

1 Siaguaná.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA  
INCORPORADA A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

*Aprovechamiento de los desperdicios de pescado  
para la fabricación de  
Aceites y Harinas Industriales*

**TESIS**

GUILLERMO OCHOA FERNANDEZ

*Guadalajara, Jal., mayo de 1946.*



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**A la memoria de mi  
inolvidable padre**

**Cariñosamente a mi madre**

**A mis hermanos**

**Con gratitud a mis maestros de  
los Institutos de Ciencias y  
Mendelejeff**

**Respetuosamente al Sr. Ing. D.  
Alberto Lancaster Jones, Direc-  
tor de la Facultad Autónoma de  
Ciencias Químicas. — — — —**

**A todos mis profesores, compa-  
ñeros y amigos.**

# SUMARIO

## GENERALIDADES

Capítulo I.—Introducción.

Capítulo II.—Materia prima, aprovechamiento, variedades.

Capítulo III.—Aplicaciones de los aceites y harinas.

Capítulo IV.—Análisis del aceite y harina.

## DIAGRAMA DE FLUJO

Capítulo V.—Aplicación de la ingeniería química.

A) Flujo de calor.

B) Filtración.

C) Secado.

D) Molienda y equipo auxiliar.

Capítulo VI.—Conclusiones.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

En las diversas manipulaciones que sufre la pesca desde el momento de su extracción, hasta el de su consumo ya sea fresca o elaborada, se producen una serie de despojos y residuos, que a través de diversas preparaciones son objeto de aprovechamiento sirviendo de base a las industrias elaboradas de subproductos de la pesca.

Observando las estadísticas del Departamento del Interior de los Estados Unidos se ha visto la enorme importancia que las industrias de subproductos de la pesca han alcanzado últimamente en la nación del norte, al grado que un vocero oficial del propio Departamento ha declarado que "en los últimos años más cantidad de pescado se utilizó como materia prima para transformar en las Industrias, que carne de pescado se consumió en la mesa".

Es pues el objeto del presente trabajo exponer en forma breve los procesos generales para la obtención de algunos subproductos de los desperdicios de la pesca la cual es muy abundante y variada en nuestras costas, ya que de diferentes partes del mundo vienen y se organiza la pesca en grande escala a los litorales del Pacífico de la República Mexicana.

Por otra parte en nuestro país siempre se ha visto con desprecio los desperdicios de la fauna marítima, que además de producir los aceites y harinas industriales se obtienen otros subproductos tales como aceite de hígado, curtido de pieles de tiburón y fabricación de cola y colapez que serían una fuente de riqueza en nuestro medio.

## CAPITULO II

### MATERIA PRIMA, APROVECHAMIENTO Y VARIEDADES

#### MATERIA PRIMA

Primeramente para hablar de la materia prima necesaria en estas industrias, hay que aclarar que los aceites tratados en el siguiente trabajo son: Aceites de pescado y no aceites de hígado de pescado.

Los aceites de pescado se obtienen de los recortes y desperdicios, tales como las cabezas, los huesos, la piel y las vísceras de los peces más comunmente empleados en las industrias empacadoras de conservas alimenticias y en las plazas de consumo fresco.

Los principales pescados empleados en estas industrias y consumo son: Pez-espada, Arenque, Tiburón, Cabrilla, Corvina, Mero, Negrillo, Lisa, Alosa, Robalo, Pargo, Sardina y Huachinango, etc. etc.

#### APROVECHAMIENTO

Todos los desperdicios son primeramente sometidos a cocción para disgregar y romper aquellos tejidos ricos en grasa que facilitan su extracción en la prensa hidráulica logrando así un producto que es aceite y otro que es la pasta que posee gran cantidad de agua, la que es removida por un secador que facilita molerla para hacer la harina que es encostalada y puesta al mercado.

El aceite al salir de la prensa hidráulica vá mezclado con bastante agua y sedimento, por lo que es necesario primeramente pasarlo por un filtro prensa, donde se forman unas tortas que son nuevamente prensadas y el aceite pasa a los tanques de asentamiento para separarlo del agua y así embasarlo o refinarlo según se desee.

#### VARIEDADES

Para los  
ser de dos clas

1).—Obt

2).—Obt

putrefactos.

Con los  
harinas que sin

Con los  
según el grado  
fertilizantes qu

#### APLICACION

El aceite  
mantecas culin  
do o estearina

Para es  
hay que hidrog  
tar su viscosid  
cual imita la n

La fabr  
este aceite, pe  
caso anterior,  
jabón resultan  
calis dá un pro

Otro de  
ración de barr  
necesario que  
tioxidante y r  
barnices y pi  
el oxígeno.

En la i  
cala, pues es  
sulfonarlo y e

#### APLICACION

Las ha  
to para ganao

## **VARIEDADES**

Para los efectos industriales, los aceites y harinas pueden ser de dos clases.

1).—Obtenidos de residuos y material fresco.

2).—Obtenidos de residuos de materiales corrompidos y putrefactos.

Con los primeros se producen aceites de primera clase y harinas que sirven para alimentación del ganado, aves, etc.

Con los segundos se producen aceites de clases inferiores, según el grado de putrefacción de la materia prima, y harinas fertilizantes que son un excelente abono.

## **C A P I T U L O I I I**

### **APLICACIONES DE LOS ACEITES Y HARINAS APLICACION DEL ACEITE**

El aceite de primera calidad se emplea en la fabricación de mantecas culinarias, ya sea sólo o combinado con aceite de hígado o estearina de pescado.

Para este propósito no se emplea aceite crudo, sino que hay que hidrogenarlo para quitarle el mal olor y sabor y aumentar su viscosidad pues con esto le dá mayor consistencia, con lo cual imita la manteca de cerdo.

La fabricación de jabones es otra de las aplicaciones de este aceite, pero también es necesario hidrogenarlo como en el caso anterior, pues no sólo se le priva del olor, sino se mejora el jabón resultante, pues el aceite crudo al saponificarse con los alcalis dá un producto obscuro y de menor calidad.

Otro de los usos de los aceites de pescado es en la preparación de barnices y pinturas, pero tampoco se usa crudo y sí es necesario que no lleve nada de aceite de hígado dado que es antioxidante y no le permitiría secar, pues los aceites usados en barnices y pinturas son aceites secantes que toman fácilmente el oxígeno.

En la industria del curtido de pieles se emplea en gran escala, pues es generalmente mezclado con el aceite de ricino para sulfonarlo y engrasar las pieles.

### **APLICACION DE LA HARINA**

Las harinas de pescado constituyen un excelente alimento para ganado, aves, etc.





### Determinación de impurezas

En un matracito pesé 2.184 grs. de aceite, los disolví con Benzol y filtro, después lavé el filtro con Benzol hasta quitar todo el aceite, esto lo supe por una gota de Benzol que pasó el filtro, la coloqué en un vidrio de reloj y ví que no dejó residuo de aceite, enseguida sequé el filtro hasta peso constante.

#### Cálculos

Peso del filtro con las impurezas	0.8510 grs.
Peso constante del filtro limpio	0.8270 grs.
Peso de las impurezas	0.0240 grs.

$$\begin{array}{r} \% \text{ de impurezas} \\ 2.1840 \text{ ————— } 0.0240 \\ 100 \text{ ————— } 0 \quad X \end{array}$$

$$X = \frac{0.0240 \times 100}{2.1840} = 1.1\% \text{ de impurezas}$$

### Determinación de cenizas

En un crisol de porcelana seco y tarado pesé 1.0026 grs. de aceite lo desequé en la estufa previamente y después incineré con el mechero Bunsen hasta que las cenizas quedaron completamente blancas y pesé.

#### Cálculos

Peso del crisol + cenizas	17.6553 grs.
Peso del crisol solo	17.6470 grs.
Peso de las cenizas	0.0083 grs.

$$\begin{array}{r} \% \text{ de cenizas} \\ 1.0026 \text{ ————— } 0.0083 \\ 100 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = \frac{0.0083 \times 100}{1.0026} = 0.83 \%$$

### Determinación del peso específico

Esta determinación la hice por medio de un picnómetro el cual es un pequeño matraz con tapón esmerilado que está oradado capilarmente y en este tubo capilar tiene una marca de aforo a determinada temperatura para poder sacar el peso de iguales volúmenes de distintas substancias y así poder sacar el peso específico de esas substancias con relación al agua.

Tomé el picnómetro, y lo aforé con agua destilada, y lo pesé, después lo sequé en la estufa y lo llené de aceite aforándolo para pesarlo de nuevo.

### Cálculos

Peso del picnómetro lleno de agua	87.7210 grs.
Peso del picnómetro lleno de aceite	85.8710 grs.
Peso del picnómetro solo	62.7350 grs.
Peso del agua	24.9860 grs.
Peso del aceite	23.1360 grs.

$$\frac{P}{V} = \frac{23.1360}{24.9860} = 0.926$$

Esta determinación la hice a una temperatura ambiente de 0.5° C. y el picnómetro está aforado para una temperatura de 0° C. por lo tanto no hice corrección.

### Determinación de la temperatura de fusión y de solidificación

La temperatura de fusión y solidificación la determiné por medio de un tubo capilar con un pequeño ensanchamiento donde coloqué el aceite, lo amarré a un termómetro que lo puse en un baño de aire y observé la temperatura a la cual se fundió el aceite.

Estas temperaturas fueron:

Temperatura de fusión 28° — 30° C.  
Temperatura de solidificación 20° — 21.5° C.

### Determinación del número de Acidez

En un matraz de 100 c. c. Pesé aproximadamente 2 grs. de aceite y le añadí 60 c. c. de alcohol de 96° completamente neutro, calenté para disolver bien la grasa y aforé a 500 c. c. de donde tomé una muestra de 100 c. c. y le añadí unas gotas de solución alcohólica de fenolftaleína y valoré con una solución décimo normal de potasa alcohólica de factor 1.082.

### Cálculos

Lectura de la bureta en los 100 c. c. 1.2 c. c. KOH  
Como fueron 500 c. c. son  $1.2 \times 5 = 6$  c. c.  
Corrigiendo factor:  $6 \times 1.082 = 6.5$  c. c.

Peso de la muestra: 2.004 grs.  
Miliequivalente de la potasa: 0.00561

$$.5 \times 0.00561 = 0.0364$$

$$.004 \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 0.0364$$

$$.00 \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad X$$

$$X = \frac{0.0364 \times 100}{2.004} = 1.8 \text{ que es la acidez}$$

### Determinación del índice de saponificación

En un matraz Erlenmeyer de 200 c. c. pesé 1 gr. aproximadamente de aceite, le añadí 20 c. c. de KOH 1/2 N de factor

1.082 y herví a baño maría durante 2 horas; después añado alcohol y tralicé la KOH libre.

Peso de la muestra 1.000 grs.  
Lectura de la bureta 1.000 ml.  
Corrigiendo factor: 1.000  
Miliequivalente de la potasa: 0.00561

Luego tenemos:  
(20 — 11.5) 0.0285  
estos serían los mgrs. de KOH  
luego en un gramo se necesitan

$$\frac{0.242}{1.105} = 0.219$$

Luego el índice de saponificación gastados por un gramo de aceite o menos al índice de los comprobantes de los índices que sirven para el aceite.

### Determinación del índice de Reactividad

1a) Solución de yodo en alcohol de 95° purificado. En otros 100 c. c. de alcohol de 96° y yodo mercúrico y filtré.

Estos 2 frascos los guardo en frascos oscuros, habiendo mezclado 24 horas antes de ocuparlos.

- 2a.) Solución de yoduro de potasio en alcohol de 96°
- 3a.) Solución de yoduro de potasio en alcohol de 96°
- 4a.) Solución de yoduro de potasio en alcohol de 96°
- 5a.) Cloroformo

En un ampulita de vidrio de 10 ml. puse en un frasco de vidrio un golpe seco, añadí 1 ml. de alcohol de 96° en una ampulita para poder ver la muestra puse 20 ml. de cloruro mercúrico que

1.082 y herví a baño maría con refrigerante de reflujo durante 2 horas; después añadí 4 gotas de solución de fenoltaleína y neutralicé la KOH libre con HCL  $\frac{1}{2}$  N de factor 0.965.

#### Cálculos

Peso de la muestra 1.105 grs.

Lectura de la bureta 12 c. c.

Corrigiendo factor:  $12 \times 0.965 = 11.5$  c. c.

Miliequivalente de la KOH  $\frac{1}{2}$  N = 0.0285

Luego tenemos:

$(20 - 11.5) 0.0285 = 0.242$

estos serían los mgrs. de KOH gastados en 1.105 grs. de aceite, luego en un gramo será:

0.242

$\frac{0.242}{1.105} = 0.219$

1.105

Luego el índice es 219 que es el número de mgrs. de KOH gastados por un gramo de aceite, este resultado corresponde más o menos al índice de los aceites de pescado; este índice es uno de los comprobantes de la clase de aceite que puede ser, otro de los índices que sirve para analizar la clase de una muestra de aceite.

Determinación del índice de yodo.

#### Reactivos y soluciones necesarias

1a) Solución de Yodo. — Disolví 5 grs. de yodo en 100 c.c. de alcohol de 95° purísimo.

En otros 100 c. c. de alcohol de 95° disolví 6 grs de cloruro mercúrico y filtré.

Estos 2 frascos los guardé en sitio obscuro y bien tapados, habiendo mezclado volúmenes iguales de cada solución 48 horas antes de ocuparlos.

2a.) Solución de Yoduro de Potasio. — Disolví 10 grs. de yoduro de potasio en 100 c. c. de agua destilada.

3a.) Solución de almidón como indicador del yodo.

4a.) Solución de tiosulfato sódico de factor conocido.

5a.) Cloroformo purísimo.

#### Modo de operar

En un ampula de vidrio pesé 0.320 gr. de aceite, la introduje en un frasco de vidrio de tapón esmerilado y la rompí con un golpe seco, añadí 15 c. c. de cloroformo; la muestra se pesa en una ampula para poder hacer más exacta: después de disolver la muestra puse 20 c. c. de la mezcla de soluciones de yodo y cloruro mercúrico que mezclé 2 días antes.



Q. J. MICA

Hecho esto tapé y agité el frasco dejando en reposo en una parte oscura hasta el día siguiente.

Después del reposo añadí 20 c. c. de solución de yoduro de potasio, procurando lavar el tapón y paredes del frasco con 200 c. c. de agua destilada.

Entonces procedí a valorar con tiosulfato el exceso de yodo hasta que la solución estuvo ligeramente de color azul, entonces añadí 5 c. c. de la solución de almidón para proseguir la valoración con tiosulfato gota a gota hasta desaparecer el color azul con una gota se da por terminada la operación.

### Cálculos

1a. prueba en blanco	46.05 c.c.
2a. prueba en blanco	46.15 c.c.
Lectura promedio	46.1
las pruebas en blanco son una comprobación de las soluciones.	
Prueba con el aceite	16.3 c.c.
Factor de la solución tiosulfato	1.050
Peso de la muestra de aceite	0.320 gr.

46.1 — 16.3 = 29.8 c. c. de tiosulfato.

Corrigiendo factor: 20.8 x 1.050 = 31.29 c. c.

Miliequivalente del yodo: 0.1269.

31.29 x 0.1269 = 0.397.

Estos 0.397 son en 0.320 gr. y el índice se indica sobre 100 grs. de substancia luego este será:

0.320 \_\_\_\_\_ 0.392

100 \_\_\_\_\_ X

0.392 x 100

X \_\_\_\_\_ = 124

0.320

Este índice parece estar dentro de los índices de los aceites de pescado y esto indica que el aceite era de pescado.

El 124 es la cantidad en gramos de yodo que puede ser fijada en 100 grs. de aceite.

### Análisis de la Harina

### Determinación de la humedad

Tomé 5 grs. aproximadamente de la harina y la coloqué en un pesa filtro y lo introduje a la estufa entre 100° y 110° C. durante 2 horas, pesé y volví a calentar por 1 hora y así lo hice hasta que obtuve un peso constante.

### Cálculos

Peso del pesa filtros + la harina	22.830 grs.
Peso del pesa filtros solo	17.644 grs.
Peso constante con la harina	22.322 grs.
Peso de la substancia	5.186 grs.

Peso de la s

Humedad e

% de hume

5.186 \_\_\_\_\_

100 \_\_\_\_\_

0.500

X = \_\_\_\_\_

5

### Determinaci

Tomé

Kjeldahl de

cristales de

Bunsen, has

Despu

ración del ác

factor de 0.

Gasté de NH

Luego corrig

Luego el H2

14.4

20 \_\_\_\_\_ =

2

12.8 c. c. fu

6.4 multiplic

un gramo de

6.4 x 0.0140

0.08965 \_\_\_\_\_

X \_\_\_\_\_

0.0896

X = \_\_\_\_\_

Pesé u

un balón con

usado en el m

de destilación

Peso de mues

Lectura de la

Peso de la substancia seca

4.678 grs.

Humedad en 5.186 grs.

0.508 grs.

% de humedad

$$\begin{array}{r} 5.186 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 0.508 \\ 100 \quad \quad \quad \quad \quad X \end{array}$$

$$X = \frac{0.508 \times 100}{5.186} = 9.8 \%$$

**Determinación del nitrógeno orgánico**

**Método de Kjeldahl**

Tomé 2 grs. de substancia, la coloqué en un matraz de Kjeldahl de 200 c. c. le añadí 20 c. c. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Q. P. puse unos cristales de SO<sub>4</sub>K<sub>2</sub> y calenté durante 7½ h. con un mechero Bunsen, hasta lograr la transparencia del líquido.

Después de dejar enfriar procedí a la destilación y valoración del ácido sobrante dado que puse 20 c. c. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N con factor de 0.9997.

**Cálculos**

Gasté de NH<sub>4</sub>OH ½ N de factor 1.030

Luego corrigiendo factor: 14 x 1.030 = 14.4 c. c.

Luego el H<sub>2</sub>S<sub>4</sub> N gastado fue

$$20 - \frac{14.4}{2} = 20 - 7.2 = 12.8 \text{ c. c. de H}_2\text{SO}_4 \text{ N.}$$

12.8 c. c. fueron gastados en 2 grs. en 1 gr. será 6.4 c. c. estos 6.4 multiplicados por el factor de nitrógeno será el nitrógeno en un gramo de harina y el % será multiplicado por 100.

6.4 x 0.014008 = 0.08965 gr. de nitrógeno en 1 gr.

$$\begin{array}{r} 0.08965 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1 \\ X \quad \quad \quad \quad \quad 100 \end{array}$$

$$X = \frac{0.08965 \times 100}{1} = 8.96 \% \text{ de nitrógeno.}$$

**Determinación del nitrógeno amoniacal**

Pesé un gr. aproximadamente de harina, la coloqué en un balón con agua destilada y destilé el amoniaco con el aparato usado en el método Kjeldahl habiendo puesto en los matraces de destilación 20 c. c. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N. de factor 0.9997.

**Cálculos**

Peso de muestra

1.007 grs.

Lectura de la bureta 12.1 c. c. HCL ½ N. fac. 0.965.

Factor del nitrógeno: 0.01408.

$$\left( 20 - \frac{11.6}{2} \right) 0.01408 = 0.1989.$$

el tanto por ciento será:

$$\frac{1.007}{100} \frac{0.1989}{X}$$

$$X = \frac{0.1989 \times 100}{1.007} = 19.7\%$$

#### Determinación del ácido fosfórico total

Pesé 5 grs. de substancia, los coloqué en un matraz aforado de 250 c. c. le añadí 60 c. c. de agua destilada, 20 c. c. de HCL y 5 c.c. de HNO<sub>3</sub>, herví durante  $\frac{1}{2}$  hora, dejé enfriar, aforé y filtré.

Tomé 25 c. c. de la solución, le añadí 25 c. c. de solución de citrato amónico, 50 c. c. de agua, 50 c. c. de amoniaco de densidad 0.92 y 50 c. c. de mixtura magnesiaca, al añadir esta última lo hice gota a gota y agitando; dejé reposar la solución 5 horas y decanté el líquido para filtrar el precipitado y lavarlo con amoniaco de densidad 0.96 diluido 1 : 3 volúmenes, hasta que algunas gotas del filtrado acidificado con ácido nítrico no se enturbian con el nitrato de plata.

El filtrado y filtro (de cenizas taradas) los desequé a 100° — 110° C. y en el alambre de platino calciné el papel y puse todo en un crisol para calcinarlo completamente y pesarlo ya frío.

#### Cálculos

Peso del crisol + precip. + cenizas	17.8294 grs.
Peso del crisol solo	17.644 grs.
Peso de las cenizas del filtro	0.0003 grs.
Peso del precipitado	0.1851 grs.
Factor para sacar el % de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	128
128 x 0.1851 = 23.69%	

Como se vé por el análisis, esta harina se puede usar como fertilizante y alimento, pues poseé los requisitos indispensables.

DIAGRAMA DE FLUJO

PRENSA HIDRAULICA

MADERA

108.

0.1989.

del ácido fosfórico total  
 ancia, los coloqué en un matraz afora-  
 e. de agua destilada, 20 c. c. de HCL  
 urante 1/2 hora, dejé enfriar, aforé y

solución, le añadí 25 c. c. de solución  
 de agua, 50 c. c. de amoniaco de den-  
 sidad 0.96 diluido 1 : 3 volúmenes, hasta  
 que el líquido se acidificó con ácido nítrico no se  
 precipita plata.

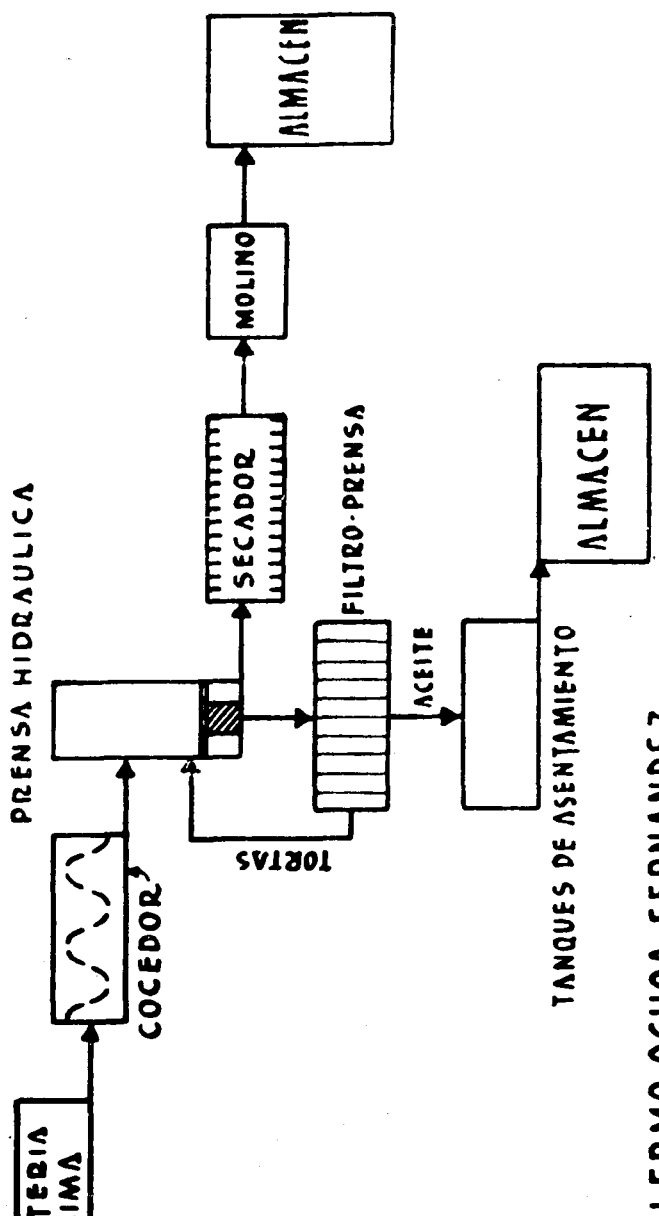
(de cenizas taradas) los desequé a 100°  
 en un horno de platino calciné el papel y puse to-  
 mado completamente y pesarlo ya frío.

Cálculos

Cenizas	17.8294 grs.
	17.644 grs.
	0.0003 grs.
	0.1851 grs.
	128

análisis, esta harina se puede usar co-  
 mo, pues posee los requisitos indispensa-

# DIAGRAMA DE FLUJO



LERMO OCHOA FERNANDEZ

## CAPITULO V

### APLICACION DE LA INGENIERIA QUIMICA

#### A).—FLUJO DE CALOR.

Alimento: desperdicio de pescado 5 ton/hr.  
 agua 2 ton/hr.  
 presión en el cocedor 5 lbs/in<sup>2</sup>.

#### 12) CALCULO de las dimensiones del tanque cocedor.

El tanque cocedor tiene base semicilíndrica cubierta con una chaqueta de vapor y su parte superior es rectangular, conocemos el diámetro y longitud por datos prácticos, por lo tanto debemos calcular su altura.

Diámetro = 24" (2 fts.)

Longitud = 240" ((20 fts.)

Gravedad específica del desperdicio de pescado tomada en el laboratorio 1.1

Densidad de desperdicio:  $1.1 \times 62.4 = 68.64 \text{ lbs/ft.}$

Volúmen del desperdicio:  $\frac{10000}{68.64} = 145 \text{ fts}^3$

Volúmen del agua:  $\frac{2000}{62.4}$

Asumiendo un factor de seguridad de 15% por cualquier cantidad extra de desperdicio:

$1.77 \times 15 = 26.55 \text{ mts}^3$

Volúmen total:  $145 + 32 + 26.55 = 203.55 \text{ fts}^3$ .

Volúmen ocupado por la parte semicilíndrica

$\frac{3 \times 14 \times 1 \times 20}{2} = 31.4 \text{ fts}^3$ .

Volumen de la caja rectangular:  $203.55 - 31.4 = 172.55 \text{ fts}^3$ .

Volumen caja rect. =  $2 \times h \times 20 = 172.55 \text{ fts}^3$ .

$h = \frac{172.15}{20 \times 2} = 4.3 \text{ fts.}$

El cocedor será de lámina de hierro fundido de  $\frac{1}{4}$ " de grueso, con base semicilíndrica de 2' de diámetro y altura total de 5.3 fts. Lleva Chaqueta de 26" de diámetro externo.

2)  
 peratura  
 F. que es  
 el cocedor  
 a)  
 de pescad  
 As  
 cio sea ig  
 Q  
 b)  
 gestión de  
 1 B. T. U  
 Q =  
 c) ( )  
 perficie y  
 1.—

Qr. = 0.1

A = área  
 E = factor  
 T<sub>2</sub> tempera  
 = 180 -  
 T<sub>1</sub> = temp  
 = 90 +  
 t = tiempo

Qr = 0.17

2) P  
 rectangular  
 A = 2 (4.3  
 + 20 x 2  
 E = para el  
 T<sub>2</sub> = 150 +  
 T<sub>1</sub> = 90 +

Qr = 0.173 x

d) Ca  
 pared exterr



2).—CALCULO del vapor necesario para elevar la temperatura de 77° F. que es la temperatura ambiente hasta 165° F. que es la temperatura a la cual se lleva a cabo la digestión en el cocedor y mantener dicha temperatura durante una hora.

a) Cálculo del calor necesario para calentar el desperdicio de pescado de 77° F. 165° F.

Asumiendo que el calor específico medio para el desperdicio sea igual al del agua tenemos:

$$Q = W C dt = 10000 \times (165-77) 1 = 880000 \text{ B. T. U.}$$

b) Cálculo del calor necesario para calentar el agua de digestión de la temperatura de 77° F. a 165° F. calor específico = 1 B. T. U 1 lb. x °F.

$$Q = 2000 (165 - 77) 1 = 176000 \text{ B. T. U.}$$

c) Cálculo de las pérdidas por radiación a través de la superficie y los alrededores:

1.—Pérdidas a través de la superficie externa de la chaqueta.

$$Q_r = 0.173 A E \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 \times t.$$

A = área de la superficie externa de la chaqueta = ft<sup>2</sup>.

E = factor de emisividad a 180° F. = 0.9 dato Perry.

T<sub>2</sub> = temperatura absoluta del aire ambiente.

$$= 180 + 460 = 640^\circ \text{ R.}$$

T<sub>1</sub> = temperatura absoluta del aire ambiente.

$$= 90 + 460 = 550^\circ \text{ R.}$$

t = tiempo de reacción = 1 hora.

$$Q_r = 0.173 \times 68 \times 0.09 \left( \frac{640}{100} \right)^4 - \left( \frac{550}{100} \right)^4 \times 1 = 9.52 \text{ B.T.U.}$$

2) Pérdidas a través de la superficie externa de la parte rectangular.

$$A = 2 (4.3 \times 2) + (3.14 \times 1) + 2 (20 \times 4.3)$$

$$+ 20 \times 2 = 235.5 \text{ fts}^2.$$

E = para el hierro a 150° = 0.8 dato Perry.

$$T_2 = 150 + 460 = 610^\circ \text{ R.}$$

$$T_1 = 90 + 460 = 550^\circ \text{ R.}$$

$$Q_r = 0.173 \times 235.5 \times 0.8 \left( \frac{610}{100} \right)^4 - \left( \frac{550}{100} \right)^4 \times 1 = 42.15 \text{ B.T.U.}$$

d) Cálculo de las pérdidas por conducción a través de la pared externa del tanque:

$$Q_c = \frac{T_2 - T_1}{R} A \times 1$$

1.—Pérdidas a través de la superficie externa de la chaqueta.

$T_2$  = temperatura de la superficie interna de la chaqueta

= 230° F.

$T_1$  — temperatura media de superficie externa de la chaqueta

= 180° F.

R = resistencia térmica de la pared de hierro =  $\frac{L/12}{KA}$

Asumiendo una superficie unitaria tenemos A = 1 ft<sup>2</sup>.

K = conductividad térmica del hierro = 27 dato Perry.

L = grueso de la pared en fts. =  $\frac{0.25}{12} = 0.0208$  fts.

de donde R =  $\frac{0.0208}{27} = 0.006$

Q =  $\frac{230 - 180}{0.006} \times 68 \times 1 = 5'666,644$  B. T. U.

2) Pérdidas a través de la superficie externa de la parte rectangular.

$T_2 = 165^\circ$  F. ;  $T_1 = 150^\circ$  F. ; A = 235.5 fts.

Qc =  $\frac{165 - 150}{0.006} \times 235.5 \times 1 = 5'887,500$  B. T. U.

e) Calor cedido por el vapor como calor latente y calor sensible:

Usaremos vapor saturado a 60 lbs/in<sup>2</sup> gage con un calor latente de 915 B. T. U./lb. y se condensa saliendo a la temperatura del líquido:

Temperatura de entrada del vapor: 230° F.

Temperatura del vapor condensado: 165° F.

$T_1$ —Calor latente cedido por el vapor al condensarse:

915 W llamado W las libras de vapor.

2.—Calor sensible cedido por el vapor condensado desde 293° F. a 165° F.

Calor específico medio del agua entre 293° F y 165° F. =

1.003 cal/gr. x °C. = 1.8 B. T. U./ lb. x °F.

Q = 1.8 x W (295 - 165) = 230W.

Calor total

f) Calor cedido por

1'056,000

12'

W =

B).—FIL

En

des

Alimento

Sedimento

% de acei

Gravedad

Densidad

El cake r

Peso de la

Pérdida d

Agua en

Peso del

Volúmen

Cálculo d

Lc

las sigui

24 24

— x —

12 12

V

marco x

$$Q_c = \frac{T_2 - T_1}{R} A \times 1$$

1.—Pérdidas a través de la superficie externa de la chaqueta.

$T_2$  = temperatura de la superficie interna de la chaqueta = 230° F.

$T_1$  = temperatura media de superficie externa de la chaqueta = 180° F.

$R$  = resistencia térmica de la pared de hierro =  $\frac{L/12}{KA}$

Asumiendo una superficie unitaria tenemos  $A = 1 \text{ ft}^2$ .

$K$  = conductividad térmica del hierro = 27 dato Perry.

$L$  = grueso de la pared en fts. =  $\frac{0.25}{12} = 0.0208 \text{ fts.}$

de donde  $R = \frac{0.0208}{27} = 0.006$

$Q = \frac{230 - 180}{0.006} \times 68 \times 1 = 5'666,644 \text{ B. T. U.}$

2) Pérdidas a través de la superficie externa de la parte rectangular.

$T_2 = 165^\circ \text{ F.}$  ;  $T_1 = 150^\circ \text{ F.}$  ;  $A = 235.5 \text{ fts.}$

$Q_c = \frac{165 - 150}{0.006} \times 235.5 \times 1 = 5'887,500 \text{ B. T. U.}$

e) Calor cedido por el vapor como calor latente y calor sensible:

Usaremos vapor saturado a 60 lbs/in<sup>2</sup> gage con un calor latente de 915 B. T. U./lb. y se condensa saliendo a la temperatura del líquido:

Temperatura de entrada del vapor: 230° F.

Temperatura del vapor condensado: 165° F.

$T_1$ —Calor latente cedido por el vapor al condensarse: 915 W llamado W las libras de vapor.

2.—Calor sensible cedido por el vapor condensado desde 293° F. a 165° F.

Calor específico medio del agua entre 293° F y 165° F. = 1.003 cal/gr. x °C. = 1.8 B. T. U./ lb. x °F.

$Q = 1.8 \times W (295 - 165) = 230W.$

Calor tot  
f)  
C)

cedido por  
1'056,000

12  
W =

B).—FIL  
E)  
de

Alimento

Sedimen

% de ac

Gravedad

Densidad

El cake

Peso de

Pérdida

Agua en

Peso del

Volúmen

Cálculo

I

las sigu

24 24

— x —

12 12

V

marco )

Calor total cedido = 915 + 230 = 1145 W.

f) Balance de calor:

Calor absorbido por el desperdicio + pérdidas = calor cedido por el vapor

1'056,000 + 11'554,195.67 = 1145 W.

12'600,195.67

$W = \frac{1145}{12'600,195.67} = 11004 \text{ lbs de vapor/hora.}$

### B).—FILTRACION.

En la prensa queda un 29.5% del total desperdicio que entra en el cocedor:

= 2950 lbs.

Alimento: Aceite 19.5% del desp. total

= 1950 lbs.

Agua 51% del desp. total

= 5100 lbs.

Agua añadida

= 2000 lbs.

Solución total

= 9050 lbs.

Sedimento que lleva la solución

800 lbs.

1950

% de aceite en la solución =  $\frac{1950}{9050} \times 100 = 21.5\%$ .

9050

Gravedad específica del cake = 1.48.

Densidad del cake = 1.48 x 62.4 = 92.35 lbs/ft<sup>3</sup>.

El cake retiene un 6% de la solución.

Peso de la solución en el cake: 9050 x 0.06 = 543 lbs.

Pérdida de aceite en el cake: 5.43 x 21.5 = 114.3 lbs.

Agua en el cake: 543 - 114.3 = 428.7 lbs.

Peso del cake: Sedimento

800 lbs.

Aceite

114.3 lbs.

Agua

428.7 lbs.

Total

1343.0 lbs.

1343

Volúmen del cake:  $\frac{1343}{92.35} = 14.5 \text{ fts}^3.$

92.35

Cálculo del número de marcos del filtro prensa.

Los marcos más usados en estas operaciones tienen las siguientes dimensiones: 24" x 24" x 2".

$\frac{24}{12} \times \frac{24}{12} \times \frac{2}{12} = 0.66 \text{ fts}^3 \text{ volúmen que ocupa cada marco.}$

12 12 12

Volúmen total de la torta = volúmen de la torta en cada marco x número de marcos:

$$= N \times 0.66 = 14.5 \text{ fts}^3.$$

$$\frac{14.5}{0.66} = 22 \text{ marcos.}$$

Por lo tanto se usara un filtro prensa de 21 marcos con siguientes dimensiones: 24" x 24" x 2".

**SECADO.**

De trabajos en pequeña escala obtuve los siguientes da-

% de humedad sobre base húmeda:	
de humedad inicial	35.7 %
de humedad final	9.8 %
de humedad crítica	30 %
de humedad en equilibrio	3.3 %

**Conversión de la humedad a base seca:**

$$\text{Humedad inicial} = \frac{35.7}{64.2} = 0.555 \text{ lbs. H}_2\text{O/lb. de mat. seco.}$$

$$\text{Humedad crítica} = \frac{30}{70} = 0.428 \text{ lbs. H}_2\text{O/ lb. de mat. seco.}$$

$$\text{Humedad final} = \frac{9.8}{90.2} = 0.108 \text{ lbs. H}_2\text{O/lb. de mat. seco.}$$

$$\text{Humedad en equilibrio} = \frac{3.3}{96.7} = 0.034 \text{ lbs. H}_2\text{O/16 de mat. seco}$$

**Medidas libres:**

$$\text{Humedad inicial: } 0.555 - 0.034 = 0.521 \text{ lbs. H}_2\text{O/lb. mat. seco.}$$

$$\text{Humedad crítica: } 0.428 - 0.034 = 0.394 \text{ lbs. H}_2\text{O/lb. mat. seco.}$$

$$\text{Humedad final: } 0.108 = 0.074 \text{ lbs. H}_2\text{O/ lb. mat. seco.}$$

Cálculo de la velocidad de secado en el período de velocidad de secado constante en las pruebas de laboratorio:

$$= \text{área de la torta} = 1.57 \text{ in}^2 = 0.019 \text{ fts}^2.$$

$$= \text{humedad evaporada} = 0.584 \text{ grs. de H}_2\text{O/10 min.}$$

$$\text{Sea } W = \frac{0.584 \times 60}{10 \times 453.6} = 0.0078 \text{ lbs./hr.}$$

$$\text{Velocidad de secado} = \frac{W}{A} = \frac{0.0078}{0.0109} = 0.71 \text{ lbs./ft}^2 \text{ hr.}$$

Cálculo del tiempo de secado en el período de velocidad de

secado co  
W

$$- = K' \\ A$$

$$A = 2 -$$

$$K'G \text{ (HW)}$$

Razón de  
KG (HW)

$$W = A \times$$

tenía una  
E

perficie c  
L

(0  
T

constante

$$1.201$$

$$5.68$$

secado de  
D

$$\text{Of} =$$

A  
D  
F

río de  
H2O/lb.

R  
dad de s  
co expres

F  
velocidad

F  
Substitu

$$9.$$

$$\text{Of} =$$

secado constante:

W

$$\frac{W}{A} = K'G (HW - HA).$$

A

Area de secado en las dos caras de la torta.

$$\frac{24}{12} \times \frac{24}{12}$$

$$A = 2 \times \frac{24}{12} \times \frac{24}{12} = 8 \text{ ft}^2.$$

K'G (HW — HA) = razón de secado en el punto crítico =

Razón de secado en el período de razón constante

$$KG (HW - HA) = 0.71 \text{ lbs/ft}^2 \text{ hr.}$$

$$W = A \times K'G (HW - HA) = 8 \times 0.71 = 0.681 \text{ lbs. H}_2\text{O evap./hr. por torta.}$$

La torta sometida a secado en el trabajo de laboratorio tenía una área de 0.0055 ft<sup>2</sup> y un peso de 0.013 lbs.

En la práctica la torta salida de la prensa tiene una superficie de 4ft<sup>2</sup> y pesa 9.46 lbs.

Libras de agua evaporadas por cada torta:

$$(0.521 - 0.394) 9.46 = 1.801 \text{ lbs. H}_2\text{O evap./ por torta.}$$

Tiempo de secado en el período de velocidad de secado

constante:

$$1.201$$

$$\frac{1.201}{5.68} = 0.21 \text{ hr.} = 12.6 \text{ min.}$$

5.68

Cálculo del tiempo de secado en el período de velocidad de secado decreciente:

$$O_f = \frac{DF_c - F_1}{AR_c - F_2} \ln \frac{F_1}{F_2}$$

D = peso del material seco en el sólido en lbs. = 9.46 lbs.

F<sub>c</sub> = F<sub>1</sub> = contenido de humedad libre al comenzar el período de velocidad de secado decreciente expresado en lbs. de H<sub>2</sub>O/lb. de material seco.

R<sub>c</sub> = la velocidad de secado durante el período de velocidad de secado constante = velocidad de secado en el punto crítico expresado en lbs./ hr. ft<sup>2</sup> = 0.71 lbs./ hr. ft<sup>2</sup>.

F<sub>2</sub> = contenido libre de humedad al finalizar el período de velocidad de secado decreciente en lbs. H<sub>2</sub>O/lb. mat. seco.

F<sub>1</sub> = 0.74 lbs. H<sub>2</sub>O/lb. mat. seco.

Substituyendo y efectuando

$$O_f = \frac{9.46 \times 0.394}{8 \times 0.71} - 2.303 \text{ Log.} \frac{0.394}{0.074}$$

= 1.67 h. = 1 hora 40 minutos.

tiempo total de secado:

+ 40 + 12.6 = 112.6 min.

sean 1 hora 52.6 min.

adiabáticamente 2 horas.

### CALCULO DEL AIRE NECESARIO EN EL SECADOR

Agua total exaporada al bajar la humedad del material desde su contenido inicial de humedad, hasta su contenido de humedad en equilibrio.

#### Balance de humedad

$$W = G (H_2 - H_1).$$

= agua evaporada por hora en el secador.

= lbs. de aire usadas.

= humedad final del aire.

= humedad inicial del aire.

agua total evaporada por hora:

$$= (0.555 - 0.034) 2950 = 1536.95 \text{ lbs. H}_2\text{O/rh.}$$

humedad inicial del aire:

$$\text{temperatura de bulbo seco} = 77^\circ \text{ F.}$$

$$\text{Temperatura de bulbo húmedo} = 54^\circ \text{ F.}$$

la carta de humedad tenemos:

humedad inicial del aire: 0.0035 lbs. H<sub>2</sub>O/lb. aire seco.

El aire se precalienta hasta 195° F. a humedad constante

en seguida se enfría adiabáticamente saliendo con un 90% de

humedad; de la carta de humedad el aire sale a 85.5° F. con una

humedad final de 0.025 lbs. H<sub>2</sub>O/lb. aire seco.

Por lo tanto  $H_2 = 0.025$ .

$$H_1 = 0.0035$$

$$W = 1536.95$$

$$= \frac{1536.95}{0.025 - 0.0035} = 71,486.04 \text{ lbs. aire/hora.}$$

$$H_2 - H_1 = 0.025 - 0.0035$$

### CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL SECADOR

El material dura en el secador 2 horas desde su entrada

hasta su salida, asumiendo que el secador tiene un diámetro de

1 metro, su inclinación de 5° y su velocidad de rotación igual a

2 r. p. m.

Luego el avance del material en el secador

$$= 1 \times \text{tg. } 5^\circ = 1 \times 0.08 \text{ mt. por cada } 1/2 \text{ vuelta.}$$

Entonces el avance del material por minuto será

$$0.08 \times 1/2 \times 2 = 0.08 \text{ mt./min.}$$

Por lo tanto en 2 horas de secado el material avanza.

$$0.08 \times 2 \times 60 = 9.6 \text{ mts.}$$

Longitud

Longitud

32 fts. d

C

T

T

H

co o sea

71.486 :

S

densado

Temper

Calor la

E

C

A

su temp

a

195° F.

C

7

C

que aco

C

2

C

I

in<sup>2</sup> gag

V

b) calor

— W (

Total d

118

Dé don

D).—M

co que

ga las

Longitud del secador 9.6 metros.  
Longitud y diámetro en fts.  
32 fts. de long. y 3.3 fts. de diam.

### CALCULO DEL CONSUMO DE VAPOR EN EL PRECALENTADOR

Temperatura inicial del aire 77° F.

Temperatura final del aire 195° F.

Humedad del aire a la entrada 0.0035 lb. H<sub>2</sub>O/lb. aire seco o sea lleva:

$$71.486 \times 0.0035 = 251.2 \text{ lbs. H}_2\text{O.}$$

Supongo que se usa vapor a 60 lb/in<sup>2</sup> gage y que el condensado sale a 140° F.

Temperatura de entrada del vapor 239° F.

Calor latente de vaporización a 295° F. = 915 B. T. U./lb.

#### Balance de calor

Base: 1 hora de trabajo con temp. ambiente de 77° F.

Calor cedido por el vapor = calor que necesita el aire.

A).—Calor total que necesita el aire húmedo para elevar su temperatura de 77° F. a 195° F.

a) Calor que necesita el aire seco para pasar de 77° F. a 195° F.

Calor específico del aire = 0.24 B. T. U./lb. °F.

$$71.486 \times 0.24 (195 - 77) = 2'024,483.5 \text{ B. T. U.}$$

Calor específico del aire = 0.24 B. T. U./lb. °F.

que acompaña al aire desde 77° F. a 195° F.

Calor específico del agua 0.45 B. T. U./lb. °F.

$$251 \times 0.45 (195 - 77) = 13.334 \text{ B. T. U.}$$

$$\text{Calor total} = 13334 + 2024483.5 = 2'037,817.5 \text{ B. T. U.}$$

B).—a- Calor total cedido por el vapor saturado a 60 lbs./in<sup>2</sup> gage.)

$$W \quad 915 + (293 - 77) = 1131W.$$

b) calor que sale condensado

$$- W (140 - 77) = -63W.$$

Total de calor que entra con el vapor

$$1131 - 63 = 1068 W.$$

$$2'037.817.5$$

De donde  $W = \frac{2'037.817.5}{1068} = 1917 \text{ lbs. de vapor/hora.}$

$$1068$$

D).—Molienda y Equipo Auxiliar.

Para la molienda usaremos un molino Harding Balb cónico que entregue la harina con una finura de 200 mallas y que tenga las siguientes especificaciones:



Medida del molino.	4.5 x 2 fts.
Peso del molino.	8100 lbs.
Peso del forro.	5400 lbs.
Peso de las bolas.	4500 lbs.
Velocidad a que trabaja.	28 R. P. M.
Potencia necesaria.	25 H. P.
Capacidad en 24 horas.	36 Ton.

Como se ve con la capacidad de este molino es suficiente, las libras de material molido por hora son 3000 lbs. en las horas son 72000 lbs. que reducidas a Toneladas = 36 Ton.

Además se necesitarán 2 prensas hidráulicas o Expellers e llenen las necesidades de la planta y trabajen a una presión de 300 lbs./in<sup>2</sup>.

El consumo de Vapor en H. P. por hora será más o menos el siguiente para el cálculo de las calderas:

$$1 \text{ H. P.} = 34.5 \text{ lbs. H}_2\text{O/hr.}$$

Asumiendo que 1 libra de vapor evapora en una caldera por libra de agua.

Luego el número de H. P. necesario será, dado que el consumo de Libras de Vapor por hora son 12921.

Luego con 2 calderas de 200 H. P. cada una sería más que suficiente.

## CAPITULO IV.

### CONCLUSIONES:

Como lo demuestran las aplicaciones tan variadas de los aceites y harinas y además el aprovechamiento de otros sub-productos, yo creo sería costeable en nuestro medio del Estado de Jalisco el establecimiento de una industria de esta índole con el siguiente plan para su desarrollo:

Primeramente a la terminación de la carretera Guadalupe-Autlán, Barra de Navidad-Puerto de Chamela, sería conveniente establecer en esos dos lugares costeros 2 pequeñas plantas refrigeradoras que además de producir el hielo necesario para esas regiones proveería del mismo a unos carros refrigerados que transportarían por la carretera todo aquel pescado que era ser sacado por cooperativas de pescadores de los lugares inmediatos para que así en una planta beneficiadora establecida en las afueras de la población de Autlán o Unión de Tula, se procesen las cabezas, piel y vísceras de aquellos peces que son co-

mestibles  
dalajara  
que no se  
te enunci  
ra distri

Co  
beneficia  
de dar tr  
el precio  
precios n

Es  
parte de  
Aceites y  
mo los A  
brica de

Ac  
son apro  
mas ricas  
partes de  
nuestra I

Chemical  
Elements  
ing.

Industria  
tions

Química

Animal a  
Fats

Aceites y  
mal

La Indus

Boletines

mestibles para que así fueran trasladados al mercado de Guadalajara solo la pura carne, mientras que las vísceras y los peces que no son comestibles sean tratados por la planta anteriormente enunciada sea encargada de producir los aceites y harinas para distribuirlos en los mercados.

Con el establecimiento de una industria de esta índole se beneficiaría grandemente la economía del Estado, pues aparte de dar trabajo a varios operarios y pescadores, podría abaratar el precio de la carne de pescado en los mercados, la cual alcanza precios muy elevados.

Es por lo tanto que he tomado como trabajo de tesis una parte de los sub-productos de la pesca, porque además de los Aceites y Harinas Industriales hay otros sub-productos tales como los Aceites de Hígado, Curtido de pieles de tiburón y la fábrica de cola y colapez.

Además en nuestro medio los desperdicios de pescado no son aprovechados en nuestras costas a la vez que unas de las mas ricas en fauna marítima pues bien sabido es que de varias partes del mundo vienen a pescar a los litorales del Pacifico de nuestra República Mexicana.

## BIBLIOGRAFIA

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| Chemical Engineers' Handbook.                        | John H. Perry.        |
| Elements of Chemical Engineering.                    | Badger and Mc Cabe.   |
| Industrial Chemical Calculations.                    | Hougen and Watson.    |
| Química Analítica Aplicada.                          | V. Vilavecchia.       |
| Animal and Vegetable, Oils, Fats y Waxes.            | Geoffrey Martin.      |
| Aceites y Grasas, vegetales, animales y minerales.   | Guido Fabris.         |
| La Industria de la Pesca.                            | Fernando J. Cisneros. |
| Boletines del Departamento del Interior de los E. U. |                       |