

*La investigación, su esencia y arte.*

# FONDO EDITORIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA  
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO



<https://fondoeditorial.unat.edu.pe>

## Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.



Lucia Ruth Pantoja Tirado  
Richerson Harold Piscoche Chinchay  
Gino Paul Prieto Rosales

Harold Pawel Johao Ore Quiroz  
Eudes Villanueva Lopez  
Beethssy Zussy Hurtado Soria

# **Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.**



Lucia Ruth Pantoja Tirado  
Richerson Harold Piscoche Chinchay  
Gino Paul Prieto Rosales  
Harold Pawel Johao Ore Quiroz  
Eudes Villanueva Lopez  
Beethssy Zzussy Hurtado Soria

*La investigación, su esencia y arte.*

Pampas – Tayacaja

2023

# Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

© Lucia Ruth Pantoja Tirado  
luciapantoja@unat.edu.pe

Richerson Harold Piscoche Chinchay  
richerson.piscoche@unat.edu.pe

Gino Paul Prieto Rosales  
ginoprieto@unat.edu.pe

Harold Pawel Johao Ore Quiroz  
haroldore@unat.edu.pe

Eudes Villanueva Lopez  
eudesvillanueva@unat.edu.pe

Beethssy Zzussy Hurtado Soria  
beethssy.hurtado@unat.edu.pe

Editada por:

© Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) - Fondo Editorial.  
Dirección: Bolognesi N° 416, Tayacaja, Huancavelica -Perú  
info@unat.edu.pe  
Telf: (+51) 67 -990847026  
Web: <https://unat.edu.pe/>

Primera edición digital: 2023

Libro digital disponible en <https://fondoeditorial.unat.edu.pe>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-10266  
ISBN: 978-612-5123-11-4

Corrección de estilo y Diseño y Diagramación: Gráfica “imagen”:  
Gianmarco Garcia Curo  
gianmarco.garcia.c@gmail.com / Telf: +51 925 622 439

*No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, su tratamiento informático, la transmisión de ninguna otra forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright*

## Agradecimiento

A la empresa Pesquera Centinela S.A.C, por permitirnos ampliar nuestra formación científica, tecnológica y social mediante la experiencia, lo que permitió el desarrollo de habilidades en el ejercicio profesional.

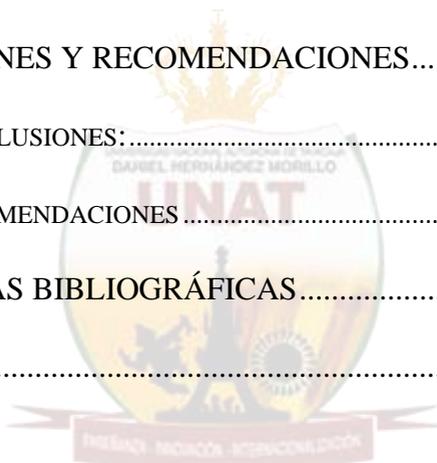


*La investigación, su esencia y arte.*

## Tabla de contenido

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN .....	9
CAPÍTULO I.....	12
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	12
1.1. SECTOR PESQUERO PERUANO:.....	13
1.2. ANCHOVETA .....	16
1.3. HARINA DE PESCADO .....	21
1.4. ACEITE CRUDO DE PESCADO .....	25
1.5. PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA DE PESCADO .	30
1.6. PROCESO DE ELABORACIÓN DE ACEITE CRUDO DE PESCADO .....	41
CAPÍTULO II.....	43
METODOLOGÍA .....	43
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA Y ACEITE CRUDO DE PESCADO.....	48
CAPÍTULO III.....	63

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	63
3.1. INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN: .....	64
3.2. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PROCESO: .....	67
3.3. BALANCE DE MATERIA: .....	79
3.4. BALANCE DE ENERGÍA: .....	81
CAPÍTULO IV .....	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	83
4.1. CONCLUSIONES: .....	84
4.2. RECOMENDACIONES .....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
ANEXOS .....	92



*La investigación, su esencia y arte.*

## Resumen

El presente trabajo está basado en las experiencias adquiridas durante la estancia en calidad de practicante preprofesional en la empresa Pesquera Centinela S.A.C., en el área de aseguramiento de la calidad de la Planta de harina y aceite crudo de pescado, la cual consiste en el monitoreo de los parámetros y los análisis necesarios para asegurar la calidad e inocuidad de la harina y aceite de pescado como producto terminado. La práctica desarrollada permitió aplicar y complementar los conocimientos de operaciones unitarias agroindustriales, procesos agroindustriales y tecnologías pesqueras adquiridas.

Los parámetros físicos controlados durante el proceso productivo de harina y aceite crudo de pescado fueron: control en la recepción de la materia prima; control en el proceso, en la cocina (PCC 1)  $T \Rightarrow 80^{\circ}\text{C}$ , TBVN en cocina, concentrado y ensaque; control de licores solubles y aceite; control de humedades, en prensas, tortas, secadores (PCC 2)  $\%H < 10\%$  y harina; control de agua de calderas y control de efluentes.

Las operaciones del proceso de harina y aceite de pescado son: recepción de materia prima, almacenamiento de materia prima, cocinado, drenado, prensado, separación,

centrifugación, evaporación de agua de cola, secado, molienda, dosificación de antioxidante, envasado y almacenamiento. El sistema de seguridad alimentaria de la empresa se basa en el Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control); siendo los puntos críticos de control para el proceso productivo de la harina de pescado: cocción ( $T^{\circ} \geq 80^{\circ}\text{C}$ ) y secado ( $T^{\circ} \geq 70^{\circ}\text{C}$ ).

Se realizó el balance de materia, en la cual se obtuvo como resultado un factor de rendimiento de 4.28 unidades (TM pescado procesado/TM harina producida), por lo que podemos concluir que no se alcanza la productividad plena, ya que el factor de rendimiento ideal es de 4 unidades. Asimismo, teniendo un factor de producción de aceite del 3.64% (TM de aceite obtenido\*100/TM de pescado procesado) se concluye que la obtención de aceite no es eficiente, ya que el factor ideal es de 4 o 5%. Además del balance de energía podemos concluir que en la planta de harina de 5 TM/h será necesario más de 712 galones (US) de gas natural por día de producción para generar vapor suficiente y obtener 1 TM de harina de pescado.

**Palabra clave:** Harina de pescado, aceite crudo de pescado, anchoveta, secado al vapor.

## Introducción

En el Perú la extracción y transformación de los recursos hidrobiológicos es una de las actividades económicas más características y antiguas de nuestro país, esto hizo necesario la adquisición de nuevas tecnologías, o las mejoras de estas mismas, con el fin de cumplir con las progresivas exigencias comerciales, competitivas-empresariales y legales.

La pesquería de anchoveta peruana es actualmente la pesquería de una sola especie más grande del mundo, con desembarques promedio de *Engraulis ringens* (anchoveta) de más de 5 millones de toneladas anuales durante la última década. Perú es el tercer productor de pesca de captura a nivel mundial (7% de las capturas globales). Perú es una de las naciones pesqueras más grandes del mundo. Más del 80% de las capturas del país se reducen a harina y aceite de pescado (Geng et al., 2022).

*La investigación, su esencia y arte.*

El ecosistema pelágico peruano está fuertemente dominado por la anchoveta. La anchoveta sustenta la pesquería de una sola especie más grande del mundo, obteniendo un promedio de 6,5 millones de toneladas por año en la última década (Bertrand et al., 2008). La gestión pesquera es un desafío único porque la dinámica de la población de anchoveta está

fuertemente influenciada por la alta e impredecible variabilidad del actual ecosistema de Humboldt.

Perú es el mayor productor de harina y aceite de pescado del mundo. La harina y el aceite de pescado se utilizan en gran medida como insumos para varias industrias de alimentos para animales en todo el mundo. La harina de pescado es la principal fuente de proteína animal de alta calidad con alto contenido de proteínas y aminoácidos, rica en fósforo y calcio, vitamina A, vitamina D y vitamina B, y se usa ampliamente en la alimentación del ganado y las aves de corral.

En comparación con otros ingredientes de los piensos, la harina de pescado destaca por su mayor contenido de proteínas y su composición de aminoácidos más equilibrada. Esto lo convierte en una opción ideal para satisfacer las diversas necesidades nutricionales de los animales acuáticos, asegurando su crecimiento y desarrollo óptimos. La harina de pescado es el ingrediente principal en la alimentación de camarones. Con la escasez de recursos de harina de pescado, se ha vuelto imperativo encontrar nuevas fuentes de proteínas para reemplazar la harina de pescado.

El aceite de pescado es rico en DHA y EPA y hoy en día se ha convertido en un complemento importante en la dieta

diaria. El presente trabajo tiene como objetivo general: aplicar y complementar los conocimientos teórico-práctico adquirido durante la formación académica universitaria, mediante el desarrollo de la práctica pre - profesionales en la empresa Pesquera Centinela S.A.C.; y como objetivos específicos: Identificar y describir las operaciones unitarias del proceso productivo de harina de pescado y aceite de crudo de pescado, Describir el organigrama funcional de la empresa, Conocer la tecnología empleada y las características de funcionamiento de las maquinarias y/o equipos que existen en la empresa para la elaboración de harina y aceite crudo de pescado, Identificar, y conocer el sistema de control de calidad en el proceso productivo de harina y aceite crudo de pescado, Describir los parámetros de control, monitoreo, registro, mantenimiento y verificación de todas las operaciones involucradas en la producción de harina y aceite crudo de pescado aplicando el sistema HACCP, realizar un balance de materia en función al rendimiento y productividad obtenida durante el proceso, realizar un balance de energía en función de los puntos de consumo de vapor de los equipos de la empresa.

# Capítulo I

## Revisión Bibliográfica



*La investigación, su esencia y arte.*

## 1.1. Sector pesquero peruano:

El sector pesquero del Perú es un factor económico clave para el país. Perú es uno de los países más importantes en cuanto a producción pesquera por volumen. En promedio (2004-2016), la pesquería de anchoveta por sí sola representa el 84,5% del volumen nacional de pescado desembarcado. Sin embargo, en los últimos años, la pesca artesanal de pota y dorado, así como una serie de pesquerías de pequeña escala, han experimentado cambios profundos y han aumentado sustancialmente su importancia socioeconómica dentro del Perú (Gozzer-Wuest et al.,2021).

Perú es una de las naciones pesqueras más importantes del mundo gracias a la suculenta productividad de su pesquería de anchoveta y solo fue superado en desembarques totales por China e Indonesia en 2018.

En Perú, la pesca tuvo un valor de cerca de 850 millones de dólares en exportaciones en 2019, contribuyendo sustancialmente a los ingresos de comunidades pesqueras enteras, así como al consumo interno.

Si bien la pesquería produce grandes volúmenes de producción, es operada exclusivamente por una flota artesanal

compuesta por miles de embarcaciones pequeñas (< 15 m de eslora) que operan con baja tecnología y equipo. Datos oficiales muestran que entre 2010 y 2019, la pesquería JFS representó el 38% de todos los desembarques peruanos destinados al consumo humano directo y el 59% del valor total de las exportaciones de productos del mar para consumo humano directo (Deville et al.,2023).

La pesquería en el Perú tiene una alta importancia económica representando anualmente entre el 9% y el 15% del PIB total del sector pesquero peruano. Incluso durante 2020, muy impactado por la COVID-19, la pesquería fue rentable y mantuvo unas cuentas económicas no sustancialmente inferiores a las de años anteriores.

Además, se utilizaron datos públicos sobre desembarques y precios de exportación y desembarque para modelar el impacto de la oferta en la elasticidad de los precios para los pescadores y exportadores en Perú y Chile.

Los datos mostraron fuertes caídas en los precios fuera de los barcos con una mayor oferta para los pescadores peruanos. Por el contrario, los exportadores peruanos y los pescadores y exportadores chilenos mantuvieron en su mayoría precios

estables en casi todos los niveles de oferta (Gozzer-Wuest et al.,2021).

Perú es una de las naciones pesqueras más importantes del mundo gracias a la suculenta productividad de su pesquería de anchoveta (*Engraulis ringens*) y solo fue superado en desembarques totales por China e Indonesia en 2018. La Zona Económica Exclusiva (ZEE) peruana es una de las más extensas de América, con cerca de 1 millón de km<sup>2</sup> de territorio marino pertenecientes a jurisdicción nacional, por lo que las flotas pesqueras de anchoveta, atún (*Thunnus spp.*) o pota (*Dosidicus gigas*) grande e importante en las cadenas de suministro de productos pesqueros del mundo.

Además, parte de la producción de la pesca de captura no se dedica al consumo humano, sino que es utilizada por el “sector industrial” para reducirla a productos de harina y aceite de pescado que posteriormente se utilizan como alimento para otros sistemas de suministro de alimentos humanos (aves de corral, cerdos, acuicultura, etc.).

A primera vista, las pequeñas especies pelágicas parecen representar la mayor parte de estas “capturas industriales/de reducción” (entre el 20% y el 30% del total de desembarques de pescado (Walkinshaw et al.,2022).

## 1.2. Anchoveta

Las anchovetas forman una pesquería marina potencial alrededor del Perú, representan > 95% de las capturas pesqueras peruanas y son desembarcadas por el sector industrial, que es el segundo mayor generador de divisas.

La anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) es ecológica y económicamente la especie de pez pelágico más importante del sistema de la Corriente de Humboldt (HCS), caracterizada por una alta productividad biológica, debido a intensos afloramientos costeros (surgencias) impulsados por las corrientes predominantes (vientos del sur) (Kroetz et al., 2019).

La anchoveta peruana, una de las poblaciones de peces más grandes del mundo, es objetivo de una flota cerquera de aproximadamente 2800 buques, agrupados en dos subflotas principales: la flota siderúrgica industrial y la flota de madera, esta última engloba a las pequeñas y medianas flotas. Naves de escala, mediana escala e industriales.

Según la Ley General de Pesca Ley N° 26920 y Decreto Ley 25977 – Reglamento de la ley, los buques industriales están autorizados a desembarcar anchoveta para consumo humano indirecto (CHI) mientras que los de pequeña y mediana escala

los buques sólo pueden desembarcar anchoveta para consumo humano directo (CHD).

Tanto el buque de acero como el de madera están subdivididos por la legislación en varios segmentos: industrial (casco de acero o madera,  $>32,6 \text{ m}^3$  de capacidad de carga), mediana escala (de madera,  $10\text{--}32,6 \text{ m}^3$ ) y pequeña escala ( $<10 \text{ m}^3$ ). Las embarcaciones industriales de madera ( $32,6\text{--}110 \text{ m}^3$ ) reciben el sobrenombre de “vikingas” en Perú (Flores-Valiente et al., 2023).

La anchoveta es una especie muy prolífica que alcanza su madurez sexual a la edad de un año. La anchoveta desova principalmente en la zona costera cercana a la superficie, es una especie con desove parcial y período principal de desove entre agosto y octubre. Esta especie pequeña vive en aguas costeras frías ascendentes y tiene una tasa de crecimiento rápida, tiempo de vida corta y un comportamiento escolarizado (Hernández-Santoro et al., 2019).

### **1.2.1. Composición nutricional**

La composición química de la anchoveta varía entre individuos de un mismo cardumen, dependiendo de la edad, sexo, entorno, alimentación, etc. Es un recurso natural que

presenta excelentes propiedades en cuanto a concentración de micronutrientes que no suelen encontrarse en los alimentos básicos, y además contiene importantes minerales como potasio, fósforo, calcio y muchos ácidos grasos poliinsaturados y como fuente principal proteínas. La carne de anchoa se compone principalmente de agua, proteínas y grasas, y es baja en carbohidratos, por lo que no suele considerarse en análisis detallados (Albrecht-Ruiz & Salas-Maldonado, 2015).

**Tabla 1**

*Análisis químico proximal de la anchoveta*

<b>Componentes (%)</b>	<b>Albrecht-Ruiz &amp; Salas-Maldonado, 2015</b>	<b>Honores &amp; Casique, 2016</b>
Humedad	72-77%	70.8
Grasa	4-7%	8.2
Proteína	16-19%	19.1
Sales minerales	0.8 - 1.2%	1.2
Calorías (100g)	185	185

**Tabla 2**

*La investigación, su esencia y arte.*

*Compuestos minerales de la anchoveta*

<b>Macroelemento</b>	<b>Promedio (%)</b>
Calcio (mg/100g)	77.1
Sodio (mg/100g)	78
Magnesio (mg/100g)	31.3
Potasio (mg/100g)	241.4

*Fuente:* Honores & Casique, 2016

### Tabla 3

*Composición de aminoácidos de proteínas del músculo de pescado*

Aminoácidos	Porcentaje	Rango
Ácido glutámico	14.91	14.3 - 15.4
Ácido aspártico	10.34	9.9 - 10.9
Lisina	8.81	7.9 - 9.5
Leucina	8.41	7.8 - 9.1
Alanina	7.91	7.7 - 8.8
Isoleucina	6.03	5.5 - 6.3
Arginina	5.95	5.7 - 6.3
Valina	5.95	5.6 - 6.2
Serina	5.14	4.6 - 6.0
Treonina	4.62	4.4 - 5.0
Glicina	4.6	4.2 - 5.4
Fenilalanina	3.92	3.7 - 4.1
Prolina	3.52	3.3 - 3.7
Tirosina	3.27	3.1 - 3.4
Metionina	2.97	2.8 - 3.2
Cistina	1.04	0.9 - 1.1
Triptófano	0.95	0.9 - 1.0

*Fuente:* Honores & Casique, 2016

### Tabla 4

*Análisis de ácidos grasos de la anchoveta*

Ácido graso	Promedio %
Palmítico	19.9
Palmitoleico	10.5

---

Mirístico	10.1
Pentadecanoico	0.4
Oleico	12.3
Linoelico	1.8
Margárico	1.3
Esteárico	4.6
Linolénico	0.6
Aráquico	3.7
Eicosapentanoico	18.7
Docosatrienoico	1.1
Eicosatrienoico	1.3
Araquidónico	1
Docosapentaenoico	1.3
Docosahexaenoico	9.2
Docosatetraenoico	1.2

---

*Fuente:* Honores & Casique, 2016.

El contenido graso en el pescado presenta marcadas variaciones en cuanto al tipo de especie, en contraste con el contenido proteínico que es relativamente constante entre ellas. Dichas diferencias obedecen a la distinción entre pescados magros y grasos, sin embargo, ambos poseen grasas, pero lo que varía propiamente es la cantidad y tipo de depósito en el cuerpo. Asimismo, depende del estado biológico del pescado, el tipo de ubicación geográfica y sus condiciones, el tipo de alimentación y su nutrición en consecuencia (Honores & Casique, 2016).

### **1.3. Harina de pescado**

La industria peruana de harina de pescado, la más grande del mundo, se centra en la explotación de grandes poblaciones de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*).

El exceso de capacidad y la carrera por la pesca han sido señalados como una amenaza a la sostenibilidad de los recursos durante décadas.

La harina de pescado pura es un ingrediente alimentario en polvo que normalmente se obtiene después de cocinar al vapor, moler y secar pescado entero de origen marino, que es rico en proteínas, aminoácidos, oligoelementos, vitaminas y nutrientes desconocidos (factores promotores del crecimiento). Es un ingrediente de proteína animal indispensable en la mayoría de los alimentos para acuicultura y también se agrega ampliamente en alimentos formulados industrialmente para la producción de carne de cerdo y huevos, debido a sus excelentes perfiles de nutrientes, palatabilidad y digestibilidad (Fréon et al., 2017).

La harina de pescado es un producto valorizado de la captura incidental o subproductos de la pesca de captura marina, que es una fuente nutricionalmente enriquecida de proteína

animal de alta calidad con mayor digestibilidad, palatabilidad, sabor atractivo, promoción del crecimiento y efectos de estimulación inmunológica. La harina de pescado es un material alimentario rico en proteínas y rico en aminoácidos, ácidos grasos, minerales y vitaminas.

La harina de pescado es una fuente crucial de proteínas en los alimentos acuícolas debido a su alto contenido de proteínas, su perfil equilibrado de aminoácidos y su excelente digestibilidad y palatabilidad. Este producto es la mejor fuente de proteínas para las formulaciones de alimentos acuícolas debido a su alto contenido de proteínas y excelentes propiedades nutricionales (Kong et al., 2022).

La harina de pescado sigue siendo la principal fuente de proteínas elegida por la mayoría de los peces carnívoros, ya que contiene un alto contenido de proteínas, aminoácidos esenciales adecuados (incluida la taurina) y ningún factor anti nutricional. Como resultado, el uso de harina de pescado en el desarrollo de piensos artificiales para el ganado y los organismos acuáticos, incluidos peces y camarones, está aumentando rápidamente a nivel mundial. Se estimó que en 2007 se utilizaron alrededor de 3,72 millones de toneladas de harina de pescado sólo para la producción de piensos para la acuicultura.

El Banco Mundial informó que, en 2010, las industrias de piensos para la acuicultura utilizaron alrededor del 73% del total de la harina de pescado a nivel mundial, mientras que se utilizó el 20% para la producción de piensos para cerdos, el 5% para las aves de corral y el 2% para otros tipos de piensos para ganado.

En 2013, aproximadamente 16,3 millones de toneladas de pescado se redujeron a harina y aceite de pescado, de los cuales el 60 % de la producción total de harina de pescado y el 80 % de la producción total de aceite de pescado se utilizaron en la acuicultura (Mahamud et al., 2022).

### **1.3.1. Composición nutricional**

La información proporcionada es típica de la harina de pescado peruana.

De hecho, los fabricantes ofrecen harina FAQ (secada directamente) o harina Steam Dried o secadas al vapor (secadas indirectamente), cada una con diferentes especificaciones según las necesidades del mercado (Huang et al., 2017).

**Tabla 5**

*Composición química proximal de la harina de pescado (anchoveta)*

Componentes	Promedio %
Humedad	91.92
Proteína cruda	67.68
Lípido crudo	7.86
Ceniza bruta	16.42

*Fuente:* Huang et al., 2017

**Tabla 6**

*Composición de aminoácidos presentes en la harina de pescado (anchoveta)*

Componentes	Promedio %
Triptófano	0.52
Tirosina	1.88
Treonina	2.5
Valina	2.77
Fenilalanina	2.46
Serina	2.23
Alanina	3.52
Arginina	3.24
Histidina	1.83
Isoleucina	2.39
Lisina	4.66
Metionina	2.07
Leucina	4.27
Glutamato	7.14
Glicina	3.25
Aspártico	5.17
Cisteína	0.54

*Fuente:* Huang et al., 2017

## Tabla 7

### *Composición nutricional de estándares de calidad de harina de pescado*

<b>ANALISIS</b>	<b>Super Prime</b>	<b>Prime</b>	<b>Secado Fuego Directo</b>
<b>Proteína</b>	68% min.	67% min.	64% min.
<b>Grasa</b>	10% máx.	10% máx.	12% máx.
<b>Humedad</b>	10% máx.	10% máx.	10% máx.
<b>Sal</b>	4% máx.	5% máx.	5% máx.
<b>Arena</b>	1% máx.	2% máx.	2% máx.
<b>Ceniza</b>	16% máx.	17% máx.	17% máx.
<b>TBVN</b>	100 mr./100 gr.	120 mg./100 gr.	120 mg./100 gr.
<b>Histamina</b>	500 PPM máx.	1000 PPM máx.	-
<b>Digestibilidad</b>	94% min.	92% min.	92% min.
<b>Antioxidante</b>	150 PPM min.	150 PPM min.	150 PPM min.

*Fuente:* Honores & Casique, 2016

## 1.4. Aceite crudo de pescado

### 1.4.1. Generalidades

El aceite crudo de pescado es el subproducto obtenido de la fabricación de harina de pescado a partir, principalmente, del licor de prensa, después de someterse a operaciones como la separación y centrifugación, con el objeto de retirar sólidos en suspensión y agua. Generalmente el aceite crudo de pescado es de color marrón-amarillento, y es oscilante dependiendo de la especie de materia prima del cual proviene. El aceite de pescado, derivado de pescados grasos como la anchoveta, es rico en

ácidos grasos omega-3, particularmente ácido eicosatetraenoico y ácido docosahexaenoico. Los ácidos grasos omega-3 han sido ampliamente estudiados por sus posibles beneficios cardiovasculares. Se sabe que estos ácidos grasos poseen propiedades antiinflamatorias, antiplaquetarias y reductoras de triglicéridos, lo que puede contribuir a sus efectos positivos sobre la salud cardiovascular (Erbay et al., 2023).

Estos ácidos grasos poliinsaturados tienen una variedad de efectos beneficiosos en el cuerpo humano, como estimular el desarrollo de la retina y el cerebro en los bebés y reducir los síntomas en pacientes con enfermedades cardiovasculares y Alzheimer. Además, el aceite de pescado es una fuente indispensable de lípidos en el cultivo animal, especialmente en animales marinos, y juega un papel importante en el mantenimiento del crecimiento y la salud de los animales acuáticos (Erbay et al., 2023).

#### **1.4.2. Composición química**

El aceite de pescado es muy rico en ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido eicosa pentaenoico y el ácido docosa hexaenoico, que pertenecen a los ácidos grasos poliinsaturados omega-3. El ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) pertenecen a ácidos grasos

poliinsaturados n-3 de cadena larga que abundan en gran medida en el aceite de pescado. DHA y EPA son ácidos grasos altamente insaturado, que son un subconjunto de ácidos grasos poliinsaturados que tienen 20 o más átomos de carbono en su estructura. Estos ácidos grasos poliinsaturados omega-3 tienen beneficios para la salud humana bien documentados (Zhang et al.,2023).

## Tabla 8

### *Composición química del aceite de pescado*

Componentes	Promedio %
Ácidos grasos libres	<4
Materia insaponificable	<2
Humedad	<0.8
EPA omega-3	15 - 17
DHA omega-3	7-Set

*Fuente:* Zhang et al.,2023

### **1.4.3. Oxidación y enranciamiento**

El aceite de pescado es extremadamente propenso a la oxidación y al enranciamiento debido a la presencia de los ácidos grasos poliinsaturados. La oxidación de ácidos grasos poliinsaturado de cadena larga implica una serie de reacciones químicas complejas, incluida la ruptura de enlaces insaturados y la formación de diversos productos de oxidación tóxicos. Los productos de oxidación, como peróxidos, alcoholes, aldehídos y

ácidos carboxílicos, pueden causar olores rancios y sabores desagradables, cambios de color y bajo valor nutricional. Por lo tanto, la oxidación está relacionada con el valor nutricional y la seguridad del aceite de pescado, y cómo prevenir la oxidación es siempre un problema que la gente intenta resolver. Una de las formas más efectivas y convenientes de evitar la oxidación de los productos derivados del petróleo ricos en PUFA es agregar sustancias como antioxidantes que bloquean los efectos indeseables del oxígeno.

Los antioxidantes pueden retrasar o inhibir la oxidación de lípidos atrapando y neutralizando los radicales libres, apagando el oxígeno singlete, eliminando oxígeno, quedando iones metálicos, etc. (Xue et al., 2023).

#### **1.4.4. Microencapsulación del aceite de pescado**

La microencapsulación es una técnica que ya se utiliza ampliamente en las industrias alimentaria, química y agrícola. Es el proceso de encerrar pequeñas partículas dentro de una capa de recubrimiento o dentro de una matriz. La microencapsulación se realiza para mejorar la vida útil del material encapsulado limitando la exposición a factores ambientales degradantes como agua, oxígeno, calor y luz y para mejorar la incorporación en matrices alimentarias complejas que podrían contener

prooxidantes como metales traza (Solomando et al., 2023). La microencapsulación se puede realizar de múltiples maneras y la técnica más común utilizada en la industria alimentaria es el secado por aspersión. La encapsulación se lleva a cabo secando por pulverización una emulsión que contiene el material del núcleo (por ejemplo, aceite de pescado) disperso en una fase acuosa con el agente encapsulante disuelto.

La emulsión debe ser estable con un tamaño de gota pequeño para garantizar que las gotas de aceite estén suficientemente cubiertas por la película interfacial, lo que debería dar como resultado una alta eficiencia de encapsulación.

Los carbohidratos se utilizan normalmente como materiales de cubierta. Sin embargo, los carbohidratos a menudo carecen de las propiedades interfaciales de los agentes emulsionantes y no pueden crear emulsiones estables por sí solos.

*La investigación, su esencia y arte.*

Por lo tanto, se necesitan compuestos tensioactivos/anfifílicos (p. ej., proteínas y péptidos) con actividad emulsionante. La microencapsulación de aceite de pescado ha demostrado ser una excelente manera de estabilizar EPA y DHA (Perez-Palacios et al., 2019), siendo el secado por aspersión la técnica más utilizada que produce un polvo de

microcápsulas con baja actividad de agua y fácil de transportar, manipular y almacenar (Solomando et al., 2023).

## **1.5. Proceso de elaboración de harina de pescado**

### **Descarga de materia prima (anchoveta):**

La materia prima (Anchoveta) es proveída por embarcaciones propias y terceros que cuentan con la respectiva autorización de pesca y navegación, y en este caso se realiza a través de un muelle y chata.

La materia prima es succionada en muelle y/o chata; desde las bodegas de las embarcaciones hacia la planta a través los absorbentes de vacío - presión, compuestos de manguerones, bombas de vacío y compresores. Estos equipos utilizan agua de mar en la proporción 1:1 agua/pescado, todos ellos son de sistema vacío - presión de tal forma que en todo momento se evita el destrozo de pescado o con el menor daño posible. Los equipos absorbentes emplean una mezcla de agua de mar y pescado en una proporción 1:1, añadida a la bodega de la embarcación por inundación. El equipo de bombeo está instalado en chata, siendo la pesca transportada mediante tuberías HDPE hacia los desagüadores rotatorios (Honores & Casique, 2016).

## **Recepción y pesado:**

Cuando la materia prima llega a planta, pasa por los desagüadores para eliminar el agua que sirvió para facilitar el transporte. La vibración o rotación de dichos desagüadores contribuyen al drenaje de la mayor parte del agua.

La materia prima luego es llevada por transportadores de rastro, malla perforada o paletas donde complementan el escurrimiento. El pescado se deja caer a las tolvas de pesaje que funcionan manual-eléctrica o neumáticamente.

Esto con el objetivo de fijar los rendimientos, costos de producción y montos a pagar por los volúmenes de pesca recepcionada. Paralelamente, para generar los tickets de balanza que deben ser reportados a las entidades fiscalizadoras y reguladoras de la producción. Asimismo, se realizan los controles de laboratorio necesarios para conocer las condiciones en las que se encuentra la materia prima, para poder determinar su forma de almacenamiento, los parámetros operacionales del proceso y estimar su rendimiento. Generalmente se mide la composición (humedad, proteínas, grasa y cenizas), el grado de frescura según el contenido de NBV (Nitrógeno Básico Volátil) y la acidez libre de la materia prima (Honores & Casique, 2016).

## **Almacenamiento en pozas:**

El almacenamiento se hace utilizando pozas construidas de concreto, generalmente revestidas con mayólicas o en algunos casos pulida la pared interna y pintada con esmalte marino para preservar las características sanitarias y facilitar su limpieza. Las pozas pueden ser rectangulares o cuadradas, con una inclinación en la base para el drenaje del agua residual y sanguaza, en las que tienen instaladas un transportador helicoidal para conducir el pescado de forma continua hacia la tolva del cocinador finalmente. De la misma manera, se tiene un adecuado sistema de evacuación de la sanguaza proveniente del drenaje de las pozas y bombeo hacia determinados tanques colectores para su posterior tratamiento; no debiendo utilizar la sanguaza para el movimiento del pescado dentro de la poza, ya que constituye un caldo de cultivo para el crecimiento bacteriano (Honores & Casique, 2016).

## **Cocción**

*La investigación, su esencia y arte.*

La materia prima es distribuida mediante bombas Lamella hacia las cocinas, donde se aplica inyección indirecta de vapor. El objetivo de esta etapa es: a) coagular las proteínas, b) liberar la grasa de las células adiposas, c) detener la actividad enzimática y microbiana. La adecuada cocción de la materia

prima se logra controlando la temperatura y tiempo de residencia en el equipo, lo que facilita el correcto funcionamiento de las siguientes operaciones en las etapas subsecuentes del proceso. La cocción se realiza en horno horizontal, temperatura 95-98 °C, tiempo medio de residencia 12-15 minutos. Cada cocina consta de un cilindro estacionario con un tornillo roscado en su interior. La transferencia de calor para la cocción se aplica de forma indirecta; siendo el equipo de diseño mixto (vapor directo e indirecto) el vapor saturado proveniente de las calderas que va al interior del tornillo en contracorriente y al cilindro mediante chaquetas.

Es preciso indicar que los sólidos recuperados provenientes del tratamiento primario del agua de bombeo y de la sanguaza se mezclan con la materia prima proveniente de las demás pozas y se alimentan a las cocinas (Honores & Casique, 2016).

### **Desaguado o Pre-Strainer**

La masa de cocción es descargada a los pre-strainer para permitir un pre- estruje o pre- desaguado del licor de cocción a través de un tambor con malla perforada antes que lleguen a las prensas. Asimismo, para poder incrementar la eficiencia de dicho prensado y este reciba menor cantidad de líquido, es

fundamental esta operación previa ya que drenará los fluidos que han sido separados del músculo del pescado durante la operación de la cocción. Para esto, el equipo drenador consiste en un tambor proporcional al tamaño de la cocina, son rotatorios y horizontales, provistos de planchas cribadas de acero inoxidable de 3/16'' de perforación para retener sólidos insolubles y dejar pasar el licor de pre-strainer (agua, sólidos solubles y aceite) que finalmente son llevados a un tanque de calentamiento junto con el posterior licor de prensa (Honores & Casique, 2016).

## **Prensado**

La prensa es un equipo constituido por uno o dos tornillos de diseño robusto, alojados dentro de una carcasa de acero estructural, con cribas de acero inoxidable para dar paso al drenaje de los fluidos.

El tornillo sinfín o transportador es de paso variable, de menor a mayor tamaño desde el chute de entrada hasta el chute de descarga, así mismo, el diámetro del eje transportador está diseñado de menor a mayor tamaño.

El objetivo de esta operación es obtener una torta con el menor contenido posible de agua y grasa y un caldo que contenga materia seca. Esta operación consiste en un proceso de

prensado o estrujamiento mecánico del pescado que sale del cocinador continuo y tiene como objetivo eliminar la mayor cantidad de agua posible, permitiendo el secado más económico y eliminando el aceite contenido en el pescado, además cabe mencionar que no existe una etapa posterior del proceso que elimine estos compuestos y puede afectar la calidad y condicionar el precio del producto terminado.

La temperatura del pescado que ingrese a la prensa y permanezca en ella debe ser cercana a los 100 °C. La presión de trabajo se encuentra íntimamente relacionada con la velocidad del eje del transportador y este a su vez con la calidad de materia prima, variando entre 2 – 8 RPM (Honores & Casique, 2016).

## **Secado**

Los sólidos conglomerados que se obtienen en la etapa de prensado se denominan “torta de prensa”; a la cual se le agregan solubles concentrados del equipo de evaporación, sólidos de las separadoras de producción y los sólidos que se recuperan del sistema de tratamiento químico (torta Hiller). Esta mezcla se llama “torta integral” y se distribuye en secadores ROTADISK con paletas que homogeneizan la mezcla reduciendo el contenido de agua (53-58% a 43-49%) durante un tiempo de residencia de 10 minutos (Honores & Casique, 2016).

### ***Secado - primera etapa (Secadores Rotatubos y SRI):***

La mezcla obtenida a la salida de los ROTADISK es derivada a una segunda etapa de secado en la que se utilizan dos tipos de secadores: a) Secadores Rotatubos indirectos con vapor saturado y b) Secadores de aire caliente tipo Gas-Gas para reducir la humedad en el rango 18 a 25%.

### ***Secado - segunda etapa (SRI):***

Al igual que los secadores SRI 1 y 2; el sistema utiliza la humedad de la harina gruesa llamada “scrap” recién salida de la primera etapa de secado como medio calefactor, elevado a altas temperaturas (aprox. 380° C), cuyo vapor se convierte en un gas que es el responsable de secar el Scrap que entra por el secador. Rangos del proceso térmico de este sistema de secado por vapor propio sobrecalentado:

- Temperatura vapor de salida (en ambos secadores): 100 °C.
- Tiempo de residencia: 8 - 10 minutos
- Humedad de salida del scrap: de 7 a 10 %.

Con estas condiciones de operación se asegura una mínima degradación proteica, oxidación de lípidos, logrando un mayor porcentaje de proteínas digeribles. El producto mezclado del pre-secado ingresa con una humedad de alrededor de 18– 25

%. En el secado se utiliza el sistema de secado con vahos sobrecalentados. Mediante la convección rápida, se utiliza el calor agregado para secar el sólido húmedo, consecuentemente, el vapor sobrecalentado baja bruscamente su temperatura hasta una condición de ligero sobrecalentamiento, cercana a 100°C.

Al final de esta etapa, se extrae una cantidad de vapor de agua equivalente a la evaporada del tambor del secador, para utilizarla en la planta evaporadora de agua de cola. Este nuevo proceso de secado mediante vahos sobrecalentado ha demostrado importantes características que impactan en la calidad de la harina y en la eliminación de la contaminación del producto, ya que la velocidad de transferencia de masa y de calor, inherente a un proceso de transferencia de calor por convección directa, es muy alta, obteniéndose tiempos de secado muy cortos y, por consiguiente, tiempos reducidos de exposición a vapor a alta temperatura. Esta rapidez protege las características nutricionales del producto. Asimismo, la exposición de la harina a una atmósfera de vapor puro, sobre 100°C la esteriliza. Esta temperatura no afecta la calidad de la harina, ya que no hay contacto con oxígeno. Por otro lado, el tratamiento con vapor sobrecalentado produce consistentemente una fuerte baja del TVN en comparación a procesos paralelos con otras tecnologías del secado (Honores & Casique, 2016).

## **Enfriamiento y tamizado**

El enfriamiento se realiza a través de equipos enfriadores de tipo rotor de paletas y cilindro estacionario, operación a contra flujo con aire forzado, con sistema de filtro de Mangas Jet–Pulse. Estos equipos reciben el scrap con una temperatura de alrededor de 80°C y debe enfriarla hasta aproximadamente 32°C. En esta etapa se tiene implementado imanes para evitar contaminación con material físico (metálico). El producto ingresa a un purificador de harina en cuya interior gira un rotor provisto de mallas de 9, 10 y 11 mm de Ø de agujero a una velocidad de 420 rpm. La harina en su paso por estas mallas y por acción de la gravedad y la fuerza centrífuga se filtra por los agujeros quedando atrapados en ellos todas las materias extrañas tales como: plásticos, metales, redes, cabos entre otros. De esta forma el producto es tamizado quedando libre de contaminantes físicos: metales, plásticos, trapos y cabos (Honores & Casique, 2016). *La investigación, su esencia y arte.*

## **Molienda y ensaque**

El scrap de la etapa de secado, pasa al molino seco con el objeto de uniformizar las partículas de la harina. Para ello utiliza martillos libres y mallas perforadas con agujeros de 6mm.

Se ha implementado sistemas de molienda completa con asistencia de aire, a fin de facilitar la molienda, enfriar la harina en el proceso de molienda y reducir la emisión de polvos a la atmósfera, incluye filtro de mangas jet pulse para minimizar la emisión de polvos al medio ambiente. La molienda debe superar el 95% en la granulometría a través de la malla #12 (Honores & Casique, 2016).

### **Dosificación de antioxidante**

Luego, la harina de pescado se transporta al equipo de dosificación de antioxidantes.

Este equipo de dosificación consta de una tolva donde se almacena la harina para luego extraerla con un tornillo helicoidal, donde se le agrega el antioxidante (etoxiquina) con un rociador equipado con aire comprimido (45 PSI) para luego pasar a un transportador homogeneizador del antioxidante añadido. Para bombear el antioxidante utiliza bombas ZENITH, la dosificación fluctúa a lo requerido según planeamiento de Ventas (500 ppm – 700 ppm) (Honores & Casique, 2016).

### **Envasado y almacenamiento**

La harina con antioxidante es transportada a la balanza, para ser envasada en sacos de polipropileno de 50 Kg

previamente codificados, los que son cosidos por máquinas cocedoras industriales de pedestal y portátiles. El producto envasado es estibado sobre mantas plásticas formando rumas de 1000 sacos (aproximadamente 50 tm.) según Procedimiento Operacionales de Saneamiento (SOP) de Productos Terminados y Estándares Operacionales de Saneamiento (SSOP), cada ruma está identificada por una codificación legible asignada por Planta, durante la producción de cada ruma se forma un saco patrón el cual contiene una muestra representativa de los 999 sacos y sirve para los muestreos. Luego de estabilizar las rumas éstas son cubiertas con mantas impermeables. Estas rumas se encuentran almacenadas en el almacén ubicado dentro de planta (Honores & Casique, 2016).

### **Despacho de harina de pescado:**

Los vehículos llegan a la fábrica en dirección al almacén de producto terminado. El despacho consiste en la salida y entrega de harina desde los almacenes de EIP - Chimbote Norte hasta los puertos. A continuación, se presentan los diagramas de flujo del proceso productivo y balance de materia prima del proceso de producción de harina y aceite de pescado de la planta de 250 T/h (Honores & Casique, 2016).

## **1.6. Proceso de elaboración de aceite crudo de pescado**

### **Tratamiento de licores del proceso:**

#### **Separación de sólidos**

El licor de prensa está compuesto de agua, aceite, sales, proteínas disueltas y partículas finas; las cuales son separadas en los centrífugos horizontales conocidas como separadoras. El sólido recuperado es llamado “torta de separadora” es colectado por un transportador helicoidal que luego se une con el queque de la prensa para formar la “torta integral” que va hacia los secadores (Honores & Casique, 2016).

#### **Centrifugación**

El licor de separadoras pasa por un intercambiador de calor con vapor indirecto para ser calentado entre 85-90°C y tratado en centrífugas, cuya función es separar los líquidos de distintas densidades: el aceite y el “agua de cola” que es un licor con bajo % de grasa y sólidos el cual se envía a la planta evaporadora (Honores & Casique, 2016).

#### **Pulido**

El aceite obtenido en la etapa anterior que aún contiene sólidos y agua se envía a una pulidora para ser limpiado de las impurezas sólidas y del contenido de agua.

El aceite obtenido se envía al tanque diario de aceite crudo de producción que luego se distribuirá hacia los tanques almacenamiento según la clasificación para Consumo Humano Directo y para Consumo Humano Indirecto (Honores & Casique, 2016).

### **Recuperación de sólidos solubles**

En esta etapa el agua de cola se somete a un proceso de evaporación donde se concentran los sólidos solubles en el agua desde un 7-9% a un 40-45%, para luego ser agregado a la torta de prensa (Honores & Casique, 2016).

### **Almacenamiento de aceite de pescado**

El aceite crudo de producción se almacena temporalmente en un tanque diario con la finalidad de decantar los sólidos, luego es bombeado hacia los tanques de almacenamiento final; destinados para Consumo Humano Directo. Así mismo, se cuenta con tanques para almacenamiento de aceite de consumo humano indirecto; en estos tanques de almacenamiento también se realizan las purgas necesarias hasta

Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

eliminar al máximo los sólidos y agua del fondo de los tanques, estas purgas son retornadas para tratamiento con las espumas (Honosres & Casique, 2016).



*La investigación, su esencia y arte.*

## Capítulo II

### Metodología

En este capítulo se describe las etapas del proceso de producción de harina de pescado secado al vapor (Steam Dried) y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

La producción de harina de pescado se basa principalmente en la separación de sus tres componentes: materia sólida, grasa y agua.

Las operaciones del proceso productivo se describen a continuación:

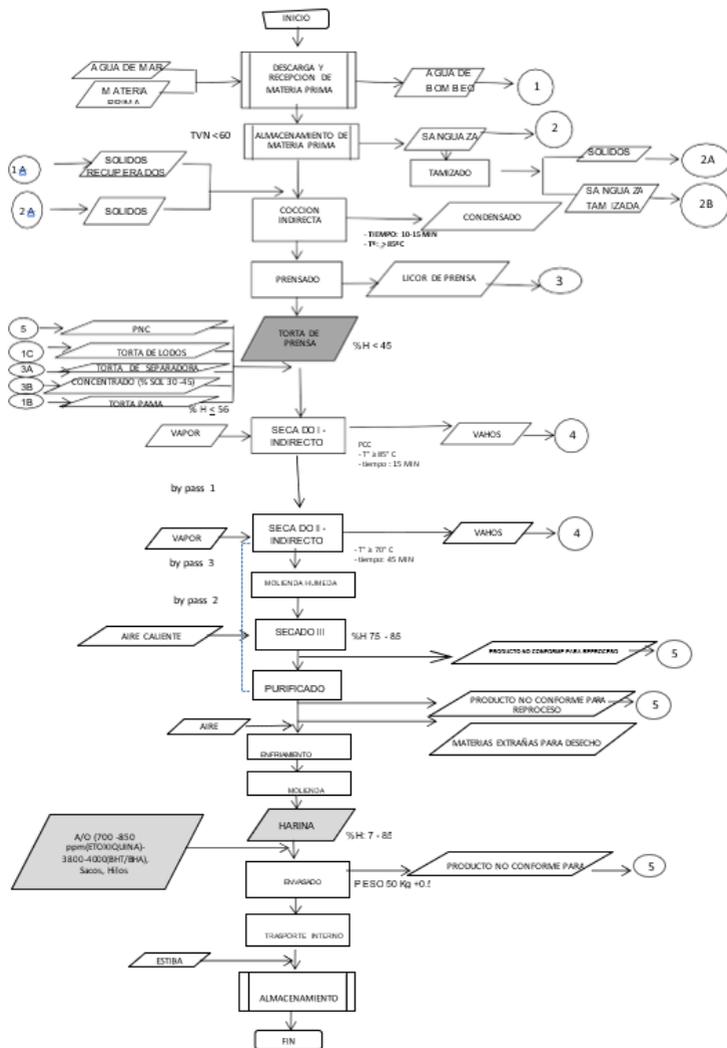
**Figura 1**

*Diagrama de Flujo del procesamiento de harina de pescado*



*La investigación, su esencia y arte.*

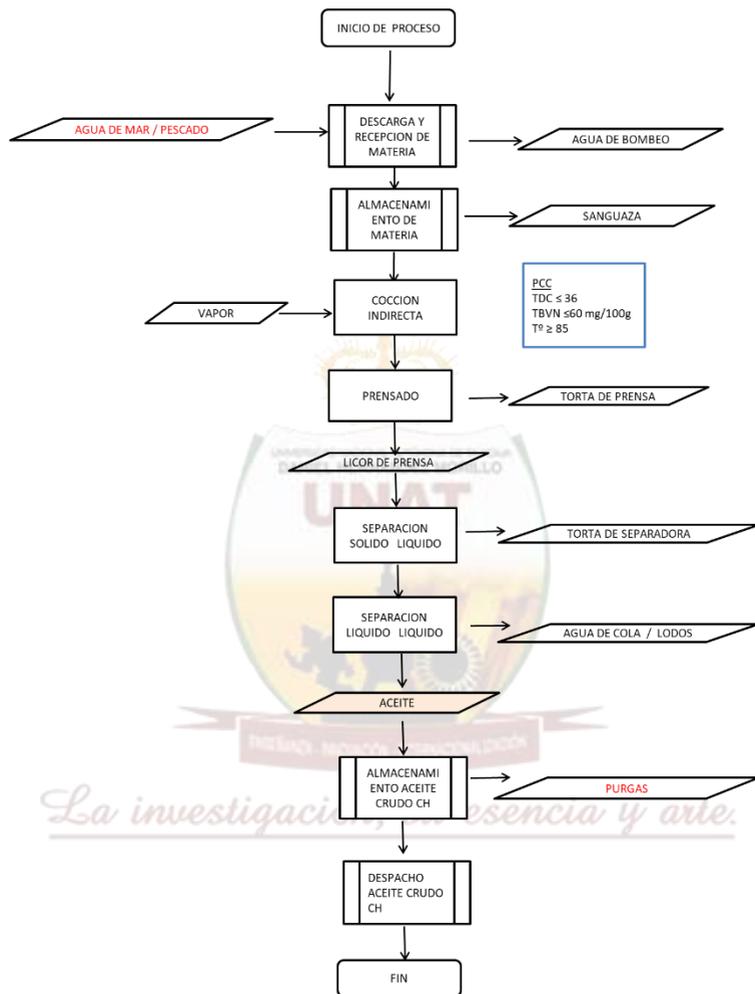
Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.



Fuente: Empresa pesquera Centinela S.A.C

Figura 2

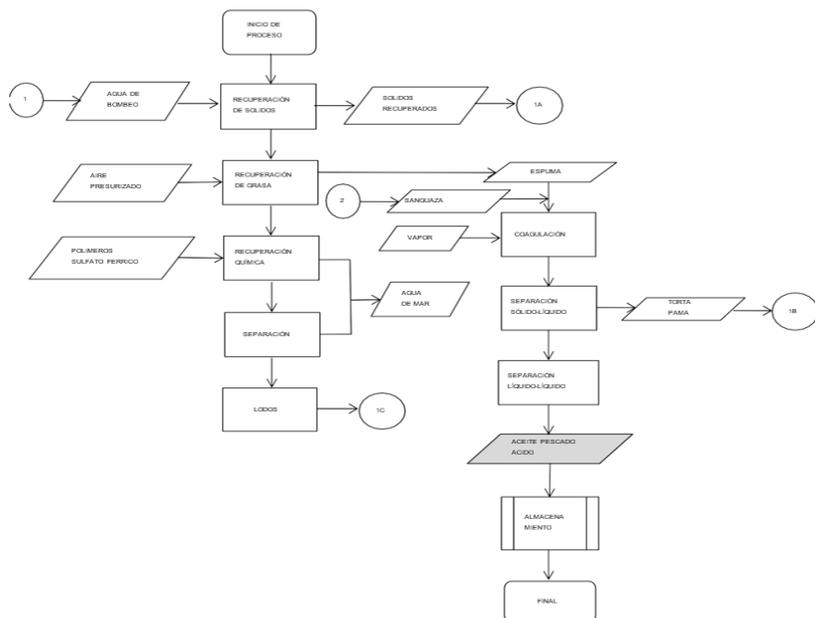
*Diagrama de Flujo del procesamiento del aceite crudo de pescado NCH*



Fuente: Empresa pesquera Centinela S.A.C

**Figura 3**

## Diagrama de flujo del tratamiento secundario (agua de bombeo – sanguaza)



Fuente: Empresa pesquera Centinela S.A.C

## 2.1. Descripción del proceso de elaboración de harina y aceite crudo de pescado

### A. DESCARGA Y RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA:

**Alcance:** Inicia en Chata, tuberías de descarga, desagüadores rotativos N°1 y 2, transportador de malla N° 1 y 2, balanza, tolva de pesaje luego se distribuye a poza 1, poza 2, poza 3 y poza 4.

**Descripción:** La materia prima (anchoveta) se descarga de las embarcaciones pesqueras mediante dos líneas de descarga, que están compuestas por; 02 Bombas de Vacío que permiten descargar el pescado a planta, impulsando una mezcla de agua/pescado en relación de 1 a 1 a través de una tubería HDPE llegando a los desagüadores rotativos donde se separa la mayor parte del agua de bombeo; la materia Prima pasa por las mallas transportadoras para terminar de drenar y su posterior pesaje.

## **B. ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA**

**Alcance:** Inicia en la poza 1, poza 2, poza 3 y ´poza 4 de almacenamiento; transportadores Helicoidales (Nº 1, 2) y termina al finalizar los transportadores de Paletas Nº 1 y 2.

**Descripción:** El pescado pesado se almacena en las 4 pozas de 350 Tm de capacidad (c/u), cuyo fondo inclinado facilita la evacuación del pescado por acción de la gravedad, estas pozas están provistas de drenadores conformados por planchas de acero inoxidable agujeradas ubicados en las esquinas, pisos y encima de las compuertas, utilizados para la evacuación de la sanguaza.

El sistema de descarga de pozas se realiza a través de dos transportadores helicoidales que llevan el pescado hacia los

transportadores de paletas para su posterior ingreso a los cocinadores. La materia prima descargada con TDC>24 horas y/o TBVN>60 mg/100g es almacenado en la poza N° 3, para la producción de aceite crudo de pescado NCH.

### **C. COCCIÓN INDIRECTA:**

**Alcance:** Inicia a la caída del Tolvín alimentador de cocinas, TH N°4, TH N°5, cocina N°1, cocina N°2, pre strainer N° 1 y 2, y termina en el chute de salida del pre strainer 1 y 2.

**Descripción:** La planta cuenta con 2 cocinadores de vapor indirecto de 50 Tm/h cada uno, estos equipos están formadas por un tornillo sin fin en la que en su interior circula calefacción. La temperatura del cocinado es de 95°C a 100°C y la presión es de 2-5 bar. El tiempo de residencia en la etapa de cocción depende del tipo de especie a tratar, este tiempo cocción oscila entre 15 - 20 minutos.

Después del cocinado se produce una operación de drenaje inmediato, la cual se realiza en los Pre-strainers que están compuestos por malla perforada de doble tambor giratorio que permite escapar el líquido consiguiendo una eficaz acción de prensado. La materia prima que ingresa a la cocina con TDC>36

horas, TBVN > 60mg/100g es destinada para la producción de aceite crudo de pescado NCH.

#### **D. PRENSADO:**

**Alcance:** Inicia en chute de salida de pre-strainers N° 1 y 2, prensas N°1, prensa N°2, TH N°8, TH N°9 y termina chute de descarga del TH N°9.

**Descripción:** El prensado se realiza en 2 prensas donde la torta del cocinado se traslada axialmente a través de 2 transportadores cónicos helicoidales de ejes y pasos variables con el objeto de aplicar una presión creciente para extraer la mayor parte del caldo de la torta (% humedad < 45% y grasa < 4,0%, dependiendo de la frescura de la materia prima).

#### **E. SECADO I – INDIRECTO**

**Alcance:** Inicia en chute de descarga de TH N°9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, Secador Rotadisk 1, Secador Rotadisk 2, TH N°18, TH N°19 y termina en el chute de descarga del TH N°19. Incluye los ductos de vahos.

**Descripción:** Esta etapa consiste en el ingreso de la torta integral a 02 Secadores Rotadisk los cuales tienen una capacidad de evaporación total de 8400 Kg de agua /hr, en la cual se utiliza el vapor como medio calefactor para reducir el contenido de agua

de la torta integral a valores entre 42 y 46 %; el tiempo de residencia en estos equipos es de 15 minutos. El vapor de agua generado durante la evaporación se utiliza como combustible en la planta de evaporación de agua de cola (previa recuperación de finos). Límites Crítico: La temperatura del scrap es  $\geq 85$  °C y tiempo  $> 15$  min.

## F. SECADO II – INDIRECTO

**Alcance:** Inicia en el chute de descarga de TH N° 19, TH N°20, TH N°21, TH N°22, TH N°23, 24, 25 Secador Rotatubos 1, Secador Rotatubos 2 TH N° 26, 27, 28 y termina en el chute de descarga del TH N°28.

**Descripción:** Esta operación se realiza en dos secadores de tipo Rotatubos que tiene una capacidad total de evaporación de 8000 y 10000Kg de agua/hora, respectivamente.

Se utiliza el vapor indirecto como medio calefactor para evaporar la torta húmeda hasta obtener humedades entre 15% y 18 %, su tiempo de residencia es de 45 minutos.

El vapor de agua generado durante la evaporación se extrae mediante un exhaustor de gases y se utiliza como medio de calentamiento en la Planta de evaporación de agua de cola después de la recuperación de las partículas finas.

## **G. MOLIENDA HÚMEDA**

**Alcance:** Inicia en el chute de descarga del TH N° 28, molino húmedo, TH N° 29, termina en el chute de descarga del TH N°29

**Descripción:** El Scrap obtenido de la etapa de Secado II se traslada a un molino de martillos para que se homogenizado y así facilite la operación de secado.

## **H. SECADO III**

**Alcance:** Inicia en el chute de descarga del TH N° 29, 30, Secador de Aire Caliente, Caja de Vahos, exhaustor, ductos de finos, ciclón N° 1 y 2, TH N°33, TH N°31 y termina en el chute de descarga de los TH N°31 y 33.

**Descripción:** El scrap molido que se genera en la etapa de secado II, es trasladado a un cilindro rotatorio de capacidad de evaporación 3,200 Kg de agua/hora, en el cual circula aire caliente para reducir el porcentaje de agua a valores de 6.5 – 8.5 %, protegiendo la calidad proteica y digestibilidad de la harina evitando la proliferación de microorganismos.

## **I. PURIFICADO:**

**Alcance:** Inicia en el chute de descarga del TH N° 31, purificador y termina en el chute de descarga del mismo.

**Descripción:** El scrap que sale del secador III pasa a través del equipo de purificación, el cual está compuesto por un tamiz con agujero de diámetro variable (8, 10 y 11 mm) cuya función es separar las materias extrañas (hilos, plásticos, cabos, plumas, etc.) que provienen de las operaciones anteriores.

## **J. ENFRIAMIENTO**

**Alcance:** Inicia en el chute de descarga del purificador TH N° 32, 34, Enfriador, TH N° 35, TH N° 36 y finaliza en chute de descarga del TH N° 36.

**Descripción:** Con la finalidad de disminuir la temperatura del Scrap, se cuenta con un equipo enfriador de filtros de mangas de capacidad de 30 Tm/H el cual trabaja con aire en contracorriente llegando a enfriar el scrap a valores permisibles para el envasado (30 a 32°C).

## **K. MOLIENDA SECA**

**Alcance:** Inicia en chute de descarga del TH N° 36, TH 37, 38, TH 39, 40, Molino N°1, Molino N° 2 TH N° 41, TH N° 42 y finaliza en el chute de descarga del TH N° 41 y 42.

**Descripción:** El scrap que proviene del enfriador ingresa a los molinos de martillos móviles (compuestos de filtros de mangas), con el fin de tritutar el scrap hasta la obtención de una granulometría aceptable para un buen mezclado de la harina de pescado con otros compuestos de la ración alimentaria.

## L. ENVASADO

**Alcance:** Inicia en chute de descarga de TH N° 41, TH N° 42, TH N° 43, TH N° 44, TH N° 45, Tolvín de harina, TH N° 46 Dosificador de A/O, TH N° 47, TH N°48, TH N°49 TH N°50, TH N°51, TH N°52, TH N°53, TH N°54, Tolvín de balanza 1, Tolvín de balanza 2, Balanza N° 1, Balanza N° 2, Cosedora de sacos, transportadores horizontales y finaliza en la faja de transportación inclinada.

**Descripción:** La harina obtenida de la molienda seca es trasladada al equipo de dosificación de antioxidante, donde se le agrega el antioxidante (Etoxiquina) de 850 a 950 ppm, el cual se mezcla en el TH N°47 y luego se traslada a las balanzas digitales automática (50 Kg  $\pm$  0.5 calibradas).

La harina dosificada con antioxidante es envasada en sacos de polipropileno laminados y finalmente estos sacos son cosidos.

## M. TRANSPORTE INTERNO

**Alcance:** Inicia al finalizar la faja transportadora inclinada, plataforma del camión y finaliza en la descarga de los sacos de harina del camión en el almacén productos terminados.

**Descripción:** Los sacos de harina de pescado (350 sacos aproximado) se apilan en el camión, el cual debe tener una superficie limpia y desinfectada para luego ser transportados al almacén de productos terminados.

## **N. ALMACENAMIENTO**

**Alcance:** Inicia en la descarga de sacos de harina del camión en el almacén de productos terminados y finaliza en la formación de rumas.

**Descripción:** La harina de pescado se almacena en cada ruma de 1000 sacos según la calidad comercial, estas rumas se identifican según el número de ruma, calidad y fecha de producción; este producto se almacena por un periodo de tiempo hasta su comercialización.

Las rumas de sacos de harinas son cubiertas con mantas plásticas para que sean protegidas de los fenómenos naturales, sustancias contaminantes y para prevenir la adulteración de sustancias ilegales.

En caso se requiera mantenimiento, muestreo y/o inventario, se destaparán las rumas previa autorización o consentimiento del jefe de Producto Terminado/jefe de Aseguramiento de Calidad.

## **O. SEPARACIÓN DE LA FASE LÍQUIDA**

### ***Separación Sólido-Líquido:***

**Alcance:** Inicia esta etapa en las tuberías que conducen el licor de prestrainers N°1 y 2, licor de prensas N°1, 2, separadoras N° 1 y 2,3 TH colector de separadoras (N° 10) y termina en el tanque de colección de licor de separadora.

**Descripción:** En esta etapa se mezcla el licor de prensa y el licor de cocción para ingresar a dos separadoras horizontales (temperatura mayor a 90°C), con la finalidad de obtener dos fases (licor de separadora y torta) a través de la velocidad centrípeta.

### ***Separación líquido-líquido:***

**Alcance:** Inicia en las tuberías que conducen el licor de separadora, intercambiadores de calor N° 1 y 2, Manifold de licor ingreso a centrífugas, Centrífugas N° 1, 2, 3, Manifold colector de lodos, tanques colectores de aceite, tanque de agua

de cola, termina en tubería que conduce el aceite a los Tanques de aceite y tubería de agua de cola a PAC.

**Descripción:** El licor de separadora ingresa a las 3 centrifugas verticales (capacidad de 30,000 Lt/h cada uno) con una temperatura mayor a 90°C, para separar sus componentes (agua de cola, aceite y cantidad mínima de lodos). El aceite crudo es enviado a los tanques de almacenamiento, los lodos y el agua de cola son enviados al tanque de agua de cola.

***Evaporación:***

**Alcance:** Inicia en las tuberías de agua de cola, Tanque de agua de cola, Planta de Evaporación de Agua de Cola N°1 (Efecto1, efecto 2 y efecto 3), Planta de evaporación de Agua de Cola N°2 (Efecto 1, efecto 2, efecto 3 y efecto 4), equipo de dosificación de enzimas y finaliza en tuberías de traslado de concentrado al proceso. También incluye tanques de: soda cáustica, ácido, condensado y de neutralización.

**Descripción:** El agua de cola (8 – 10% de sólidos) ingresa a las plantas evaporadoras de película descendente N° 1 y 2 de 35,000 l/h y de 40,000 l/h de capacidad de evaporación respectivamente, en contracorriente con los vahos que salieron de los secadores a

vapor para concentrarse hasta 35-40 % de sólidos solubles. El concentrado es ingresado al proceso.

### ***Almacenamiento y despacho de Aceite Crudo de Pescado:***

**Alcance:** Inicia en las tuberías de salida del tanque colector de aceite, Decantadores, Tanques de aceite y termina en tuberías de despacho de aceite.

**Descripción:** El aceite crudo que sale de las centrífugas se recepciona en 3 tanques decantadores de acero de capacidad de 23.5, 23 y 35.5 m<sup>3</sup> c/u y se pone en reposo para después purgar el agua e impurezas.

El área de Aseguramiento de la Calidad define el tanque para que se almacene el aceite, pero previo a ello se realiza los análisis fisicoquímicos hasta su comercialización. En planta se cuenta con cinco tanques de almacenamiento final cuya capacidad total es de 596.5 TM. El despacho de aceite de pescado se realiza en cisternas previamente inspeccionadas y pesadas.

## **P. RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA DE BOMBEO**

### ***Recuperación de sólidos:***

**Alcance:** Inicia en la bandeja colectora de agua de bombeo de los desagüadores rotativos N°1 y 2, poza de recepción de agua de bombeo, Tromels N°1, 2 y 3, TH N°3 y termina en el distribuidor de sólidos recuperados que va al elevador de paletas.

**Descripción:**

El agua de bombeo proveniente de la descarga de materia prima es alimentada a Trommels (2 con malla tipo Johnson de 0,5 mm y 01 con malla de 0,3 mm), donde se separan las partículas sólidas (escamas, vísceras, etc.). El material sólido recuperado va directamente a la plataforma elevadora para ser ingresado a la producción, cuando la cantidad de material sólido exceda se envía a la poza de almacenamiento N°1 y luego se mezcla con la materia prima en el proceso de producción. La parte del agua va a la trampa de grasa.

**Recuperación de grasa:**

**Alcance:** Inicia en las tuberías de salida de agua filtrada de los Tromel, tanque colector de agua de bombeo, trampa de grasa, Tanque de flotación (Tipo Krofta), tanque decantador de espuma, Reactores N°1 y 2, Tanque homogenizador (espuma + sanguaza), intercambiadores de calor N°1 y 2, separadoras N°3 y 4, centrifugas N°4, 5, tanques de almacenamiento de aceite N°9, 10 y 11.

**Descripción:** El agua filtrada presurizada ingresa a la Trampa de Grasa (con sólidos menores a 0.5 mm), generándose espuma que es recolectada a través de paletas al tanque decantador de espumas (tiempo de residencia aprox. 25 minutos); luego la fase líquida continua su paso al tanque de Flotación (Tipo Krofta) donde se le inyecta aire para que se generen microburbujas que arrastren los sólidos en suspensión y partículas de grasa para ser recuperados y enviados al decantador de espumas, luego la espuma es bombeada a un tanque homogenizador (espuma + sanguaza) donde es precalentada para luego pasar a través de un intercambiador de calor en donde se coagulan y estabilizan ( $T^{\circ} > 90^{\circ}$ ); ingresando a las separadoras y posteriormente a las centrífugas. El aceite obtenido de las centrífugas es almacenado en tanques hasta su comercialización. La fase líquida (agua de bombeo tratada) que sale del tanque de flotación es recibida en un tanque pulmón del cual es bombeada al tanque equalizador para su tratamiento en la tercera etapa de recuperación.

*La investigación, su esencia y arte.*

***Tratamiento químico:***

**Alcance:** Inicia en las tuberías de ingreso de tanque Pulmón, tuberías ingreso a tanque equalizador, Tanque Equalizador, tuberías de transporte a tanque clarificador, tanque clarificador, tanques dosificadores de coagulantes y floculantes, serpentín

mezclador, tanque de lodos, tanque de preparación y maduración de polímeros, separadora ambiental, T.H N°6 y 7, tanque Aproferrol.

**Descripción:** El agua de bombeo que sale del tanque de flotación pasa por el tanque pulmón y enviada a un tanque ecualizador de 900 m<sup>3</sup> de capacidad para su homogenización y ser enviada al clarificador. En el clarificador, el agua ingresa por la parte central de manera homogénea con los productos químicos (coagulantes y floculante), a los cuales se les inyecta aire presurizado, los floculas formados son recogidos por un cucharón rotativo y enviados al tanque colector de lodos. Los lodos recuperados se envían al equipo separador ambiental tras la adición de productos químicos (coagulante y floculante). El agua clarificada se envía al tanque de Aproferrol para su procesamiento final; La fase sólida (torta) se introduce en el proceso de producción con las tortas de prensa, separadora y el concentrado para formar una torta integral.

## **Q. SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE SANGUAZA**

### ***Recuperación de sólidos:***

**Descripción:** La sanguaza almacenada es enviada al trommel N°4 para recuperar los sólidos mayores de 0.5 mm y son

Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

incorporados al proceso a través del elevador de paletas a cocinadores; el líquido filtrado es enviado al tanque homogenizador donde se mezcla con la espuma recuperada del agua de bombeo.

### ***Recuperación de grasas:***

Realiza el proceso de sistema de recuperación de agua de bombeo.



*La investigación, su esencia y arte.*

# Capítulo III

## Resultados y Discusión

### **3.1. Información de la organización:**

#### **3.1.1. Descripción de la empresa:**

La empresa Pesquera Centinela S.A.C se dedica a la extracción de recursos hidrobiológicos para consumo humano directo e indirecto.

Suministra al mundo aceite y harina de pescado de la más alta calidad. Comenzó la producción de harina especiales a principios del 2011 utilizando tecnología de secado con vapor-vapor.

El proceso de secado de harina consiste en tres etapas: secado al vapor con un secador de disco giratorio, secado al vapor con un secador de tubo giratorio y secado con aire caliente con un secador de bolsa giratorio.

La planta de harina y aceite de pescado de la empresa tiene una capacidad de producción de 70 t/h, capacidad de almacenamiento de pescado de 2.000 tm., además está equipada con flota propia y embarcaciones de terceros. Pesquera Centinela S.A.C., cuenta con 03 fábricas de harina y pescado ubicadas estratégicamente en Tambo de Mora, Chancay y Chimbote y además cuenta con una planta de refrigeración en Chimbote.

Esta empresa pertenece al grupo Romero: cuenta con profesionales en diversos campos como: producción, aseguramiento de calidad, mantenimiento, producto terminado, recursos humanos, administración, seguridad industrial, exportación, quienes son responsables de velar y seguir los estándares de calidad exigidos por el mercado competente actual.

### **3.1.2. Base Legal:**

*La investigación, su esencia y arte.*

La empresa CENTINELA S.A.C., tiene su base legal en: Decreto Legislativo N° 1062, Ley de Inocuidad de los Alimentos.

***D.S. N° 025-2008-AG, Reglamento de la Ley de inocuidad de Alimentos.*** Ley N° 28559, Ley del Servicio Nacional de Sanidad Pesquera – SANIPES.

***D.S. 025-2005-PRODUCE, Reglamento de Ley del Servicio Nacional de Sanidad Pesquera***

**D.S. N° 040-2001-PE, Norma Sanitaria para las Actividades Pesqueras y Acuícola:** “Los operadores de las plantas de procesamiento deben garantizar:

La aplicación de sistemas de aseguramiento de calidad sanitaria e inocuidad del producto, y su procesamiento se sustentará en la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)”. Art.83d

**D.S. N° 040-2001-PE, Norma Sanitaria para las Actividades Pesqueras y Acuícola:** Art.83d “Los operadores de las plantas de procesamiento deben garantizar:

*La investigación, su esencia y arte.*  
La aplicación de sistemas de Aseguramiento de Calidad sanitaria e inocuidad del producto, y su procesamiento se sustentará en la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)”.

**D.S. 025-2005-PRODUCE, Reglamento de Ley del Servicio Nacional de Sanidad Pesquera:** Art. 35b, 35c. Los operadores

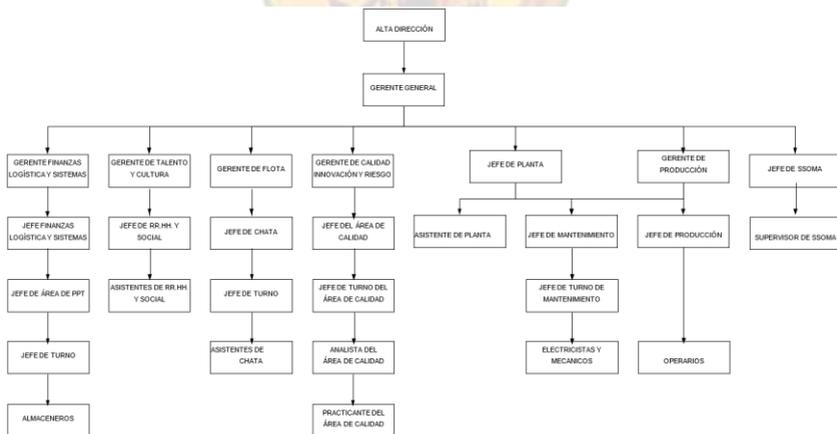
y/o agentes económicos son responsables “Del diseño, implementación y mantenimiento de un apropiado sistema de Aseguramiento de la Calidad, basado en el sistema de análisis de peligros y control de puntos críticos” y “Del cumplimiento de las normas sanitarias y de calidad y de la normatividad aplicable y de este reglamento”.

### 3.1.3. Organigrama de la empresa:

El organigrama de la empresa Pesquera Centinela S.A.C. está conformado de la siguiente forma:

Figura 4

Organigrama de la empresa Centinela S.A.C.



*Fuente:* Pesquera Centinela S.A. Aseguramiento de la calidad del proceso:

### **3.1.4. Materia prima**

#### **Procedimiento:**

#### **Muestreo:**

La muestra se tomará en la salida del desagugador rotativo. (usando un balde de 4 L). El muestreo se realizará dependiendo del tipo de embarcación. Para el caso de embarcaciones con pesca declarada menor a 100 Tm se extraerá 2 muestras (de 1/2 kg c/u); en el caso de lanchas que tengan pesca declarada mayor a 100 Tm, se extraerán muestras cada media hora (aprox. 2.5 kg para el análisis respectivo). Ver Normativa. Una vez tomada la muestra se transporta a Laboratorio, para su análisis correspondiente de TVBN por embarcación y formación de compuesto para los análisis de grasa, humedad, cenizas y cloruros.

#### **Frecuencia:**

A todas las embarcaciones pesqueras.

#### **Preparación de muestra (Análisis químico)**

Una vez obtenida la muestra de la embarcación, homogenizar la muestra en un balde de 10 kg y tomar 250 gr de muestra de materia prima (conservando la proporción de materia

prima y sanguaza obtenida). Mantenerla en envase herméticamente cerrado y en refrigeración (para evitar que la muestra se deshidrate) hasta culminar el compósito final de todas las embarcaciones. Del compósito formado se procede a preparar la muestra para realizar los análisis químicos.

### **Técnica de muestreo:**

Peso de anchoveta: 19.0 g, se obtiene el siguiente cuadro:

	<b>Número de especies</b>
50 Tm	2631579
100 Tm	5263158
150 Tm	7894737
200 Tm	10526316

*Fuente:* Benites, 2021

Aplicando la tabla de la NTP 700.002: Anexo B, obtenemos que el tamaño de muestra para más de 240000 especies es 126 muestras (2,3 kg aprox.).

*La investigación, su esencia y arte.*

## Tabla 9

### Plan de muestreo por atributos de la materia prima

Tamaño del lote (N)	Tamaño de la muestra (n)	Numero de Aceptación	
		Nº	(c)*
4,800 ó menos	6	1	(0)
4,801 – 24,000	13	2	(1)
24,001-48,000	21	3	(2)
48,001 – 84,000	29	4	(3)
84,001 – 144,000	48	6	(4)
144,001 – 240,000	84	9	(6)
Más de 240,000	126	13	(9)

Fuente: Benites, 2021

### Agua acompañante

#### Muestreo:

Tomar muestra de materia prima en la caída de la tolva de pesaje aproximadamente 5 kg.

#### Frecuencia:

Embarcaciones representativas.

### 3.1.5. Proceso

#### ❖ Materia prima

#### Muestreo:

Tomar muestra al ingreso del tolvín de las cocinas.

**Frecuencia:**

Cada 2 horas

**Preparación de muestra:**

Homogenizar y moler la muestra.

❖ **Fase líquida**

*Licores (prensa, separadora, agua de cola, lodos):*

**Muestreo:**

- ✓ Anotar la temperatura del equipo.
- ✓ Purgar lo suficiente y tomar la muestra en condiciones normales del proceso.
- ✓ Recepcionar la muestra en un recipiente de ½ L.

**Frecuencia:**

Unas 3 veces por turno o cuando se requiera.

**Preparación de muestra:**

Homogenizar la muestra y analizar inmediatamente a excepción del análisis de sólidos totales por placas.

*Aceite de pescado:*

**Muestreo:**

Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

- ✓ Tomar la muestra del Tk Colector en condiciones normales del proceso.
- ✓ Recepcionar la muestra en un recipiente de ½ L

### **Frecuencia:**

Se realiza cada 3 horas o cuando se requiera.

### **Preparación de muestra:**

Dejar enfriar antes de realizar los análisis, excepto para impurezas que debe ser en caliente.

### **Concentrado:**

### **Muestreo:**

- ✓ Purgar y tomar la muestra a la salida del evaporador de primer efecto.
- ✓ Recepcionar la muestra en un recipiente de 1/2 L.

### **Frecuencia:**

Sólidos solubles: cada hora

Grasa: tres veces por turno.

### **Preparación de muestra**

Para la determinación del % grasa se realiza una dilución de 1:1.

❖ **Fase sólida**

***Torta (prensa, separadora e integral):***

**Muestreo:**

- ✓ Muestrear a la salida de los equipos, 250 g. aprox.
- ✓ Guardar las muestras deshidratadas (resultante de la determinación de humedad) hasta las 00:00 horas (compósito).

**Frecuencia:**

Torta de prensa: cada 30 minutos.

Torta de separador: 2 veces por turno

Torta integral: cada 2 horas o cuando se requiera.

**Preparación de muestra:**

Homogenizar las muestras antes del análisis; para el caso de la torta de prensa se utiliza el moulinex.

***Scrap:***

**Muestreo:**

Tomar la muestra a la salida de los secadores I, II INDIRECTOS y III aproximadamente 200 g. en un recipiente.

Frecuencia:

Para Humedad:

Scrap de Secado I INDIRECTO: ½ hora

Scrap de Secado II INDIRECTO: cada 20 minutos

Scrap de Secado III: cada 5 minutos

Para TBVN: Cada hora.

Preparación de muestra: Homogenizar la muestra.

***Harina de ensaque:***

Muestreo:

- ✓ Tomar la muestra en la sala de ensaque.
- ✓ Guardar las muestras de harina, hasta las 00:00 horas (compósito).

Frecuencia: cada hora

Preparación de muestra: homogenizar la muestra.

### **3.1.6. Producto terminado**

❖ ***Harina de pescado:***

**Muestreo:**

El muestreo se realiza en saco patrón y/o ruma según se requiera por un Inspector de SGS, dejando una contra muestra en laboratorio.

**Frecuencia:**

Cada vez que se forme el saco patrón de la ruma.

**Preparación de muestra:**

Homogenizar la muestra antes de realizar el análisis.

❖ *Aceite de pescado:*

**Muestreo:**

- ✓ Tomar muestra del tanque cada 30 cm de profundidad de arriba hacia abajo y colocarlo en un balde de 20 L.
- ✓ Homogenizar la muestra y tomar un volumen de 1 litro.

**Frecuencia:**

En decantadores: cuando esté lleno.

En tanques: semanal

**Preparación de muestra:**

Enfriar y Homogenizar la muestra.

### 3.1.7. Aguas

#### ❖ *Agua fuente:*

##### **Muestreo:**

- ✓ Abrir la llave del grifo (pozo) y dejar correr el agua por 5 minutos.
- ✓ Colectar 1 L del agua en un envase de plástico.
- ✓ Enjuagar el envase con la muestra y después recolectar medio litro de la muestra para los análisis respectivos.

##### **Frecuencia:** Quincenal.

#### ❖ *Agua blanda (Ablandadores, Tk AB)*

##### **Muestreo:**

- ✓ Purgar el tanque ablandador durante 3 minutos previo a la toma de muestra.
- ✓ Colectar las muestras de agua en envase de plástico.
- ✓ Enjuagar el envase con la muestra y después recolectar medio litro de la muestra para los análisis respectivos.

##### **Frecuencia:**

Ablandadores: 1 vez por turno o cuando se requiera.

Tanque de Agua Blanda: 1 vez por turno.

❖ *Agua de alimentacion (Tk ALIM)*

**Muestreo:**

- ✓ Purgar antes de tomar la muestra.
- ✓ Colectar las muestras de agua en envase plástico.
- ✓ Enjuagar el envase con la muestra y después recolectar medio litro de la muestra para los análisis respectivos.

**Frecuencia:** Una vez por turno.

❖ *Agua de calderas:*

**Muestreo:**

- ✓ Purgar antes de tomar la muestra.
- ✓ Colectar las muestras de agua en envases cerrados.
- ✓ Enjuagar el envase con la muestra y después recolectar medio litro de la muestra para los análisis respectivos.

*La investigación, su esencia y arte.*

**Frecuencia:** Una vez por turno y/o cuando se requiera.

❖ *Condensados:*

**Muestreo:**

- ✓ Tomar la muestra en la tubería de retorno de condensados del equipo a controlar, previa purga.

- ✓ Enjuagar el envase con la muestra y después recolectar medio litro de la muestra para los análisis respectivos.

**Frecuencia:** Una vez por turno.

❖ **Agua de bombeo / efluentes:**

**Muestreo:**

**Ingreso a trommel (agua de bombeo):**

Tomar muestras de un litro cada una y formar compósito de todas las embarcaciones.

**Ingreso a trampa y/o celdas de flotación y efluentes:**

Tomar muestras de un litro y formar compósito.

**Puntos de muestreo:**

M1: Ingreso a Trommel (Agua de Bombeo); M2: Sólidos Recuperados; M3: Ingreso a Trampa; M4: Espuma de Trampa; M5: Ingreso a Celda; M6: Espuma de Celda; M7: Efluente (Agua Residual) y M8: Sanguaza.

**Frecuencia:** Cada hora.

**Preparación de muestra:**

Homogenizar el compósito y tomar una muestra de 1 L.

### **3.1.8. Insumos: sacos:**

#### **Muestreo:**

Cada vez que ingresen sacos al almacén de materiales e insumos se realiza lo siguiente:

Muestrear el 10 % de los fardos que conforman el lote y 5 sacos por cada fardo.

En caso de encontrarse el 25% de los sacos fallados se procede a realizar el muestreo de acuerdo a la Norma Técnica Peruana.

#### **Frecuencia:**

Cada vez que se recepcionen sacos nuevos.

### **3.2. Balance de materia:**

Para realizar el balance de masa del día 12 de enero del 2022, se requirió del Reporte de Control del Proceso Diario (RCAPD) del sistema ERP de la empresa, en la que incluyen resultados de los análisis del proceso productivo.

#### **Tabla 10**

*Reporte de Control del Proceso Diario – CENTINELA S.A.C*

---

**CENTINELA S.A.C.**

**FM-Calidad - RCPD**

---

Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

<b>Laboratorio de Control de Calidad</b>		<b>CONTROL</b>	<b>TURNO</b>		
<b>FECHA: 12 de enero del 2021</b>			<b>1</b>		
<b>MATERIA PRIMA</b>		TM recibido	51.275		
		HUMEDAD %	70.64		
		SOLIDOS %	19.56		
		GRASA %	9.8		
		PRESIÓN EJE	2.15		
		(bar) CHAQUETA	2.75		
		TEMPERATURA (°C)	98.15		
		VELOCIDAD (RPM)	1.8		
		AMPERAJE (A)	40.2		
	<b>COCINA</b>		HUMEDAD %	74.19	
		SÓLIDOS %	17.12		
		GRASA %	8.61		
<b>PRENSADO</b>			VELOCIDAD (RPM)	2	
			AMPERAJE (A)	28	
<b>TORTA DE PRENSA</b>			HUMEDAD %	46.34%	
			SOLIDOS %	48.7	
			GRASA %	4.96	
<b>PRENSA</b>		<b>LICOR DE PRENSA</b>		HUMEDAD %	77.35
				SOLIDOS %	10.64
	<b>TORTA DE SEPARADORA</b>		GRASA %	12.01	
			HUMEDAD %	60.44	
<b>SEPARADORAS</b>	<b>LICOR DE SEPARADORA</b>		SOLIDOS %	35.31	
			GRASA %	4.25	
		TEMPERATURA (°C)	90		
		HUMEDAD %	85.04		
		SOLIDOS %	4.14		
	GRASA %	10.46			
		HUMEDAD %	91.15		
<b>CENTRÍFUGAS</b>	<b>AGUA DE COLA</b>		SOLIDOS %	8.5	
			GRASA %	0.35	
	<b>ACEITE CRUDO</b>		HUMEDAD %	0.39	
			SOLIDOS %	0.1	
<b>P.A.C.</b>	<b>CONCENTRADO</b>		GRASA %	99.6	
			HUMEDAD %	61.87	
			SOLIDOS %	35.3	
	<b>TORTA INTEGRAL</b>		GRASA %	2.83	
			HUMEDAD %	56.12	
		SOLIDOS %	41.28		
		GRASA %	2.6		
		TEMPERATURA (°C)	28.5		
		AMPERAJE (A)	36.8		

<b>SECADO PRIMERA ETAPA</b>	HUMEDAD %	25.17
	SOLIDOS %	69.13
	GRASA %	5.7
	TEMPERATURA (°C)	75.5
	AMPERAJE (A)	42.3
<b>SECADO SEGUNDA ETAPA</b>	HUMEDAD %	7.69
	SOLIDOS %	84.02
	GRASA %	8.29
	TEMPERATURA (°C)	35.3
	HUMEDAD %	7.7
<b>HARINA FINAL</b>	SOLIDOS %	84.01
	GRASA %	8.29
	A/O (ppm)	750
	PESO/SACO (kg)	50.05

## RENDIMIENTO

- Materia prima recibida y procesada = 51.275 TM
- Producto terminado = 11.989 TM
- #Sacos de 50 (+/- 0.5) kg de harina producidos = 240
- Aceite producido = 1.865 TM

**FACTOR DE RENDIMIENTO DE LA HARINA = 4.28**

**FACTOR DE PRODUCCIÓN DE ACEITE = 3.64%**

### 3.3. Balance de energía:

*La investigación, su esencia y arte.*

Requerimiento de energía para generación de vapor y consumo de gas natural:

- Materia prima recibida y procesada: 51.275 TM
- Consumo de energía total por turno de 12 h de producción = 2 453 864.19 kcal

- Consumo de gas natural total por turno de 12 h de producción = 8 537,73 galones

**Tabla 11**

*Requerimiento de energía, vapor y gas natural*

REQUERIMIENTOS OPERACION	Requerimiento de energía (kcal)	Requerimiento de vapor (kg)	Requerimiento de gas natural (galones)
COCINADOR	335 828.57	663.7	2038.8
TK SEPARADORA	7612.48	17.73	0.55
SECADOR ROTADISCO	963 955.67	1949.95	2981.98
SECADOR ROTAUBO	813 491.63	1664.9	2516.3
EVAPORADORES	232 978.84	500.66	1003.1
TOTAL	2 453 864.19	4964.94	8 537.73



*La investigación, su esencia y arte.*



# Capítulo IV

## Conclusiones y Recomendaciones

*La investigación, su esencia y arte.*

## 4.1. Conclusiones:

- ❖ Las prácticas preprofesionales realizadas en la empresa Pesquera Centinela S.A.C. en su planta de harina y aceite de pescado, permitieron complementar los conocimientos que se adquirieron durante la formación académica, obteniendo a su vez una comprensión general sobre el proceso productivo y el control de calidad de la harina y aceite de pescado.
- ❖ Las operaciones del proceso de harina y aceite de pescado son: recepción de materia prima, almacenamiento de materia prima, cocinado, drenado, prensado, separación, centrifugación, evaporación de agua de cola, secado, molienda, dosificación de antioxidante, envasado y almacenamiento.
- ❖ Los equipos y maquinarias que intervienen en el procesamiento de harina y aceite de pescado son: *Cocinadores, pre-strainer, prensas, separadores de sólidos, centrifugas, secadores, purificador, molinos, dosificador.*
- ❖ El sistema de inocuidad de la empresa se basa en el sistema HACCP; siendo los puntos críticos de control

para el proceso productivo de la harina de pescado: cocción ( $T \geq 80^{\circ}\text{C}$ ) y secado ( $T \geq 70^{\circ}\text{C}$ ).

- ❖ Del balance de materia del balance de materia se obtuvo un factor de rendimiento de 4.28 unidades (TM pescado procesado/TM harina producida), por lo que podemos concluir que no se alcanza la productividad plena, ya que el factor de rendimiento ideal es de 4 unidades. Asimismo, teniendo un factor de producción de aceite del 3.64% (TM de aceite obtenido\*100/TM de pescado procesado) se concluye que la obtención de aceite no es eficiente, ya que el factor ideal es de 4 o 5%.
- ❖ Del balance de energía podemos concluir que en la planta de harina de 5 TM/h será necesario más de 712 galones (US) de gas natural por día de producción para generar vapor suficiente y obtener 1 TM de harina de pescado.

*La investigación, su esencia y arte.*

## 4.2. Recomendaciones

- ❖ Cambiar los instrumentos de medida de control, como manómetros, amperímetros y termómetros que no se encuentran en buen estado para de esta manera obtener un mejor control en el proceso.
- ❖ Optimizar el sistema de recuperación de grasa del agua de bombeo, porque en horas de máxima descarga el sistema actual no se abastece para la recuperación de grasa de agua de bombeo.
- ❖ Evitar el agregado de concentrado almacenado pues su posterior adición a la torta de prensa, y a la salida del secador 1, deteriora la harina de pescado formándose las harinas totales volátiles que reducen su calidad proteica y aumenta su mal olor.
- ❖ Usar un revestimiento térmico en equipos y tuberías de vapor como son para los que alimentan de vapor a la cocina y planta evaporadora.

## Referencias bibliográficas

Albrecht-Ruiz, M., & Salas-Maldonado, A. (2015). Chemical composition of light and dark muscle of Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) and its seasonal variation. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 24(2), 191-196. <https://doi.org/10.1080/10498850.2012.762705>

Benites Inca, L. E. (2021). Procedimiento de muestreo de conservas de pescado aplicando la NTP 700.002: 2012 para la empresa Cencosud Retail Perú SA. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4768>

Bertrand, S., Díaz, E., & Lengaigne, M. (2008). Patterns in the spatial distribution of Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) revealed by spatially explicit fishing data. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 379-389. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.009>

Deville, A., Vazquez-Rowe, I., Ita-Nagy, D., & Kahhat, R. (2023). Ocean-based sources of plastic pollution: An overview of the main marine activities in the Peruvian EEZ. *Marine Pollution Bulletin*, 189, 114785. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114785>

Erbay, M. I., Gamarra, N. N., Patel, P., Ozkan, H. S., Wilson, A., Banerjee, S., ... & Gupta, R. (2023). Fish Oil

Derivatives in Hypertriglyceridemia: Mechanism and Cardiovascular Prevention: What do studies say?. *Current Problems in Cardiology*, 102066.

<https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2023.102066>

Flores-Valiente, J., Lett, C., Colas, F., Pecquerie, L., Aguirre-Velarde, A., Rioual, F., ... & Brochier, T. (2023). Influence of combined temperature and food availability on Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) early life stages in the northern Humboldt Current system: A modelling approach. *Progress in Oceanography*, 215, 103034.

<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103034>

Fréon, P., Durand, H., Avadí, A., Huaranca, S., & Moreyra, R. O. (2017). Life cycle assessment of three Peruvian fishmeal plants: Toward a cleaner production. *Journal of cleaner production*, 145, 50-63.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.036>

Geng, J., Liu, J., Kong, X., Shen, B., & Niu, Z. (2022). The fishmeal adulteration identification based on microscopic image and deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198, 106974.

<https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106974>

Gozzer-Wuest, R., Alonso-Población, E., & Tingley, G. A. (2021). Identifying priority areas for improvement in

Peruvian Fisheries. *Marine Policy*, 129, 104545.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104545>

Hernández-Santoro, C., Contreras-Reyes, J. E., & Landaeta, M. F. (2019). Intra-seasonal variability of sea surface temperature influences phenological decoupling in anchovy (*Engraulis ringens*). *Journal of Sea Research*, 152, 101765.  
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2019.101765>

Honores Menacho, O. O., & Casique Bojorquez, H. D. (2016). Evaluación exergética y termoeconómico de la planta evaporadora agua de cola y secadores rotatubos de la Empresa Pesquera Tecnología de Alimentos SA-Chimbote.  
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2639/42920.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Huang, F., Wang, L., Zhang, C. X., & Song, K. (2017). Replacement of fishmeal with soybean meal and mineral supplements in diets of *Litopenaeus vannamei* reared in low-salinity water. *Aquaculture*, 473, 172-180.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.02.011>

Kong, D., Sun, D., Qiu, R., Zhang, W., Liu, Y., & He, Y. (2022). Rapid and nondestructive detection of marine fishmeal adulteration by hyperspectral imaging and machine learning. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and*

*Biomolecular Spectroscopy*, 273, 120990.

<https://doi.org/10.1016/j.saa.2022.120990>

Kroetz, K., Sanchirico, J. N., Contreras, E. G., Novoa, D. C., Collado, N., & Swiedler, E. W. (2019). Examination of the Peruvian anchovy individual vessel quota (IVQ) system. *Marine Policy*, 101, 15-24.

<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.11.008>

Mahamud, A. S. U., Anu, M. S., Baroi, A., Datta, A., Khan, M. S. U., Rahman, M., ... & Rahman, T. (2022). Microplastics in fishmeal: A threatening issue for sustainable aquaculture and human health. *Aquaculture Reports*, 25, 101205. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101205>

Solomando, J. C., Vázquez, F., Antequera, T., Folgado, C., & Perez-Palacios, T. (2023). Addition of fish oil microcapsules to meat products—Implications for omega-3 enrichment and salt reduction. *Journal of Functional Foods*, 105, 105575. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105575>

Walkinshaw, C., Tolhurst, T. J., Lindeque, P. K., Thompson, R., & Cole, M. (2022). Detection and characterisation of microplastics and microfibrils in fishmeal and soybean meal. *Marine Pollution Bulletin*, 185, 114189. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114189>

Xue, Z., Liu, J., Li, Q., Yao, Y., Yang, Y., Ran, C., ... & Zhou, Z. (2023). Synthesis of lipoic acid ferulate and evaluation of its ability to preserve fish oil from oxidation during accelerated storage. *Food Chemistry: X*, *19*, 100802. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100802>

Zhang, X., Xie, W., Liang, Q., Jiang, X., Zhang, Z., & Shi, W. (2023). High inner phase emulsion of fish oil stabilized with rutin-grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) myofibrillar protein: Application as a fat substitute in surimi gel. *Food Hydrocolloids*, *145*, 109115. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109115>



*La investigación, su esencia y arte.*

## ANEXOS

### Anexo 1. Cálculos de Balance de materia

#### 1. MATERIA PRIMA: 51.275 TM

% HUMEDAD	: 70.64	-----	36.220
% GRASA	: 9.80	-----	5.025
% SOLIDOS	: <u>19.56</u>	-----	<u>10.030</u>
	100.00%		51.275

#### 2. COCINA: 51.275 TM

Ingresa 0.15 Ton de vapor/ TM de materia prima

$$51.275 + 0.15 (51.275) = 58.966 \text{ TM}$$

% HUMEDAD	: 74.19	-----	43.747
% GRASA	: 8.61	-----	5.124
% SOLIDOS	: <u>17.12</u>	-----	<u>10.095</u>
	100.00%		58.966

#### 3. PRENSAS: 58.966 TM

##### 3.1 TORTA DE PRENSA: 14.741 TM

% HUMEDAD	: 46.34	-----	6.831
% GRASA	: 4.96	-----	0.731
% SOLIDOS	: <u>48.7</u>	-----	<u>7.179</u>
	100.00%		14.741

*etc.*

#### **4. SEPARADORAS: 58.966 TM**

##### **4.1 TORTA DE SEPARADORA: 12.359 TM**

% HUMEDAD	: 60.44	-----	8.074
% GRASA	: 4.25	-----	0.525
% SOLIDOS	: 35.31	-----	3.760
		<u>          </u>	<u>          </u>
	100.00%		12.359

##### **4.2 LICOR DE SEPARADORA: 46.607 TM**

% HUMEDAD	: 85.04	-----	39.635
% GRASA	: 10.46	-----	4.875
% SOLIDOS	: 4.14	-----	2.097
		<u>          </u>	<u>          </u>
	100.00%		46.607

#### **5. CENTRÍFUGAS: 46.607 TM**

##### **5.1 AGUA DE COLA: 44.742 TM**

% HUMEDAD	: 91.15	-----	40.782
% GRASA	: 0.35	-----	0.002
% SOLIDOS	: 8.5	-----	3.962
		<u>          </u>	<u>          </u>
	100.00%		44.742

*La*

##### **5.2 ACEITE CRUDO: 1.865 TM**

% HUMEDAD	: 0.39	-----	0.073
% GRASA	: 99.6	-----	1.857
% SOLIDOS	: 0.10	-----	0.065
		<u>          </u>	<u>          </u>
	100.00%		1.865

*arte.*

## 6. PLANTA DE AGUA DE COLA: CONCENTRADO: 11.185 TM

% HUMEDAD	: 61.87	-----	7.331
% GRASA	: 2.83	-----	0.094
% SOLIDOS	: 35.3	-----	3.948
		<u>          </u>	
	100.00%		11.185

Agua evaporada:

$$E = m * (1 - Se/Ss)$$

$$E = 44.742 (1 - 8.5/35.3)$$

$$E = 33.968 \text{ TM}$$

## 7. SECADO PRIMERA ETAPA (1er Scrap) – ROTADISC

**Torta Integral:** Se suma la torta de prensa, torta de separadora y el 55% del concentrado.

$$\text{Torta Integral: } 14.741 + 12.359 + 0.55(11.185) = 33.251 \text{ TM}$$

% HUMEDAD	: 56.12	-----	18.660
% GRASA	: 2.60	-----	0.865
% SOLIDOS	: 41.28	-----	13.726
		<u>          </u>	
	100.00%		33.251 TM

Postproceso de secado: 30.167 TM

% HUMEDAD	: 25.17	-----	7.593
% GRASA	: 5.70	-----	1.719
% SOLIDOS	: 69.13	-----	20855
		<u>          </u>	
	100.00%		30.167 TM

*nte.*

Agua evaporada en el primer secador:

$$E = m * (1 - Se/Ss)$$

$$E = 33.251 * (1 - 41.28/69.13)$$

$$E = 13.771 \text{ TM}$$

## 8. SECADO SEGUNDA ETAPA (2do Scrap) –

**ROTATUBO Ingreso del Scrap → 13.771 TM**

% HUMEDAD	: 7.69	-----	1.290
% GRASA	: 8.29	-----	0.390
% SOLIDOS	: 84.02	-----	11.091
		<hr/>	
	100.00%		13.771

**Salida de Scrap Real final → 11.980 TM**

## 9. HARINA

% HUMEDAD	: 7.70	-----	0.922
% GRASA	: 8.29	-----	0.993
% SOLIDOS	: <u>84.01</u>	-----	<u>10.065</u>
	100.00%		11.980

Se adiciona A/O 750 ppm (750/1000000)

(11.980) = 0.009 TM

*La investigación, su esencia y arte.*

- Ensaque Harina: 11.980 + 0.009 = 11.989 TM

## Anexo 2. Cálculos de Balance de Energía

### A) Balance de energía en el cocinador

## I. CALOR TRANSFERIDO Y CONSUMO DE VAPOR- DATOS DE PRODUCCIÓN

Materia Prima Recepcionada: 51.275 TM

Tiempo de Producción : 12 h

**Tabla 18.** Características del cocinador

CARACTERÍSTICA	COCINA
Diámetro del cilindro, Ø (m)	0.82 m
Longitud, L (m)	7.52 m
Capacidad (TM/h)	5.0
Material	Fierro negro forjado (FE NE A-36)

### a) Calor absorbido por el pescado

$$Q = m * C_p * dT \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

Q: calor necesario para cocinar el pescado

m: masa del pescado que ingresa al cocinador (51.275 TM)

C<sub>p</sub>: calor específico del pescado a cocinar (0.831 kcal/kg. °C)

dT: diferencia de temperatura (98.15 – 18 = 80.15°C)

En (1)

$$Q = 51275 \text{ [kg]} * 0.831 \text{ [kcal/kg. } ^\circ\text{C]} * 80.15 \text{ [} ^\circ\text{C]}$$

$$Q = 3\ 415\ 153.43 \text{ kcal}$$

**b) Calor absorbido por el cocinador durante el calentamiento**

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

$$\rho = 7210 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 0.214 \text{ kcal/kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 80.15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$V = \frac{\pi * d^3}{4} * L = \frac{\pi * 0.08^3 * 7.52}{4} = 4.843 \text{ m}^3$$

$$m = \rho * V = 7210 \text{ [kg/m}^3] * 4.843 \text{ [m}^3] = 34\,918.03 \text{ kg}$$

En (1)

$$Q = 34918.03 \text{ [kg]} * 0.214 \text{ [kcal/kg. } ^\circ\text{C]} * 80.15 \text{ [} ^\circ\text{C]}$$

$$Q = 598\,917.52 \text{ kcal}$$



*La investigación, su esencia y arte.*

**c) Calor transferido al medio ambiente**

$$Q = U * A * \theta * (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

U = coeficiente total de transferencia de calor

A = área lateral de las cocinas

$\theta$  = tiempo de operación o trabajo

$T_{\text{int}} = T^{\circ}$  interna (cocina) =  $98.15^{\circ}\text{C} = 208.7^{\circ}\text{F}$

$T_{\text{ext}} = T^{\circ}$  externa (ambiente) =  $25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{F}$

• **Cálculo de U:**

$$U = h_{\text{conducción}} + h_{\text{convección}} + h_{\text{radiación}} \dots\dots\dots (3)$$

$$h_{\text{conv}} = 0.14 * \frac{(dT)^{0.25}}{\emptyset} \dots\dots\dots (4)$$

$$dT = (208.7 - 77) = 131.7^{\circ}\text{F}$$

$h_{\text{conv}}$ : Coeficiente de transferencia por convección para el aire en caso de cilindros horizontales. (D. Kern)

En (4)

$$h_{\text{conv}} = 0.14 * \frac{(131.7)^{0.25}}{2.70}$$

$$h_{\text{conv}} = 0.176 \text{ Btu/h.pies}^2 \cdot ^{\circ}\text{F}$$

Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

$$h_{\text{rad}} = 0.173 * E * \frac{(T_2/100)^4 - (T_1/100)^4}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots (5)$$

$h_{\text{rad}}$ : coeficiente de transferencia por radiación de calor. (D. Kern)

E: emisividad para el hierro forjado 0.94

En (5)

$$h_{\text{rad}} = 0.173 * 0.94 * \frac{(208.7/100)^4 - (77/100)^4}{208.7 - 77}$$

$$h_{\text{rad}} = 0.015 \text{ Btu/h.pies}^2. \text{ } ^\circ\text{F}$$

Reemplazando en (3)

$$U = h_{\text{conducción}} + h_{\text{convección}} + h_{\text{radiación}}$$

$$U = 0 + 0.176 + 0.015 = 0.191 \text{ Btu/h.pies}^2. \text{ } ^\circ\text{F}$$

• **Cálculo del área lateral de la cocina**

$$A_{\text{lat}} = \pi * (\varnothing * L)$$

$$A_{\text{lat}} = \pi * (0.82 * 7.52)$$

$$A_{\text{lat}} = 19.372 \text{ m}^2 = 208.518 \text{ pies}^2$$

Reemplazando y resolviendo en (2)

$$Q = 7 U * A * \theta * (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

$$Q = 0.191 [\text{Btu/h.pies}^2. \text{ } ^\circ\text{F}] * 208.518 [\text{pies}^2] * 12 [\text{h}] * (208.7 - 77)$$

$$[^\circ\text{F}]Q = 62\,942.5 \text{ Btu} = 15871.86 \text{ kcal}$$

• **Cálculo total en el cocinador**

$$Q = (3\,415\,153.43 + 598\,917.52 + 15871.86) \text{ [kcal]}$$

$$Q = 4\,029\,942.81 \text{ kcal}$$

→ Operando a 12 h

$$Q = \frac{4\,029\,942.81 \text{ kcal}}{12 \text{ h}} = 335\,828.57 \text{ kcal/h}$$

• **Consumo de vapor**

$$Q = m_v * \lambda \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

Q: calor total consumido por la cocina

$m_v$  = flujo másico total del vapor

$\lambda$  = calor latente de vaporización

La presión de trabajo en el cocinador es de 40 psi, donde el calor latente de vaporización del agua ( $\lambda$ ) a esta presión según tablas, es:

$$\lambda = 506 \text{ kcal/kg}$$

Reemplazando en (6)

$$m_v = \frac{335\,828.57 \text{ [kcal/h]}}{506 \text{ [kcal/kg]}} = 663.70 \text{ kg de vapor /h}$$

**2. CONSUMO DE GAS**

El consumo del gas natural se halla de la relación entre:

$$\text{Consumo de gas} = (Q / \text{PCI}) \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

PCI: poder calorífico del gas natural= 8540 kcal / m<sup>3</sup>

Reemplazando en (7)

$$\text{Consumo de gas} = \frac{335\,828.57 \text{ [kcal/h]}}{8540}$$

$$8540 \text{ [kcal/m}^3\text{]}$$

$$\text{Consumo del gas} = 39.324 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Consumo de gas natural en galones} = 2038.8 \text{ gal/h}$$

## Balance de Energía en los Secadores:

### PRESECADOR

$$\text{Masa que ingresa} : 2770.92 \text{ kg/h}$$

$$\text{Masa que sale} : 1147.58 \text{ kg/h}$$

$$\text{Agua evaporada (A}_{\text{evap}}) : 1623.34 \text{ kg/h}$$

#### a) Calor Total

- **Calor absorbido por la torta integral**

$$Q = m * C_p * (T_s - T_e)$$

Donde:

Q: Calor absorbido por la torta integral

m: masa de torta que ingresa al presecador (2770.92 kg/h)

C<sub>p</sub>: calor específico de la torta (0.8748 kcal/kg. °C)

T - T<sub>e</sub>: temperaturas de entrada y salida del producto (55°C - 50 °C)

$$Q = 2770.92 \text{ [kg/h]} * 0.8748 \text{ [kcal/kg. } ^\circ\text{C]} * (55-50) \text{ [} ^\circ\text{C]}$$

$$Q = 12120 \text{ kcal/h}$$

- **Calor para calentar el agua contenida en la torta**

$$Q = A_{\text{evap}} * C_p * (T - T_e)$$

Donde:

Q: Calor necesario para calentar el agua hasta su punto de saturación

A<sub>evap</sub>: agua evaporada (1623.34 kg/h)

C<sub>p</sub>: calor específico del agua (1 kcal/kg. °C)

T - T<sub>e</sub>: temperaturas del agua desde su ingreso hasta su saturación (95°C - 50 °C)

$$Q = 1623.34 \text{ [kg/h]} * 1 \text{ [kcal/kg. } ^\circ\text{C]} * (95 - 50)$$

$$[\text{ } ^\circ\text{C}]Q = 73 \text{ } 050.3 \text{ kcal/h}$$

• **Calor necesario para evaporar el agua**

$$Q = A_{\text{evap}} * \lambda_V$$

Donde:

Q: calor necesario para evaporar el agua

$A_{\text{evap}}$ : agua evaporada (1623.34 kg/h)

$\lambda_V$ : calor latente del agua a 95°C (541.96 kcal/kg)

$$Q = 1623.34 \text{ [kg/h]} * 541.96 \text{ [kcal/kg]}$$

$$Q = 878\ 785.37 \text{ kcal/h}$$

Calor total consumido

$$Q = 12120 \text{ [kcal/h]} + 73\ 050.3 \text{ [kcal/h]} + 878\ 785.37 \text{ [kcal/h]}$$

$$Q = 963\ 955.67 \text{ kcal / h}$$

• **Consumo de Vapor**

$$Q = m_v * \lambda$$

Donde:

Q: calor consumido en el presecador

$m_v$  = masa de vapor consumido

$\lambda$  = calor latente de vaporización

La presión de trabajo en el presecador de 6.9 bar, otorga un  $\lambda$  de 494.35 kcal/kg

$$m_v = \frac{963\ 955.67 \text{ kcal / h}}{494.35 \text{ kcal/kg}} = 1949.95 \text{ kg / h}$$

b) **Consumo de gas**

El consumo del gas natural se halla de la relación entre:

$$\text{Consumo de gas} = (Q / \text{PCI}) \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

Q: calor consumido en el presecador

PCI: poder calorífico del gas natural (8540 kcal / m<sup>3</sup>)

$$\text{Consumo de gas} = \frac{963\,955.67 \text{ kcal/h}}{8540 \text{ kcal/m}^3} = 112.88 \text{ m}^3/\text{h} = 29819.8 \text{ gal/h}$$

## SECADO: SECADOR ROTATUBOS

### a) Calor total

- **Calor absorbido por el Scrap**

$$Q = m * C_p * (T_s - T_e)$$

Donde:

Q: Calor absorbido por el Scrap

m: masa del scrap que ingresa al secador (1147.58 kg)

C<sub>p</sub>: calor específico del agua (1 kcal/kg. °C)

T – T<sub>e</sub>: temperaturas del agua desde su ingreso hasta su saturación (75.5°C – 55 °C)

$$Q = 1147.58 \text{ [kg/h]} * 1 \text{ [kcal/kg. °C]} * (75.5 - 55) \text{ [°C]}$$

$$Q = 23\,525.39 \text{ kcal/h}$$

→ Operando a 12 horas:

$$Q = 282\,304.68 \text{ kcal}$$

- **Calor absorbido por el Rotatubos**

$$Q = m * C_p * dT \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

Q: Calor absorbido por el rotatubo durante el calentamiento

m: masa de los tubos de los rotatubos

Cp: calor específico del acero (0.1037 kcal/kg. °C)

dT: diferencia de temperaturas (95 °C – 25 °C)

Hallando la masa del sistema de calefacción de tubos:

Øext: 0.102 m

Øint: 0.096 m

Ltubos: 18 m

# de tubos: 192

$\rho = 7210 \text{ kg/m}^3$

$$V = \frac{\pi * Ø^2}{4} * L * 192 = \frac{\pi * (0.102 - 0.096 \text{ m})^2}{4} * 18 \text{ m} * 192 = 28 \text{ m}^3$$

$$m = \rho * V = 7210 \text{ [kg/m}^3] * 28 \text{ [m}^3] = 201\ 880 \text{ kg}$$

En (1)

$$Q = 201\ 880 \text{ [kg]} * 0.1037 \text{ [kcal/kg. °C]} * 70 \text{ [°C]}$$

$$Q = 1\ 465\ 446.92 \text{ kcal}$$

- **Calor para calentar el agua contenido del Scrap**

$$Q = A_{\text{evap}} * C_p * (T_s - T_e)$$

Donde:

Q: Calor absorbido por el Scrap

m: masa del scrap que ingresa al secador (1147.58 kg/H)

C<sub>p</sub>: calor específico del agua (1 kcal/kg. °C)

T – T<sub>e</sub>: temperaturas del agua desde su ingreso hasta su saturación (95 °C – 55 °C)

$$Q = 1147.58 \text{ [kg]} * 1 \text{ [kcal/kg. °C]} * 40 \text{ [°C]}$$

$$Q = 45\,903.2 \text{ kcal/h}$$

➔ **Operando a 12 horas:**

$$Q = 550\,838.4 \text{ kcal}$$

- **Calor necesario para evaporar el agua**

$$Q = A_{\text{evap}} * \lambda_v$$

Donde:

Q: Calor necesario par evaporar el agua

A<sub>evap</sub>: Agua evaporada (1147.58 kg/h)

λ = calor latente de vaporización a 95°C (541.96 kcal/kg)

$$Q = 1147.58 \text{ [kg/h]} * 541.96 \text{ [kcal/kg]}$$

$$Q = 621\,942.46 \text{ kcal/h}$$

→ **Operando a 12 horas:**

$$Q = 7\,463\,309.52 \text{ kcal}$$

• **Calor Total consumido:**

$$Q = 7\,463\,309.52 + 550\,838.4 + 1\,465\,446.92 + 282\,304.68 \text{ [kcal]}$$

$$Q = 9\,761\,899.52 \text{ kcal}$$

$$Q = 813\,491.63 \text{ kcal/h}$$

• **Vapor Total consumido:**

$$Q = m_v * \lambda$$

Donde:

Q: calor consumido en el secador rotatubos

$m_v$  = masa de vapor consumido

$\lambda$  = calor latente de vaporización

La presión de trabajo en el secador rotatubos es de 90 psi, el cual otorga un  $\lambda$  de 488.612 kcal/kg

$$m_v = \frac{813\,491.63 \text{ kcal/h}}{488.612 \text{ kcal/kg}} = 1664.9 \text{ kg/h}$$

## b) Consumo de gas

El consumo del gas natural se halla de la relación entre:

$$\text{Consumo de gas} = (Q / \text{PCI}) \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

Q: calor consumido en el secador rotatubos

PCI: poder calorífico del gas natural (8540 kcal / m<sup>3</sup>)

$$\text{Consumo de gas} = \frac{813\,491.63 \text{ kcal/h}}{8540 \text{ kcal/m}^3} = 95.256 \text{ m}^3/\text{h} = 25\,163 \text{ gal/h}$$

$$\text{Consumo de gas} = 25\,163 \text{ gal}$$

## BALANCE DE ENERGIA EN PLANTA DE AGUA DE COLA

### Consideraciones

- Alimentación (F): 3728.5 kg/h
- Concentración de alimentación (Xf): 0.085
- Concentración de salida (Xs): 0.353
- Temperatura de alimentación: 80 °C
- Temperatura de vapor en la entrada al primer efecto: 120°C
- Calor latente del vapor a esa temperatura (120°C): 525 kcal/kg
- Presión en el primer efecto a 110°C: 20.78 psi
- Presión en el segundo efecto a 100°C: 14.696 psi
- Presión en el tercer efecto a 60°C: 2.889 psi
- Salida de la masa semisólida de los diferentes efectos (S)
- Masa evaporada en cada efecto: V1, V2, V3

### 1° Balance de masa total

$$F = V1 + V2 + V3 + S3 \dots\dots\dots(1)$$

### 2° Cálculo de la concentración final

$$X_f * F = X_s * S3 \dots\dots\dots(2)$$

$$S3 = \frac{0.085 * 3728.5}{0.36} = 880.34 \text{ kg/h}$$

### 3° Cálculo del agua evaporada total

#### Reemplazando en 1:

$$3728.5 = V1 + V2 + V3 + 880.34$$

$$V1 + V2 + V3 = 2848.16 \text{ kg/h}$$

Para las concentraciones se asume, según J. Geankoplis:

$$V1 = V2 = V3 = 949.49 \text{ kg/h}$$

### 4° Cálculo del flujo másico semiconcentrado (S1), en el primer efecto

$$F = V1 + S1$$

$$S1 = (3728.5 - 949.49) \text{ kg/h}$$

$$S1 = 2779 \text{ kg/h}$$

**5° Cálculo del concentrado en el primer efecto ( $X_{S1}$ )**

$$X_f * F = X_{S1} * S1$$

$$X_{S1} = \frac{0.085 * 3728.5}{2779}$$

$$X_{S1} = 11.40\%$$

**6° Cálculo de flujo másico semiconcentrado ( $S_2$ ), en el segundo efecto**

$$S1 = V2 + S2$$

$$S2 = (2779 - 949.49) \text{ kg/h}$$

$$S2 = 1829.51 \text{ kg/h}$$

**7° Cálculo del concentrado en el segundo efecto ( $X_{S2}$ )**

$$X_{S2} = \frac{0.114 * 3728.5}{1829.51}$$

$$X_{S2} = 23.23\%$$

## 8° Balance entálpico

**Tabla 19.** Temperaturas de ebullición en cada efecto, entalpías y calores latentes.

ITEM	Temperatura	H <sub>L</sub>	λ	H <sub>V</sub>
	°C	kcal/kg		
Alimentación	80	79.95		
Vapor vivo Efecto I	120		525.9	
Temperatura de ebullición en Efecto I y vapor de calefacción al efecto II	110	110.17	532.6	642.790
Temperatura de ebullición en Efecto II y vapor de calefacción al efecto III	100	100.1	539.04	639.14
Temperatura de ebullición en Efecto III y vapor al condensador	60	59.97	563.33	623.30

### 8.1° Balance entálpico en el efecto I

$$W * \lambda + F * H_{L1} = V1 * H_{V1} + (F - V1) * H_{L1}$$

$$525.9 * W + 3728.5 * 79.95 = 642.79 * V1 + (3728.5 - V1) * 110.17$$

$$525.9 * W - 232.62V1 = 112\ 675.27 \dots\dots\dots(6)$$

### 8.2° Balance entálpico en el efecto 2

$$V1 * \lambda_{V1} + (F - V1) * H_{L1} = V2 * H_{V1} + (F - V1 - V2) * H_{L2}$$

$$532.6 * V1 + (3278.5 - V1) * 110.17 = 639.14 * V2 + (3278.5 - V1 - V2) * 110.1$$

$$522.534V1 - 539.038V2 = -236.05 \dots\dots\dots(7)$$

### 8.3° Balance entálpico en el efecto 3

$$V2 * \lambda_{V2} + (F - V1 - V2) * H_{L2} = V3 * H_{V3} + S_3 * H_{L3}$$

$$539.038 * V1 + (3278.5 - V1 - V2) * 110.098 = 623.3 * V3 + 880.34 * 59.97$$

$$-100.098V1 - 438.94V2 - 623.3V3 = -308\ 162 \dots \dots(8)$$

*La investigación, su esencia y arte.*

Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

Además, se conoce que:

$$V1 + V2 + V3 = 949.49 \text{ kg/h}$$

Desarrollando las ecuaciones simultáneas (6), (7), (8) y (9):

$$V1 = 187.95 \text{ kg/h}$$

$$V2 = 310.01 \text{ kg/h}$$

$$V3 = 451.53 \text{ kg/h}$$

$$W = 633.16 \text{ kg/h}$$

9° Para obtener la transmisión de calor total

$$Q = W * \lambda_w$$

$$Q = 633.16 \text{ [kg/h]} * 525.9 \text{ [kcal/kg]} = 332\,978.84 \text{ kcal/h}$$

10° Consumo de gas

El consumo del gas natural se halla de la relación entre:

$$\text{Consumo de gas} = (Q / \text{PCI}) \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

PCI: poder calorífico del gas natural (8540 kcal / m<sup>3</sup>)

$$\text{Consumo de gas} = \frac{332\,978.84 \text{ kcal/h}}{8540 \text{ kcal/m}^3} = 38.99 \text{ m}^3/\text{h} = 1300 \text{ gal/h}$$

### Anexo 3. Diagrama del proceso productivo de harina de pescado

#### DESCARGA

Chata

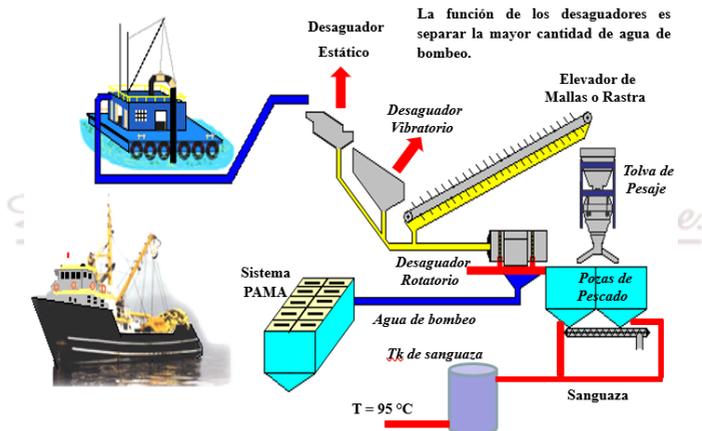
Están instalados a los sistemas de bombeo de 200TM/h.

La relación de agua/pescado es aprox. 2:1.



Embarcación Pesquera

#### RECEPCIÓN Y PESAJE



Se une al TK de licor de prensa.

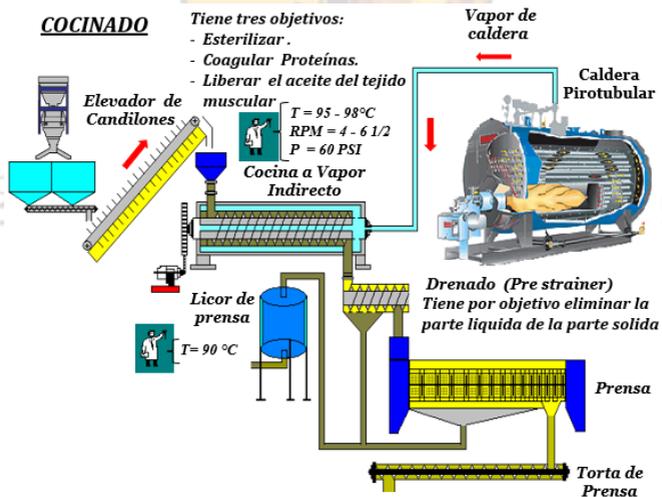
**SISTEMA DE DESAGUADO**



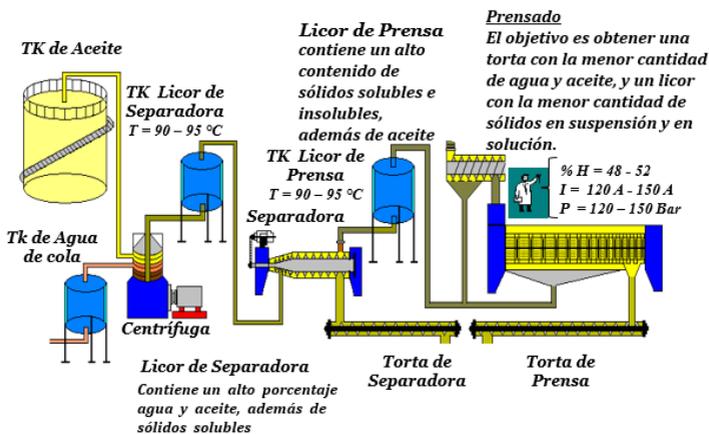
**POZAS DE ALMACENAMIENTO**



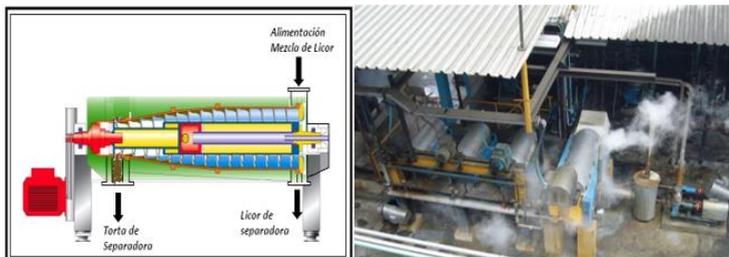
**COCINADO**



**PRENSADO, SEPARACION Y CENTRIFUGACIÓN**



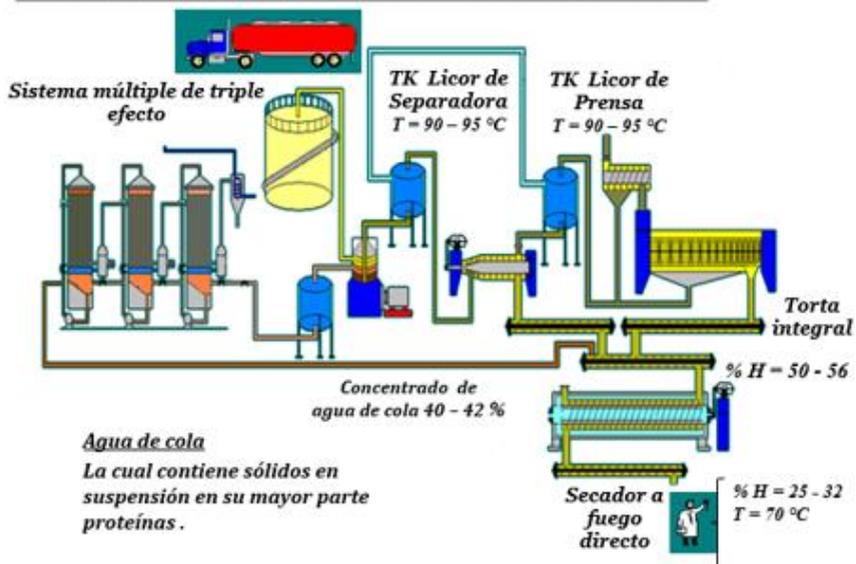
**ÁREA DE SEPARADORAS**



**ÁREA DE CENTRÍFUGAS**



### **TRATAMIENTO DE AGUA DE COLA Y PRIMER SECADO**



**PLANTA DE AGUA DE COLA**

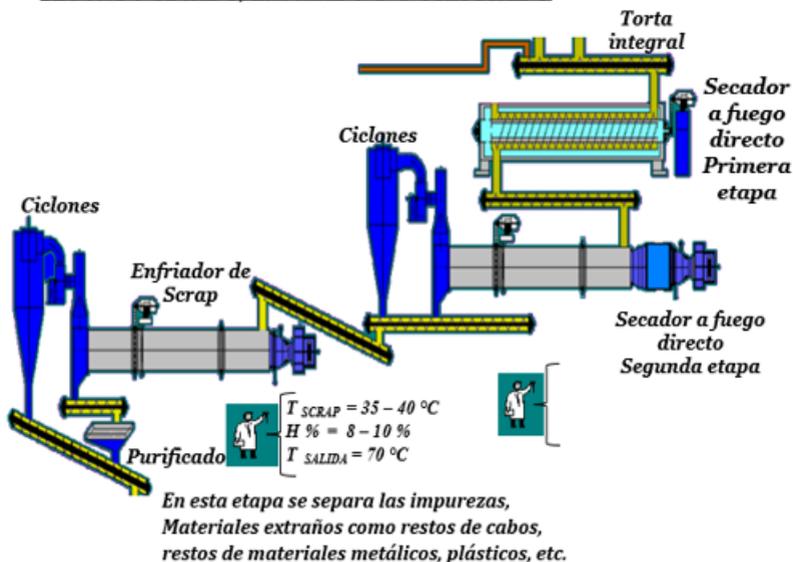


**SECADORES A FUEGO DIRECTO**

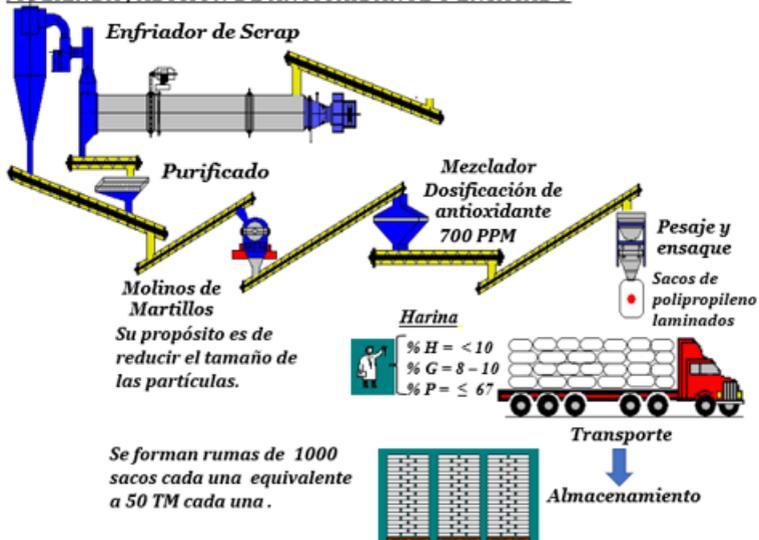
**PRIMER SECADO**



### SEGUNDO SECADO, ENFRIADO Y PURIFICADO



### MOLIENDA, ADICION DE ANTIOXIDANTE Y ENSACADO



Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

**MOLINO DE MARTILLOS**



**BALANZA DE PESAJE DE HARINA**



**DOSIFICACION DE ANTIOXIDANTE**



**SISTEMA DE TRATAMIENTO PAMA**

**Celdas de flotación**



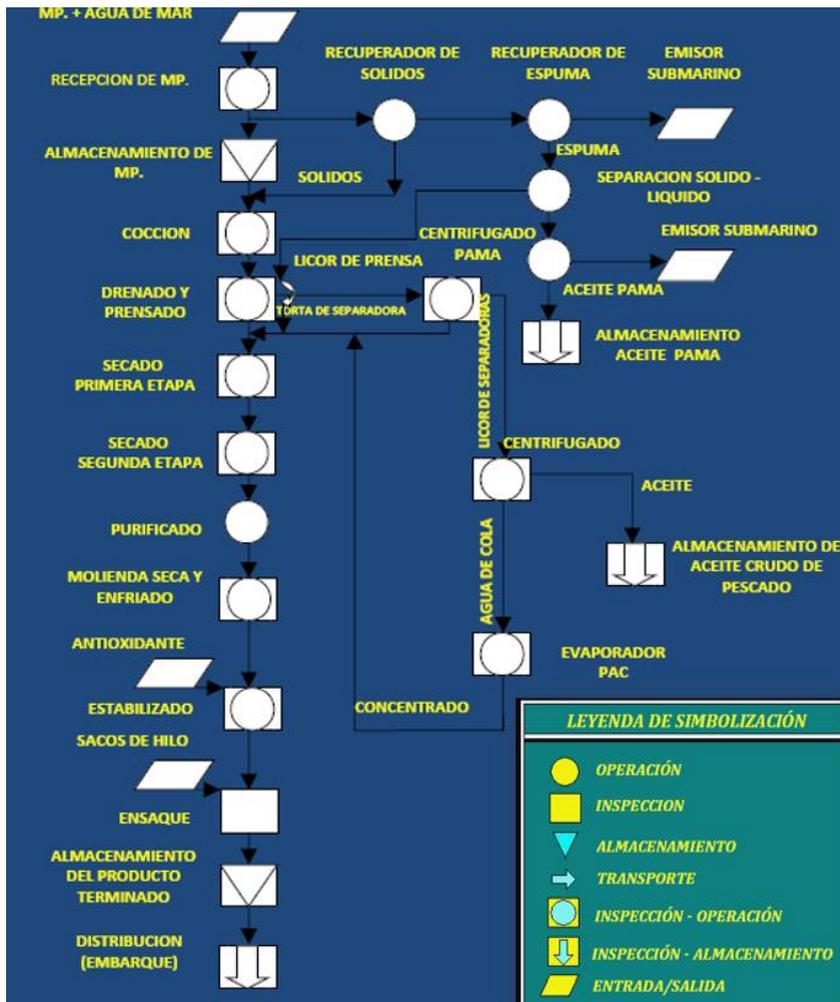
**Etapas de Separación y Centrifugado**



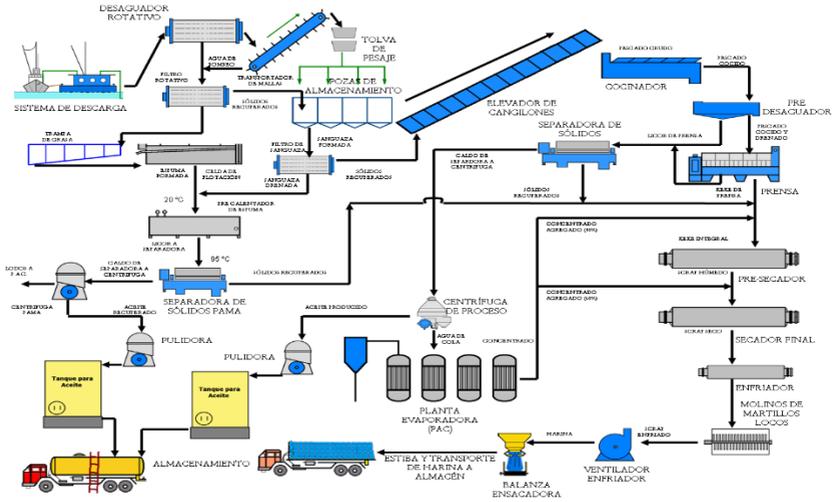
**Planta de calderas**



### Anexo 4. Diagrama de simbolización del proceso productivo de harina y aceite crudo de pescado.



## Anexo 5. Diagrama esquemático del proceso productivo de harina y aceite pescado



## Anexo 6. Monitoreo de Puntos Críticos de Control en la producción de harina de pescado

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: PCC1 – COCCIÓN					
PELIGRO A CONTROLAR: Sobrevivencia de bacterias patógenas (salmonella, enterobacterias, shiguelia)					
Medidas de Control	Frecuencia	Límite Crítico	Medida Correctiva	Responsable	Registros
Control de temperatura en cada tubería del licor de Pre-strainer Método: Lectura directa en el termómetro calibrado ubicado en cada tubería de Pre-strainer	Cada hora	$T^{\circ} \geq 80^{\circ}\text{C}$	<p>Si la temperatura se encuentra por debajo del límite establecido:</p> <p><b>INMEDIATA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Aumento del ingreso de vapor abriendo las válvulas de alimentación de vapor ubicadas en la parte delantera de las cocinas.</li> <li>•Revisión del sistema de condensado.</li> </ul> <p>•Se identifica la ruma que se forma durante la desviación. Si los análisis microbiológicos dan como resultado un producto no conforme se aplica el Procedimiento de Producto No Conforme.</p> <p>•Se disminuye la velocidad de trabajo en forma progresiva y si el problema persiste se para una de las líneas hasta lograr subir la temperatura.</p> <p><b>PREVENTIVA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Identificar la causa fundamental de la desviación</li> <li>•Mantenimiento preventivo de las cocinas.</li> <li>•Mantenimiento preventivo de las calderas.</li> <li>•Capacitación del personal</li> </ul>	<p>De Medida de Control:</p> <p>Jefe de Turno de Calidad y/o Analista de Calidad</p> <p>De Medida Correctiva:</p> <p>Jefe de Turno de Producción</p> <p>De ejecutar la medida correctiva:</p> <p>Operador de cocinas y prensas</p>	Control de Cociones: (IPR0103P01-00)

Aseguramiento de la calidad en la producción de harina y aceite crudo de pescado de la empresa Pesquera Centinela S.A.C.

PUNTO CRITICO DE CONTROL: PCC2 - SECADO DE GASES CALIENTES- SEGUNDA ETAPA PELIGRO A CONTROLAR: Sobrevivencia de bacterias patógenas (salmonella, enterobacterias, shiguela)					
Medidas de Control	Frecuencia	Limite Critico	Medida Correctiva	Responsable	Registros
Control de temperatura del scrap a la salida del secador. <u>Método:</u> Lectura directa con un termómetro digital portátil calibrado ubicado en el laboratorio de calidad	Cada hora	$T^{\circ} \geq 70^{\circ}C$	<b>INMEDIATA</b> •Aumento del ingreso de combustible abriendo la válvula de pase de petróleo para elevar temperatura de ingreso. •Recircular la carga comprometida. • Se identifica la ruma que se forma durante la desviación. Si los análisis microbiológicos dan como resultado un producto no conforme se aplica el Procedimiento de Producto No Conforme. <b>PREVENTIVA</b> •Mantenimiento preventivo de los secadores. •Capacitación del personal	<u>De Medida de Control:</u> Jefe de Turno de Calidad y/o Analista de Calidad <u>De Medida Correctiva:</u> Jefe de Turno de Producción <u>De ejecutar la Medida correctiva:</u> Operador de secadores a vapor	Control de Secadores (IPR103F02-00)

## Anexo 7. Layout de la empresa Pesquera Centinela S.A.C

