedmtbls.	1.5 ml/l+/hr.

MUESTRA # 14 Agua de Mar

pH	7.3
O.D.	7.7 p.p.m.
D.B.O.	3.77 p.p.m.
Sólidos Totales	39,244 mg/1+
Sólidos Volátiles Totales	8,224 " "
Sólidos Fijos Totales	31,020 " "
Temperatura °C	16°C
N.M.P./100 ml	33 x 10 ⁵
Solds. sedmtbls.	0.0 ml/1+/hr

MUESTRA # 15 Agua de Mar

pH	7.4
O.D.	8.0 p.p.m.
D.B.O.	2.50
Sólidos Totales	39,500 mg/1+
Sólidos Volátiles Totales	8,486 " "
Sólidos Fijos Totales	31,014 " "
Temperatura °C	16°C
N.M.P./100 ml.	141 x 10 ⁴
Solds sedmtbls	0.0 ml/1+/hr.

8-) Estudio de autopurificación de la Zona

Cuando se descarga un agua servida en el mar lógicamente se tendrá la máxima concentración y por lo tanto contaminación en la zona inmediata a la descarga y las zonas aledañas irán presentando una concentración cada vez menor conforme se alejan de la fuente, pero es imposible definir de manera tajante las fronteras específicas para cada porcentaje de contaminación el la mancha, y esto es debido a la cantidad de factores que en el fenómeno intervienen, así tenemos, por citar algunos:

Tamaño y forma de la descarga del chorro

Traslación en la superficie por acción del viento.

Traslación masiva que acompaña el movimiento de las olas.

Corrientes marinas.

Dispersión por efecto de la diferencia de densidades.

Pero lo que es indudable es que el límite del campo depende del grado de dilución en su borde, en ella intervienen un sinnúmero de factores que se desprenden de la naturaleza misma del efluente; ya que los desagües tienen la densidad del agua potable; éstos

tienden a levantarse cuando son descargados en el fondo del océano en forma de cono formando una capa de pocos centímetros de espesor. Esta capa denominada "mancha" está sujeta a las acciones de las mareas, corrientes marinas y vientos existentes. Los sólidos flotantes y grasa pueden formar una nata sobre la superficie del mar que tienden a desplazarse debido a las acciones de las fuerzas externas mencionadas independientemente de las corrientes marinas estando su flotabilidad en relación a su densidad, temperatura y composición, se estima que generalmente se mezcla con el agua de mar a poca distancia del punto de emisión. Cuando el desague fluye de la tubería submarina existen esencialmente tres etapas en la difusión de la mancha y éstas son:

Mezcla del flujo considerando la fuerza de salida, las corrientes existentes y la diferencia de densidades.

El desarrollo de una zona de contaminación homogénea.

- Difusión turbulenta de la mancha de desgue debido a la influencia de factores externos.

En la primera etapa en condiciones normales de descarga directa del desague al mar, se obtienen diluciones

del orden de 1/10 cuando se usan difusores los chorros de salida del desague se mezclan con el agua marina, - lográndose diluciones hasta de 1/100.

La segunda etapa es una transición del chorro que se - eleva a una mancha difusa transportada por las corrientes o movimientos del océano.

En la tercera etapa la mancha es transportada lejos del punto de emisión y diluído en las aguas marinas. En esta etapa la concentración bacteriana reduce la concentración de organismos de la mancha. A este respecto Binnie & Partners nos dice que "La concentración de los organismos nocivos que llega a las playas se reduce por la mezcla y dilución de las aguas servidas con el agua de mar y por la decadencia natural de bacterias. El ritmo de mortalidad de las bacterias en el agua de mar varía según las circunstancias, bajo condiciones normales, la cuenta de bacterias coliformes en una mezcla de desagues y agua de mar tiende a decrecer logarítmicamente con el tiempo. Dentro de las primeras 20 hrs. con un rango medio de 3 a 8 horas se destruyen el 90% de las bacterias. El tamaño de los sólidos que arrastra el desague también tienen relevancia; cuanto menor sea, será mas fácil la destrucción de las bacterias coliformes y la oxidación de la materia orgá

nica.

La tasa de mortalidad de los patógenos varía de acuerdo a las especies y puede ser diferente a la de los coliformes. Sin embargo mientras los coliformes están presentes en las aguas servidas los organismos patógenos usualmente sólo ocurren esporadicamente dependiendo de la presencia de infecciones dentro de la comunidad.

Es conveniente procurar una reducción en la concentración del desague de 1/100,000. De este índice 1/100 puede ser obtenido por el uso de difusores y 1/10 adicional por medio de la dilución en el mar. El factor restante de 1/100 deberá de ser obtenido por medio del uso de clorinadores o por medio de camaras de sedimentación o tratamiento antes del vertido del desague al mar.

Resumiendo podemos decir que el grado de contaminación que posee una determinada zona está en función de la DILUCION presente, afectada por los factores que hemos mencionado y cuyo índice puede ser la prueba bacteriológica de los bacilos coli, ya que bien podemos asumir que una concentración del orden de 10^6 10^4 de bacilos coli/100 ml nos estará diciendo que existe una contaminación fecal muy alta. Para aguas en que se encuentren concentraciones de 10^2 - 10^4 de

bacilos coli/100ml se les puede considerar como un agua de contaminación media, para concentraciones menores, calificaciones que van desde contaminación mediana, contaminación ligera o zona libre de contaminación.

Al grado de dilución contribuyen además a la depuración de la zona los procesos naturales de purificación y de los cuales los que juegan papel mas importante son los microorganismos planctónicos y las bacterias y organismos ensimáticos.

En cuanto a la contaminación por residuos industriales el mecanismo es casi el mismo con la diferencia que los desechos tóxicos pueden ser almacenados y concentrados en el organismo de las criaturas de fondo como por ejemplo los moluscos y crustaceos. Es necesario, pues hacer una investigación continua de la presencia de tóxicos en los organismos marinos más susceptibles así como también rastreos con trazadores colorimétricos o radiactivos para medir las concentraciones de estos compuestos tóxicos en el ambiente marino.

9-) Conclusiones

Por todo lo manifestado podemos ver que nuestra zona de estudio sufre de una contaminación muy fuerte, y -

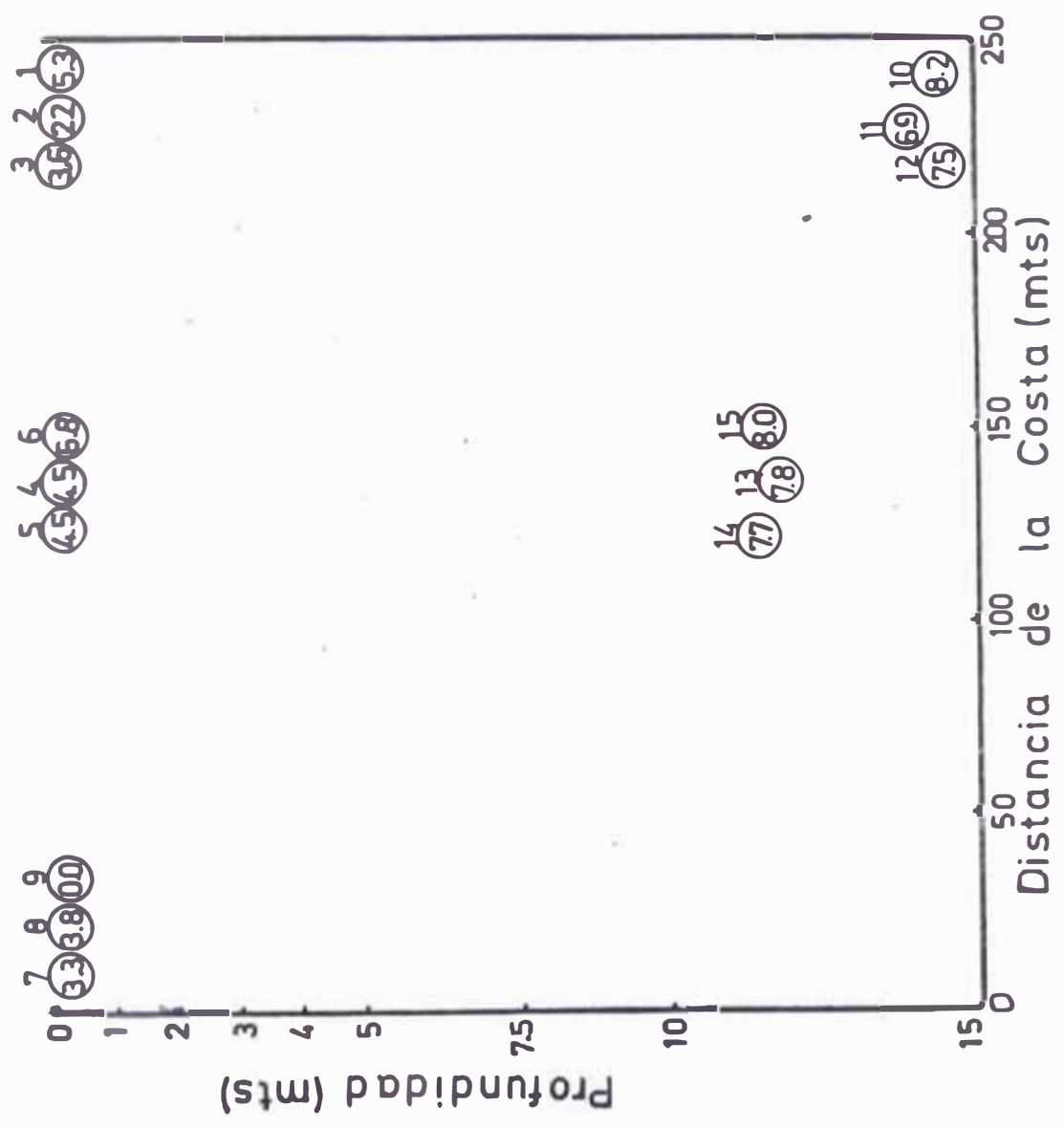
no solamente en uno de sus elementos sino que en ella se conjuga un deterioro total del ambiente tanto del agua, el aire y el suelo. En ella se ha practicado - la disposición de desperdicios sin ningún control y - provocando los estragos que ahora conocemos.

Si hacemos una observación detenida de nuestros resultados de los análisis efectuados en el agua de mar veremos que:

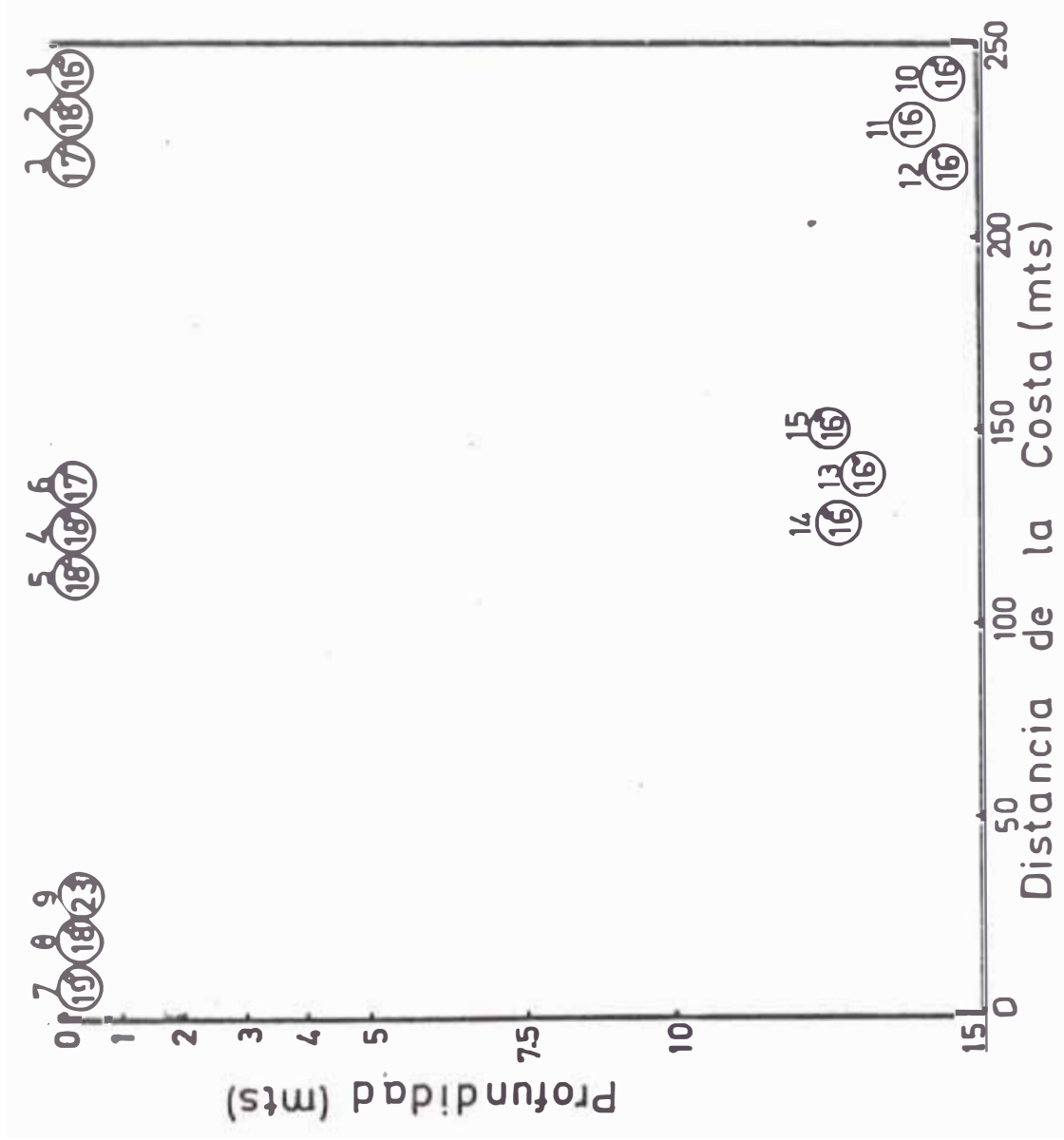
El pH es casi el mismo a excepción de la muestra # 9 tomada en la confluencia del desague de las harineras de pescado con el agua de mar. Podemos decir que las aguas de mar son ligeramente alcalinas y ésto radica principalmente en la cantidad de iones Carbonato y bicarbonato contenida en su composición. En cuanto a la acidez de la muestra # 9 es debido a los ácidos grasos presentes.

- Las capas superficiales de agua, en su mayoría sufren de una escasez de oxígeno tal, que resultan incompatibles con la vida animal acuática cuyo límite inferior es fijado en 4.0 p.p.m.

Vemos que este valor es mínimo en la muestra # 9 y esto es por la excesiva carga orgánica de las harineras de pescado, le sigue en valor la muestra # 5 que, a pesar de estar alejada de los efluentes, la mancha de



Universidad Nac. Ingenieria
 Tesis de Grado
 Oxigeno Disuelto en el
 agua de mar, muestras
 1, [redacted] 15 E. Ossio B.



Universidad Nac. Ingenieria

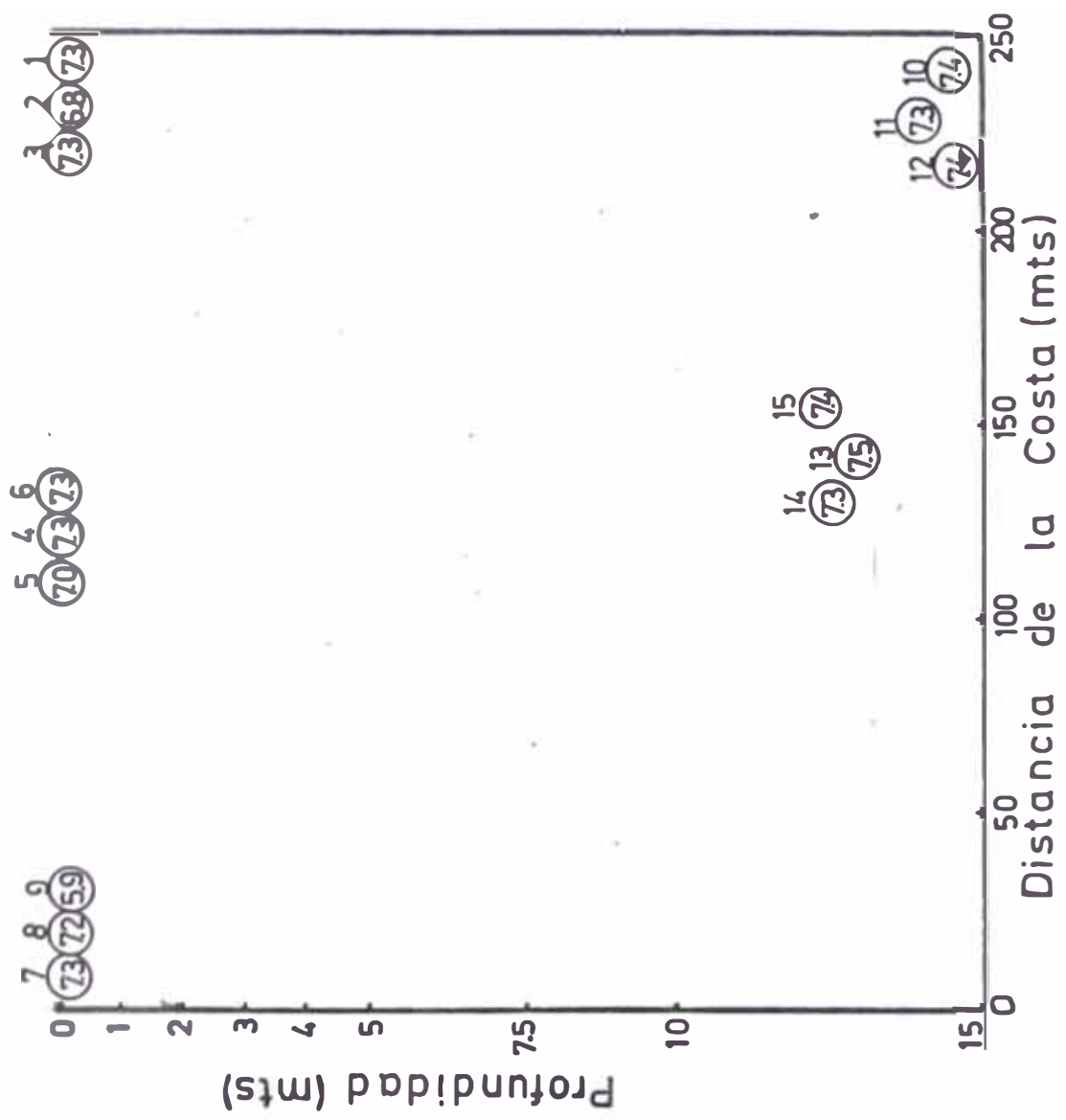
Tesis de Grado

TEMPERATURA en el

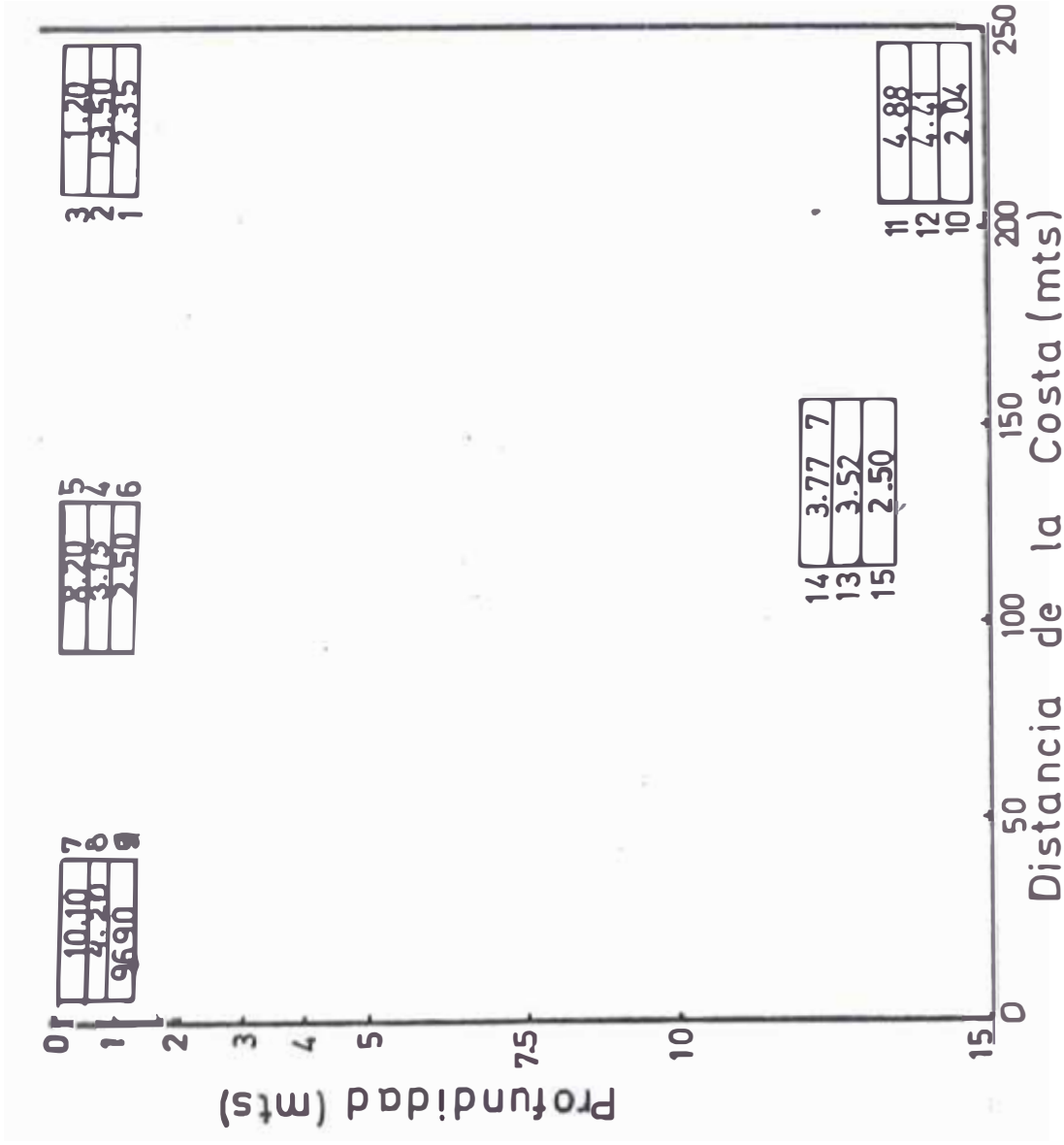
agua de mar, muestras

1-15

E. Ossio B.



Universidad Nac Ingenieria
 Tesis de Grado
 pH en el agua de mar
 muestras , 1 – 15
 E.Ossio B.



Universidad Nac. Ingenieria

Tesis de Grado

D.B.O en el agua de mar

muestras 1-15
E.Ossio B.

desague del colector Esal Centenario es llevada allí por la corriente reinante de Sur a Norte, prueba de ello es la DBO que posee que por coincidencia también es la segunda después de la de harina de pescado.

En las capas mas profundas, o sea el segundo nivel - muestreo, (Muestras 10-15 inclusive) se ve un claro aumento en el contenido de O.D., la explicación es - que las aguas mas oxigenadas y mas frías de alta mar, por ser mas densas se precipitan al fondo y de esa manera van a reemplazar las aguas mas calientes y con menos O.D. (██████████)

Comparando nuestros resultados de O.D. con los obtenidos en el estudio de Binnie & Partners vemos que - actualmente las aguas marinas poseen un marcado incremento de O.D. en relación a la época que esas fueron tomadas la razón es que en ese entonces las fábricas de harina de pescado estaban en todo su tren de producción y no como ahora que las fábricas están REINICIANDO su labor después de 2 años de paralización de labores, tiempo en el cual el mar recuperó sus concentraciones normales de O.D.

- Para los sólidos presentes en las muestras de agua de mar podemos decir que casi en su totalidad presen

tan una gran concentración de sólidos fijos totales, cosa muy lógica debido al alto contenido de compuestos inorgánicos que estas aguas poseen en su composición. Este contenido de sólidos es del orden de 25-30,000 mg/L siendo los sólidos volátiles casi constantes y del orden de 7,000 mg/l.

La sola excepción la constituye la muestra # 9 ya que en esos efluentes de alto contenido orgánico los sólidos fijos poseen escasa significación y de allí la tremenda diferencia en sólidos totales.

Los sólidos sedimentables que posee la misma muestra # 9 están constituidos en su totalidad por restos de pescado como escamas, espinas, colas, etc y cuantitativamente es aproximadamente 40 veces mas fuerte que otras aguas marinas muestreadas.

- La temperatura es estable en todas las muestras con una diferencia de 1°C de la mayor a la menor estando dentro del rango normal y que impera en esta época del año. Por tanto no existe ninguna posibilidad de aumento de temperatura de la masa de agua marina por consecuencia de los desagües que allí se vierten, debido a la gran capacidad de absorción térmica de ella.

- La investigación bacteriológica nos mostró un agua

de mar altamente contaminada por residuos fecales da da la elevada incidencia de los bacilos coliformes - en las aguas muestreadas. Casi en todos los casos - se sobrepasó la concentración máxima permisible especificada en la ley de aguas para zonas costeras, dada por el Gobierno Revolucionario en Julio 1969, ya que se fija para las aguas de navegación y puertos, como nuestra zona lo es, en 2×10^4 como N.M.P./100ml de bacilos coli.

Si comparamos estos valores obtenidos con los valores promedio fijado para la presencia de bacilos coli en las aguas residuales domésticas, valor que fluctúa entre 10^6 y 10^8 veremos que en la zona de estudio ya se ha producido una ligera dilución (1/10, 1/100,) pero que sin embargo ésta es insuficiente y presenta un serio peligro para la salud de las personas que por motivos de trabajo frecuentan dicha zona. Al final del presente capítulo he estimado conveniente el incluir como Anexo de la presente tesis, la Ley Nacional de Aguas Costeras en lo referente a características físico-químicas y bacteriológicas de las aguas, dada por el Gobierno Revolucionario de las F.F.A.A.

- Aunque nuestro objetivo era el de estudiar los pro

blemas que en la zona tuvieran relación con el mar, no hemos podido pasar por alto ni dejaremos de mencionar el problema que existe con las emanaciones de gases tóxicos (Gases nitrogenados, sulfurosos). Estos poseen características las cuales los hace muy corrosivos y dañinos a las vías respiratorias así como también como quiera que las instalaciones de nuestro primer aeropuerto no distamos de 2,000 mts. y a ciertas horas del día, principalmente en las tardes en las que el viento fluye de Oeste a Este (Ver fotografía # 6,2) las corrientes de aire se dirigen en esa dirección, crean problemas de deterioro de los equipos y la consecuente molestia al personal que allí trabaja y por ahí transita.

- El otro elemento que está por demás descuidado y ya deteriorado es el suelo en el cual conforme se ha manifestado y mostrado en las fotografías se practican la disposición de toda clase de basuras, desmontes, desechos de corral, e incluso se ha podido observar restos de algún centro asistencial ú hospital por los algodones, gasas y demás material usado en esos menesteres.

10-) Recomendaciones

Se estima conveniente:

- La puesta en marcha del proyecto presentado para la

evacuación de los desagües en la zona por medio de una tubería submarina.

- Establecer un estricto control por parte del municipio, en el ingreso a dicha zona, para impedir que se sigan descargando basuras y demás desperdicios a lo largo de la zona.

- La erradicación de los pueblos jóvenes allí existentes por estar éstos bajo la constante amenaza de que se desate una epidemia o cualquier otra enfermedad transmisible p.e. Tifoidea. Estos moradores podrían ser trasladados a otra zona de vivienda popular existente cercana para evitarles un excesivo desembolso de dinero de transporte a sus centros de trabajo, ya que como hemos manifestado la totalidad de ellos trabajan en las diversas industrias establecidas a lo largo de la Av. Centenario.

- Ejercer un estricto control de las emanaciones de gases, especialmente tóxicos que ciertas industrias tienen por costumbre realizar, así como también sobre los residuos de petróleo que son dispuestos de manera indiscriminada, como se pueden apreciar en las costras negras sobre las playas y en la superficie de las aguas. Sabido es el daño que los hidrocarburos causan sobre la biota marina y la dificultad que encierran para ser

degradados. Sabido es, también, que nuestra ley de aguas es terminante en ese sentido no permitiendo - que la mas mínima cantidad de aceites o grasas sean vertidas a las aguas costeras.

- La erradicación inmediata de los criaderos de porcinos y caprines asentados en la zona de estudio, - cuya crianza se realiza en las mas deplorables condiciones de higiene.

ANEXO

Reglamento de la Ley General de Aguas

El Reglamento de la Ley General de Aguas en lo que respecta al vertido de residuos a las aguas marítimas del país califica a las aguas costeras en cinco clases:

Clase I:

Las aguas marítimas comprendidas dentro de esta zona, por las características físico-químicas y bacteriológicas podrán ser destinadas con fines de recreación y agua potable; sólo podrán recibir descargas, con o sin tratamiento, que no alteren las características de ellas, en la línea de playa incluyendo su temperatura normal.

Para el efecto se consideran las siguientes características de las aguas en la línea de playa:

1. Color ausentes
2. Sustancias que causen olor o sabor. ausentes.
3. Sólidos flotantes ausentes
4. Aceites y grasas ausentes
5. Fenoles menor de 0.001 mg/lt.
6. Sustancias tóxicas o potencialmente tóxicas las que corresponden a la Clase I de la clasificación de cursos de agua.
7. Número más probable de bacilos coli de 50 a 500/100 ml.

8. D.B.O. a 5 días y 20°C: máximo 1 mg/l+.
9. Oxígeno disuelto en cualquier día: 6 mg/l+
10. PH: entre 6 y 9

Clase II :

Las aguas marítimas comprendidas en esta zona por sus características físico-químicas y bacteriológicas podrán ser destinados para la conservación de la fauna ictiológica y con fines de agua potable; sólo podrán recibir desechos, con o sin tratamiento, que no alteren las características de ellas en la línea de playa, con excepción de la temperatura que podrá alterarse en 2.5°C.

Para el efecto, se consideran las siguientes características de las aguas marinas tomadas en la línea de playa:

1. Color máximo 5 unidades.
2. Sustancias que causen olor
o sabor ausentes
3. Sólidos flotantes ausentes
4. Aceites y grasas ausentes
5. Fenoles ausentes
6. Sustancias tóxicas o potencialmente tóxicas Iguales a las de la Clase I.
7. Número más probable de bacilos coli de 500 a 3,000 /100 ml.
8. D.B.O. a 5 días y 20° máximo 2 mg/lt.

9. Oxígeno disuelto a cualquier
días. máximo 5 mg/lt.
10. PH entre 6 y 9

Clase III

Las aguas marítimas comprendidas en esta zona, por las características físico-químicas y bacteriológicas pueden ser utilizadas con fines industriales; sólo podrán recibir desechos que, con o sin tratamiento, no alteren las características de ellas en la línea de playa, con excepción de lo que respecta a temperatura en la que podrán admitirse alteraciones mayores a 2.5°C, previo estudio en cada caso específico.

Para el efecto, se consideran las siguientes características de las aguas marinas, tomadas en la línea de playa:

1. Color máximo 20 unidades.
2. Sustancias químicas que causen olor o sabor ausentes
3. Sólidos flotantes ausentes
4. Aceites y grasas ausentes
5. Fenoles máximo 0.002 mg/lt
6. Sustancias tóxicas o potencialmente tóxicas. las que corresponden a la Clase IV de la clasificación de cursos de agua.
7. Número más probable de bacilos coli. de 3,000 y 20,00 c/100ml.

- | | |
|---------------------|---|
| 8. D.B.O. | máximo 25 mg/lt. |
| 9. Oxígeno disuelto | mínimo 4 mg/lt en cualquier día y a cualquier tiempo. |
| 10. PH | entre 6 y 9 |

Clase IV :

Las aguas marítimas comprendidas en estas zonas, podrán ser destinadas para fines de navegación y puertos; sólo podrán recibir desechos que, con ó sin tratamiento, no alteren las características de ellas en la línea de playa, con excepción de lo que respecta a temperatura, en el que podrán admitirse alteraciones mayores a 2.4°C, previo estudio en cada caso específico.

Para el efecto se consideran las siguientes características de las aguas:

- | | |
|--|---|
| 1. Color | máximo 30 unidades. |
| 2. Sustancias que causen olor ó sabor. | ausentes. |
| 3. Sólidos flotantes | ausentes |
| 4. Sólidos suspendidos | máximo 100 mg/lt |
| 5. Aceites y grasas | ausentes |
| 6. Fenoles | máximo 0.01 mg/lt |
| 7. Sustancias tóxicas o potencialmente tóxicas | las que corresponden a la Clase IV de la clasificación de cursos de agua. |

- | | |
|--|------------------|
| 8. Número más probable de bacilos coli | de más de 20,000 |
| 9. D.B.O. a 5 días y 20° | máximo 50 mg/lt. |
| 10. Oxígeno disuelto | mínimo 3 mg/lt. |
| 11. PH | entre 6 y 8.5 |

Clase V :

Estas aguas marítimas podrán ser destinadas a otros usos no previstos en las clases anteriores; sólo podrán recibir desechos, con o sin tratamiento, que no alteren las características de ellas en la línea de playa, con excepción de la temperatura en el que podrán admitirse alteraciones mayores que 2.5°C previo estudio en cada caso específico.

Para el efecto se consideran características de calidad inferior que las que corresponden a la Clase IV.

BIBLIOGRAFIA

- 1-) Binnie & Partners "Informe sobre la disposición de las aguas servidas de la gran Lima" 1970
- 2-) George E. Barnes "Disposición de los desperdicios industriales"
- 3-) Geyer and Fair "Purificación de Aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales"
- 4-) "Marine disposal on barge deliver" Solid Waste Management Office - California.
- 5-) Marine Waste disposal Brown and Caldwell.
- 6-) "Ocean Pollution and Marine Waste disposal "Chemical - Eng.
- 7-) APHA-AWWA-WPCF "Métodos Standar para el examen de aguas y aguas de desecho", 1960.
- 8-) "The Water Quality Criteria" State water Quality control board.
