

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**Impacto Ambiental y Reutilización de Residuos en la  
Industria de Harina de Pescado**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO SANITARIO**

**ROSA MARIA ALCAYHUAMAN GUZMAN  
ROSA ELENA YAYA BEAS**

**LIMA - PERU  
1997**



### *Dedicatoria:*

*A Dios*

*Por darnos el don de la vida y permitirnos  
cumplir nuestras metas venciendo las  
dificultades presentadas;*



*A Nuestros Padres*

*Por su apoyo invaluable en toda la vida y por  
la educación brindada que nos permitió llegar  
donde estamos.*

## **AGRADECIMIENTOS:**

♠ **PESCA - PERU ,**  
*por ofrecernos la oportunidad de realizar nuestro estudio de  
investigación en sus instalaciones*

♠ **Laboratorio de la UNI - FIA ,**  
*por el apoyo con el equipo y reactivos para realizar  
los análisis de los efluentes industriales.*

## RECONOCIMIENTOS

- ♣ *Ing. Otto Rosasco Gerkes, nuestro asesor quien con su experiencia nos orientó y apoyó para el desarrollo de la tesis.*
  
- ♣ *Ing. Amelia Camacho, por su aporte incondicional durante la primera fase de investigación*
  
- ♣ *Ing. Rosario Rosado, por el apoyo con el personal que labora en planta y las facilidades de información proporcionadas.*
  
- ♣ *Ing. Javier Mapelli, por la confianza depositada en nosotras al brindarnos las instalaciones de la Planta pesquera.*
  
- ♣ *Ing. Arturo Zapata, por brindarnos las facilidades del laboratorio en todo momento.*
  
- ♣ *Técnico Ricardo Jara, por colaborar con la preparación de los reactivos .*
  
- ♣ *Y a todos aquellos que de alguna manera nos brindaron su ayuda desinteresada y a cuales siempre estaremos agradecidas.*



## INTRODUCCION

La investigación realizada analiza el impacto contaminante ocasionado específicamente por una Planta procesadora de harina y aceite de pescado .

Como se sabe los efluentes originados por la actividad pesquera en la mayoría de los casos carecen de un sistema de tratamiento adecuado, no obstante la Planta en estudio es una de las pocas en el país que cuenta con sistemas de tratamiento para sus efluentes industriales.

Por lo tanto decidimos evaluar el impacto que ocasiona la Planta, aún contando con sistemas de tratamiento; los resultados de la investigación cuestionan el sistema utilizado por considerarlo inadecuado para las características de la Planta pesquera y proponemos alternativas para la reutilización de los residuos vertidos al mar, evitando cuantiosas pérdidas económicas.

Finalmente manifestamos nuestra preocupación por la protección del ecosistema marino, fuente de materia prima para esta importante actividad industrial e invocamos a las entidades responsables a tomar parte en la solución del problema de contaminación para mejorar no solo el medio ambiente sino la calidad de vida que se perjudica por el mal uso de los recursos que nos ofrece la naturaleza.

# INDICE

Pág.

## CAPITULO I:

### CONSIDERACIONES GENERALES

I.1	Antecedentes	1
I.2	Planteamiento del problema (hipótesis)	8
I.3	Objetivo de la investigación	10
I.4	Normatividad ambiental en el Sector Pesquero	11

## CAPITULO II :

### PROCESO GENERAL DE ELABORACION DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO

II.1	Generalidades	15
II.2	Fases del proceso de elaboración de Harina y Aceite de pescado.	17

## CAPITULO III:

### IMPACTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA DE HARINA DE PESCADO

III.1	Introducción	26
III.2	Resumen	27
IV.3	Objetivo	29
IV.4	Descripción de la Planta pesquera	29
IV.5	Caracterización ambiental del área de influencia	33
IV.6	Identificación de los impactos potenciales y relevantes	38

**CAPITULO IV :****EFLUENTES RESIDUALES DE LA PLANTA HARINERA**

IV.1	Tipos de contaminante	43
IV.2	Puntos críticos de contaminación	57
IV.3	Medidas de campo	61
IV.4	Presentación de resultados	69
IV.5	Interpretación de resultados	76
IV.6	Análisis de la pérdida anual producida en la planta harinera.	77

**CAPITULO V :****TECNOLOGIA APLICADA A LOS EFLUENTES RESIDUALES EN PAISES DESARROLLADOS**

V.1	Introducción	84
V.2	Procesos aplicables en el pretratamiento de Aguas residuales industriales.	85
V.3	Procesos posibles para la depuración total de Aguas residuales industriales pretratadas.	86
V.4	Tratamiento de los residuos líquidos del proceso industrial.	88
V.5	Emisarios submarinos	89
V.6	Tratamiento de los desechos sólidos	91
V.7	Tratamiento de las emisiones gaseosas	91

**CAPITULO VI :****REDUCCION Y MINIMIZACION DE RESIDUOS**

VI.1	Introducción	92
VI.2	Soluciones obvias	92
VI.3	Selección de medidas correctivas para reducir la carga contaminante.	93

**Pág.**

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones	97
Recomendaciones	100

## RELACION DE FOTOGRAFIAS

- Capítulo III

- Fotografía No 14: Vista de la Planta pesquera en el año 1976
- Fotografía No 15: Vista de la Planta pesquera en el año 1995
- Fotografía No 16: Vista de la actividad industrial próxima a la Planta pesquera.
- Fotografía No 17: Vista del crecimiento industrial próxima a la Planta pesquera.

- Capítulo IV

- Fotografía No 1: Emisión de gases, vapores y partículas finas durante el proceso productivo.
- Fotografía No 2: Emisión de gases originados por la combustión del petróleo.
- Fotografía No 3: Vertido de descargas domésticas y basuras en la orilla de la playa.
- Fotografía No 5: Tolvas de llenado
- Fotografía No 6: Vista frontal del elevador de rastras
- Fotografía No 7: Descargas domésticas frente a la planta de estudio
- Fotografía No 8: Contaminación cerca a la orilla de la playa
- Fotografía No 9: Ubicación del punto de muestreo a 10m de la orilla del mar.

Fotografía No 10: Ubicación del punto de muestreo al lado de la Chata de embarcación.

Fotografía No 11: Vista del tanque del Agua de bombeo

Fotografía No 12: Vista parcial de los filtros rotativos

Fotografía No 13: Vista parcial del Tanque despumador

## RELACION DE GRAFICOS

- Capítulo IV

Gráfico No 1: Sólidos totales en el efluente

Gráfico No 2: Sólidos totales en el efluente ( Gráfico con barras)

Gráfico No 3: Porcentaje de Agua de bombeo en el Sistema de recuperación actual.

## RELACION DE FIGURAS

- Capítulo II

Figura No 1: Flujograma del proceso de elaboración de Harina y Aceite de pescado.

- Capítulo IV

Figura No 2: Esquema del volumen del efluente gaseoso durante el proceso productivo.

Figura No 3: Esquema del volumen del efluente gaseoso emitido y percibido en la planta pesquera.

Figura No 4: Diagrama del transporte de materiales

Figura No 5: Ubicación de la zona de estudio en la Planta Pesquera.

Figura No 6: Sistema de recuperación del Agua de Bombeo.

## RELACION DE CUADROS

- Capítulo I

- Cuadro 1: Características de las descargas pesqueras en la bahía de Ferrol - Chimbote.
- Cuadro 2: Contaminación orgánica en la bahía de Ferrol - Chimbote
- Cuadro 3: Características de las descargas pesqueras en la bahía de Paracas -Pisco.
- Cuadro 4: Límites permisibles para el agua residual Pesquera.

- Capítulo II

- Cuadro 5: Composición de la anchoveta

- Capítulo IV

- Cuadro 6: Resultados de los análisis efectuados fuera de la planta de estudio.
- Cuadro 7: Resultados generales correspondientes a los análisis Físico - Químicos en la planta de estudio.
- Cuadro 8: Sólidos totales en el efluente
- Cuadro 9: Porcentaje de Agua de bombeo en el sistema de recuperación actual.
- Cuadro 10: Producción promedio anual (1996) de la Planta pesquera .

## **CAPITULO I.**

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

#### **I.1. ANTECEDENTES**

A continuación presentamos una sinopsis de los principales estudios relacionados con la problemática de la investigación:

##### **I.1.1. DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS EFLUENTES DE LA INDUSTRIA PESQUERA EN LA BAHÍA DE FERROL DE CHIMBOTE 1991 (1)**

###### **I.1.1.1. Generalidades.**

Esta investigación hizo una evaluación integral de las descargas que recibe la Bahía Ferrol (pesqueras urbanas y metalúrgica) estableciéndose sus contribuciones cualitativas y cuantitativas y su relación con las características físicoquímicas del cuerpo receptor.

En el presente estudio sólo se considera la parte referida a la industria pesquera de dicha investigación.

###### **I.1.1.2 De los Resultados.**

Las características de las descargas pesqueras en promedio fueron las siguientes:

Cuadro 1

Efluentes	DBO5 mg/l	ST %	GRASA %	PROTEÍNAS %
Agua de Bombeo	4960	4.2	0.06	1.4
Sanguaza	42000	-	0.05	5.6
Agua de Cola	45380	4.0	0.06	3.8

#### I.1.1.3. Conclusiones preliminares :

- Los valores máximos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) para Agua de Cola y Agua de Bombeo fueron 76000 mg/l y 74000 mg/l respectivamente.
- Los volúmenes de las descargas pesqueras luego de balances de materia y encuestas realizadas fue establecida para el agua de Bombeo, el Agua de Cola y la Sanguaza en 200%, 60% y 5% respectivamente en relación a la materia prima recibida en planta.
- Las evaluaciones en agua de mar realizadas en épocas de baja producción industrial pesquera indicaron que el oxígeno disuelto en la superficie y fondo fue en promedio 5.4 mg/l y 2.1mg/l respectivamente. Valores mayores de oxígeno disuelto (4.12 mg/l) fueron registrados frente a muelles pesqueros aproximadamente a 300mts, de la línea de playa.

- En un 80% de los puntos monitoreados los sedimentos marinos presentaron consistencia predominantemente limosa y fuerte olor a sulfuro. Las concentraciones de nitrógeno total en relación al fósforo indicaron un alto grado de contaminación de origen orgánico. Según información de buzos de la zona los sedimentos acumulados alcanzaban alturas de 1 a 1.2 metros.

#### L1.1.4 Contaminación Orgánica.

La contribución de la contaminación orgánica anual en la bahía se determinó en

Cuadro 2

	DBO5	
	Tm/año	%
Descargas Pesqueras	55355	88
Descargas Urbanas	7277	12

#### L1.1.5 De los Resultados.

(Pérdidas Aproximadas).

Se estimó que durante el período 1990-1991 (a octubre) la industria de harina y aceite de pescado (sector Privado), de Chimbote había desaprovechado alrededor de 44,0 mil Tm de proteínas. A través del agua de Cola se perdieron

aproximadamente US\$ 16,5 millones de dólares y en agua de bombeo unos US\$ 35,3 millones.

#### **I.1.1.6 Conclusión.**

El estudio concluyó que la solución a la contaminación marítima costera debería considerar el tratamiento de todas las aguas residuales (pesqueras, urbanas, industriales y otras) previo a su vertido a los cuerpos de agua y recomendó normar las concentraciones máximas permisibles de contaminantes en dichas aguas residuales, para una fiscalización efectiva.

#### **I.1.2 DEL INFORME DE LA COMISIÓN ENCARGADA DE ESTUDIAR LA SITUACIÓN EXISTENTE EN LA BAHÍA DE PARACAS - PISCO, MAYO 1994**

El trabajo evaluó la zona marina de la Bahía de Paracas a pocos metros de la línea de Playa, frente a las fábricas pesqueras. A diferencia del estudio de Chimbote este se ejecutó en épocas de alta producción, siendo la coloración del agua marrón lechosa. También se hicieron mediciones en la zona de Santo Domingo frente a la villa urbana.

Los valores encontrados para los parámetros fueron:

Cuadro 3

ESTACIÓN	Ph	T°	DBO <sub>7</sub> (MG/L)
D	6.83	22	926
H	6.64	21.6	513
J	6.14	26.6	1730
Ln	6.67	18.2	186
Ls	6.16	18.2	129

Nota:

- Estaciones D, H y J:  
Corresponden a zonas marinas frente a plantas pesqueras.
- Estación Ln y Ls :  
Zona de Santo Domingo Norte y Sur, respectivamente.

Los mayores valores en DBO y temperatura fueron registrados frente a las fábricas pesqueras sin embargo, aquellos encontrados en la zona de Santo Domingo (zona urbana) indicaban igualmente un alto grado de contaminación orgánica similares a los encontrados en los desagües urbanos en el Estudio de Chimbote

Se efectuaron mediciones de DBO<sub>7</sub> en zonas céntricas de la bahía, superando a las determinadas en el Estudio de Chimbote (1) en zonas equidistantes de la línea costera.

### **I.1.3. DEL MONITOREO AMBIENTAL EN LAS BAHÍAS DE CHIMBOTE Y PARACAS, OCTUBRE 1994**

El monitoreo se realizó en los mismos puntos considerados en los estudios (1) y (2) en época de veda, habiéndose constatado una gran recuperación del oxígeno disuelto y una notable disminución en DBO<sub>5</sub>; ambos valores comparables a lo exigido por la ley general de aguas para cuerpos receptores.

En la Bahía de Chimbote el promedio de oxígeno disuelto de superficie y fondo aumentó de 3.65 mg/L en diciembre de 1991 (época de mediana producción) a más de 7.5 mg/L en octubre de 1994 (época de veda).

En la bahía de Paracas el mismo parámetro aumentó de 0.0 mg/L en mayo de 1994 (época de alta producción) a valores mayores de 7.5 mg/L, en octubre de 1994 (época de veda).

En cuanto a la DBO<sub>5</sub> en esta misma bahía en octubre de 1994 (época de veda) se encontraron valores de 2 a 4 mg/L, netamente inferiores a los valores encontrados en mayo de 1994 en las mismas estaciones frente a plantas pesqueras.

### **I.1.4. ESTUDIO BASE PARA LA DETERMINACIÓN DE LIMITES PERMISIBLES EN LA INDUSTRIA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO**

En este estudio se describen las aguas residuales estudiadas y los materiales y métodos utilizados para la cuantificación del aporte de

carga orgánica. Luego se exponen los resultados de las mediciones fisicoquímicas efectuadas en aguas residuales tratadas parcial y totalmente en el agua de mar.

En base a los análisis realizados se determinan:

a) Los aportes de carga orgánica y parámetros contaminantes por tonelada de harina producida, según el grado de implementación en equipos de reciclaje de las plantas monitoreadas.

b) Los aportes de carga por tipo de residual.

c) Las pérdidas de producto y económicas durante el período 1987-1994.

Además se realiza una evaluación de la conveniencia del reciclaje de la carga orgánica de las aguas residuales.

Dentro de las conclusiones más importantes se puede mencionar las siguientes:

- a) La industria de harina y aceite de pescado en el período 1987-1994, aportó en carga orgánica contaminante 3,1 millones de Tm de DBO y perdió unos mil millones de dólares aproximadamente, al no haber reciclado sus aguas residuales de la producción
- b) Es necesario fijar los límites permisibles de emisión que propicien la implementación de equipos de reciclaje de las aguas residuales u otros

(innovación tecnológica) que conduzcan a un aprovechamiento integral

- c) del recurso, eviten pérdidas económicas y el deterioro de los ecosistemas marinos.

Se proponen los límites permisibles para cada tipo de agua residual, siendo los siguientes:

*Cuadro 4*

PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE
DBO5	800 mg/L
ST (Sólidos Totales)	37000 mg/L
Grasa	700 mg/L
pH	5 a 8

Estos límites deberán seguir un cronograma de adecuación, de acuerdo a la sensibilidad ecológica de la zona.

## **I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA (HIPÓTESIS):**

El problema ambiental causado por el vertido de la sanguaza representa una gran fuente de nutrientes desperdiciada.

La descarga del agua de bombeo al mar ,utilizado para el transporte del pescado representa uno de los efluentes de mayor volumen y contaminación.

Los sólidos orgánicos solubles y aceites que no aprovechan las unidades operativas, en este tipo de fábricas, son vertidas al mar constituyendo el potencial para que se presenten condiciones de insalubridad en el cuerpo receptor.

En la actualidad, la mayoría de las industrias pesqueras han instalado una planta de tratamiento de agua de cola, utilizando el agua del mar en dicho proceso, cuyo excedente es vertido al mar a altas temperaturas.

Los gases producidos por la combustión en los secadores de la torta de pescado y calderos; así como también en los motores forman una gran nube de las concentraciones de vapores y gases que altera las condiciones naturales del aire.

Los aceites del pescado producen olores desagradables, endurecen los suelos y son combustibles e impiden el intercambio gaseoso en el mar.

Las industrias de harina de pescado utilizan diferentes insumos además del pescado como es el caso del petróleo, antioxidantes; y para su limpieza productos químicos como ácido nítrico, soda cáustica, etc.

En general el manipuleo de insumos como los ácidos, sino se tienen las precauciones debidas produce desprendimiento de gases que originan inflamaciones en el aparato respiratorio y la piel.

La presencia de los ácidos en el efluente produce corrosión en las tuberías de fierro y destrucción de los canales de concreto.

La falta de neutralización en los ácidos de los efluentes evacuados al mar modifican el pH y las condiciones ambientales de las aguas marinas, lo que afecta a la flora y la fauna.

### **I.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

#### **I.3.1 Objetivo General**

La recuperación de materia orgánica que es vertida al mar en las diferentes etapas del proceso.

#### **I.3.2 Objetivos Específicos**

- Reducir la producción de desechos industriales.
- Encontrar métodos para salvaguardar el ambiente natural.
- Determinar la utilización de técnicas adecuadas que permitan optimar el buen funcionamiento de la industria de harina de pescado.
- Obtener un producto de buena calidad luego de un tratamiento específico con un costo de inversión capaz de ser avalado por la pequeña y gran empresa.

#### **I.4. NORMATIVIDAD AMBIENTAL EN EL SECTOR PESQUERO:**

En los últimos años se ha verificado una preocupación mundial creciente por los aspectos relativos a la calidad de vida, medio ambiente y sistemas ecológicos. En el Perú, en Setiembre de 1990, se promulgó el CÓDIGO DEL MEDIO AMBIENTE (Decreto Legislativo N° 613) en el se recopilaron las leyes de protección del ambiental existentes hasta esa fecha. En relación a la actividad Pesquera , es necesario resaltar los siguientes artículos del Código

**Artículo 14°** .- Es prohibida la descarga de sustancias contaminantes que provoquen degradación de los ecosistemas o alteren la calidad del ambiente, sin adoptarse las precauciones para la depuración.

**Artículo 25°** .- Queda prohibido verter o emitir residuos sólidos, líquidos, o gaseosos u otras formas de materia y energía, que alteren las aguas en proporción capaz de hacer peligrosa su utilización.

**Artículo 28°** .- Las empresas públicas o privadas y en general toda persona que por el desarrollo de su actividad cause o pueda causar deterioro del medio ambiente, están obligados a incorporar adelantos tecnológicos para reducir y eliminar el efecto contaminante o desestabilizador del mismo.

Teniendo como marco el Decreto Ley N°613 " CÓDIGO DEL MEDIO AMBIENTE" y preocupado por los efectos nocivos que está causando la actividad pesquera en los ecosistemas marinos, el Gobierno Peruano emitió la

“LEY GENERAL DE PESCA” la que fue aprobada mediante Decreto Ley N°25977, que dispone entre otras, el promover la actividad pesquera en armonía con la protección del medio ambiente y la biodiversidad, exigiendo que para tal fin se adopten las medidas necesarias para prevenir, reducir, y controlar los daños o riesgos de contaminación o deterioro en el entorno marítimo, terrestre y atmosférico y que posteriormente fuera reglamentada por Decreto Supremo N°01-94 de enero de 1994.

En el Título VIII “ De la Protección del Medio Ambiente ” se establecen las normas a seguir para garantizar el cuidado y manejo del Medio Ambiente (así tenemos):

**Artículo 130°** .- Las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades pesqueras, son responsables por las emisiones, vertimientos y disposición de desechos al medio ambiente marino y continental. Dichas personas están obligadas a evitar y controlar los efectos negativos de tales sustancias en el ambiente.

**Artículo 131°** .- Para la realización de las actividades pesqueras que determine el Ministerio de Pesquería, se requiere la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o de un programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), según corresponda, sin perjuicio de la verificación del cumplimiento de pautas y obligaciones inherentes al aprovechamiento integral de los recursos hidrobiológicos y la prevención de contaminación ambiental, que deberá efectuar el Ministerio de Pesquería, de acuerdo con los principios de pesca responsable.

En el Título XIII, Capítulo I " De las Prohibiciones y Sanciones ; tenemos

**Artículo 183°** .- Las actividades pesqueras y acuícolas pueden ser limitadas, condicionadas o Prohibidas por el Ministerio de Pesquería, en función de factores biológicos, ambientales, económicos y sociales.

**Artículo 185°** .- La sola posesión dentro de la embarcación de explosivos, sustancias contaminantes y otros elementos tóxicos prohibidos por la Ley por este Reglamento y demás posiciones pertinentes, presume de derecho de su uso indebido y será causal de sanción.

**Artículo 188°** .- En adición a los actos ilícitos tipificados en la Ley, se consideran las infracciones punibles siguientes

- a.- Exceder los porcentajes permisibles de ejemplares juveniles establecidos para pesquería y los de captura de fauna acompañante;
- b.- Realizar faenas de pesca para consumo humano directo sin medios y/o sistemas de preservación a bordo, en los casos que corresponda,
- c.- Realizar actividades acuícolas y/o construir infraestructura de cultivo y para investigación acuícola en terrenos públicos, fondos y aguas marinas y continentales, sin la correspondiente Resolución autoritativa;

d.- Secar a intemperie desechos sólidos provenientes de la actividad pesquera industrial.

Finalmente mediante Decreto Supremo N°09-94-PE del 29 de Diciembre de 1994, modifica el artículo 23° del Reglamento de la Ley General de Pesca, según se indica textualmente

“ Los permisos de pesca, licencias y concesiones caducarán de pleno derecho cuando se compruebe que los armadores de las embarcaciones pesqueras, los titulares de las plantas de procesamiento pesquero y los concesionarios en general, no hayan cumplido con realizar el pago de los derechos que les correspondan, en las oportunidades debidas, así como incumplan las normas ambientales.

## *CAPITULO II*

### *PROCESO GENERAL DE ELABORACIÓN*

#### *DE HARINA DE PESCADO*

##### **II.1 GENERALIDADES .-**

El objetivo de una fábrica de Harina y Aceite de pescado ,es obtener estos productos de la mejor calidad posible ,con el más alto rendimiento por tonelada de pescado procesado y al más bajo costo de producción .

Este proceso de transformación se puede resumir en 04 fases importantes.

**1ro. COCINAR ;** para coagular las proteínas del pescado ,quebrando los depósitos de aceite y separando el agua de constitución del pescado.

**2do. PRENSAR ;** para eliminar una gran parte de los líquidos de la masa resultante del cocinado.

**3ro. SECAR ;** para suprimir la cantidad adecuada de agua presente y ...

**4to. MOLER ;** la materia seca para darle la forma granulada conveniente.

Cada una de estas fases deben ser ejecutadas y controladas eficientemente ,para evitar que la producción se interrumpa , la calidad desmejore y el costo se eleve.

• **MATERIA PRIMA .-**

La industria de elaboración de harina y aceite de pescado debe su existencia a la presencia de grandes concentraciones de ENGRAULIS RINGENS ,pez conocido en el Perú como anchoveta .

La anchoveta alcanza una longitud promedio entre los 9 y 16 cm. alcanzando en algunos casos hasta 18cm. su peso es de 28 gr. aproximadamente cuando es adulta . Su pesca solo es permitida cuando alcanza una longitud mayor a los 12 cm.

*Cuadro 5*

<b>Composición de la Anchoveta</b>	
Materia sólida (proteínas, sales minerales y cloruros)	20%
Grasas	6%
Agua	74%

Desde el punto de vista de su aprovechamiento industrial interesa las partes sólidas y grasas, ya que a partir de estas se obtiene la harina y aceite.

Se tiene antecedentes que en algunas fábricas de Harina de pescado se pesca Jurel y la Sardina, peces muy abundantes en nuestro litoral.

## **II.2 FASES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO .-**

### **II.2.1 Operaciones Preliminares del Proceso Productivo**

- Descarga y/o Transporte hidráulico
- Recepción y Pesaje
- Almacenamiento de la materia prima

### **II.2.2 Cocinado**

### **II.2.3 Pre- Cernido**

### **II.2.4 Prensado**

### **II.2.5 Recuperación de aceites y sólidos del Licor de Prensa**

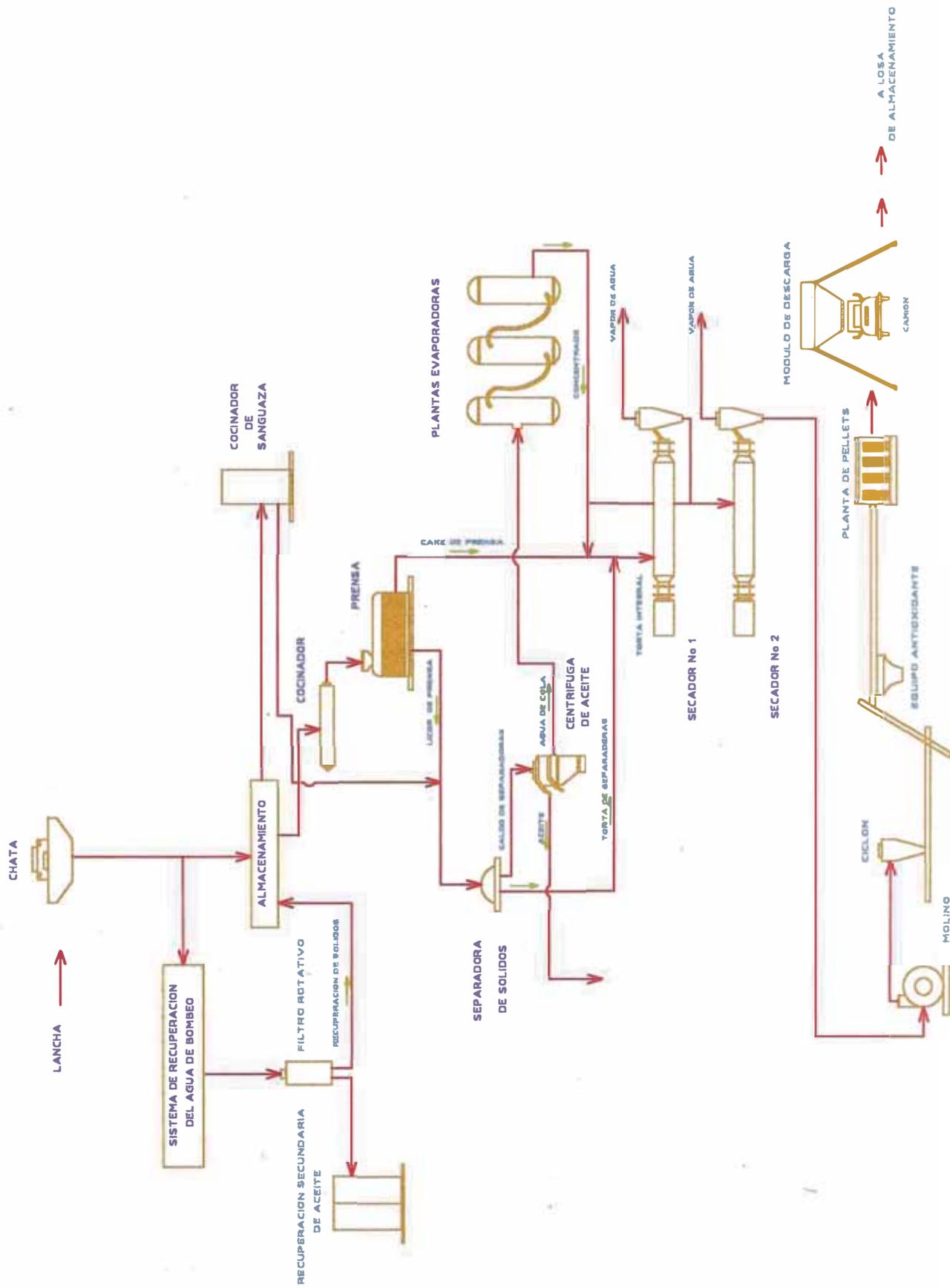
- Obtención de aceite
- Tratamiento del Agua de Cola

### **II.2.6 Secado**

### **II.2.7 Molienda**

### **II.2.8 Dosificación de antioxidantes**

### **II.2.9 Presentación final**



## II.21 OPERACIONES PRELIMINARES DEL PROCESO PRODUCTIVO .-

- Descarga y/o Transporte Hidráulico .-

Esta operación consiste en trasladar el pescado, en las mejores condiciones posibles, desde las bodegas de las embarcaciones hasta el lugar de recepción de la fábrica.

De la rapidez de la descarga depende la calidad de la Harina, especialmente cuando la zona de captura queda muy lejos de la costa, lo cual es motivo de descomposición para el pescado.

Por esta razón se utilizan equipos absorbentes compuestos de grandes bombas montados en chatas o plataformas flotantes, situadas a 800m. de la orilla. El absorbente bombea el pescado desde la bodega de la embarcación hasta la fábrica por medio de una tubería submarina ,utilizando agua de mar en una relación de 2 a 1 para agua y pescado lo que impide que se deteriore durante el recorrido .

Durante esta operación el pescado puede llegar dañado a la planta con pérdidas considerables de sólidos y grasas, previniendo esta situación con un correcto manipuleo.

- Recepción y Pesaje .-

Esta operación tiene por finalidad

- Eliminar el agua que sirvió para facilitar el transporte del pescado desde las bodegas ,
- El pesaje del pescado, que permitirá posteriormente conocer la eficiencia del proceso.

El pescado y agua impulsados por la presión de las bombas de sólidos, es vertido sobre los desagüadores, los cuales por vibración facilitan el escurrimiento de la mayor parte del agua . Luego los transportadores de mallas completan el desaguado y conducen el pescado (materia prima) a la "Tolva" de pesaje, donde se determina volumétricamente, el peso de la materia prima que va pasando a las pozas de enormes dimensiones, para posteriormente ser alimentados a los cocinadores donde se inicia propiamente el proceso de transformación.

- **Almacenamiento de la materia prima .-**

Una vez pesado la materia prima, es descargada y almacenada en pozas de concreto (almacenamiento), de capacidad hasta 1400 Tn-métricas que generalmente tienen el piso inclinado para un mejor escurrimiento del agua.

El pescado almacenado en las pozas debe ser transportado en forma continua , sin interrupciones hacia el cocinador.

Como paso adicional en esta etapa ,se cumple con la recolección de la sanguaza proveniente del drenaje de las pozas y el bombeo para su tratamiento posterior.

## **II.2.2 COCINADO .-**

Con esta operación se inicia el proceso de fabricación de harina y aceite de pescado propiamente dicho.

Durante el cocinado la materia prima es transportada a un cocinador de tratamiento continuo, cuya finalidad es :

- \* **Coagular** las proteínas en una fase sólida sin degradarla.
- \* **Liberar** mediante la coagulación una gran proporción de agua retenida ,así como los depósitos de lípidos del tejido muscular.

Las condiciones óptimas para la cocción del pescado no son fáciles de determinar, puesto que dependen del tipo de materia prima, adóptandose parámetros standar tales como :

- Temperatura de cocción : 95 - 100 C
- Tiempo de cocción : 15 - 20 minutos

A partir del cocinado se consituyen dos fracciones de materia :

**Acuosa ;** formada por :

El agua de constitución del pescado o sanguaza ,

La condensación del vapor adicionado, que sera eliminado posteriormente,

Algunos sólidos solubles disueltos en el agua de constitución del pescado,

Los elementos sólidos en suspensión que no son solubles y ,

La grasa que se ha desprendido por efecto del calor .

**Sólida ;**

- Formada por sólidos que en su mayor parte son proteínas

**En esta etapa se obtiene una alta reducción del contenido de bacterias.**

### **II.23 PRE - CERNIDO .-**

El pescado cocinado, es sometido a un proceso de pre - cernido, cuya finalidad es efectuar un drenaje previo al prensado con el fin de aumentar la capacidad de la prensa, eliminando la parte líquida compuesta por agua y aceite, sustancias disueltas y sólidos en suspensión.

Esta operación permite que las prensas reciban el pescado con menor cantidad de líquido.

### **II.24 PRENSADO .-**

El prensado tiene la finalidad de extraer parte de la grasa (aceite) y agua, comprimiendo la materia prima hasta obtener una humedad del 50% o menos.

Productos de la etapa de prensado se obtiene la " **Torta de prensa** ", que es la parte sólida de la materia prima con una humedad promedio entre 45 - 50% y el " **Licor de prensa** ", que contiene agua , aceite y sólidos en suspensión.

### **II.25 RECUPERACIÓN DE ACEITES Y SOLIDOS DEL LICOR DE PRENSA .-**

La fase líquida ( licor de prensa) resultante del prensado, contiene sólidos en suspensión , aceite y agua en solución emulsionada .

Este licor recibe en su trayecto el caldo que proviene del tratamiento a que es sometida la sanguaza . Con el objeto de recuperar los sólidos en suspensión el

licor de prensa pasa por un sistema de tratamiento de separación de los sólidos insolubles denominados " Separadoras de Sólidos ".

El producto sólido obtenido se denomina cake separador ,contiene sólidos ,aceite y agua, este cake separador es alimentado junto con el CAKE de prensa al secador.

El producto líquido obtenido por la acción centrífuga de los separadores se denomina licor separador , el cual es enviado a la centrífuga para la Obtención del Aceite.

- **Obtención de Aceite .-**

El licor separador que contiene agua de constitución del pescado, sólidos y aceite, es sometido a la acción del calor (95 °C), y a un nuevo proceso centrífugo en unas máquinas llamadas "Centrífugas" ,con la finalidad de lograr una mejor separación de las moléculas de grasa, facilitándose de esta manera la obtención del aceite denominado "Crudo", el cual es bombeado hacia tanques de almacenaje y un líquido residual llamado **Agua de Cola** , el cual es rico en sólidos solubles recuperables en un nuevo proceso.

El aceite es almacenado para su posterior comercialización y/o refinación.

- **Tratamiento del Agua de Cola .-**

El Agua de Cola pasa a través de las plantas de Agua de Cola, que son evaporadores de múltiple efecto (3 a 4) que son de 02 tipos:

- \* Al vacío

- \* Contrapresión

El producto obtenido es de alta densidad y viscosidad conteniendo de 32 - 35% de sólidos solubles ricos en proteínas , denominado Concentrado el cual es

reintegrado al proceso, a la altura de los transportadores de la torta de prensa para su posterior ingreso al Secador.

#### **II.26 SECADO .-**

El secado tiene por finalidad suprimir la cantidad de agua adecuada de la fracción sólida resultante de los procesos anteriores.

Como resultado del secado obtenemos el "scrap" o harina gruesa, la cual es enviada a los molinos para darle una granulometría adecuada.

#### **II.27 MOLIENDA .-**

El scrap que sale del secador no es un producto acabado todavía, ya que presenta espinas, escamas ,huesos ,etc. por lo cual ,antes de enviarla al ensaque pasa por los molinos para reducir el tamaño de las partículas de harina y obtener una granulometría adecuada y transformarla en harina requerida.

#### **II.28 DOSIFICACIÓN DE ANTIOXIDANTE .-**

En este equipo ,se añade a la harina un producto químico que inhibe la oxidación del contenido de grasa.

Como la extracción de la grasa no es perfecta durante las operaciones de cocinado y prensado ,la harina mantiene un 10% de materia grasa. Por ello anteriormente era necesario "curarla ",es decir arrumar las bolsas con harina ,en

aun área limpia y despejada por cierto tiempo ,para evitar que por oxidación se origine una combustión espontánea del producto.

Actualmente la harina se puede ensacar y arrumar sin emplear el curado , gracias a la adición de antioxidantes que evitan su descomposición y el peligro de combustión durante el almacenamiento.

## **II.29 PRESENTACIÓN FINAL .-**

Del dosificador de antioxidante ,la harina es transportada a las balanzas de pesaje donde automáticamente se embala en bolsas de propileno.

La Harina de Pescado tiene dos presentaciones finales : en polvo y en pellets. La harina en polvo es envasada en sacos de polipropileno de 50 Kg. cada uno ; la harina pelletizada tiene forma de gránulos , su principal ventaja es la facilidad de su transporte ya que no necesita envase, lo cual representa un ahorro significativo.

### *CAPITULO III*

## *IMPACTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA DE HARINA DE PESCADO*

### **III.1 INTRODUCCIÓN**

Cuando nos referimos al Impacto que causa la Planta de procesamiento de Harina y Aceite de pescado , pretendemos identificar la alteración que produce esta actividad en el medio ambiente o en alguno de sus componentes

Pero no solamente identificamos los impactos negativos sino también los positivos que de alguna manera contribuyen al bienestar de la población, como es la generación de empleo e ingresos económicos .

Realizamos para tal fin análisis físico -químicos y biológicos en el cuerpo receptor así como en los efluentes industriales, complementando dicha información con investigaciones y estudios para caracterizar la Planta pesquera.

La interpretación de los resultados de los análisis e investigaciones desarrolladas nos permitieron elaborar cuadros que nos dan indicio de los diferentes impactos suscitados en las distintas etapas de la Planta pesquera.

Cabe resaltar nuestra honda preocupación por el deterioro del medio ambiente

causado por la actividad industrial , que obliga a tomar conciencia de parte de las personas y/o Instituciones responsables y revertir el daño causado, propiciando políticas de prevención y de NO CONTAMINACION.

### **III.2 RESUMEN**

La Planta Pesquera analizada se encuentra situada en la Provincia Constitucional del Callao, Departamento de Lima; y es una fábrica dedicada a la producción de harina y aceite de pescado.

- El principal impacto ambiental es causado al medio marino debido a un ineficiente tratamiento del agua de bombeo, al que se suman los vertimientos de la planta que son arrojados directamente en la orilla de la playa.
- La descarga de los desagües industriales y la de los servicios higiénicos incrementa la cantidad de materia orgánica y la carga microbiana al mezclarse con los desagües industriales.
- Asimismo, la planta de procesamiento de Harina de pescado emite abundantes gases provenientes de los hornos de secado, calderos y evaporadores, cuyas tonalidades varían entre blanquecinas, grises y oscuras

que originan condiciones de insalubridad en el medio ambiente. Además se produce gases de combustión por el uso de petróleo Bunker para el funcionamiento de los secadores.

- La descomposición de la materia prima en las pozas de almacenamiento origina olores fuertes producto de la descomposición orgánica de ésta.
- La Planta arroja al mar agua con elevada temperatura producto del tratamiento que le da a uno de sus efluentes (Agua de Cola), sumándose a esto los vertimientos de la limpieza de los equipos con elevados valores de pH, causando condiciones insalubres al medio marino.
- Los valores de los parámetros fisicoquímicos señalan que de persistir o agudizarse el proceso de contaminación, se hace imposible el desarrollo de especies hidrobiológicas, en un área muy grande y con consecuencias impredecibles en el futuro cercano, tendiendo a incrementar el área de influencia negativa.
- Durante el proceso de producción de Harina de pescado se evacúan polvos irritantes como resultado del tipo de almacenamiento utilizado, que atentan contra la salud de los trabajadores y de la población comprendida en el área de influencia.
- Producto de la actividad industrial no se observa la presencia significativa de áreas verdes en el área de influencia

### **III.3 OBJETIVO**

El objetivo del presente capítulo es identificar la contaminación ambiental producida durante el proceso de elaboración y almacenamiento de harina y aceite de pescado de la Planta Pesquera , ubicada en el PUERTO DEL CALLAO, distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao. Determinando el impacto de los efluentes generados por la actividad de la planta en su área de influencia, en su condición de fuente receptora de los mismos.

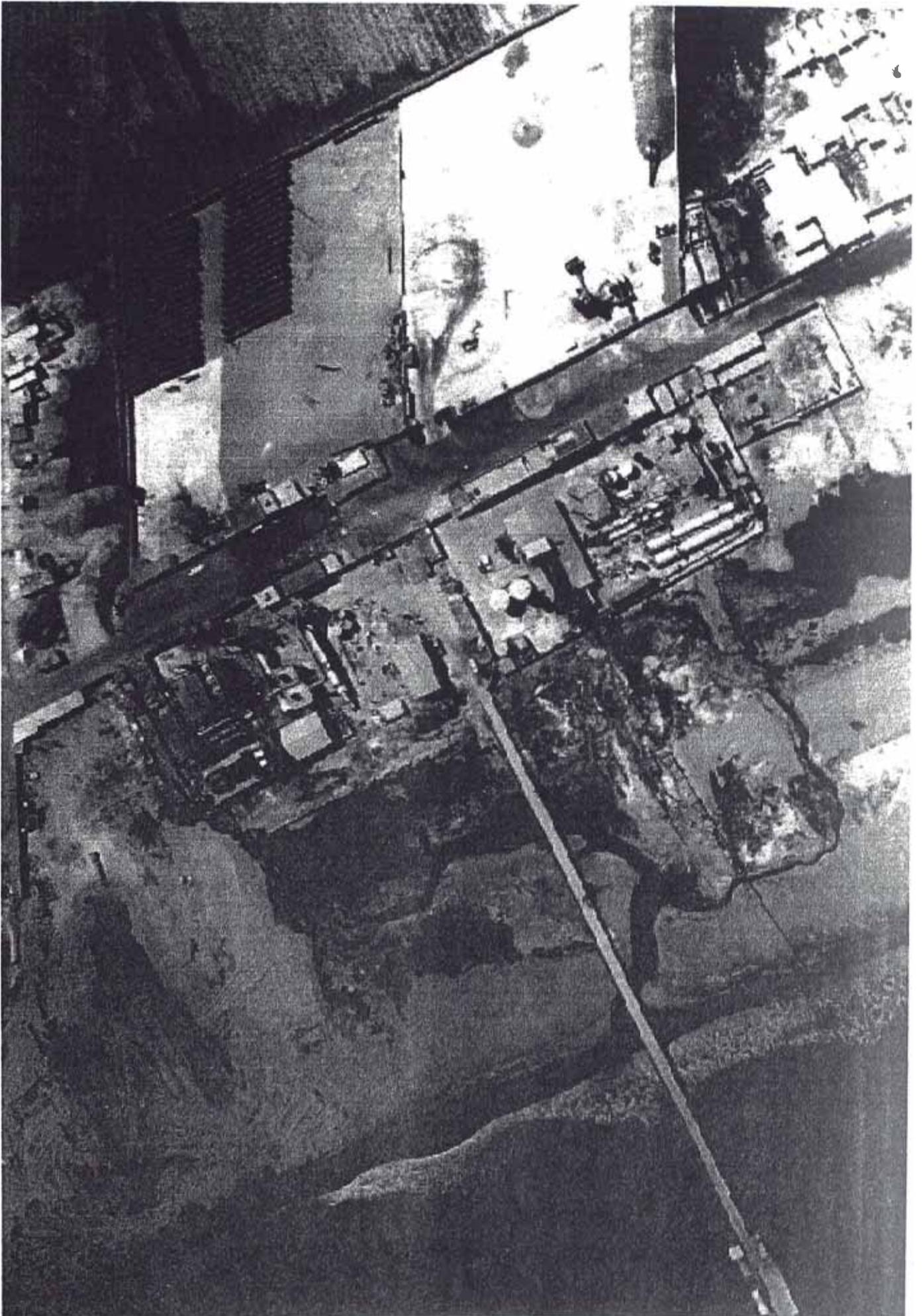
### **III.4 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA PESQUERA**

#### **Ubicación .-**

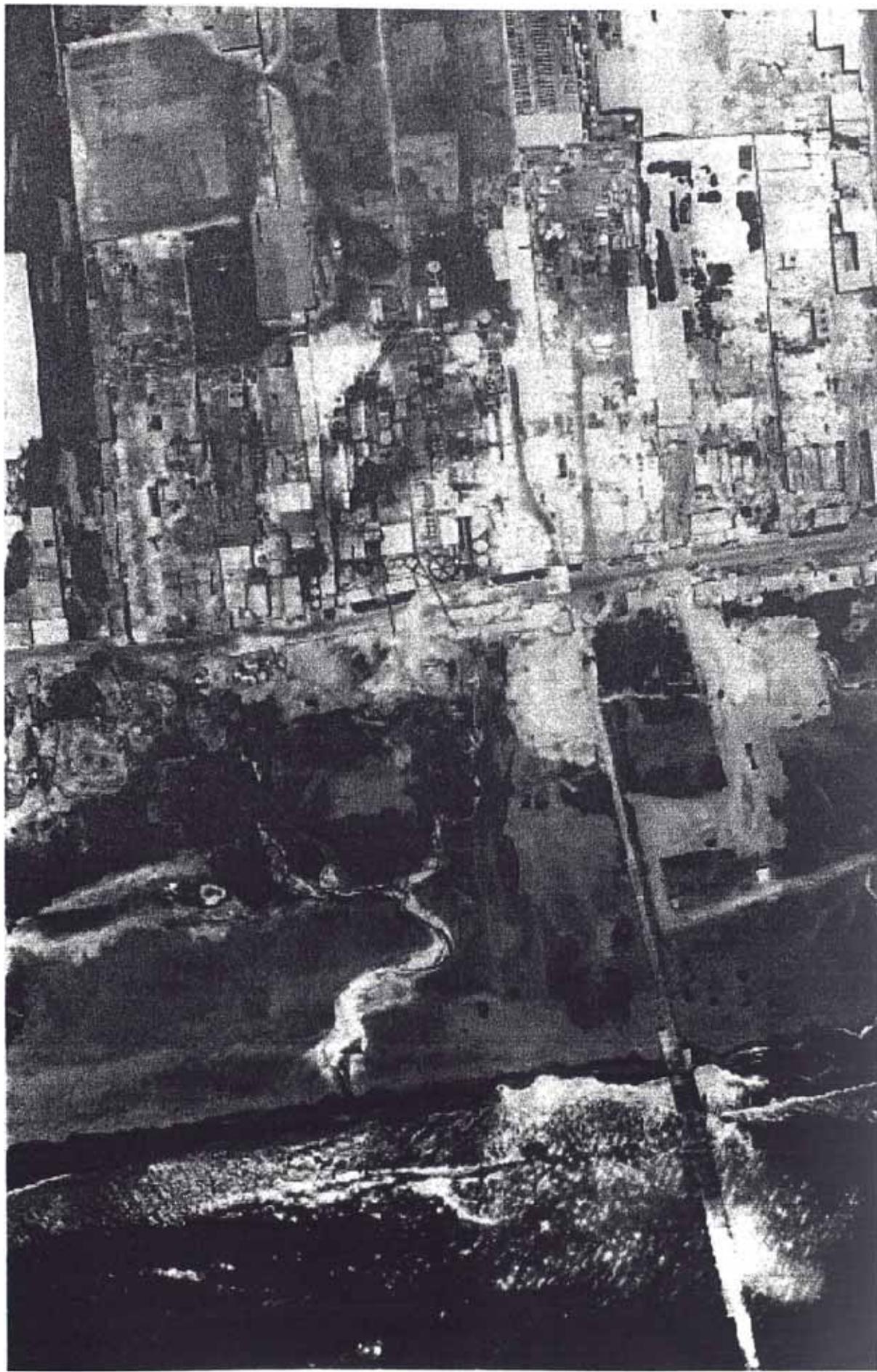
La Planta pesquera se encuentra ubicada en el distrito de Ventanilla ,en Prolongación Av. Centenario , Provincia Constitucional del Callao , Departamento de Lima.

#### **Descripción General .-**

La Fábrica está dedicada a la producción de Harina y Aceite a partir de pescado fresco como materia prima ,para cubrir la demanda del mercado de animales de granjas nacionales y de exportación.



**La Planta Pesquera en 1995**  
Nótese e incremento de a Contaminación



Cuenta con diversos edificios e instalaciones ,tales como:

- Oficinas Administrativas
- Laboratorios
- Almacén de Materiales
- Talleres de Mantenimiento y Electromecánicos
- Planta de Tratamiento de Agua de Cola
- Zona de Bahía
- Edificios varios
- Maquinarias

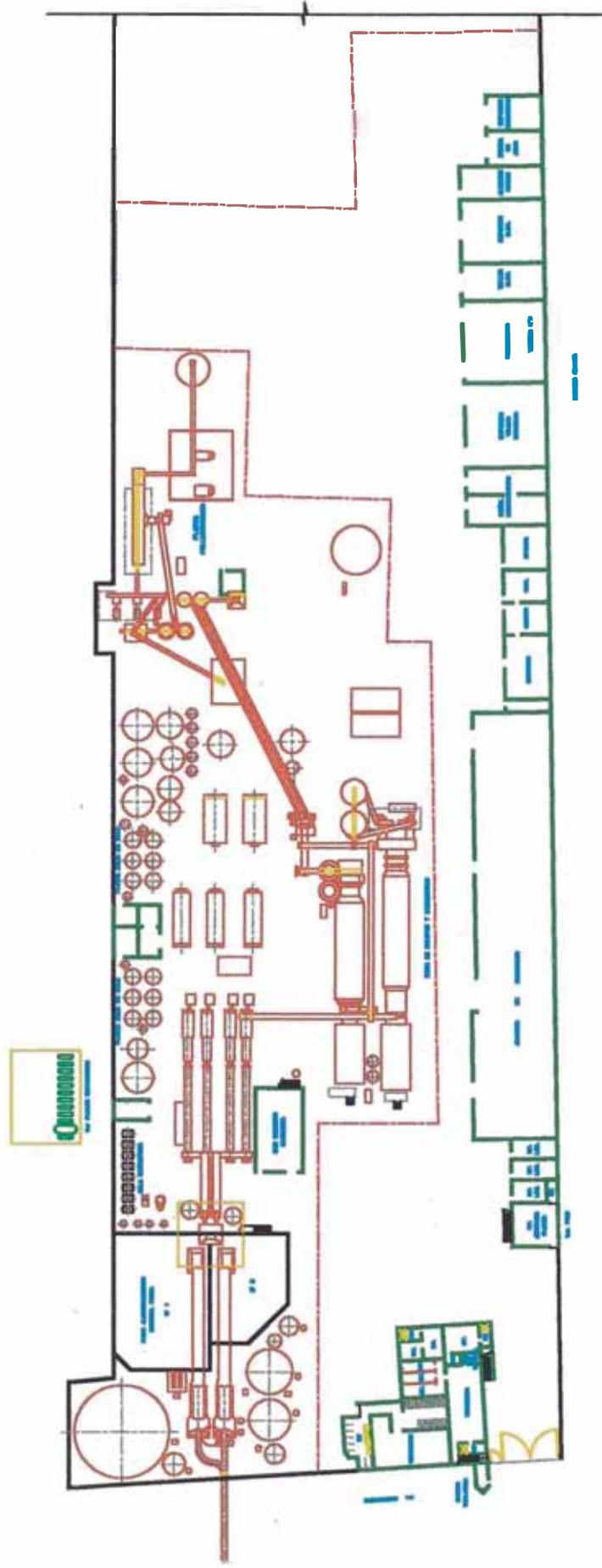
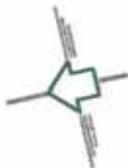
La fábrica además cuenta con una capacidad de producción de 105 TM de materia prima por hora ,teniendo como productos principales

- Harina de pescado            25 TM / hora
- Aceite de pescado            33 TM / hora

Actualmente la fábrica opera las 24 horas del día con dos turnos de producción. En 1996 la fábrica procesó cerca de 28,358 Ton de pescado, especialmente anchoveta

### **Política Ambiental .-**

Esta fábrica actualmente no tiene instrucciones emitidas por el Directorio relacionadas con el medio ambiente, ni normas propias para proteger el ecosistema.



PLANTA PESQUERA

**Antigüedad .-**

La antigüedad de los equipos ,datan de la fecha de inicio de las operaciones (aproximadamente 23 años) cuando pertenecían a la industria pesquera privada.

**III.5 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA DE LA PLANTA**

**MEDIO FÍSICO .-**

• **Características Geográficas .-**

El área geográfica donde se encuentra la Planta pesquera presenta caracteres de transición entre valle y mar, con planicies y alejadas elevaciones montañosas. Está rodeada de los suelos agrícolas y arenosos hacia el Oeste.

• **Características Climatológicas .-**

El clima circundante a la Planta de procesamiento de Harina y Aceite de pescado es semiárido. Durante los meses de invierno las neblinas y garúas e inclusive ligeras lluvias se hacen más intensas y en los meses de verano son cálidos.

## **MEDIO BIOLÓGICO .-**

- **Entorno Ecológico .-**

Alrededor de la Planta se evidencia la presencia de aves marinas, especialmente en las áreas correspondientes a las Chatas y almacenamiento de la Harina de pescado.

Además con información proporcionada por la Planta pesquera en estudio se confirmó la no existencia de especies piscícolas cercanas al litoral.

## **MEDIO SOCIO - CULTURAL .-**

- **Población .-**

Según la información proporcionada la Fábrica pesquera cuenta con 51 trabajadores laborando en los diferentes turnos y zonas dentro de la Planta y 11 trabajadores distribuidos en las Chatas y en el muelle Mucinsa.

- **Entorno Terrestre .-**

Alrededor de la planta, se presenta diversidad de fábricas e industrias de diversa índole . Además de actividad agrícola en los valles cercanos .

- Industrias Conexas y Complementarias .-

En la zona se realizan una serie importante de actividades industriales similares a esta Planta y comerciales que brindan empleo y son fuente de ingresos para esta zona.

- Presencia de Asentamientos Humanos y Servicios .-

En el área hay la presencia de asentamientos humanos ; PP.JJ. Acapulco, Gambeta, Castilla, la Ciudad de Papel y la presencia del Club Cantolao

Las características de estos asentamientos no escapan a la de la población de la zona en general con bajos niveles educativos. Dada la cercanía de estos asentamientos humanos a las UU.OO de la Planta Pesquera, gran parte del personal eventual que ésta requiere son temporales por la empresa constituyéndose en una importante fuente de trabajo para el entorno.

Las condiciones de seguridad no son las óptimas y el volumen de población ha ido aumentando en este entorno en el cual los índices de salud no son positivos

Por los problemas que se observan ,estas plantas industriales funcionan como un foco de contaminación y peligro para la salud de la población.

## *CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA*



*FOTOGRAFIA No 16*

Se observa la presencia de gran actividad industrial alrededor de la Planta en estudio

## *CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA*



*FOTOGRAFIA No 17*

La fotografía muestra parcialmente el crecimiento industrial cercano a la Planta en estudio.

**III.6 IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS POTENCIALES Y RELEVANTES .-**

MEDIO	IMPACTO	FASES DEL PROYECTO		
		IMPLANTACION	OPERACIÓN	DESACTIVACION
<b>FISICO</b>				
<b>AGUA</b>	* Polución de aguas superficiales.		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Los sólidos orgánicos, solubles y aceites que no aprovechan son vertidos directamente al mar, constituyendo el potencial de mayor incidencia y contaminación. Ejern : Efluentes del tanque de agua de bombeo, sanguaza, etc.</li> <li>◆ Vertimiento directamente a la bahía del agua marina a elevada temperatura producto del tratamiento del agua de cola.</li> <li>◆ Alteración de las condiciones naturales del medio marino causado por las de partículas de harina de pescado transportadas por el viento que a su vez producen reacciones alérgicas en la población periférica.</li> <li>◆ Polución del mar con los residuos orgánicos ,que al iniciar el proceso de putrefacción originan condiciones mortales para la fauna.</li> </ul>	

MEDIO		IMPACTO	FASES DEL PROYECTO		
			IMPLANTACION	OPERACIÓN	DESACTIVACION
<b>FISICO</b>					
<b>AGUA</b>		* Polución del agua.		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Pesca excesiva superando la capacidad de bodega ,devolviéndose el pescado al mar. (No es muy frecuente).</li> <li>◆ Descarga de los desagües industriales y domésticos que incrementan la cantidad de materia orgánica y la carga microbiana.</li> </ul>	
<b>AIRE</b>		* Polución del aire.		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Gases producto de la combustión del petróleo diesel en los motores.</li> <li>◆ Gases producidos por la combustión del petróleo Bunker en los secadores y calderos.</li> <li>◆ Partículas de harina de pescado</li> </ul>	

MEDIO	IMPACTO	FASES DEL PROYECTO		
		IMPLANTACION	OPERACIÓN	DESACTIVACION
<b>FISICO</b>				
<b>AIRE</b>	* Polución del aire.		<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Manipuleo de insumos como ácidos ,si no se tienen las precauciones debidas, originan el desprendimiento de gases, causando inflamaciones en el aparato respiratorio y la piel.</li> <li>♣ Dispersión del polvo fino generado en la cercanía a los ciclones.</li> </ul>	
<b>SUELO</b>	* Polución del suelo.		<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Cambio de los lubricantes de los motores de la torta de pescado y calderos. Poco relevante</li> <li>♣ Los aceites de pescado producen olores desagradables , endurecen los suelos y son combustibles.</li> </ul>	

MEDIO	IMPACTO	FASES DEL PROYECTO		
		IMPLANTACION	OPERACION	DESACTIVACION
<b>FISICO</b>				
<b>SUELO</b>	* Modificación del relieve natural.	* La implantación de la planta pesquera, ocasionó el desaparecimiento parcial del valle.		* El impacto permanecerá después de la desactivación de la planta pesquera por un gran período de tiempo.
<b>BIOLOGICO</b>				
<b>FAUNA</b>	* Depredación de la fauna marina.		<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ La contaminación del mar con los residuos orgánicos, originan condiciones mortales para la fauna de su superficie y profundidad.</li> <li>♣ Falta de un tratamiento de neutralización de los ácidos usados en la limpieza de los equipos que alteran las condiciones ambientales de la fauna marina..</li> </ul>	
<b>FLORA</b>	* Remoción de la vegetación.	* Al inicio de sus operaciones causará la remoción de vegetación.		

		FASES DEL PROYECTO		
MEDIO	IMPACTO	IMPLANTACION	OPERACION	DESACTIVACION
<b>BIOLOGICO</b>				
<b>FLORA</b>	* Alteración de la flora.		<ul style="list-style-type: none"> <li>El vertimiento de los ácidos anteriormente mencionados no solo modifican la fauna marina sino también la flora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El impacto continuará debido a la presencia de otro tipo de actividades industriales.</li> </ul>
<b>ANTROPOGENICO</b>				
<b>SOCIO ECONOMICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo industrial.</li> <li>Riesgos y daños a la infraestructura.</li> <li>Desconfort a la población.</li> <li>Problemas de salud</li> <li>Fuente de generación de empleo.</li> </ul>	Idem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación y/o expansión de las áreas portuarias, instalaciones en tierra y obras de infraestructura, para el procesamiento y transporte de los productos de pesca.</li> <li>La emisión de ruidos, olores y material particulado que degradan el paisaje y causan incomodidades a la población.</li> <li>Esta empresa cumple un rol importante como reclutador de mano de obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Representará un cambio y disminución de la mano de obra.</li> </ul>

## *CAPITULO IV*

### *EFLUENTES RESIDUALES DE LA PLANTA HARINERA*

#### **IV.1 TIPOS DE CONTAMINANTES**

Durante el proceso de producción de harina de pescado encontramos varios tipos de contaminantes: gaseosos, líquidos, sólidos, térmicos y de origen doméstico.

##### **A. Contaminantes gaseosos :**

Además de la contaminación atmosférica derivada de la reducción anaeróbica de los residuos líquidos, los procesos liberan grandes cantidades de gases, vapor y partículas finas que salen del aire. Este problema se presenta durante todo el proceso inclusive después de finalizado como por ejemplo se puede mencionar a las rumas de almacenamiento a granel.

La materia prima por su naturaleza entra en descomposición con mucha facilidad. El pescado suele permanecer en las bodegas de los barcos entre siete y ocho horas como mínimo y a este tiempo se incrementa el período adicional en las pozas del almacenamiento hasta completar la capacidad de instalado de la planta. Si la espera es muy prolongada se inician procesos de putrefacción con desprendimientos de amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) Trimetilaminas ( $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ ) , álcalis volátiles que pueden producir molestias de importancia y

afectar la salud de los trabajadores, la trimetilamina y otras aminas pueden dañar el tejido de los ojos.

En los cocinadores el calor es inyectado como vapor pero al no ser herméticos facilitan la fuga de materias volátiles, siendo los olores mas fuertes y peligrosos cuando el pescado esta malogrado.

Durante el secado se origina uno de los grandes problemas principalmente en el de la llama directa puesto que los gases de secado y la humedad arrastran las materias volátiles de olor muy desagradable. Es muy fácil observar una gran masa de gases cargados de humedad y de sustancias de olor fuerte fácilmente perceptible a un kilometro de distancia. Resulta indispensable por eso someter estos efluentes a un proceso de tratamiento antes de su emisión a la atmósfera.

Cada tonelada de harina de pescado produce cerca de 10000 m<sup>3</sup> de efluente<sup>1</sup> del secador. Considerando la concentración de material odorífero contenido, serán percibidas aún si se diluyen en una masa de 20000000 de m<sup>3</sup> de aire por hora. Esta planta produce 25 Tn/h de harina y contamina un volumen de 500 millones de m<sup>3</sup> de aire por hora. En la actualidad son tres plantas de igual o mayor envergadura a la mencionada que trabajan juntos y significan un grave problema en el área de influencia.

Se recomienda dar un tratamiento para desodorizar el aire que podría consistir en una incineración o un lavado con agua

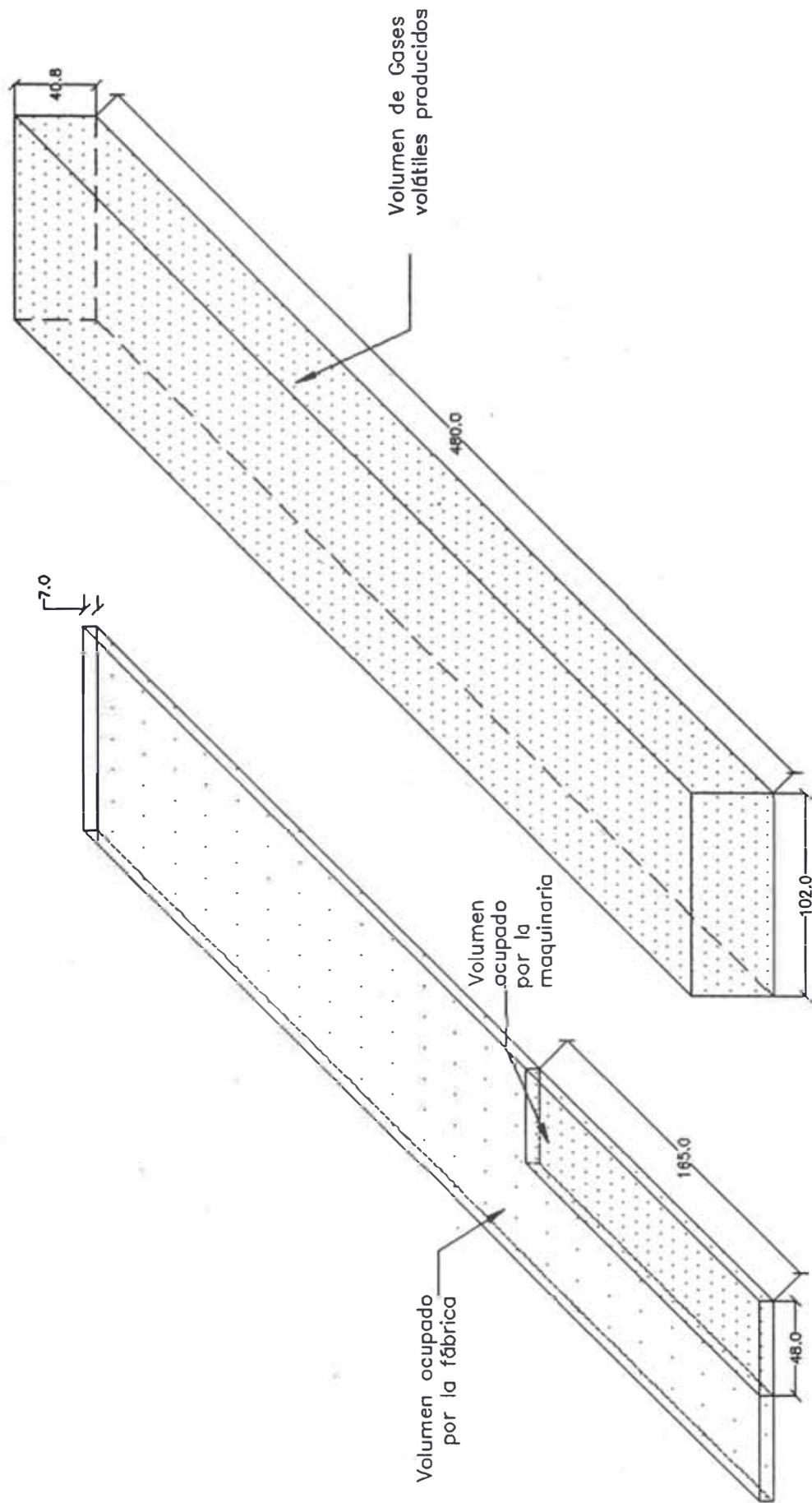
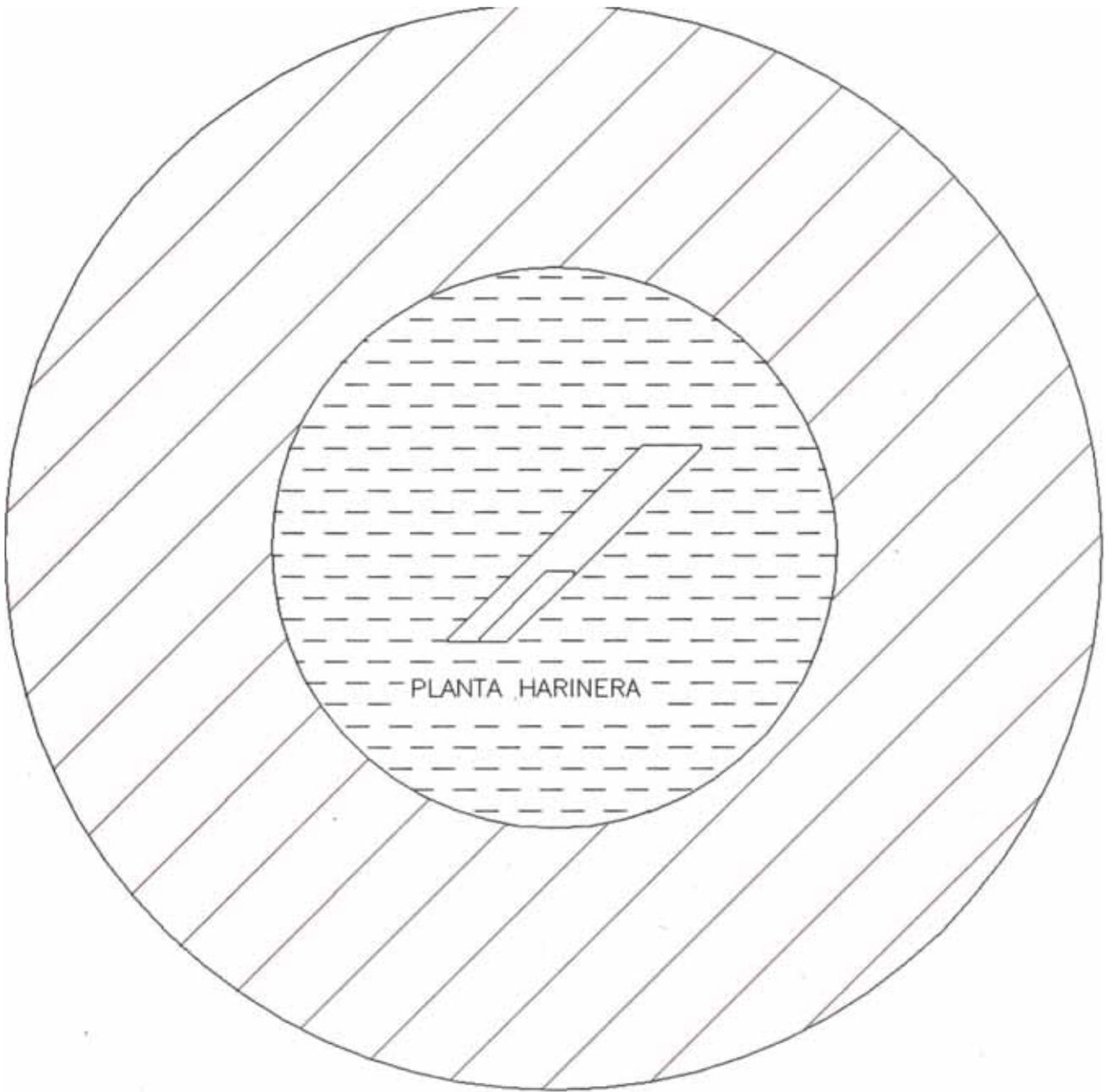


Figura No 2  
 ESQUEMA DEL VOLUMEN DE EFLUENTE GASEOSO EN UNA FABRICA DE HARINA DE PESCADO EMITIDA EN LA PLANTA EN ESTUDIO DURANTE LA PRODUCCION.



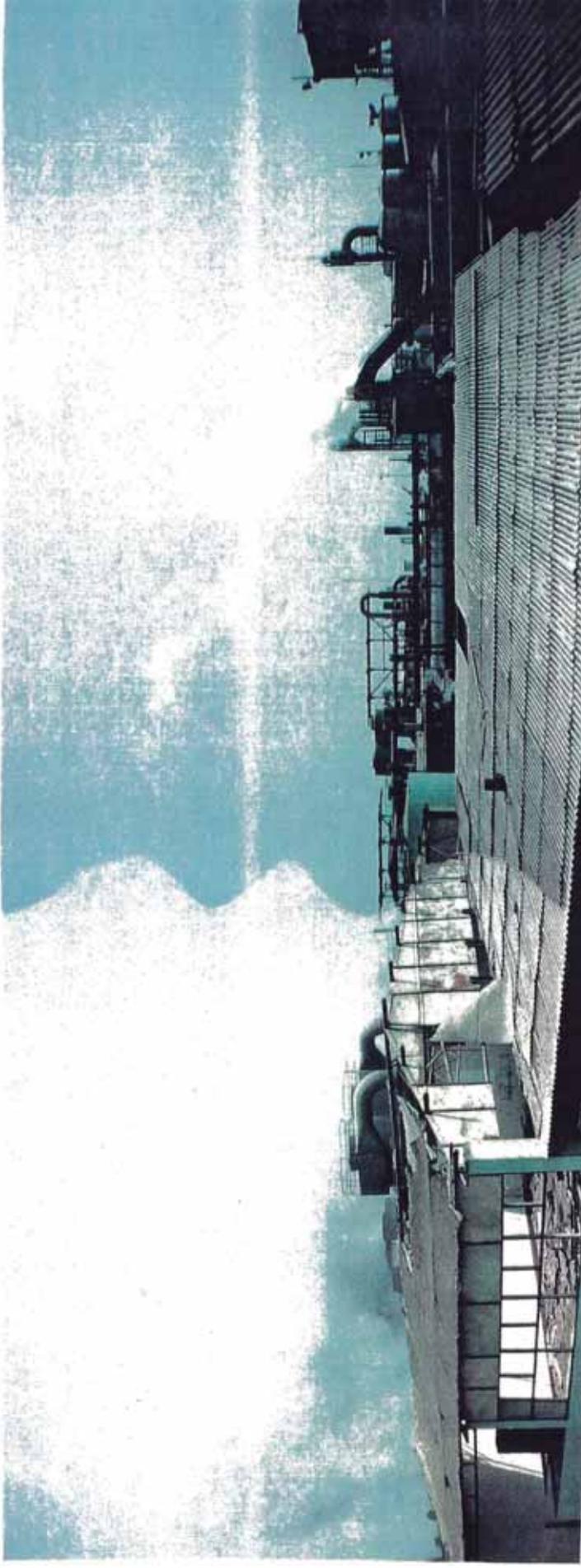
LEYENDA

-  EFLUENTE GASEOSO PRODUCIDO
-  EFLUENTE GASEOSO PERCIBIDO

Figura No 3

ESQUEMA DEL VOLUMEN DE EFLUENTE GASEOSO EN UNA FABRICA DE HARINA DE PESCADO EMITIDO Y PERCIBIDO EN LA PLANTA EN ESTUDIO DURANTE LA PRODUCCION.

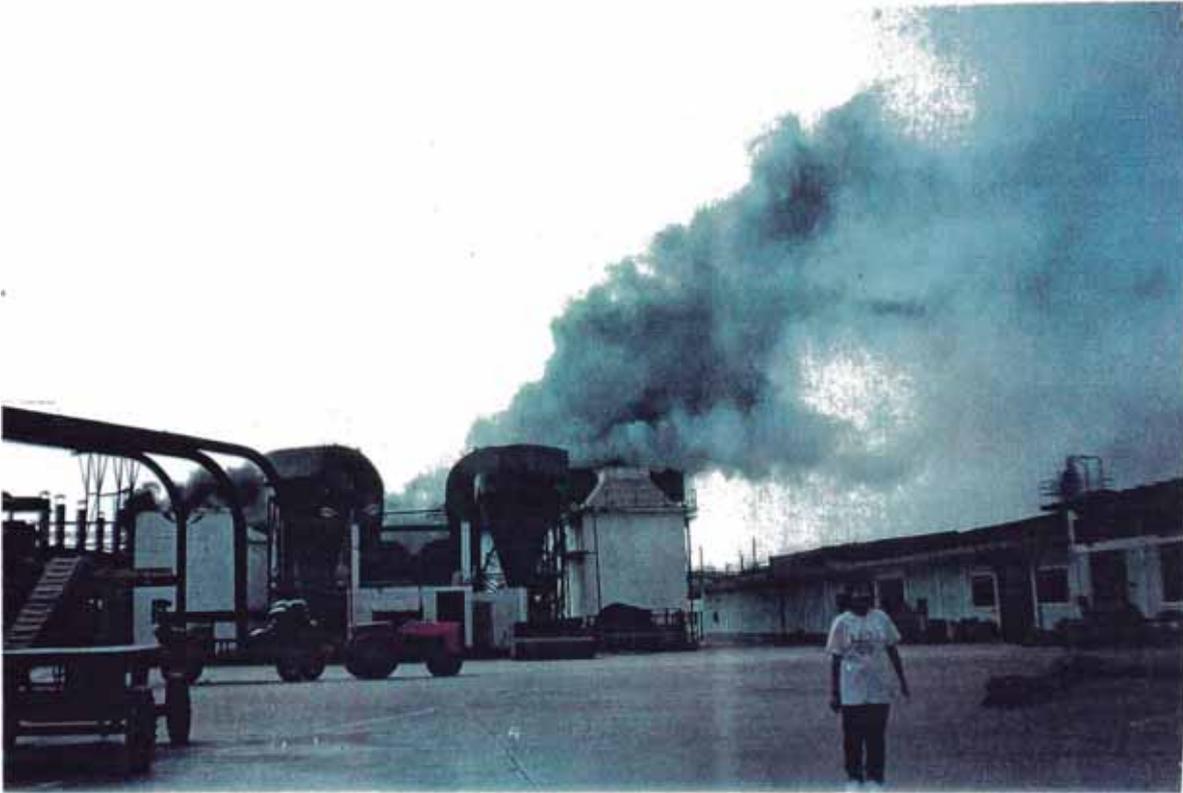
## CONTAMINACION DEL AIRE



**FOTOGRAFIA No1**

La fotografía muestra los gases, vapores y partículas finas que salen al aire y son liberados a lo largo de todos los procesos de fabricación de la harina de pescado.

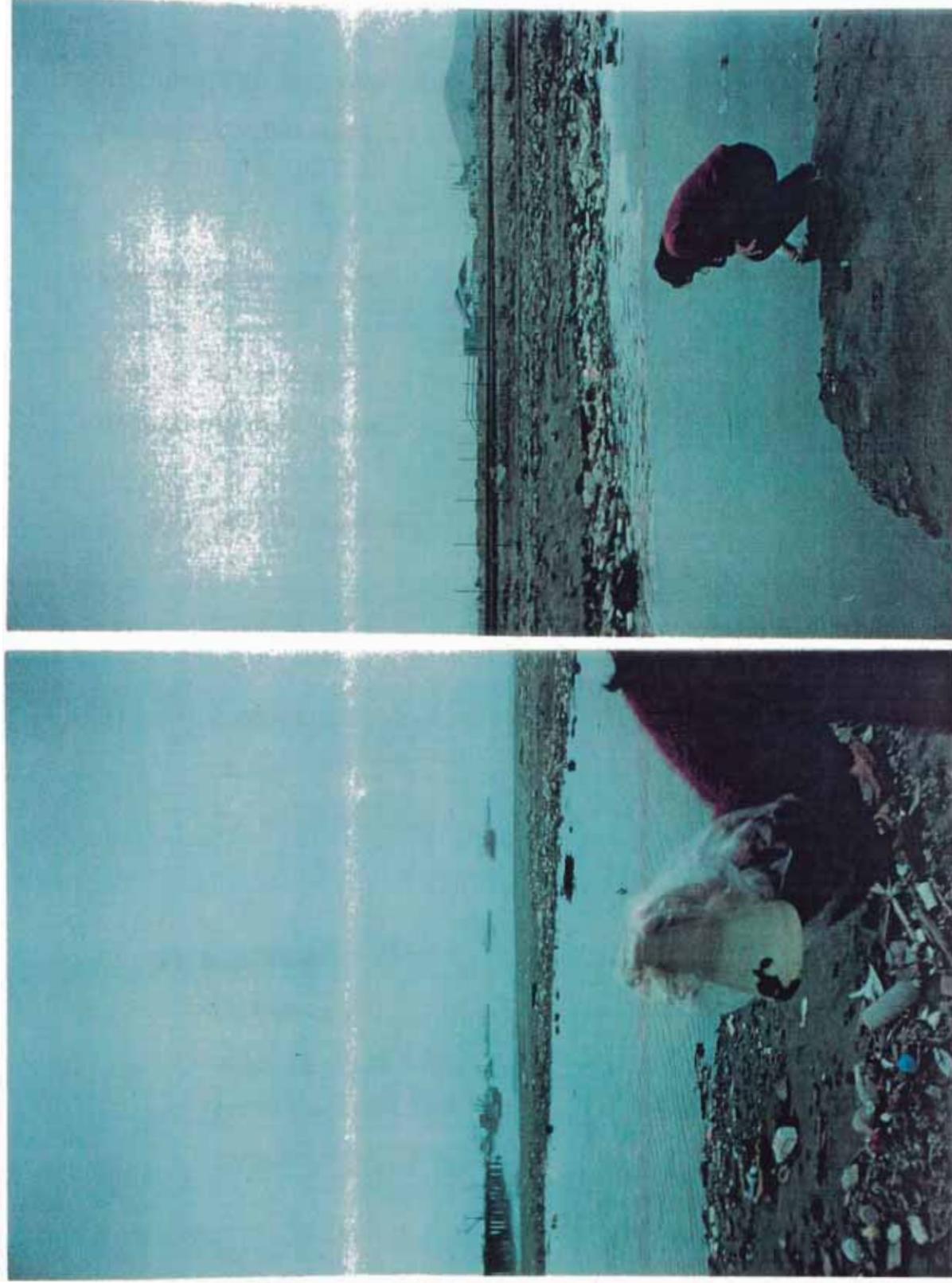
## *CONTAMINACION DEL AIRE*



***FOTOGRAFIA No2***

La fotografía muestra la densa nube negra observada en un intervalo de 15 minutos durante todo el proceso de producción y originada por la combustión del petróleo.

## CONTAMINACION EN LA ORILLA DEL MAR



**FOTOGRAFIA No3**

El vertido de las descargas domésticas en la orilla del mar sumado a los residuos sólidos vertidos crean un ambiente insalubre.

Así mismo en el proceso de ensaque y almacenamiento de la rumas se produce una contaminación en el aire que afecta a los ojos y a la piel.

## **B. Contaminantes Líquidos :**

Son tres las descargas y las más importantes que se producen en las plantas de producción de harina de pescado:

### **b.1) Agua de Bombeo**

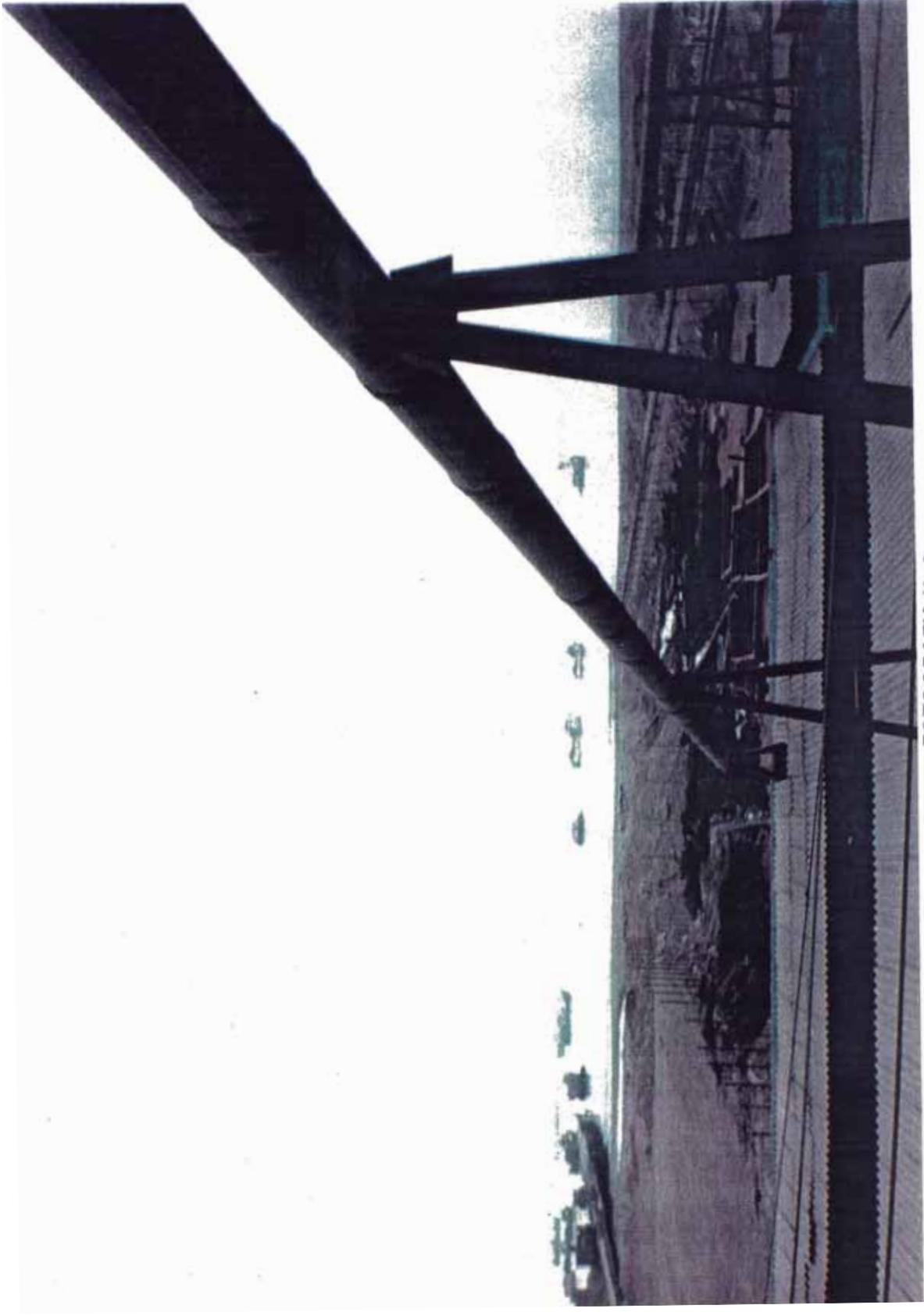
Los sistemas de descarga de pescado de la embarcación a la planta usan bombas que requieren agua en un volumen equivalente al doble de la cantidad de pescado a descargar. Esta agua retorna al mar cargada materia orgánica, tanto disuelta como en suspensión, aceites y grasas capaces de ser reutilizables.

### **b.2) Sanguaza**

Llamada también "agua de sangre". La sanguaza es un líquido acompañado de sólidos solubles, insolubles y grasa que no solo provienen del manipuleo y almacenamiento en las embarcaciones y pozas, sino también del proceso de descomposición orgánica.

La producción y volumen de este líquido está en función de los siguientes factores

## AGUA DE BOMBEO



**FOTOGRAFIA No4**

Vista del la tubería de impulsión del pescado: el problema del agua de bombeo se inicia desde el momento del transporte de la materia prima a través de las chatas hacia la planta.

*PUNTOS DE RECOLECCION DEL AGUA DE BOMBEO*



**FOTOGRAFIA No 5**

Vista frontal de las tolvas de llenado: su efluente se re epciona a través de una serie de tuberías como agua de bombeo.

*PUNTOS DE RECOLECCIÓN DEL AGUA DE BOMBEO*



**FOTOGRAFIA No 6**

Visión frontal del elevador de agua en su recorrido hasta las tolvas de pesaje: el agua de bombeo se recolecta a través de un sistema de tuberías colocadas en la parte inferior.

- Mala operación y manipuleo del pescado.
- Efecto de la acción microbiana sobre el pescado capturado.
- Método de almacenamiento inapropiado.
- Unidades de operación inadecuadas.

A partir de los primeros 20 minutos de la captura y almacenamiento de la materia prima se produce la mayor cantidad de sanguaza.. Sin embargo se ha observado que es evidente que la sanguaza se seguirá produciendo con más cantidad a partir del manipuleo en el transporte desde las chatas hacia las tolvas de recepción con mayor proporción de sólidos que aquella que se encuentra en los lugares de almacenamiento.

La proporción de sólido - líquido, en la sanguaza, varía según el caudal de la misma y el tipo de operación que se está llevando.

La composición química de la sanguaza es variable y depende del tiempo entre la captura y su procesamiento, del método de tratamiento empleado en esta etapa, de la resistencia del animal y de los factores climáticos.

No obstante la sanguaza tiene mayor valor como producto nutritivo; mucho mayor que el agua de cola .En consecuencia la descarga al mar de un porcentaje elevado de ésta (como se ha venido observando) significa una pérdida considerable de sólidos muy valiosos.

### **b.3) Agua de Cola**

El agua de cola es un líquido residual que se origina por el proceso centrífugo del líquido proveniente del separador de sólidos durante el procesamiento en la fábrica de harina de pescado.

El agua de cola se hace pasar a través de evaporadores de cuatro efectos donde se recupera de 30 - 35% de sólidos que reingresa al proceso de fabricación de harina de pescado.

El líquido residual es arrojado al mar. Lamentablemente la caracterización de este efluente por el tipo de instalación que presenta la planta no se ha podido cuantificar.

### **C. Contaminantes Sólidos :**

Son las fracciones de pescado que no son retenidos o incorporados en el proceso de producción, que **terminan** invariablemente en el mar y son notorios en el agua de bombeo, de la chata a la planta.

### **D. Contaminantes Térmicos :**

Son las modificaciones físicas producidas en el mar por influjo de las aguas calientes emitidas por las plantas de tratamiento de agua de cola , y de las aguas que salen de los intercambiadores de calor de los concentradores de solubles. Los cuales son evacuados directamente al mar.

### **E. Contaminantes de origen doméstico :**

Los desagües de los servicios higiénicos de las fabricas y las poblaciones cercanas son fuente de bacterias fecales que son vertidas al mar.

## CONTAMINACION DEL MAR



**FOTOGRAFIA No7**

Las descargas domésticas al frente de la planta forman un riachuelo de alto poder contaminante que pone en riesgo la salud de todo ser vivo.



**FOTOGRAFIA No 8**

Las condiciones en la orilla de la playa muestran claramente la gran contaminación originada

## IV.2 PUNTOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN

### En las Chatas

Contaminantes gaseosos, producidos por la combustión del petróleo diesel, provenientes de los motores que impulsan las bombas. Se produce una masa gaseosa de color negro en un intervalo de cada 15 minutos que hace muy difícil la respiración.

Contaminantes líquidos, provenientes de la bomba de agua de las bodegas de las lanchas que arrastra materia orgánica.

Combustibles y lubricantes de la chata y embarcaciones.

Aguas residuales domésticas y residuos sólidos proveniente de la tripulación de la chata.

### En los Desaguadores

Contaminantes líquidos y sólidos que acompañan al agua que transporta el pescado desde la chata a la fabrica.

El agua de transporte hidráulico constituye el mayor agente contaminante del mar puesto que por cada tonelada transportada a la planta se arrojan no menos de 35 Kg de materia sólida y 10 Kg. de aceite. Si tomamos como referencia que la planta procesadora en estudio es de 105 TM de materia prima por hora, se produciría una

pérdida de 3675 Kg. de sólidos y 1050 Kg. de aceite. Entonces en un día se arrojaran 88200 Kg. de sólidos y 25200 Kg. de aceite.

### En las Pozas de Pescado

El almacenamiento de pescado en grandes depósitos durante tiempos indefinidos producen y aceleran la descomposición de la materia prima lo que origina una gran concentración de desechos y sólidos no aprovechados por la mayoría de las plantas (para este caso particular es menor o igual a un día ). Este sufre las presiones de su propio peso liberando fluidos. De no ser incorporados en el proceso de producción se convierte en un gran contaminante que destruye el hábitat en el mar.

### En los Secadores

En estas unidades se producen grandes volúmenes de contaminantes gaseosos, líquidos y sólidos.

Contaminantes gaseosos resultantes de la combustión del petróleo, vapor de agua, gases de combustión de partículas de pescado.

Contaminantes líquidos con partículas no combustionadas de petróleo, condensados de petróleo, petróleo crudo que gotea en los quemadores y tuberías de conducción.

Contaminantes sólidos como partículas de carbón y cenizas

### En el ensaque

Deshechos sólidos de harina de pescado en suspensión cubren toda el área de ensaque.

### En la Planta de Tratamiento del Agua de Cola

Se producen vapores de agua condensados, además el proceso emplea recirculación de agua para el enfriamiento de la planta, esta agua es vertida al mar con una fuerte diferencia de temperatura.

### En la descarga proveniente de la limpieza de la planta

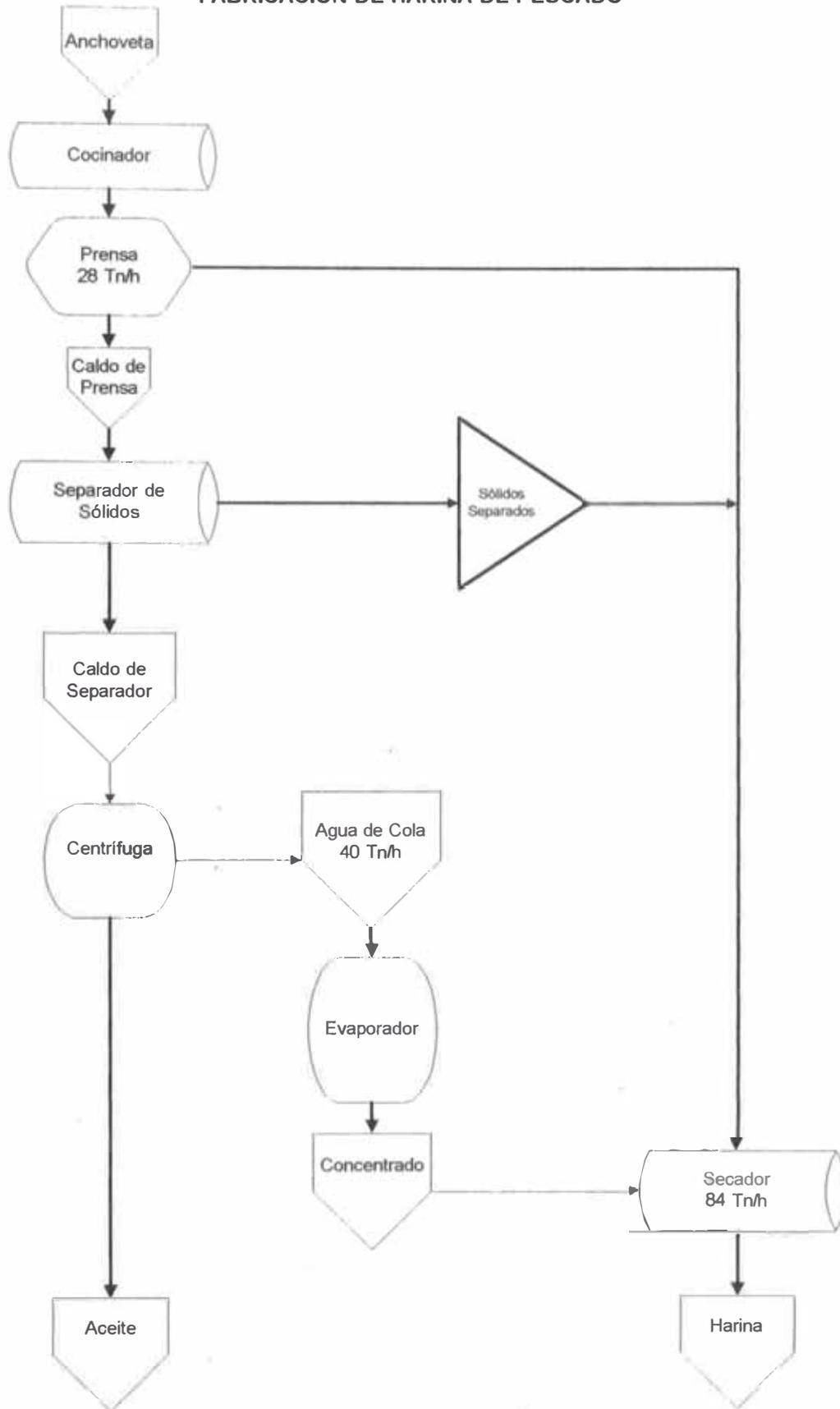
El desagüe proveniente de la limpieza de la planta, el cual es un gran contaminante debido a que en su contenido presenta una elevada concentración de soda cáustica.

Los ácidos y álcalis empleados por la limpieza de la fábrica producen vapores que inflaman las vías respiratorias y el constante contacto con ellos producen reacciones alérgicas a la piel y ojos cuando no se toman las debidas precauciones.

### En las descargas provenientes de los Servicios Higiénicos

Las aguas de los servicios higiénicos son la principal fuente de bacterias patógenas, las cuales son vertidas al mar o en sus inmediaciones

Figura No 04  
FLUJO DE LA MATERIA PRIMA EN DE UNA PLANTA DE  
FABRICACION DE HARINA DE PESCADO



### **IV.3 MEDIDAS DE CAMPO**

Durante nuestro estudio en la planta harinera decidimos dirigirnos al principal contaminante de dicha planta: El Agua de Bombeo y las fracciones de pescado que trae consigo.

Es obvio además que tanto las descargas industriales como las domésticas necesitaban tratamiento diferente.

#### **a) Lugar de Muestreo**

En vista de la gran magnitud de nuestro estudio se escogieron los puntos críticos de contaminación y de mayor representatividad en las áreas principales:

##### **Fuera de la Planta:**

- Al lado de las chatas de embarcación ( a 800m de la orilla)
- A 10 metros de la orilla del mar

##### **Dentro de la Planta:**

En todo el sistema de tratamiento de agua de bombeo, hicimos una evaluación de este, para tal fin se tomaron los siguientes puntos de muestreo:

- Entrada del agua de bombeo
- Entrada al Tanque Despumador
- Salida del Tanque Despumador

UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO  
EN LA PLANTA PESQUERA

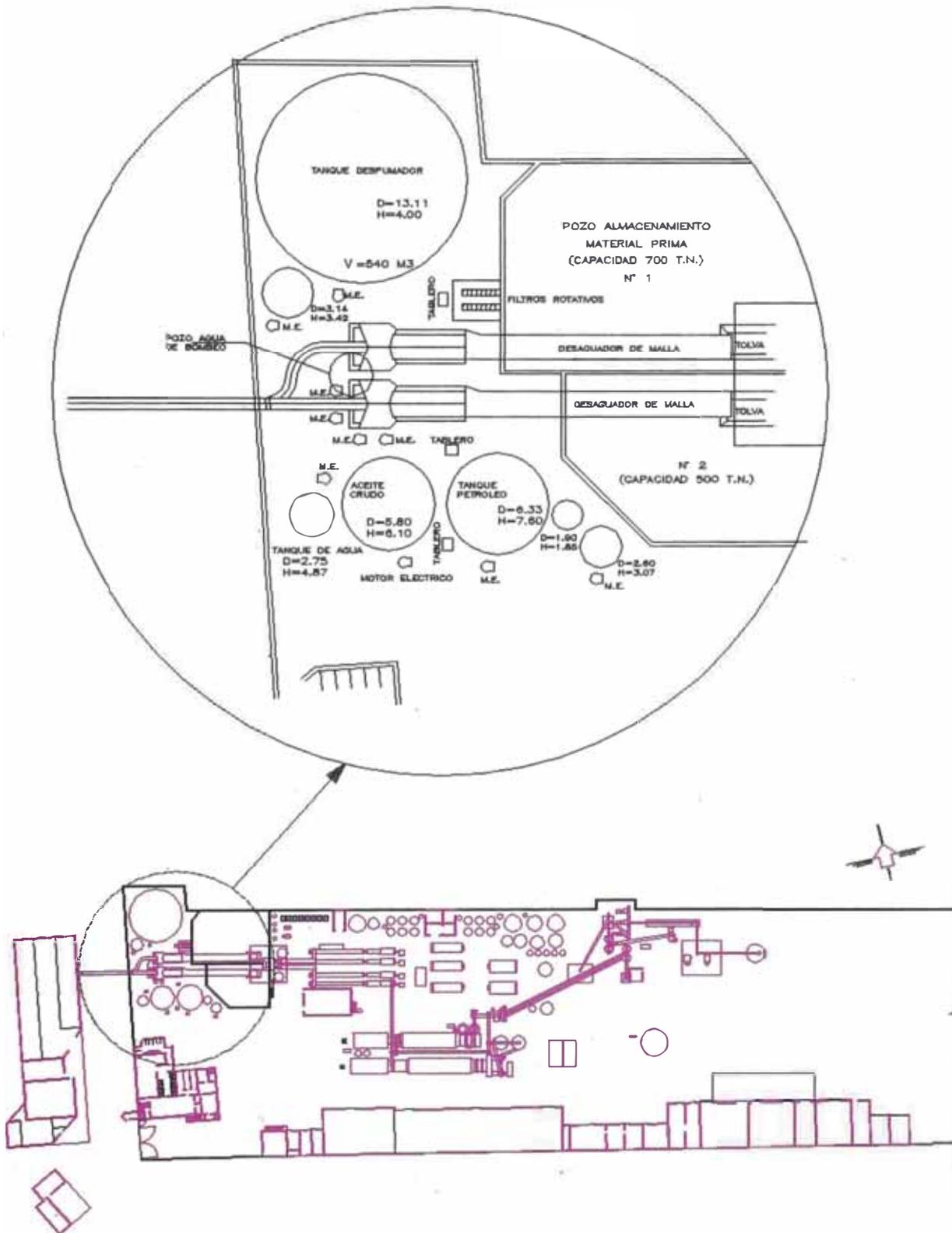
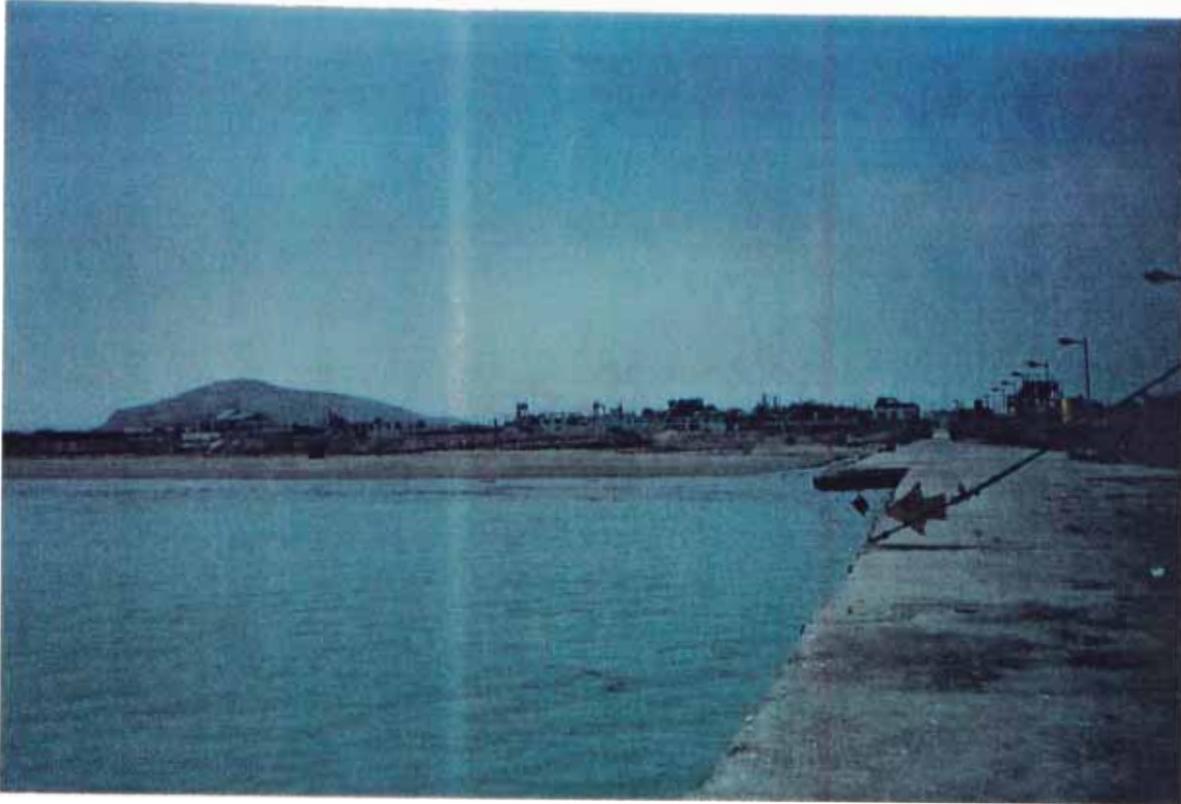


Figura No 05

UBICACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



**FOTOGRAFIA No9**

Ubicación del punto de muestreo a 10m de la orilla del mar



**FOTOGRAFIA No10**

La fotografía muestra la ubicación del punto de muestreo al lado de las chapas de embarcación

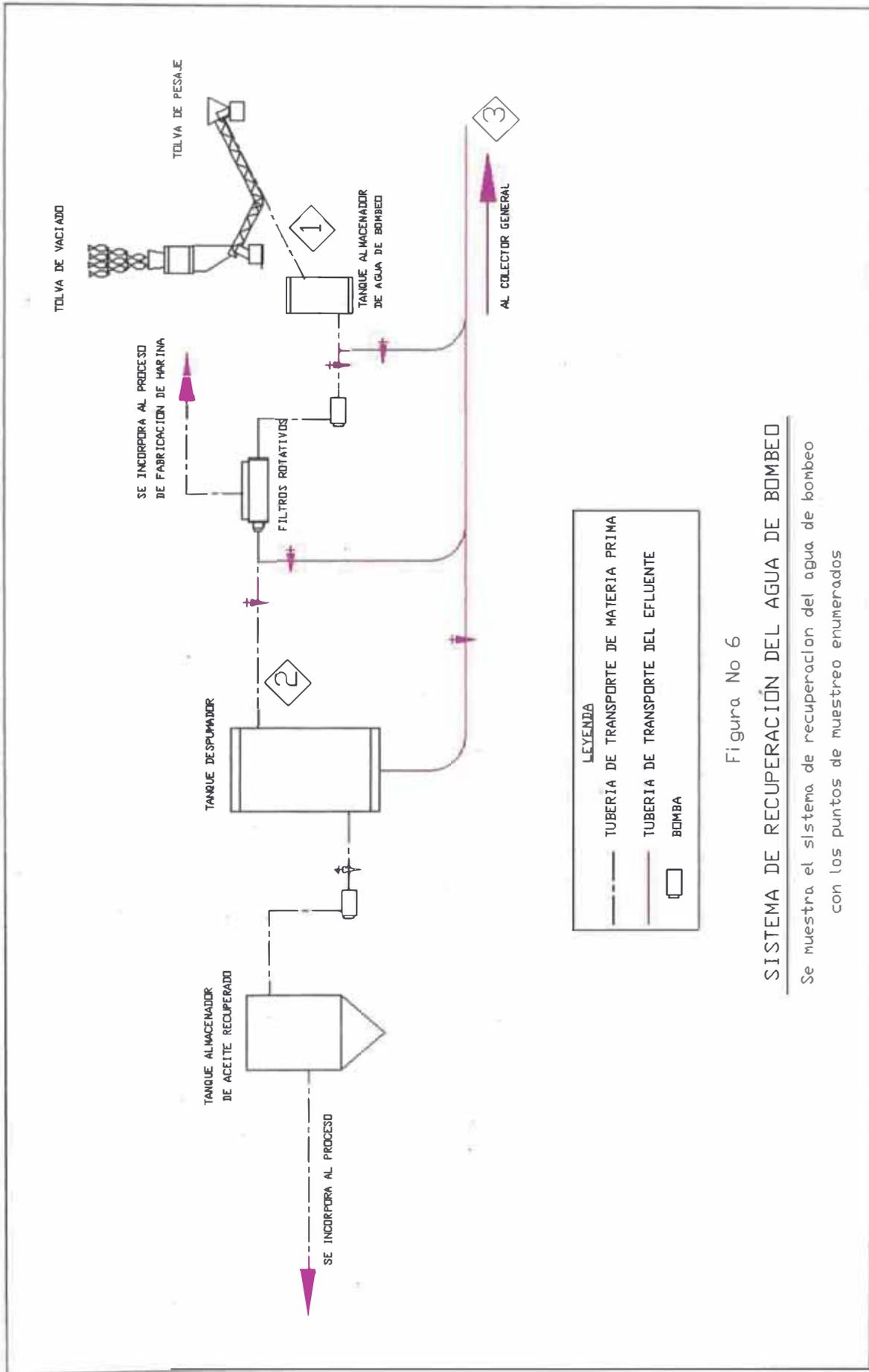


Figura No 6

### SISTEMA DE RECUPERACION DEL AGUA DE BOMBEO

Se muestra el sistema de recuperacion del agua de bombeo con los puntos de muestreo enumerados

*UBICACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO*



**FOTOGRAFIA No11**

Vista del tanque de agua de bombeo el cual, se utilizó como punto de muestreo

## UBICACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



**FOTOGRAFIA No12**

Vista de una unidad de la serie de filtros rotativos. La ubicación del punto de muestreo a la Entrada del tanque despumador coincide con el efluente de los filtros rotativos.



**FOTOGRAFIA No13**

La fotografía muestra la parte superficial del tanque despumador. La ubicación de un punto de muestreo corresponde al efluente del tanque despumador.

## b) Método de Muestreo

### **Fuera de la Planta:**

Para tener acceso a la chata de embarcación utilizamos un remolcador. Al arribar a las chatas se marcaron puntos en cada una de ellas con una pequeña cantidad de pintura para muestrear todas las veces en el mismo punto.

De manera similar se trabajó para muestrear a 10 metros de la orilla, para ello nos valimos del muelle existente y con una wincha y pintura establecimos un punto de referencia.

### **Dentro de la Planta:**

El muestreo en esta zona fue estrictamente durante la época de producción, en los puntos ya señalados. Es importante resaltar la falta de higiene y seguridad industrial en esta zona de producción tan peligrosa por la concentración de equipos pesados que se encuentran operando, y produciendo paralelamente una gran contaminación en los diferentes sectores de la fábrica. El trabajo lo tuvimos que realizar protegidas de cascos, guantes y máscaras antigases.

En todo momento las botellas empleadas fueron preparadas según las normas de los Métodos Estándar para Aguas y Aguas de

Deshechos y todas las técnicas de muestreo que se emplearon fueron conforme a los mencionados.

Los frascos de muestreo fueron protegidos con bolsas de polietileno con el fin de evitar su contaminación antes y después del muestreo.

**c) Parámetros Analizados**

**Fuera de la Planta:**

Se analizaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que a continuación se nombran:

- pH
- Temperatura
- Demanda Bioquímica de oxígeno
- Coliformes Fecales
- Coliformes Totales

**Dentro de la Planta:**

Se basó estrictamente en los análisis fisico-químicos que se mencionan a continuación:

- pH
- Temperatura
- Sólidos Sedimentables

- Sólidos Totales
- Sólidos Suspendidos
- Sólidos Totales Fijos
- Sólidos Totales Volátiles
- Demanda Bioquímica de oxígeno
- Grasas

#### IV.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los valores más representativos correspondientes a los análisis tomados fuera de la planta se muestran a continuación en el siguiente cuadro 6:

Cuadro 6

Lugar Parámetro	a 10 m	a 800 m	Unidad
pH	7.4	7.3	
Oxígeno Disuelto	0	0	mg/L
DBO	14.37	11.31	mg/L
Temperatura	18.5	19.3	°C
Coliformes Totales	$1,4 \times 10^6$	$1,4 \times 10^3$	NMP/100ml
Coliformes Fecales	$4,5 \times 10^5$	25,0	NMP/100ml

y los valores más representativos correspondientes a los puntos analizados dentro de la planta se presentan a continuación en el Cuadro 7 de la página siguiente:

CUADRO DE RESULTADOS CORRESPONDIENTES A LOS ANALISIS FISICO QUIMICOS

Fecha Flujo de Producción(Tn) Punto	02/12/1996 506,315			08/12/1996 334,496			11/12/1996 420,378			12/12/1996 469,659			13/12/1996 746,02			19/12/1996 61,77			26/12/1996 1739,618															
	CH	EAB	ETD	STD	D	CH	EAB	ETD	STD	D	CH	EAB	ETD	STD	D	CH	EAB	ETD	STD	D	CH	EAB	ETD	STD	D									
PARAMETRO	Unidad																																	
pH	° C	-	7.5	7.5	7.3	-	6	-	6	6	-	7.5	7.5	7.5	-	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	-	7	7	7	7	7.5								
T	ml/h	-	18.4	18.6	19.5	-	20.9	-	18.4	19.9	-	37.5	30.3	-	18.5	18.6	-	17	18.5	18.6	-	17.2	19	17	-	18.3								
S.Sedimentable	mg/L	-	70890	49292	1E+05	-	-	-	45704	66780	35520	-	39384	40728	46800	36032	-	46566	63335	47700	-	36545	45800	62223	46500	-	45668	60172	39630	-	79183	6223	87860	
S.Totales	mg/L	-	29840	28420	64580	-	-	-	32844	-	22592	28680	-	32844	-	32978	-	5587	-	29820	-	29820	-	29820	-	30010	27647	20263	-	30010	27647	20263		
S.T.Fijos	mg/L	-	41050	20872	51480	-	14.4	-	42464	9668	-	18138	6372	-	5587	-	15748	-	15748	-	15748	-	15748	-	10815	-	48173	34576	55677	-	48173	34576	55677	
S.T.Volátiles	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	6540	-	36505	328.7	-	6540	-	11.3	-	11.3	-	11.3	-	11.3	-	11.3	-	634	-	-	-	-	634	-	-	
DBO5	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	20467	-	20584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grasas	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Leyenda

- CH Chata de Embarcación
- EAB Entrada del Agua de Bombo
- ETD Entrada del Tanque Despumador
- STD Salida del Tanque Despumador
- D Desague de las Instalaciones Sanitarias

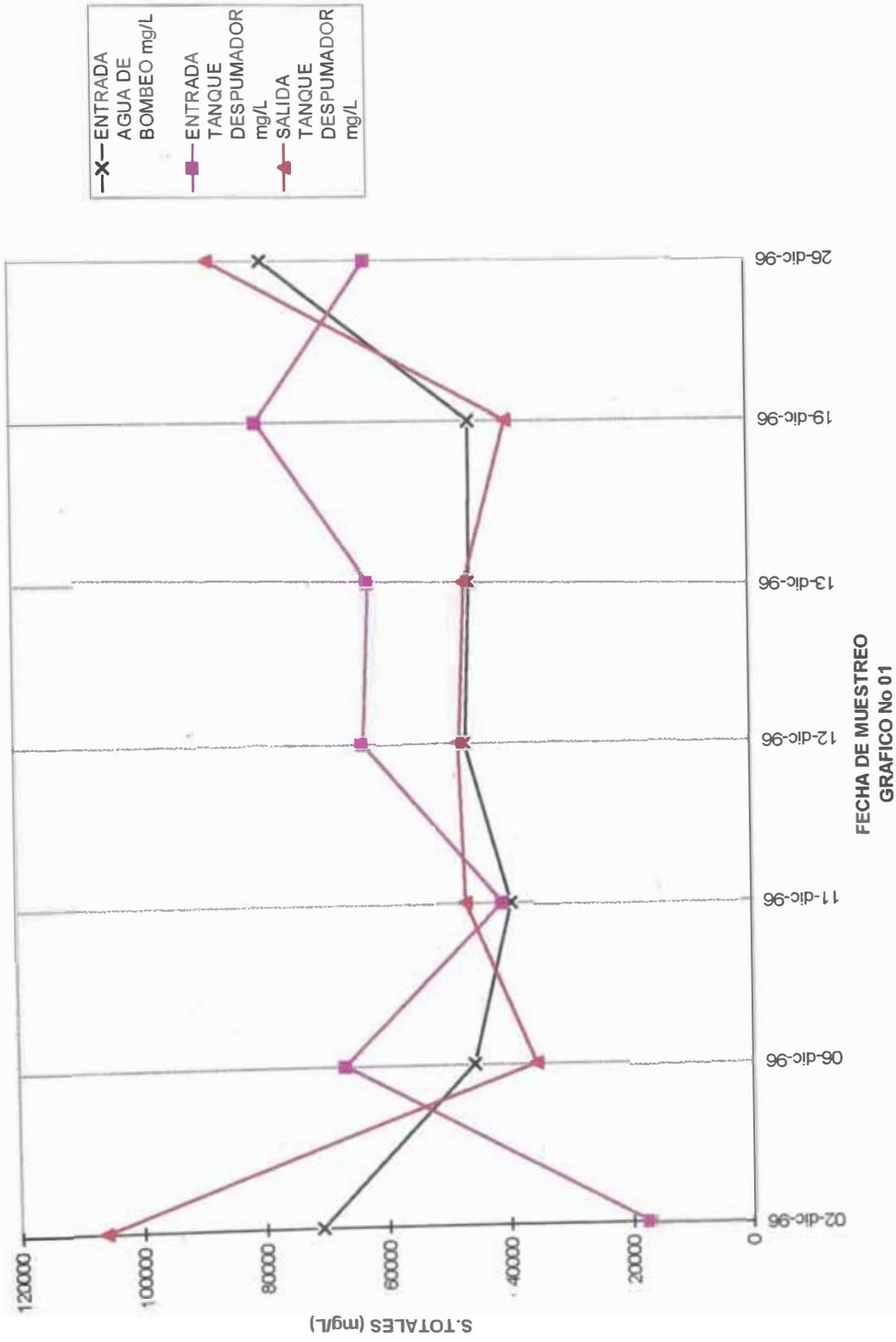
CUADRO No 08

**SOLIDOS TOTALES EN LOS EFLUENTES**

No	FECHA	ENTRADA AGUA DE BOMBEO mg/L	ENTRADA TANQUE DESPUMADOR mg/L	SALIDA TANQUE DESPUMADOR mg/L
1	02/12/1996	70890	17271	106070
2	06/12/1996	45704	66780	35520
3	11/12/1996	39384	40728	46800
4	12/12/1996	46666	63335	47700
5	13/12/1996	45800	62223	46600
6	19/12/1996	45668	80172	39630
7	26/12/1996	79183	62223	87860

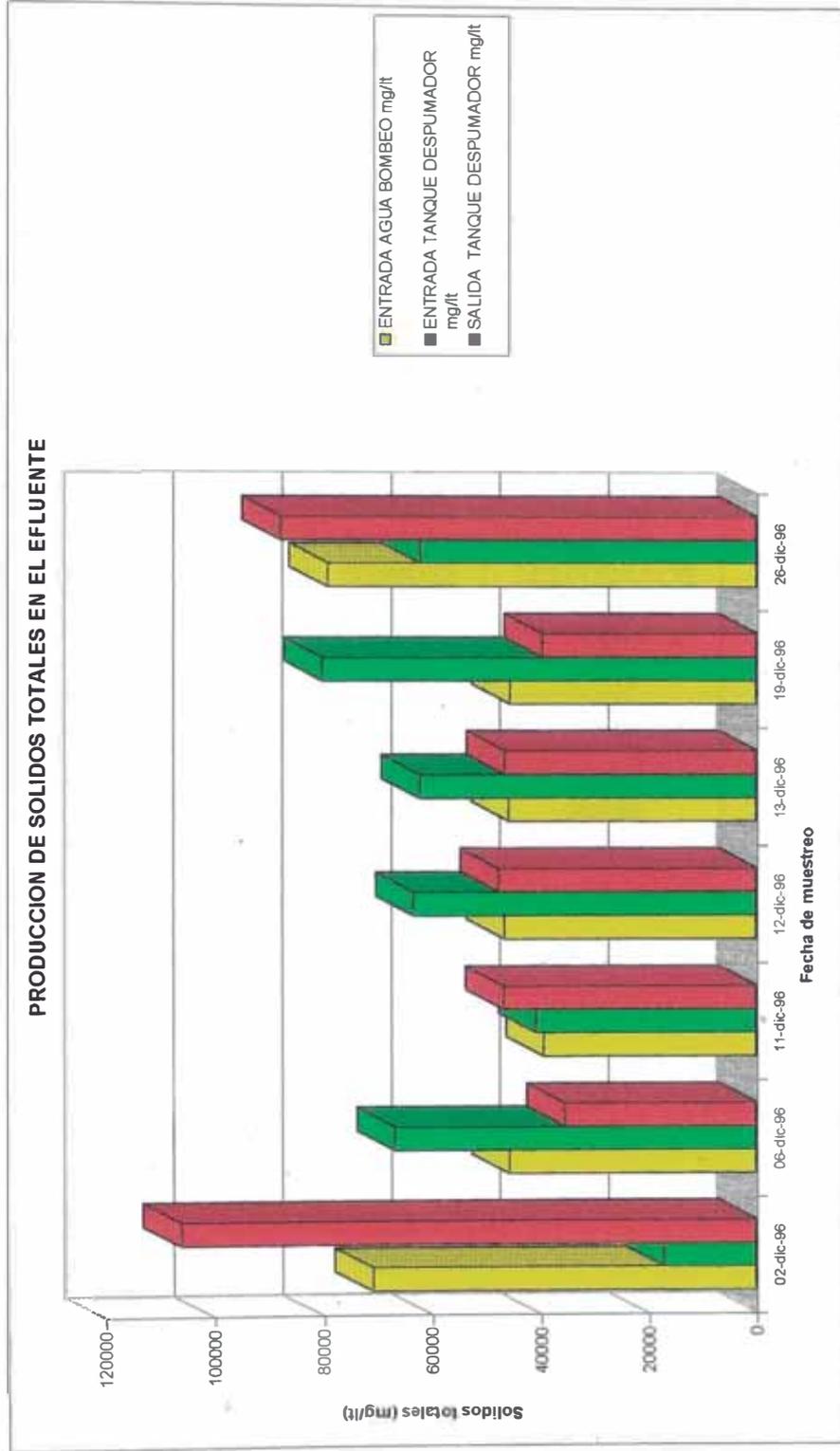
Nota : Solidos Totales (mg/lit)

# SOLIDOS TOTALES EN LOS EFLUENTES



FECHA DE MUESTREO  
GRAFICO No 01

**PRODUCCION DE SOLIDOS TOTALES EN EL EFLUENTE**



**GRAFICO No 02**

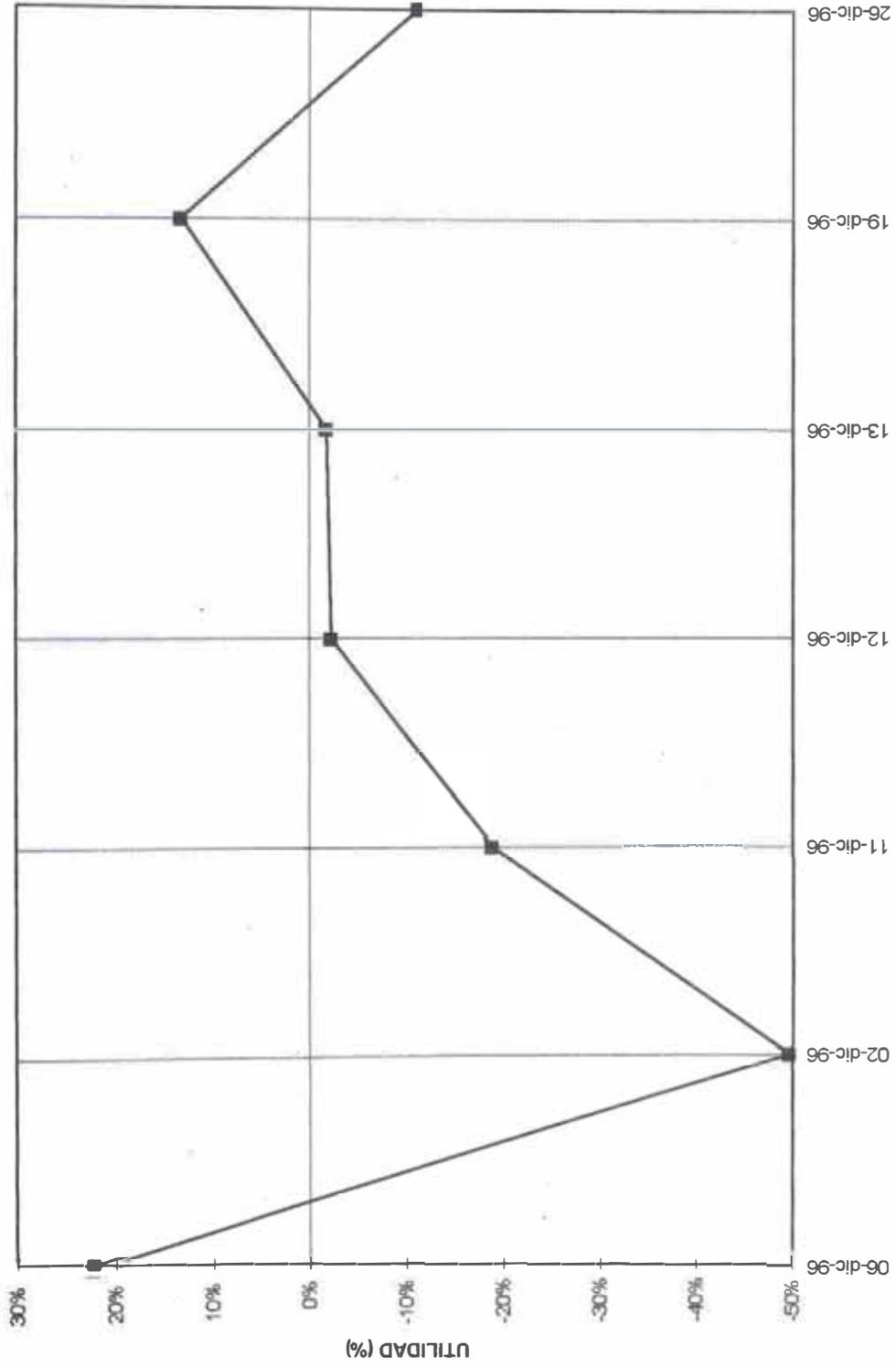
CUADRO No 09

**PORCENTAJE DE AGUA DE BOMBEO EN EL SISTEMA DE RECUPERACION ACTUAL**

No	FECHA	ENTRADA AGUA DE BOMBEO mg/L	SALIDA TANQUE DESPUMADOR mg/L	EFICIENCIA %
1	02/12/1996	70890	106070	-49,63
2	06/12/1996	45704	35520	22,28
3	11/12/1996	39384	46800	-18,83
4	12/12/1996	46666	47700	-2,22
5	13/12/1996	45800	46600	-1,75
6	19/12/1996	45668	39630	13,22
7	26/12/1996	79183	87860	-10,96

Nota : Solidos Totales (mg/lt)

O CEN TA E DE A A DE BOM BEO EN EL SISTEMA DE EC E ACIÓN ACT AL



FECHA DE MUESTREO  
GRAFICO No 03

## IV.5 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En nuestros resultados el parámetro que llama más la atención corresponde a los valores de la DBO<sub>5</sub> los cuales son muy elevados. En este caso los valores obtenidos tienden a ser 100 a 200 veces mayor a los obtenidos por la descarga de un desagüe doméstico.

Si tomamos como referencia una descarga de 750 lps con una carga orgánica de 20467 mg/L como DBO<sub>5</sub>, se puede observar que la carga contaminante de la planta en estudio durante la época de producción es 26538 Tn/día en unidades de término equivalente se puede relacionar con la descarga que produciría una población de 53 millones de habitantes.

A la alta contaminación producida por la carga orgánica que se ha observado se suma las elevadas concentraciones de Sólidos Suspendedos, Sólidos Totales Fijos, Sólidos Totales Volátiles y Grasas que no quedan desapercibidos debido al elevado valor que presentan. Es importante mencionar que a estos valores no sólo se le asocia con el grado de contaminación que causan al medio ambiente sino también con la pérdida que causa a la empresa harinera, teniendo a su vez en cuenta que la Planta en estudio es una de las pocas que tiene un pequeño sistema de recuperación.

Desde la orilla hasta una distancia de 800 metros mar adentro en la zona de estudio se ha encontrado que la concentración de Oxígeno Disuelto es de 0 mg/Lt . Esa concentración de oxígeno inhibe o elimina el crecimiento y desarrollo de organismos aeróbicos.

Los resultados de los análisis bacteriológicos señalan las concentraciones provenientes de los desechos domésticos e industriales de las fábricas de harina de pescado.

#### **IV.6 ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA ANUAL PRODUCIDA EN LA PLANTA HARINERA**

A continuación se va a proceder al cálculo de las Tn de harina de pescado que la fábrica puede producir con la enorme cantidad de sólidos que se encuentra presente en los efluentes arrojados al mar.

Para poder efectuar estos cálculos se tomarán las siguientes consideraciones técnicas obtenidas en campo:

1. El Tanque de Agua de Bombeo presenta un volumen de 12,60m<sup>3</sup> y un caudal de 18 lps.
2. El caudal promedio del efluente vertido al mar es 750 lps
3. El Tanque despumador presenta un volumen de 540m<sup>3</sup>
4. La concentración mínima de sólidos totales en el efluente es de 35 520 mg/L y de 45 704 mg/L para el Agua de Bombeo.

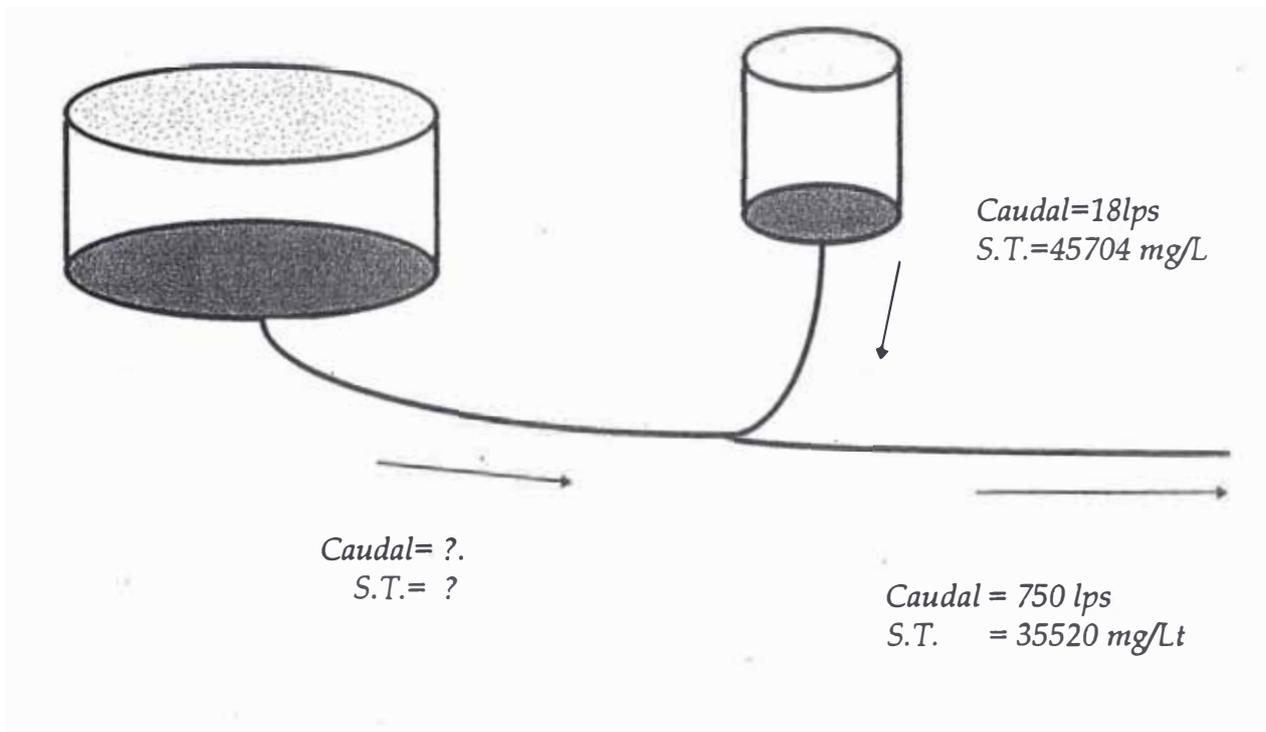
5. La capacidad de la bomba absorbente es de 120 Tn de pescado y la proporción agua-sólidos de de 2:1.
6. Se toma como referencia el transporte de 120 Tn de Pescado de la Chata al mar.
7. El costo de una Tonelada de Harina al 30 de Diciembre de 1996 es de 637 dólares americanos.
8. Los resultados proporcionados de la producción promedio anual del año 1996 son :

. Cuadro 10

	Peso Tn	Sólidos %	Grasas %	Sólidos Tn	Grasas Tn
Materia Prima	28358,222	19,31%	6,25%	5475,97	1772,39
Harina Producida	6338,37	81,76%	10,45%	5182,25	662,36
Aceite Producido	1036,93	0,21%	99,67%	2,18	1033,51

**Solución:**

1. Como primer paso se procede a elaborar un pequeño esquema del problema planteado



2. El caudal promedio del tanque despumador es:

$$\begin{aligned} &= \text{Caudal promedio total} - \text{Caudal Tanque agua de Bombeo} \\ &= 750 - 18 \\ &= 732\text{ lps} \end{aligned}$$

3. Para tener como referencia se procederá a calcular la concentración de sólidos que es descargada por el tanque despumador.

$$\frac{\text{Concentracion 1} \times \text{Caudal 1} + \text{Concentracion 2} \times \text{Caudal 2}}{\text{Caudal 1} + \text{Caudal 2}} = \text{Concentracion 3}$$

$$\frac{45704 \times 18 + \text{Concentracion 2} \times 732}{750} = 35520 \text{ mg / L}$$

$$\text{Concentracion 2} = 35270 \text{ mg / L}$$

4. El caudal promedio descargado por cada hora de bombeo se obtiene transformando 750 lps a lt/hora:

$$750 \times 3600 = 2,7 \times 10^6$$

El valor obtenido es de  $2,7 \times 10^6$  lt/h.

5. Tomando como referencia que la concentración mínima de sólidos en el efluente es de 35 520 mg/Lt y que la descarga horaria corresponde a  $2,7 \times 10^6$  lt/h encontramos la descarga horaria de sólidos según los siguientes cálculos:

$$35\,520 \text{ mg/L} \times 2,7 \times 10^6 \text{ lt/h.} = 9,59 \times 10^{10} \text{ mg/h}$$

y sabiendo que 1 Tn es igual que  $10^9$  mg entonces:

$$9,59 \times 10^{10} \text{ mg/h} \times 10^{-9} = 95,9 \text{ Tn/h.}$$

6. Además si asumimos el caso hipotético de transportar 120 Tn procedemos a determinar el volumen de agua de bombeo como sigue:

$$\begin{aligned}\text{Agua de bombeo} &= 2 \times \text{cantidad de pescado a bombear} \\ &= 2 \times 120 \text{ Tn} = 240 \text{ Tn}\end{aligned}$$

que representa un total de 360 Tn de peso transportados.

7. Considerando que la capacidad de la bomba absorbente es de 120 Tn/h se procede a calcular el tiempo de bombeo para 120 Tn de pescado:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de bombeo} &= \text{Peso de Pescado/Capacidad de la bomba} \\ &= 120 \text{ Tn}/120 \text{ Tn/h} \\ &= 1\text{h}\end{aligned}$$

8. Entonces los sólidos totales que se pierden se pueden determinar a partir de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}\text{Sólidos Totales Arrojad} \\ \text{os en el Transporte} &= \text{Descarga Horaria} \times \text{Tiempo} \\ &= 95,9 \text{ Tn/h} \times 1\text{h} \\ &= 95,9 \text{ Tn}\end{aligned}$$

9. Del cuadro de producción promedio anual correspondiente al año 1996 observamos que la empresa registró una cantidad de 28 358,22. Con este dato procedemos a calcular la cantidad aproximada de agua de bombeo utilizada:

$$\begin{aligned}\text{Agua de bombeo} &= 2 \times \text{cantidad de pescado a bombear} \\ &= 2 \times 28\,358,22 \\ &= 56\,716.44 \text{ Tn}\end{aligned}$$

10. Si determinamos el factor de proporcionalidad entre la cantidad de sólidos arrojados al mar y el agua de bombeo tendremos:

$$\frac{\text{Peso.Sólidos.Arojados.al.mar}}{\text{Peso.Agua.de.Bombeo}} = \frac{95.9 \text{ Tn}}{240 \text{ Tn}} = 0,40$$

11. En base a este análisis podremos calcular un valor referencial de la cantidad de sólidos arrojados al mar

$$\begin{aligned}\text{Sólidos Totales Arrojados} \\ \text{al mar en un año} &= \text{Cantidad Agua Bombeo} \times \text{Factor} \\ &= 56\,716.44 \text{ Tn} \times 0.40 \\ &= 22\,686.6 \text{ Tn}\end{aligned}$$

12. Del cuadro de producción anual 1996 también se observa que 5475.97 Tn de Sólidos producen 5182.25 Tn de harina y utilizando una regla de tres simple calculamos la cantidad de harina que la fábrica de harina de pescado podría producir con 22 686.6 Tn de Sólidos.

$$\begin{array}{l} 5475.97 Tn \xrightarrow{\text{Producen}} 5182. Tn. de. Harina \\ 22686.6 Tn \xrightarrow{\text{Producen}} x \end{array}$$

$$x = \frac{22686,6 \times 5182,25}{5475.97} = 21469.7 \cong 21470 Tn de Harina$$

13. Conociendo que el costo de cada Tonelada de Harina es igual a 637 dólares americanos podemos hacer los siguientes cálculos:

$$\text{Pérdida Anual en dólares} = \text{Peso de Harina no producida} \times \text{Costo por Tn de harina producida}$$

$$\text{Pérdida Anual en dólares} = \text{Peso de Harina no producida} \times 637 \text{ dólares/Tn de harina}$$

$$\text{Pérdida Anual en dólares} = 21470 \text{ Tn de harina} \times 637 \text{ dólares/Tn de harina}$$

$$\text{Pérdida Anual en dólares} = 13'676.208$$

**Este valor nos informa que durante un año se arrojaron al mar 13'676.208 de dólares**

## CAPITULO V

# TECNOLOGIA APLICADA A LOS EFLUENTES RESIDUALES EN PAÍSES DESARROLLADOS

### V.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo está orientado a exponer las principales soluciones propuestas en países desarrollados para el tratamiento de los efluentes provenientes de la fabricación de Harina de pescado.

Como sabemos dichos efluentes contienen gran cantidad de sólidos y grasas que sin tratamiento representan un alto potencial contaminante en el ecosistema marino, en unos casos, y en otros daña el sistema de alcantarillado provocando graves problemas de incrustaciones .

En vista de esta problemática se planteó diferentes alternativas que permiten minimizar la carga contaminante del efluente, protegiendo así las alcantarillas a las cuales son descargadas.

Si a estas aguas residuales de la industria se les retienen sedimentos o sustancias que flocculen por reacción (por ejemplo una proteína), dentro de las alcantarillas, es posible evitar así las sedimentaciones en las mismas tuberías.

Reduciendo la carga orgánica que fácilmente se descomponen en las alcantarillas se elimina o reducen las condiciones de insalubridad en el medio ambiente.

Se sobrentiende que antes de aplicar cualquier proceso u operación para el tratamiento de los desechos residuales de la industria pesquera deben realizarse análisis exhaustivos para determinar con precisión la eficacia técnica de las unidades a aplicarse y específicamente la concentración y tipo de reactivo a ser utilizados.

## **V.2 PROCESOS APLICABLES EN EL PRETRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

Para el pretratamiento se pueden emplear los siguientes equipos:

**REJILLAS** (Manuales o mecánicas)

**EQUIPOS DE FILTRADO:**

Consiste en un equipo de tambor de rejilla (ancho luz 0,25 y 1 mm), que tiene capacidad para retener sustancias en suspensión y sedimentables en un 50% de los desechos presentes en el desagüe crudo.

**SEPARADORES DE GRASA :**

Estos separadores vienen equipados con cámaras tanto superficiales como de fondo.

La aplicación de los procesos anteriormente descritos para aguas residuales industriales se reducen los sedimentos y las sustancias no disueltas en un 99% las grasas en un 85% , proteínas en un 60% y la DBO5 en un 50%

### **V.3 PROCESOS POSIBLES PARA LA DEPURACION TOTAL DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PRETRATADAS**

#### **V.3.1 GENERALIDADES**

La depuración total de aguas residuales al interior de las plantas no forma parte, en las industrias procesadoras de pescado. Este proceso esta dirigido a obtener calidades de aguas residuales que cumplan con los límites permisibles.

A ellas pertenecen los procesos biológicos de depuración de aguas residuales.

Las sustancias orgánicas constitutivas de las aguas residuales provenientes de la industria procesadora de pescado pueden degradarse fácilmente en forma biológica.

Durante el diseño, construcción u operación de plantas para depuración de aguas residuales deben tenerse en cuenta, sin embargo , los siguientes principios:

Análisis previos detallados:

Determinación de los criterios de medición considerando las medidas de manejo interno, las posibilidades de pretratamiento de las aguas residuales, de la oscilación de las cargas de contaminación en promedio diario, semanal y anual y la determinación de nutrientes en las aguas residuales que van a ser tratadas (DBO<sub>5</sub> : N : P)

Ensayos en un marco Apropiado.

Escala y período de prueba a elegir.

Análisis para el aprovechamiento de los lodos que se generan.

Medidas especiales de construcción y operación para evitar la corrosión (corrosión CO<sub>2</sub> con gasificación con oxígeno) y emisiones de olores.

Consideración del problema de lodo expansivo.

Existen buenas experiencias con el tratamiento biológico de las aguas, residuales provenientes de la Industria pesquera.

#### **V.4 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS DEL PROCESO INDUSTRIAL**

##### **TANQUES DE SEDIMENTACIÓN :**

Se emplea para separar aceites grasas emulsionados así como sólidos suspendidos con capacidad de floculación y sólidos sedimentables.

##### **TANQUES DE AIREACION Y DIGESTION**

Son tanques para reducir y compensar la capacidad de digestión de las aguas residuales que permitan reducir los malos olores.

##### **EQUIPOS DE FLOTACIÓN:**

Para la extracción de elementos emulsionados y microelementos en suspensión

##### **EQUIPOS DE BOMBEO:**

Para descargar la materia prima utilizando menos agua para el bombeo del pescado se emplea las Bombas de desplazamiento positivo.

## V.5 EMISORES SUBMARINOS

El emisario submarino se utiliza con un pretratamiento o tratamiento dependiendo de las características del efluente. La solución estudiada desde la década del 70, fue la descarga en el fondo del mar, mediante una tubería submarina, con longitud, profundidad y diámetro adecuado para su dilución, dispersión y alejamiento por las celdas oceánicas, marinas o por corrientes costeras, que se presentan en todas las bahías y playas del litoral marino peruano.

En efecto , la mayoría de las ciudades costeras, a nivel mundial, que evacuan grandes volúmenes de desagües domésticos en el mar, utilizan esta avanzada tecnología, empleando tuberías de acero, fierro o polietileno de alta densidad, con diámetro de hasta 2.50 m y longitudes cercanas a los 4 km., y profundidades entre 15 y 30 m, que hacen posible su descarga y tratamiento que alcanza hasta 98% de eficiencia, con una dilución de 1/200, aún cuando por la naturaleza de su composición los desagües domésticos es agua dulce, que por su densidad trata de llegar a la superficie formando una curva parabólica que da un diámetro virtual de la mancha al llegar a la superficie del mar, donde se sujeta a la acción de los vientos y corriente superficiales que la diluyen definitivamente.

Para el diseño del emisor submarino se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La profundidad más adecuada para la descarga de los desagües de estas industrias es entre 10 a 15 m.

- La carga hidráulica, que permite vencer la carga de fricción a todo lo largo de la tubería submarina está en función del diámetro y del volumen del desagües que se van a descargar.
- La altura de la tolva de distribución, que permite la descarga del pescado a las pozas anchoveteras y la descarga del agua de mar en la tubería que se inicia de esta tolva.
- La altura de la torre de absorbente donde llega la tubería de impulsión, es de 5.00 a 6.00 m, altura que sería la carga hidráulica de diseño del emisor submarino, a la que se sumaría la cota del terreno sobre el nivel del mar, que constituiría la carga hidráulica total a considerar.
- La longitud de la tubería submarina está en función del perfil batimétrico del fondo del mar, cuyo punto final es la profundidad máxima de 15.00 m, quiere decir que si el fondo marino es de suave pendiente la distancia es mayor y, en caso que dicha pendiente sea fuerte la distancia es menor. Es necesario complementar los estudios oceanográficos para poder efectuar los diseños definitivos del emisor.

Paralelamente a la instalación del emisor es necesario mejorar la tecnología de descarga del pescado. Está demostrado que la actual descarga hidráulica deteriora el pescado; actualmente se están promoviendo en los sistemas de descarga que el empleo de agua sólo se requiere para lubricar el transporte. Es también importante tratar todas las aguas de bombeo que llegan a la planta; por lo tanto se debe invertir en equipos decantadores-separadores que recuperan con gran eficiencia sólidos y grasas.

Cuando los residuos líquidos son moderados en volumen, su almacenamiento, y el tratamiento con medios de depuración con bacterias biodegradadoras como medio depurador es una técnica biológica recomendable.

## **V.6 TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**

- Recolección

- Disposición del Lodo , ya sea en depósitos municipales o enterrados en rellenos sanitarios privados o públicos.

## **V.7 TRATAMIENTO DE LAS EMISIONES GASEOSAS**

La tecnología empleada en el tratamiento de la emisión de gases es:

Por enfriamiento

Por Sistema forzado para lavar gases

**Los procesos y operaciones de tratamiento señalados son aplicables en Plantas de tratamiento de los Angeles y en la República Federal de Alemania.**

## **CAPITULO VI.**

### **REDUCCION Y MINIMIZACION DE RESIDUOS**

#### **VI.1 INTRODUCCION**

Este capítulo tiene como objetivo principal el máximo aprovechamiento de los efluentes de la Industria de Harina de Pescado arrojados al mar, que beneficie la prevención de la contaminación y evite las grandes pérdidas que se producen por el no aprovechamiento de este en la Industria peruana.

Prevenimos la contaminación gracias al uso de materiales, procesos o prácticas que reduzcan o eliminen la generación de contaminantes en el mar. Y evitamos las grandes pérdidas estudiando las diferentes alternativas para la minimización de residuos que no representen un elevado costo en la economía de la Industria.

#### **VI.2 SOLUCIONES OBVIAS**

- Para evitar que se produzcan descargas que sobrepasen los límites permisibles existe una solución muy sencilla que consiste en no recibir más pescado del que puede tratar su sistema de recuperación de planta.

- Preservación del pescado en las embarcaciones pesqueras para pequeñas especies pelágicas (anchoqueta y sardina), que retarden el inicio del deterioro físico, organoléptico, químico, y bacteriológico del pescado, con lo cual se prolonga la vida de almacenamiento, pescado de mejor calidad y se reduce la producción de sanguaza.

### VI.3 SELECCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS PARA REDUCIR LA CARGA CONTAMINANTE

- Política de prevención de la contaminación .

Para poder reducir la carga contaminante de todos los desechos se tiene que empezar por establecer en la fábrica una política de reducción de desechos y prevención de la contaminación con metas específicas . Así como diseminar esta política entre los supervisores y empleados debido a que la gerencia así como los empleados , pueden no comprender los efectos ambientales de su trabajo y la importancia de un programa ambiental

Técnicamente este procedimiento es viable debido a que la fábrica puede reducir la emisión de desechos, empleando técnicas de reducción o reciclaje y reuso. El costo puede variar de bajo a mediano conforme a la extensión del programa.

- **Empleo de un nuevo sistema de transporte**

Para poder reducir el volumen del agua de bombeo, se utilizó con mucho éxito un tipo de bomba de sólidos llamadas NETZSCH, las cuales a diferencia de las comúnmente usadas no requerían agua para el transporte del pescado desde las chatas a las plantas, disminuyendo así la cantidad de contaminantes arrojados al mar, mejorándose la calidad del pescado y obteniéndose una harina de mejor calidad.

Técnicamente este procedimiento no es viable debido a que el sistema de bombeo requiere una distancia máxima de 1000m que es mucho menor a la que existe en la Fábrica de procesamiento de Harina de pescado.

- **Sistema de Pretratamiento - Minitamices**

La fábrica deberá insertar en su sistema de recuperación un sistema de pretratamiento que consiste en minitamices que tienen la capacidad de remover material flotante y grasas, antes de su ingreso a los filtros rotativos. Este pretratamiento permitirá que el sistema de recuperación trabaje con mayor eficiencia. El material sólido retenido pasará a las pozas de almacenamiento y los efluentes líquidos ingresarán a los filtros rotativos para continuar con su proceso de recuperación actual.

- **Construcción de un Tanque de Almacenamiento de Agua de Bombeo**

La fábrica deberá implementar una unidad adicional a la ya existente para recepcionar el agua de bombeo durante las diferentes fases de transporte

del pescado dentro de la planta y así evitar pérdidas por exceso de pescado recibido y/o fallas al momento de la recepción.

- **Sistema de Tratamiento para el lodo**

La fábrica deberá iniciar un estudio de tecnologías apropiadas para el tratamiento del lodo resultante de la sedimentación de los sólidos insolubles presentes en el Tanque despumador.

- **Sólidos del Efluente del Tanque Despumador**

A la salida del Tanque despumador el efluente líquido descargado al colector contiene un porcentaje considerable de sólidos que pueden ser recuperados implementado un Cocinador cuyo subproducto sera reincorporado al proceso (fracción sólida) y la fracción líquida resultante ,previo tratamiento será evacuada al sistema de alcantarillado.

- **Sólidos del Efluente del Tanque Despumador**

Otro tratamiento que se puede sugerir es el uso de Coagulantes que permitan remover la fracción sólida en tiempos menores, pero para decidir acerca de cuál del los dos tratamientos es el mejor se deberá efectuar análisis de laboratorio y económicos que determinen la factibilidad del tratamiento a usar.

- **Descargas domésticas**

Se sugiere la instalación de un sistema de tratamiento, con el propósito de reducir la carga contaminante del desagüe doméstico. La Planta en estudio principalmente deberá disponer de área disponible para la ubicación del sistema de tratamiento seleccionado lejos del punto de abastecimiento de agua. Se deberá estudiar la caracterización del efluente líquido resultante para su disposición final que permitan iniciar un programa de forestación basado en el cultivo de árboles y/o plantas ornamentales que se acondicionen a las características del terreno y contribuyan así a purificar el aire del ambiente contaminado por la presencia de la Planta pesquera.

- **Efluentes del Uso de Sustancias químicas para la limpieza**

La fábrica utiliza compuestos químicos tales como ácido nítrico para la limpieza de sus diferentes equipos sin darle un tratamiento adecuado antes de su descarga al sistema de alcantarillado. Se propone el diseño de tanques de Neutralización para reducir los valores de pH y adecuarlo a los límites de descarga permisible.

## CAPITULO VII.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### VII.1 CONCLUSIONES

- Se ha encontrado que cuando se procesa la materia prima en la fábrica de harina de pescado después de varios días de almacenamiento, se origina una mayor producción de gases volátiles insalubres en el medio ambiente.
- Se ha encontrado que es necesario que la planta de procesamiento de harina de pescado cuente con una unidad de tratamiento de desechos para la época de veda y producción para evitar la contaminación de la orilla de la playa.
- Se ha encontrado que la descarga originada del sistema de recuperación actual es 200 veces más elevada que una descarga de origen doméstico con respecto a la demanda bioquímica de oxígeno.

- Se ha encontrado que para un caudal de producción de 750 lps la carga contaminante representativa es equivalente a una población de 53'000 000 de habitantes.
- Se ha encontrado que en el perímetro de las chatas la concentración de oxígeno disuelto es cero.
- Se ha encontrado que la carga microbiológica de la playa es de  $4.5 \times 10^5$  NMP/100ml como coliformes fecales y de  $1,4 \times 10^6$  NMP/100ml como coliformes totales.
- Se ha encontrado que el caudal que evacúa la planta en estudio es de 750 lps y la carga contaminante es de 2653.523 Tn/día DBO<sub>5</sub>.
- Se ha encontrado que si se recuperan los desechos evacuados con el efluente se podría elevar la eficiencia de producción de la harina de pescado de la planta y tener un beneficio adicional de 21470 Tn de Harina.
- Se ha encontrado que es posible obtener utilidades adicionales de 13'676 208 de dólares anuales si se recuperace los desechos de materia orgánica descargadas directamente al mar.

- Se ha encontrado que la reducción de la concentración de la carga orgánica en la descarga al mar no solamente beneficiaría económicamente a la empresa sino que evitaría la contaminación del medio ambiente.
- Se ha encontrado que en el área de operación de la empresa (mar y tierra) la flora y fauna se encuentran en grave peligro de extinción.
- La falta de compartimentos especiales en las lanchas para conservar la materia prima aumenta la concentración de desechos evacuados al mar.
- Según el estudio realizado por la W.Q.C. (Water Quality Criteria) por la Administración Federal de la Calidad de Agua de los EE.UU. se concluye que la temperatura del medio tiene una preponderante influencia sobre la composición de la fauna acuática, variaciones significativas en ella tendrá un efecto negativo en la conservación del ecosistema marino.
- El método de almacenamiento produce polvos irritantes a la vista y piel causando daños en la salud de la población y de los propios trabajadores.

- Se ha encontrado que la causa de la deficiencia del Tanque despumador es consecuencia del sobredimensionamiento de los filtros rotativos .

## **VII.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la instalación de equipos que optimen el uso total de la materia prima.
- Se recomienda que las plantas procesadoras de harina de pescado utilicen pozas con una capacidad máxima de 100Tn.
- Se recomienda incorporar en la fábrica una unidad para recepcionar el agua de bombeo durante las diferentes fases de transporte del pescado dentro de la planta.
- Se recomienda instalar torres de enfriamiento para el tratamiento del efluente de la planta de tratamiento de agua de cola.

- Se recomienda diseñar y construir un sistema apropiado para el tratamiento de las aguas residuales domésticas.
- Se recomienda hacer un estudio para propulsar la creación de áreas verdes estimulando el restablecimiento de la flora circundante a la planta .
- Se recomienda que la pesca se practique en forma racional y moderada orientada a preservar el ecosistema marino.
- Se recomienda crear un programa para promover la disminución o eliminación del potencial contaminante mediante el adiestramiento del trabajador.
- Se recomienda fomentar programas de protección y seguridad para el trabajador en la Planta pesquera .
- Se recomienda dar un tratamiento para la emisión de gases que podría consistir en una incineración o el lavado con agua de mar.

- Se recomienda implementar compartimentos adecuados en las bodegas de las embarcaciones pesqueras a fin de minimizar la magnitud de sanguaza producida .
- Se recomienda disponer un sistema de tratamiento de Neutralización apropiado para los efluentes del agua limpieza.
- Se recomienda disponer un sistema de pre-tratamiento para el agua de bombeo empleando minitamicos ,capaces de retener eficientemente el material flotante y las grasas presentes.
- Se recomienda procesar la materia prima en un intervalo de tiempo moderado que impida su descomposición y origine problemas de olores y gases volátiles.
- Se recomienda hacer un estudio para la recuperación de los sólidos suspendidos a la salida del tanque despumador que puede consistir en un cocinador o tratamiento químico usando coagulantes .
- Se recomienda elaborar un estudio vinculado al tratamiento de lodos acumulados en el fondo del tanque despumador .

- Se recomienda manipular correctamente la materia prima durante el proceso productivo, para evitar la pérdida de sólidos y desprendimiento de vapores perjudiciales.
- Se recomienda estudiar la mejor forma de proteger a los pobladores que viven en la zona industrial también reciben grados de contaminación de finos, de material particulado y gases.

## BIBLIOGRAFIA

- ◆ FAO / ONU (1975)  
La producción de Harina y Aceite de Pescado .  
Documento técnico de la FAO N°142
  
- ◆ ICOCHEA UREÑA , Pedro (1966)  
Evaluación de las pérdidas de sólidos y aceite en el agua de sangre en la Industria Peruana de Harina de Anchoveta  
Tesis de Bachiller , Universidad Nacional Federico Villarreal
  
- ◆ LOPEZ HURTADO , Yven (1973)  
Nuevo Método de Recuperación de Sólidos en el Agua de Sangre de la Industria de Harina de Pescado  
Tesis de Bachiller, Universidad Nacional Federico Villarreal
  
- ◆ MEDINA MARTINEZ , R (1993)  
Implementación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos en la elaboración de Harina de Pescado.  
Tesis de Grado , Universidad Nacional Agraria La Molina.
  
- ◆ BANCO MUNDIAL (1994)  
Lineamientos para Evaluación Ambiental de los Proyectos Energéticos e Industriales .  
Documento Técnico N° 154
  
- ◆ VINCES ,.A.A (1993)  
Contaminación Ambiental y Defensa Ecológica de Lima .

- ◆ OPS/OMS - CEPIS (1994)  
Proyecto de Prevención de la Contaminación del Puerto de los Angeles : Evaluación de una Fábrica de enlatado y Procesamiento de pescado.
  
- ◆ INSA - ASOCIACION DE INGENIEROS SANITARIOS DE ANTIOQUIA (1986)  
Caracterización y Pretratamiento de las Aguas residuales industriales  
Medellín - Colombia
  
- ◆ MINISTERIO DE PESQUERIA (1980)  
Informe sobre los avances de las investigaciones científicas Pesqueras  
Lima -Perú
  
- ◆ IMARPE (1994)  
Evaluación de efectos de la contaminación de las bahías de Ferroles y Samanco  
Agosto , 1994 . Lima - Perú
  
- ◆ GOPA - CONSULTORES (1991)  
Evaluación del Impacto Ambiental de los efluentes de ka Industria Pesquera en la bahía de Ferroles - Chimbote  
Lima - Perú
  
- ◆ RUIVO , Mario (1990)  
La contaminación del mar y los recursos vivos  
Documento técnico de la FAO
  
- ◆ VASQUEZ A. , Luis (1974)  
Manual de operación de la Planta Pesca -Perú  
Tesis de Grado, Universidad Nacional Federico Villarreal
  
- ◆ DELGADO A , Aldo (1989)  
Evaluación de una Planta de procesamiento de harina de pescado  
Tesis de Grado , Universidad Nacional Mayor de San Marcos