

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

“Refinado de aceite crudo de pescado de anchoveta (*Engraulis  
ringens*) en la Empresa BIOPEX S.A.C”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JUAN CEFERINO VEGA DOMINGUEZ**

**ASESORA**

**Dra. SARELA CARMELA ALFARO CRUZ**

**BARRANCA – PERÚ**

2023

## JVD-MARCH24-\_TURNI.pdf

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>13%</b> <small>EN</small>	<b>8%</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

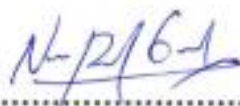
<b>1</b>	<b>kupdf.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>Sook Chin Chew, Kar Lin Nyam. "Refining of edible oils", Elsevier BV, 2020</b> Publicación	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>documents.mx</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>Christopher Loren Gene Dayton, Flavio Galhardo. "Enzymatic Degumming", Elsevier BV, 2014</b> Publicación	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>edoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.psqca.com.pk</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>revues.imist.ma</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Monique M. Strieder, Cláudio P. Pinheiro, Verônica S. Borba, Ricardo S. Pohndorf, Tito</b>	<b>&lt;1%</b>

**CONTRA CARATULA**



.....  
DR. REYNALDO JUSTINO SILVA PAZ

PRESIDENTE



.....  
MG. NILTON ROJAS GUERRA

MIEMBRO



.....  
MG. EDSON MAX CARO DEGOLLAR

MIEMBRO



.....  
DRA. SARELA CARMELA ALFARO CRUZ

ASESORA



ANEXO N° 12-C

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA



Barranca, 11 de mayo del 2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Los integrantes del Jurado Evaluador

Presidente:	Dr. Reynaldo Justino Silva Paz
Miembro:	MSc. Nilton Rojas Guerra
Miembro:	MSc. Edson Max Caro Degollar
Asesor:	Dra. Sarela Carmela Alfaro Cruz

Se reúnen para evaluar la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulada: "Refinado de aceite crudo de pescado de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la Empresa BIOPEX S.A.C."

Presentado por el graduado:

VEGA DOMINGUEZ, JUAN CEFERINO

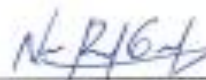
Para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

Luego de haber evaluado la sustentación de la tesis, concluye de manera unánime ( ) por mayoría simple ( ) calificar a:

VEGA DOMINGUEZ, JUAN CEFERINO			Nota: 16 (DIECISEIS)	
Sobresaliente ( )	Muy bueno (X)	Bueno ( )	Regular ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del Jurado Evaluador firman en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Miembro

  
\_\_\_\_\_  
Miembro

  
\_\_\_\_\_  
Asesor

## DEDICATORIA

A DIOS POR EL CALOR ESPIRITUAL  
QUE ME BRINDA DÍA A DÍA.

A MIS PADRES QUIENES ME DIERON LA  
VIDA, EDUCACIÓN, APOYO Y  
CONSEJOS.

A MIS HERMANOS

A MI HIJA ALESSIA  
POR SER MI MOTOR DE SEGUIR  
ESFORZÁNDOME CADA DÍA.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento eterno a DIOS por permitir culminar mis sueños y guiar mis pasos en esta noble carrera.

A mi alma mater, Universidad Nacional de Barranca, que me brindó la oportunidad de lograr uno de mis objetivos que es estudiar y culminar esta linda carrera profesional.

A mi madre, por todo el apoyo que me brinda el día a día, sin el calor maternal dado no serían posibles las metas trazadas.

A mi padre y hermanos, por los consejos de mejora como persona y como profesional.

A mi asesora la Dra. Sarela Alfaro Cruz, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas, gracias totales.

A mis Docentes de la UNAB, por contribuir con mi desarrollo profesional en cada una de las materias.

A la empresa BIOPEX S.A.C. por darme la oportunidad de laborar y adquirir conocimientos, y de poder realizar este trabajo de Suficiencia Profesional.

Finalmente, a todas aquellas personas que de manera directa e indirecta hicieron posible la culminación de este trabajo.

## **RESUMEN**

Perú es el principal productor mundial de aceite de pescado, y las principales empresas han invertido en mejorar sus buenas prácticas de recepción, producción y mantenimiento de estrictos protocolos de higiene para garantizar la calidad del aceite de pescado. El aceite crudo se obtiene del proceso de elaboración de la harina de pescado y es apreciado en el mercado por su alto valor nutritivo ácidos grasos omega 3, esenciales para el buen funcionamiento de los sistemas nervioso y cardiovascular.

El informe tiene como objetivo transferir los conocimientos adquiridos en el campo de la pesca y evaluar la experiencia profesional realizada en la empresa BIOPEX, que se dedica a la exportación, comercialización, refinación y destilación molecular de aceite crudo de pescado producido en calidad internacional con estándares de seguridad. Entre los diversos productos generados por los recursos biológicos acuáticos, la producción de aceite de pescado tiene un impacto significativo en la economía nacional, al igual que la producción de harina de pescado. Este informe es el resultado de la experiencia profesional en el campo de la pesca y el análisis de artículos científicos profesionales que describen claramente el proceso de extracción del aceite crudo de la anchoveta peruana. Asimismo, se describen las actividades y aportes realizados, se capacita al personal para mejorar sus habilidades en el uso de métodos de laboratorio y también se promueve el uso mínimo de reactivos de laboratorio para reducir el impacto negativo en el medio ambiente, utilizando tecnologías limpias para la obtención de aceites refinados de alta calidad para suplementos nutricionales, productos acuícolas y farmacéuticos.

## **ABSTRACT**

Peru is the world's leading producer of fish oil, and the main companies have invested in improving their good practices for receiving, producing, and maintaining strict hygiene protocols to guarantee the quality of fish oil. Crude oil is obtained from the fishmeal production process and is prized in the market for its high nutritional value of omega-3 fatty acids, which are essential for the proper functioning of the nervous and cardiovascular systems.

The report aims to transfer the knowledge acquired in the field of fisheries and evaluate the professional experience gained in the BIOPEX company, which is engaged in the export, marketing, refining and molecular distillation of crude fish oil produced in international quality with safety standards. Among the various products generated by aquatic biological resources, the production of fish oil has a significant impact on the national economy, as does the production of fishmeal. This report is the result of professional experience in the fisheries field and the analysis of professional scientific articles that clearly describe the process of extracting crude oil from Peruvian anchoveta. It also describes the activities and contributions made, trains personnel to improve their skills in the use of laboratory methods and also promotes the minimum use of laboratory reagents to reduce the negative impact on the environment, using clean technologies to obtain high quality refined oils for nutritional supplements, aquaculture products and pharmaceuticals.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Juan Ceferino Vega Dominguez, identificado con N° DNI: 74997701, bachiller de la carrera de ingeniería en industrias alimentarias de la Universidad Nacional de Barranca, con el trabajo de suficiencia profesional titulado "Refinado de aceite crudo de pescado de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la empresa BIOPEX S.A.C."

Declaro que este trabajo a sido desarrollado íntegramente por el autor que lo suscribe y afirmo que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se a asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable de todo su contenido y asumo como autor, las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Nacional de Barranca.

Barranca, 13 de junio del 2023.



Juan Ceferino Vega Dominguez

DNI: 74997701

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO 1.....	15
DIAGNOSTICO ORGANIZACIONAL DE LA ENTIDAD.....	15
1.1. Estructura Organizacional.....	16
1.2. Descripción de la empresa.....	17
CAPÍTULO 2.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Mar peruano.....	20
2.2. Unidades poblacionales.....	20
2.3. Anchoveta.....	21
2.4. Marco Normativo de la Pesquería de Anchoveta.....	22
2.5. Marco General.....	22
2.6. Sistemas de cuotas.....	23
2.7. Aceite de pescado.....	23
2.8. Aceite crudo de pescado.....	25
2.9. Principales usos del aceite de pescado.....	26
2.10. Refinación de aceite de pescado crudo.....	27
2.11. Aceite Refinado, Decolorado, Winterizado y Desodorizado (RBWD).....	27
2.12. Aceite Refinado, Decolorado y Winterizado (RBW).....	31
2.13. Aceite Semirrefinado, Desodorizado (RBD).....	35

2.14. Aceite Refinado y Decolorado (RB) .....	39
2.15. Fases de procesamiento de Refinación de aceite de pescado .....	43
2.16. Almacenamiento y uso de reactivos químicos .....	48
2.17. Residuos Químicos.....	49
2.18. Manejo de derrames de reactivos .....	50
2.19. <i>Costos del aceite de pescado</i> .....	52
CAPITULO 3. ....	56
FUNDAMENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
DESARROLLADAS Y APORTES REALIZADOS .....	53
CAPITULO 4. ....	64
EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL APORTE REALIZADO.....	64
CONCLUSIONES .....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	72
GLOSARIO.....	73
ANEXOS.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido promedio de EPA y DHA de aceite de diferentes especies de peces ..	24
Tabla 2. Características del Aceite de Pescado Crudo y Aceite Refinado de anchoveta ....	25
Tabla 3. Características del Aceite de Pescado RBWD que cumplen con los estándares de calidad.....	29
Tabla 4. Características de Empaque y Vida Útil del Aceite de Pescado RBWD .....	30
Tabla 5. Características del Aceite de Pescado RBW que cumplen con los Estándares de Calidad.....	33
Tabla 6. Características de Empaque y Vida Útil del Aceite de Pescado RBW .....	34
Tabla 7. Características del Aceite de Pescado RBD .....	37
Tabla 8. Características de Empaque y Vida Útil del Aceite de Pescado RBD .....	38
Tabla 9. Características del del Aceite de Pescado RB .....	41
Tabla 10. Características de empaque y vida útil del aceite de pescado refinado, decolorado RB .....	42
Tabla 11. Rango de ácidos grasos libres, volumen de alcohol y fuerza del álcalia.....	60
Tabla 12. La variación promedio esperada entre laboratorios (desviación estándar de reproducibilidad, SR) para la determinación de ácidos grasos libres en aceites refinados blanqueados y desodorizados.....	61
Tabla 13. La variación promedio esperada entre laboratorios (desviación estándar de reproducibilidad, SR) para la determinación de ácidos grasos crudos. ....	62

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Organigrama General de la empresa BIOPEX S.A.C. ....	<b>16</b>
<b>Figura 2</b> <i>Engraulis ringens</i> .....	<b>21</b>
<b>Figura 3</b> Aceite crudo y aceite refinado .....	<b>26</b>
<b>Figura 4</b> Diagrama de Flujo de procesamiento de Aceite de Pescado refinado, Decolorado, Winterizado, y Desodorizado – RBWD.....	<b>28</b>
<b>Figura 5</b> Diagrama de Flujo de Procesamiento de Aceite de pescado Refinado, Decolorado, y Winterizado – RBW.....	<b>32</b>
<b>Figura 6</b> Diagrama de Flujo de Procesamiento de Aceite de pescado refinado y desodorizado de pescado -RBD .....	<b>36</b>
<b>Figura 7</b> Diagrama de Flujo de Procesamiento de Aceite de pescado refinado y desodorizado de pescado -RBD .....	<b>40</b>
<b>Figura 8</b> Diagrama de Flujo para plan de Manejo de Residuos Químicos.....	<b>51</b>
<b>Figura 9</b> Cronología de los usos y del costo del aceite de pescado.....	<b>52</b>
<b>Figura 10</b> Espectrofotómetro Uv-Vis Genesys™ 10, Thermo .... con rango completo de barrido de 190 a 1100 nm con una velocidad de barrido de 200 a 1000 nm/min .....	<b>86</b>
<b>Figura 11</b> Colorímetro PFXi-195 .....	<b>87</b>
<b>Figura 12</b> <i>Digestores</i> .....	<b>88</b>
<b>Figura 13</b> Cromatógrafo de gases.....	<b>89</b>
<b>Figura 14</b> Distribución de áreas de la empresa BIOPEX S.A.C. ....	<b>90</b>

## INTRODUCCIÓN

El mar peruano ha tenido un rol protagónico como fuente de recursos. En la actualidad el Perú es el segundo país pesquero del mundo y tiene la pesquería más grande del planeta basada en una sola especie: la anchoveta (*Engraulis ringens*) (De la Puente et al., 2011). Por lo tanto, Perú es el primer país del mundo en la producción de harina y aceite de pescado teniendo como materia prima principal la anchoveta, un recurso hidrobiológico rico en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), con alto porcentaje de “omega 3” (Pinto, 2013). Asimismo el pescado es ampliamente consumido en muchas partes del mundo por los seres humanos porque constituye una importante fuente de proteínas, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales insaturados, especialmente omega-3 según (Farssi et al., 2018). Por lo tanto el aceite de pescado es considerado como una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), especialmente los PUFAs  $\omega$ -3, como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), que tienen efectos antiinflamatorios y de protección de los tejidos debido a los potentes metabolitos de los mediadores lipídicos, como los eicosanoides (por ejemplo, la adiponectina), y la protectina (Calder, 2015). Se sabe que el aceite de pescado es una fuente importante de ácidos grasos altamente insaturados (poliinsaturados), como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), que desempeñan un papel importante en la prevención de diferentes enfermedades humanas. Por ello, se recomienda cada vez más el enriquecimiento de los alimentos con estos ácidos grasos (Farssi et al., 2018). Asimismo se recomienda el consumo de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) de cadena larga omega-3, abundantes en el pescado azul, ya que es fundamental para la salud física y mental de adultos y niños (Ciriminna et al., 2019). Sin embargo al realizar la obtención del aceite de pescado para consumo humano, se aplican pasos esenciales de

procesamiento, como extracción de aceite, purificación y el enriquecimiento de la extracción, el refinado y la purificación. El refinado en general comprende el acondicionamiento de la goma, neutralización, lavado, secado, blanqueo, filtración y desodorización (Merkle et al., 2017). El aceite crudo de pescado es acopiado de las pesqueras peruanas, productoras de harina de pescado, y exportado a diferentes países para el consumo humano. Entre los principales destinos de exportaciones de aceite crudo se encuentran países como Canadá, Dinamarca, Noruega, Reino Unido, entre otros. En la empresa BIOPEX se producen aceites semirefinados, refinados y concentrados, aptos para el consumo humano directo, con altos contenidos de ácidos grasos Omega 3, y de acuerdo a estándares internacionales de calidad e inocuidad más estrictos. Asimismo, la planta BIOPEX S.A.C., es una empresa dedicada al refinado de aceite crudo de pescado, destinado para consumo humano directo e indirecto. El proceso de refinación se da en un sistema cerrado por bombeos sucesivos de líquido oleoso desde la etapa de recepción de aceite crudo hasta llegar a la etapa de envasado. La planta está diseñada para producir aceite de pescado semirrefinado y blanqueado (RB), oleína sin desodorizar (RBW), aceite semirrefinado y desodorizado (RBD) y aceite de pescado neutralizado, blanqueado, winterizado y desodorizado (RBWD) que cumplen con los estándares de calidad más exigentes. Asimismo, la edificación ha sido diseñada tomando en cuenta las Buenas Prácticas de Manufactura., por lo tanto, la responsabilidad de la empresa es otorgar un producto de inocuidad garantizada.

La planta refinadora está ubicada en el Distrito Supe Puerto, Provincia de Barranca, Departamento de Lima, Perú, es una zona productora de harina de pescado, la cual provee materia prima con características específicas predeterminadas a empresas comercializadoras de este tipo de aceite RB, RBW, RBD, RBWD. Asimismo, la planta cuenta con un laboratorio de control de calidad con equipos de alta tecnología y personal

especializado que se encargan de comprobar el cumplimiento de las especificaciones tanto de la materia prima como del producto terminado.

## **CAPÍTULO 1.**

### **DIAGNOSTICO ORGANIZACIONAL DE LA ENTIDAD**

La empresa BIOPEX S.A.C. pertenece al sector pesquero y cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobado con Oficio N° 00571-2008- PRODUCE /DVI/DGI/DAAI (22.02.08) para su establecimiento industrial dedicado a la refinación de aceite de pescado. Por tanto es una empresa que realiza también el monitoreo de calidad de agua marina costero y efluentes industrial tratado, empresa comprometida con el medio ambiente, enfocada en cuidar el recurso y los ecosistemas, con metas propuestas para el Acuerdo de Producción Limpia que en coordinación con el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de la Producción permite el cumplimiento para la valorización de residuos en temas vinculados a Economía Circular. Asimismo la empresa trabaja de acuerdo a los principios del Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP) y al Código de Conducta para la Pesca Responsable de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), que contempla que la gestión pesquera se debe desarrollar de una manera integrada y sostenible. En términos de producción, el ecosistema marino peruano es uno de los de mayor afloramiento y de gran abundancia de peces pelágicos en el mundo (Bakun & Weeks, 2008)

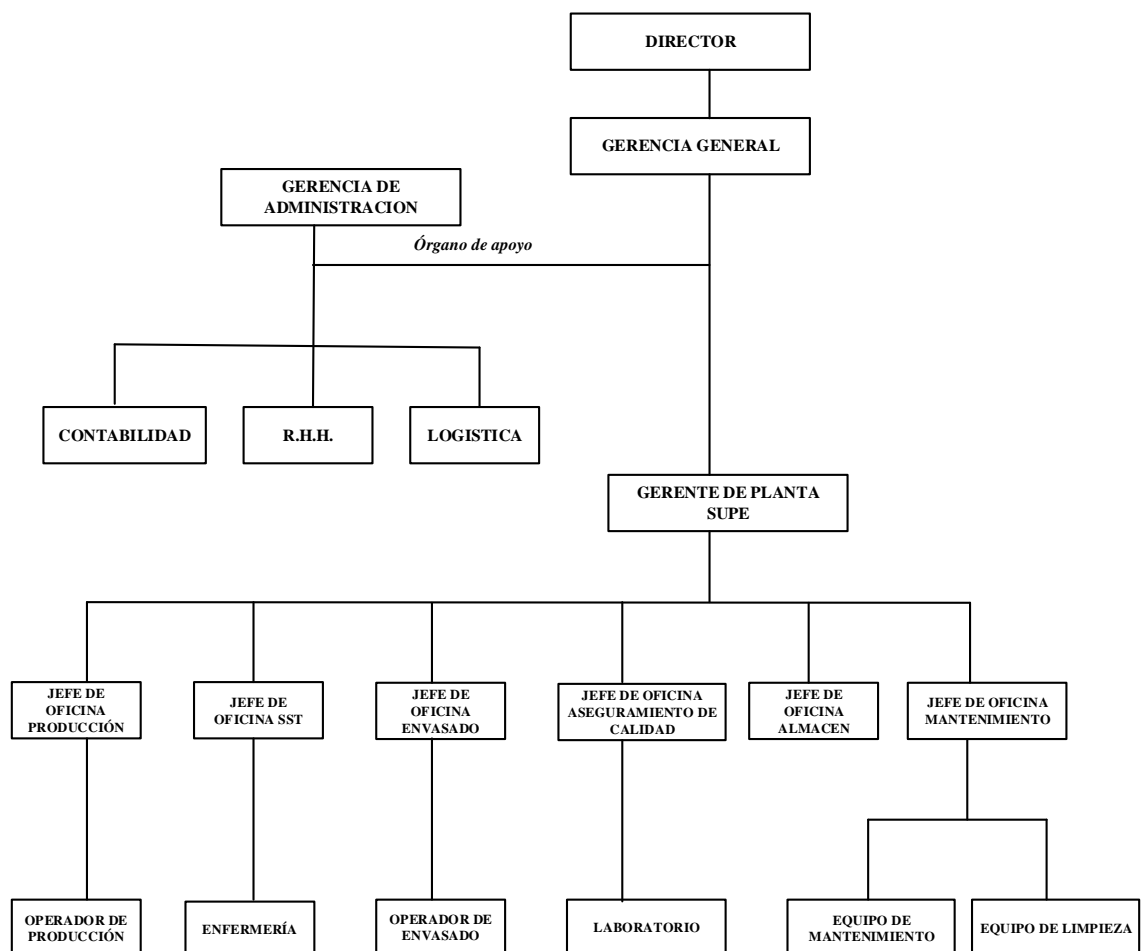
BIOPEX es una planta de procesamiento de aceite refinado y semirrefinado de pescado concentrado de segunda transformación.

## 1.1.Estructura Organizacional

La Estructura Organizacional de la Empresa BIOPEX se observa en la Figura 1.

**Figura 1**

*Organigrama General de la empresa BIOPEX S.A.C.*



## **1.2.Descripción de la empresa**

BIOPEX es una planta dedicada a la exportación, comercialización, refinación y destilación molecular de aceite crudo de pescado, empresa ubicada en el distrito de Supe Puerto, Provincia de Barranca, Departamento de Lima, en el litoral peruano a 200 Km al norte de Lima- Perú.

En estas instalaciones se producen aceites semirefinados, refinados y concentrados, aptos para el consumo humano directo, con altos contenidos de ácidos grasos Omega 3, y de acuerdo a estándares internacionales de calidad e inocuidad más estrictos. Las especificaciones de calidad de cada producto se pueden ajustar a las necesidades específicas de cada cliente, ofreciéndose de esta manera productos hechos a la medida de cada comprador y en línea con la aplicación final que se dará al producto. La Empresa también produce aceites semirefinados y refinados para la industria de la alimentación animal (principalmente para las mascotas).

Conforme a su estatuto BIOPEX S.A.C. es una empresa comprometida con:

Asegurar la calidad sanitaria e inocuidad del producto que elabora, sustentado en el sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP).

Utilizar materia prima, aditivos y materiales que satisfagan los requisitos de calidad establecidos en las normas sanitarias nacionales e internacionales.

Capacitar al personal que interviene en el proceso de producción de forma adecuada y continua sobre Buenas Prácticas de Manufactura y Control de Procesos.

Minimizar los peligros que afectan la salud y seguridad de los trabajadores y consumidores, así como aquellos que afectan la calidad del producto.

Evaluar, validar y registrar controles periódicos sobre las actividades del proceso para lograr el mejoramiento continuo del sistema HACCP.

- Tipo de constituyente : Sociedad Anónima Cerrada
- Razón social : BIOPEX S.A.C.
- R.U.C. : 20516046954
- Ubicación : Supe Puerto – Barranca - Lima
- Representante Legal : Kostic Boris

BIOPEX S.A.C. es una empresa que opera en la refinería en la que se procesan aceites semirefinados, refinados y concentrados. Las instalaciones cuentan con un área de almacenamiento de materia prima (aceite crudo de pescado), edificios de producción con los equipos de refinación y destilación molecular, almacenes de insumos, envases y productos terminados, y un área administrativa. Asimismo, la planta cuenta con las certificaciones HACCP & GMP, IFFO RS Chain of Custody y la certificación ISO 9001 (servicios logísticos de transporte, almacenamiento y embarque de la exportación de aceite crudo de pescado para consumo animal y aceite refinado para consumo humano); y está inscrita en las listas oficiales de la Unión Europea, China, Brasil, entre otros. La refinería está también alineada con los últimos requerimientos de la Food Safety Modernization Act de la FDA. Asimismo, las instalaciones cuentan con un laboratorio, equipado para el análisis completo de los aceites crudos y productos terminados, garantizándose así el control de la calidad desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto terminado.

## Infraestructura

Sala de Procesamiento: de concreto con techo auto soportante de láminas de Zintro-Alum (aleación de Zinc y Aluminio). Paredes: de concreto con mayólicas y pintura epóxica. Piso: de concreto con sellante, con pendiente y drenaje cubierto con rejillas. La capacidad de producción en un turno de 8 h es lo siguiente:

Producción de vapor	:	27,000 lb a 150 psig.
Pretratamiento (desgomado)	:	9,100 Kg.
Neutralización	:	9,000 Kg
Decoloración	:	8,160 Kg.
Winterizado	:	16,000 Kg.
Desodorización	:	6,667 Kg.
Almacenaje	:	80,000 Kg.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.Mar peruano**

La pesquería de anchoveta más grande del Perú es una de las especies forrajeras más importantes del ecosistema marino actual de Humboldt. Se capturaron más de 270 millones de toneladas de anchoveta entre 1955 y 2010 (Heck, 2015). Las pesquerías peruanas son únicas en el mundo porque la población del recurso se caracteriza por una alta concentración de stocks de peces, alta sensibilidad reproductiva debido a las diferencias en las condiciones climáticas y oceánicas, alta vulnerabilidad a las condiciones de las actividades extractivas (redes de pesca, captura de peces otras especies), debido a su alta variabilidad poblacional, su sensibilidad de crecimiento a la abundancia de alimento y está estrechamente relacionado con el equilibrio y la sustentabilidad de otros recursos hídricos marinos peruanos (Bouchon, 2018).

#### **2.2.Unidades poblacionales**

Hay dos poblaciones de anchoveta (*Engraulis ringens*) en el mar peruano: 1) en el norte de Perú desde Zoritos (04°30'S) hasta 16°00'S; y 2) compartido con el norte de Chile (16°01' – 24°00'S) uno de (Chirichigno F. & Vélez D., 1998), Jordan, 1971). La biología de las dos unidades de población es diferente (Pauly & Tsukayama, 1987), y en condiciones normales el área de San Juan (15°S) experimenta un fuerte afloramiento (agua subterránea que sube a la superficie, fertilizando el mar), factor por lo que no siempre están muy concentradas, siendo una barrera natural que separa estas unidades de población. La pesca de anchoveta, que representa el 95% de la pesca industrial del país,

es una de las actividades económicas más importantes del país, y su producto final es la elaboración de harina y aceite de pescado (Bouchen et al., 2018).

### 2.3. Anchoveta

La anchoveta pertenece a la familia de los clupeidos, que corresponde al género *Engraulis*. Juega un papel dominante en el mar peruano, ya que el 98% de la anchoveta peruana (Figura 2) se procesa en harina y aceite de pescado (Chu-Esquivel, 2016).

**Figura 2**

*Engraulis ringens*



#### 2.3.1. Taxonomía

Reino : Animalia  
Filo : Chordata  
Clase : Actinopterygii  
Orden : Clupeiformes  
Familia: Engraulidae  
Género: Engraulis  
Especie: E. ringens

## **2.4.Marco Normativo de la Pesquería de Anchoveta**

El sector pesquero peruano, se rige por la Ley General de Pesca (LGP Ley No. 25977) promulgada el 21 de diciembre de 1992 y la máxima autoridad es el Ministerio de la Producción (PRODUCE), a través del Viceministerio de Pesca, para lo cual cuenta con órganos de apoyo, asesoramiento y organismos públicos descentralizados. Adscrito a PRODUCE, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) es responsable de realizar evaluaciones de stock y recomendar límites anuales de captura para PRODUCE. Los resultados del proceso de toma de decisiones se proporcionan en el sitio web de PRODUCE (Aguilar-Ramírez, 2018).

## **2.5.Marco General**

Ley General de Pesca - Decreto Ley No. 25977

Reglamento de la Ley General de Pesca - Decreto Supremo No. 012- 2001-PE

Ley que exceptúa del requisito de incremento de flota al que se refiere el Artículo 24 de la Ley General de Pesca, a aquellos armadores que cuenten con embarcaciones de madera de hasta 110 m<sup>3</sup> - Ley No. 26920

Ley No. 26920 para la operación de embarcaciones pesqueras de madera con capacidad de bodega de hasta 110 m<sup>3</sup> - Decreto Supremo No. 003-98-PE

## **2.6.Sistemas de cuotas**

Con el fin de regular y controlar la captura para que esta especie no se extinga, desde 2009 se introdujo el método de cálculo de la captura máxima por embarcación de acuerdo con el “Anexo A del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1084 - Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación” que indica la Metodología para el cálculo del Porcentaje Máximo de Captura por Embarcación (PMCE) y Límite Máximo de Captura por Embarcación (LMCE). El PMCE es un índice correspondiente a cada embarcación pesquera que participa en las medidas de manejo descritas en esta ley y se utiliza para determinar la cantidad de pesca permitida por año y embarcación pesquera, conocido Límite Máximo de Captura por Embarcación (Chu-Esquivel, 2016).

## **2.7.Aceite de pescado**

El aceite de pescado es un producto altamente nutritivo considerado un subproducto del procesamiento de harina de pescado, inicialmente se utilizó en la producción de pinturas, barnices, resinas y como combustible, luego en la producción de mantequilla y margarina después de la hidrogenación, y posteriormente en el proceso de mezcla de aceites comestibles semiendurecidos y fraccionados con aceites vegetales en proporciones variables. La identificación de los ácidos grasos omega-3 que contienen y su uso en la producción de alimentos para acuicultura, especialmente salmón y trucha, han convertido al aceite de pescado en un producto escaso de alto valor comercial y demanda creciente para su nutrición (Valenzuela et al., 2012). La Tabla 1 muestra el contenido promedio de EPA y DHA en aceites de varias especies de peces capturados o producidos (acuicultura) principalmente en Chile y Perú.

**Tabla 1***Contenido promedio de EPA y DHA de aceite de diferentes especies de peces*

<b>Especies</b>	<b>EPA(g/100g)</b>	<b>DHA (g/100g)</b>
Jurel	14	10
Salmon	7	10,8
Trucha	4,5	8,6
Anchoveta	11	10
Sardina	16	10
Atún	13	10
Bacalao	11	12

Fuente: Valenzuela et-al (2012)

El ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) son ácidos grasos omega-3 (n - 3) que se encuentran en el pescado azul y en los suplementos de aceite de pescado. Estos ácidos grasos son capaces de inhibir parcialmente procesos de inflamación, como la quimiotaxis de los leucocitos, la expresión de las moléculas de adhesión y las interacciones adhesivas leucocito-endotelial, la producción de eicosanoides como las prostaglandinas y los leucotrienos a partir del ácido graso n - 6 araquidónico. Además, el EPA da lugar a eicosanoides que suelen tener menor potencia biológica que los producidos a partir del ácido araquidónico, y el EPA y el DHA dan lugar a mediadores antiinflamatorios. Los experimentos con animales demuestran los beneficios de los ácidos grasos marinos n - 3 en modelos de artritis reumatoide (AR), enfermedad inflamatoria intestinal (EII) y asma (Calder, 2015).

## 2.8. Aceite crudo de pescado

El aceite crudo se extrae al inicio del proceso de producción de harina de pescado. El nivel óptimo de oxidación o frescura se mantiene tras el prensado de las anchoas para separar los sólidos que luego se convertirán en harina de la materia grasa o aceite que se almacenará en el depósito. El aceite de pescado es valorado en el mercado por su rico valor nutricional: ácidos grasos omega 3, que son esenciales para el buen funcionamiento de los sistemas nervioso y cardiovascular.

Los aceites de pescado refinados y concentrados se utilizan en las industrias alimentaria, nutricional y farmacéutica. Contribuye al buen funcionamiento de la circulación sanguínea, del sistema cardíaco y del cerebro. Rica en vitaminas A, D y retinol, que son buenas para los huesos y el sistema inmunológico. En la tabla 2 se muestran las propiedades del aceite de anchoveta crudo y refinado. La Figura 3 muestra muestras de aceite crudo y aceite de pescado refinado.

**Tabla 2**

***Características del Aceite de Pescado Crudo y Aceite Refinado de anchoveta***

Características	Aceite de pescado crudo	Aceite de pescado refinado
Olor	Muy intenso	Imperceptible
Color	Marrón oscuro	Amarillo claro
Sabor	Muy intenso característico a pescado	Imperceptible
% EPA	10	39
% DHA	18	29

### Figura 3

*Aceite crudo y aceite refinado*



#### 2.9.Principales usos del aceite de pescado

El principal uso actual del aceite de pescado es en la industria acuicultura, principalmente en la salmonicultura (salmón y trucha), la que ha alcanzado altos niveles de producción en países como Noruega, Chile, Canadá, Escocia, entre los países con mayor actividad en este rubro. El salmón es una especie carnívora, por lo cual en cautiverio debe ser alimentado con insumos de origen animal e idealmente marinos. Por esta razón los pellets que se preparan para estos animales deben tener un alto contenido de harina y aceite de pescado. Esta actividad consume el 76% de la producción de aceite de pescado, demanda que es cada vez más creciente. Asimismo, es un insumo para aceite refinado y concentrado destinado a la industria de suplementos nutricionales y productos farmacéuticos. Suplementos dietéticos, alimentos y bebidas funcionales, fórmulas infantiles (Valenzuela et al., 2012).

## 2.10. **Refinación de aceite de pescado crudo**

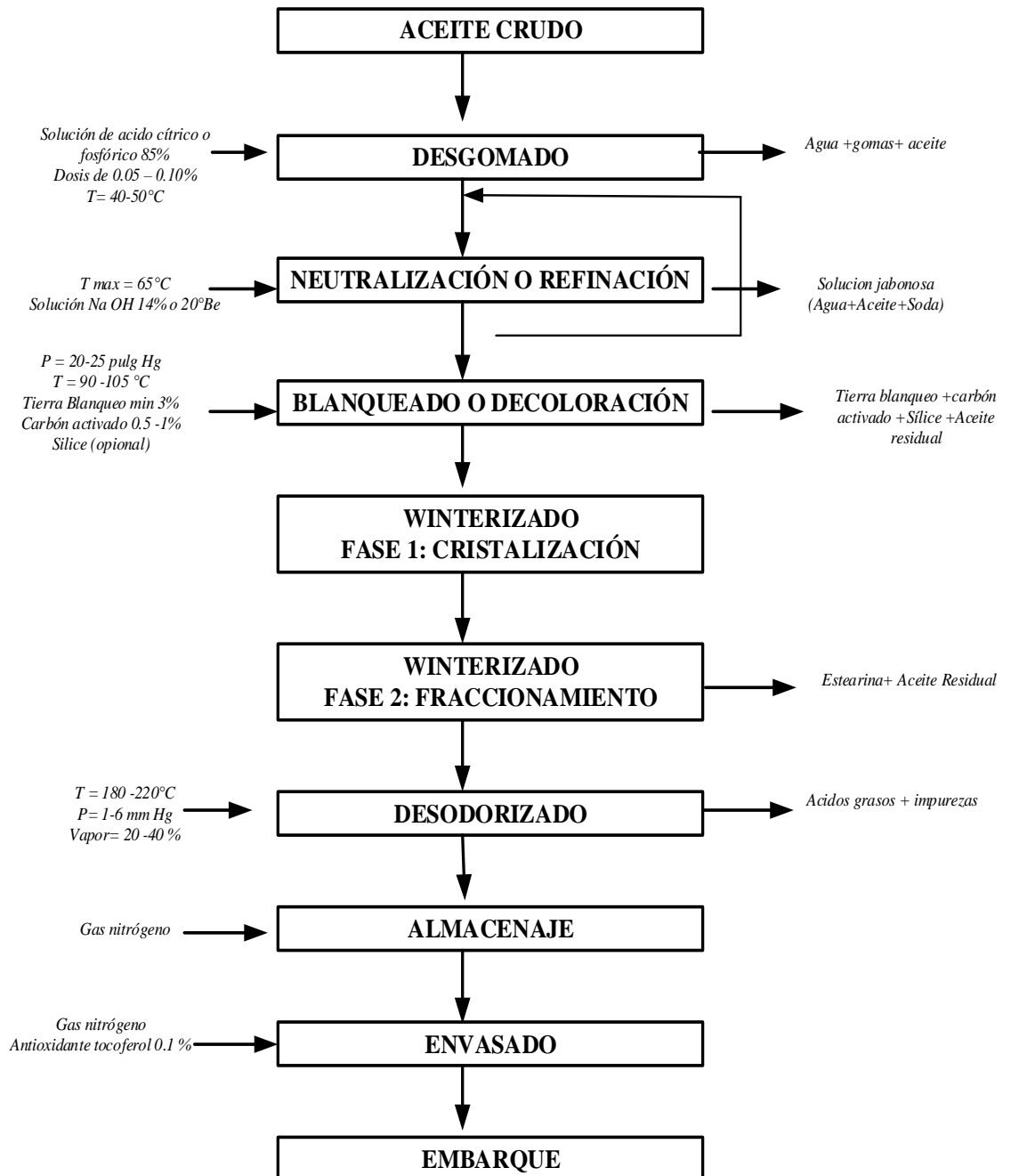
El refinado químico se emplea para mejorar las características de los aceites de pescado, que pueden incluir desgomado, neutralización, lavado, blanqueo (blanqueamiento y filtración) y desodorización (Menegazzo et al., 2014).

## 2.11. **Aceite Refinado, Decolorado, Winterizado y Desodorizado (RBWD)**

El aceite de pescado refinado, decolorado, winterizado y desodorizado RBWD (Figura 4) para consumo humano directo e indirecto que cumplen con los estándares de calidad, es un producto elaborado a partir del aceite crudo de pescado, sometido a un proceso de refinado en cuatro etapas: neutralizado, blanqueado, winterizado y desodorizado para asegurar su calidad nutritiva, organoléptica e inocuidad y envasado posteriormente en cilindros en presencia de nitrógeno, donde sus características físico químicas y microbiológicas se reporta en la Tabla 3, asimismo sus características de empaque y vida útil se observa en la Tabla 4.

**Figura 4**

*Diagrama de Flujo de procesamiento de Aceite de Pescado refinado, Decolorado, Winterizado, y Desodorizado – RBWD*



**Tabla 3**

***Características del Aceite de Pescado RBWD que cumplen con los estándares de calidad***

<b>RBWD Fish Oil</b>																					
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Aceite de pescado Refinado, Decolorado, Winterizado y Desodorizado para Consumo Humano Directo e Indirecto</b>																				
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Producto elaborado a partir del aceite crudo de pescado, sometido a un proceso de refinado en cuatro etapas: neutralizado, blanqueado, winterizado y desodorizado para asegurar su calidad nutritiva, organoléptica e inocuidad y envasado posteriormente en cilindros (de grado alimenticio) en presencia de nitrógeno.																				
MATERIA PRIMA E INSUMOS	Aceite crudo de pescado, subproducto de la elaboración de harina de pescado. Tocoferol o Vitamina E																				
CARACTERÍSTICAS FÍSICO/QUÍMICAS	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Humedad</td> <td>máximo 0.2%</td> </tr> <tr> <td>Acidez (FFA)</td> <td>máximo 0.5 %</td> </tr> <tr> <td>Índice de Peróxido</td> <td>máximo 1meq/Kg.</td> </tr> <tr> <td>Índice Anisidina</td> <td>máximo 15</td> </tr> <tr> <td>Color Gardner</td> <td>máximo 4</td> </tr> <tr> <td>Cold Test (0°C x 3h)</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>Ácidos Grasos Omega 3</td> <td>Dependerá de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado.</td> </tr> </table>	Humedad	máximo 0.2%	Acidez (FFA)	máximo 0.5 %	Índice de Peróxido	máximo 1meq/Kg.	Índice Anisidina	máximo 15	Color Gardner	máximo 4	Cold Test (0°C x 3h)	OK	Ácidos Grasos Omega 3	Dependerá de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado.						
Humedad	máximo 0.2%																				
Acidez (FFA)	máximo 0.5 %																				
Índice de Peróxido	máximo 1meq/Kg.																				
Índice Anisidina	máximo 15																				
Color Gardner	máximo 4																				
Cold Test (0°C x 3h)	OK																				
Ácidos Grasos Omega 3	Dependerá de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado.																				
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Aerobios viables</td> <td>máximo 10.00 ufc/g</td> </tr> <tr> <td>Mohos y Levaduras</td> <td>máximo 10.00 ufc/g</td> </tr> <tr> <td>Coliformes, E,coli</td> <td>negativo</td> </tr> <tr> <td>Salmonella</td> <td>negativo</td> </tr> </table>	Aerobios viables	máximo 10.00 ufc/g	Mohos y Levaduras	máximo 10.00 ufc/g	Coliformes, E,coli	negativo	Salmonella	negativo												
Aerobios viables	máximo 10.00 ufc/g																				
Mohos y Levaduras	máximo 10.00 ufc/g																				
Coliformes, E,coli	negativo																				
Salmonella	negativo																				
VALORES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES <sup>1</sup>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">PCBs Totales (209 congéneres)</td> <td>Máximo 36.00 ng/g</td> </tr> <tr> <td>Dioxin like PCBs</td> <td>Máximo 3.00 pg WHO TEQ/ g</td> </tr> <tr> <td>Dioxins &amp; Furans</td> <td>Máximo 1.75 pg WHO TEQ/ g</td> </tr> <tr> <td>Dioxin like PCBs &amp; Dioxins &amp; Furans</td> <td>Máximo 3.00 pg WHO TEQ/ g</td> </tr> <tr> <td>Furans</td> <td>Cumple con limites USP &amp; EP</td> </tr> <tr> <td>Pesticidas</td> <td>&lt; 0.10 ppm</td> </tr> <tr> <td>Arsénico</td> <td>&lt; 0.10 ppm</td> </tr> <tr> <td>Cadmio</td> <td>&lt; 0.10 ppm</td> </tr> <tr> <td>Plomo</td> <td>&lt; 0.10 ppm</td> </tr> <tr> <td>Mercurio</td> <td></td> </tr> </table>	PCBs Totales (209 congéneres)	Máximo 36.00 ng/g	Dioxin like PCBs	Máximo 3.00 pg WHO TEQ/ g	Dioxins & Furans	Máximo 1.75 pg WHO TEQ/ g	Dioxin like PCBs & Dioxins & Furans	Máximo 3.00 pg WHO TEQ/ g	Furans	Cumple con limites USP & EP	Pesticidas	< 0.10 ppm	Arsénico	< 0.10 ppm	Cadmio	< 0.10 ppm	Plomo	< 0.10 ppm	Mercurio	
PCBs Totales (209 congéneres)	Máximo 36.00 ng/g																				
Dioxin like PCBs	Máximo 3.00 pg WHO TEQ/ g																				
Dioxins & Furans	Máximo 1.75 pg WHO TEQ/ g																				
Dioxin like PCBs & Dioxins & Furans	Máximo 3.00 pg WHO TEQ/ g																				
Furans	Cumple con limites USP & EP																				
Pesticidas	< 0.10 ppm																				
Arsénico	< 0.10 ppm																				
Cadmio	< 0.10 ppm																				
Plomo	< 0.10 ppm																				
Mercurio																					
CARACTERÍSTICAS AGREGADAS POR EL PROCESO	Neutralizado Blanqueado o Decoloración Winterizado Desodorizado																				

**Tabla 4*****Características de Empaque y Vida Útil del Aceite de Pescado RBWD***

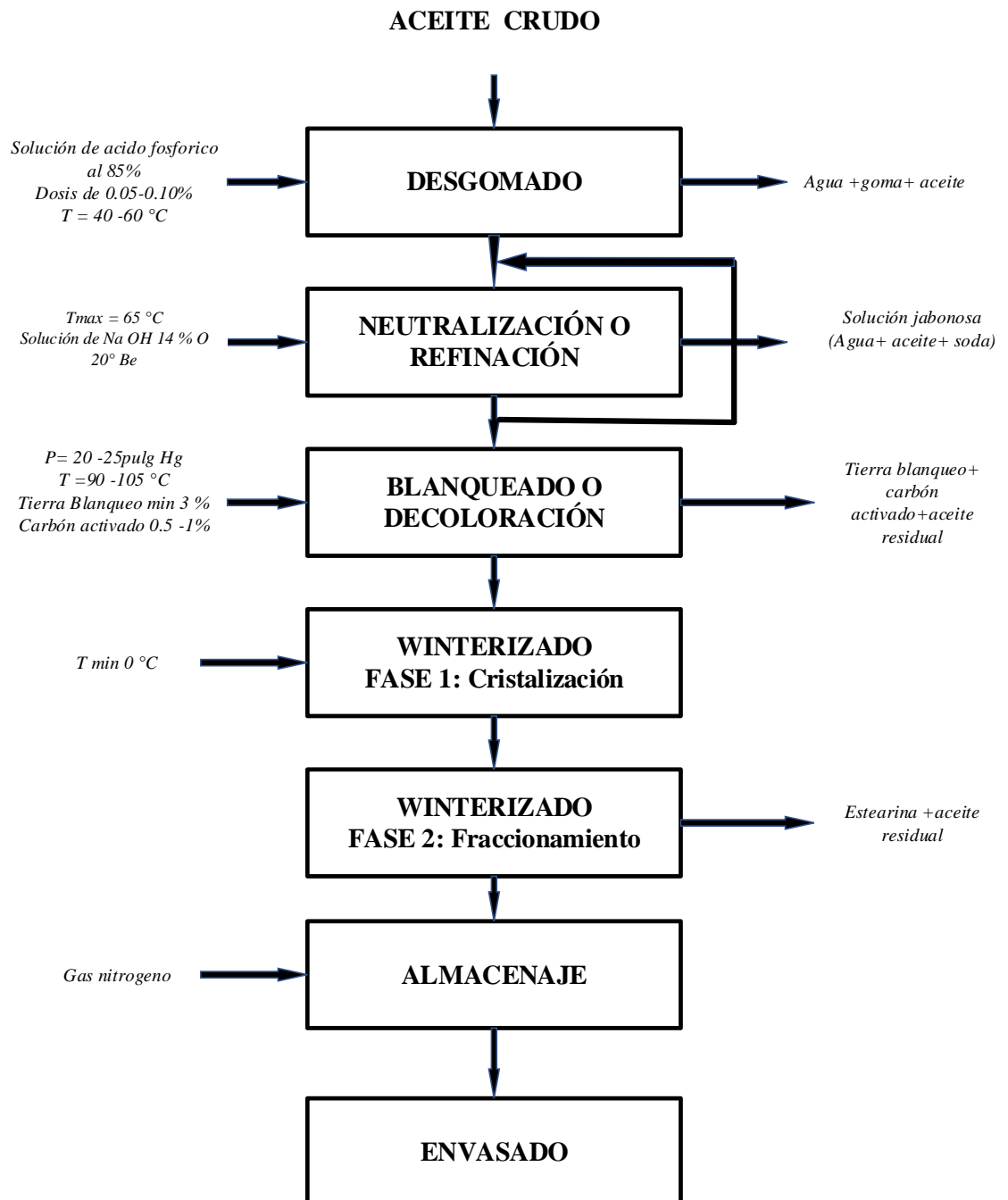
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RBWD Fish Oil</b>
<b>EMPAQUE Y PRESENTACIÓN</b>	<p>El aceite refinado se envasará en cilindros de acero LAF con recubrimiento interior de barniz epoxifenólico con capacidad de 55 galones (195 Kg).</p> <p>Posiblemente si el cliente lo requiere se considera el uso de isotanques, flexitanks, IBC bins, ecobulks para el envasado.</p>
<b>CONTENIDO DE LA ETIQUETA <sup>2</sup>(*)</b>	<p>Nombre del producto en inglés</p> <p>Ingredientes</p> <p>Número de lote</p> <p>Fecha de producción</p> <p>Peso neto</p> <p>Número de código interno del cliente</p> <p>Fecha de expiración</p> <p>Condiciones de almacenamiento</p> <p>Dirección de la empresa</p>
<b>VIDA ÚTIL ESPERADA</b>	<p>24 meses a partir de la fecha de producción, almacenando a temperaturas entre 15°C y 25°C sin apertura del envase.</p> <p>Nota: Para los casos que no incluyan antioxidante, serán 12 meses a partir de la fecha de producción, almacenado a temperaturas entre 15°C y 25°C sin apertura del envase.</p> <p>*La vida útil puede variar según especificación del cliente</p>

## 2.12. **Aceite Refinado, Decolorado y Winterizado (RBW)**

El aceite de pescado refinado, decolorado y winterizado RBW ( Figura 5) para consumo humano directo e indirecto que cumplen con los estándares de calidad, es un producto elaborado a partir del aceite crudo de pescado, sometido a un proceso de refinado en tres etapas: neutralizado, blanqueado, y winterizado para asegurar su calidad nutritiva e inocuidad y envasado posteriormente en cilindros o flexitanques (de grado alimenticio) en presencia de nitrógeno, donde sus características físico químicas y microbiológicas se reporta en la Tabla 5, asimismo sus características de empaque y vida útil se observa en la Tabla 6.

**Figura 5**

*Diagrama de Flujo de Procesamiento de Aceite de pescado Refinado, Decolorado, y Winterizado – RBW*



**Tabla 5**

***Características del Aceite de Pescado RBW que cumplen con los Estándares de Calidad***

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RBW Fish Oil Aceite Refinado, Decolorado y Winterizado para Consumo Humano Directo e Indirecto.</b>	
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Producto elaborado a partir del aceite crudo de pescado, sometido a un proceso de refinado en tres etapas: neutralizado, blanqueado, y winterizado para asegurar su calidad nutritiva e inocuidad y envasado posteriormente en cilindros o flexitanques (de grado alimenticio) en presencia de nitrógeno.	
MATERIA PRIMA E INSUMOS	Aceite crudo de pescado, subproducto de la elaboración de harina de pescado. Asimismo se podría incluir el uso de aceite de otras especies hidrobiológicas además de la anchoveta, como: jurel, caballa, sardina, salmón, atún, menhaden, espadín, arenque, capelin y calamar o pota.	
CARACTERÍSTICAS FÍSICO/QUÍMICAS	Antioxidante (1mg/g) si el cliente lo solicita.	
	Humedad	Máximo 0.1%
	Acidez	Máximo 1 %
	Índice de Peróxido	Máximo 5meq/Kg.
	Índice Anisidina	Máximo 20
	Color Gardner	Máximo 6
	Cold Test (0°C x 3h)	OK
	Acidos Grasos Omega 3	Dependerá del requerimiento del cliente y contenido de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	Aerobios viables	Máximo 10.00 ufc/g
	Mohos y Levaduras	Máximo 10.00 ufc/g
	Coliformes, E.coli	Negativo
	Salmonella	Negativo
VALORES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES <sup>1</sup>	PCBs Totales (209 congéneres)	Máximo 36.00 ng/g
	Dioxin like PCBs	Máximo 3.00 pg WHO
	Dioxins & Furans	TEQ/ g
	Dioxin like PCBs & Dioxins & Furans	Máximo 1.75 pg WHO
	Furans	TEQ/ g
	Pesticidas	Máximo 3.00 pg WHO
	Arsénico	TEQ/ g (2005)
	Cadmio	Cumple con limites USP & EP
	Plomo	< 0.10 ppm
	Mercurio	< 0.10 ppm
		< 0.10 ppm

**Tabla 6***Características de Empaque y Vida Útil del Aceite de Pescado RBW*

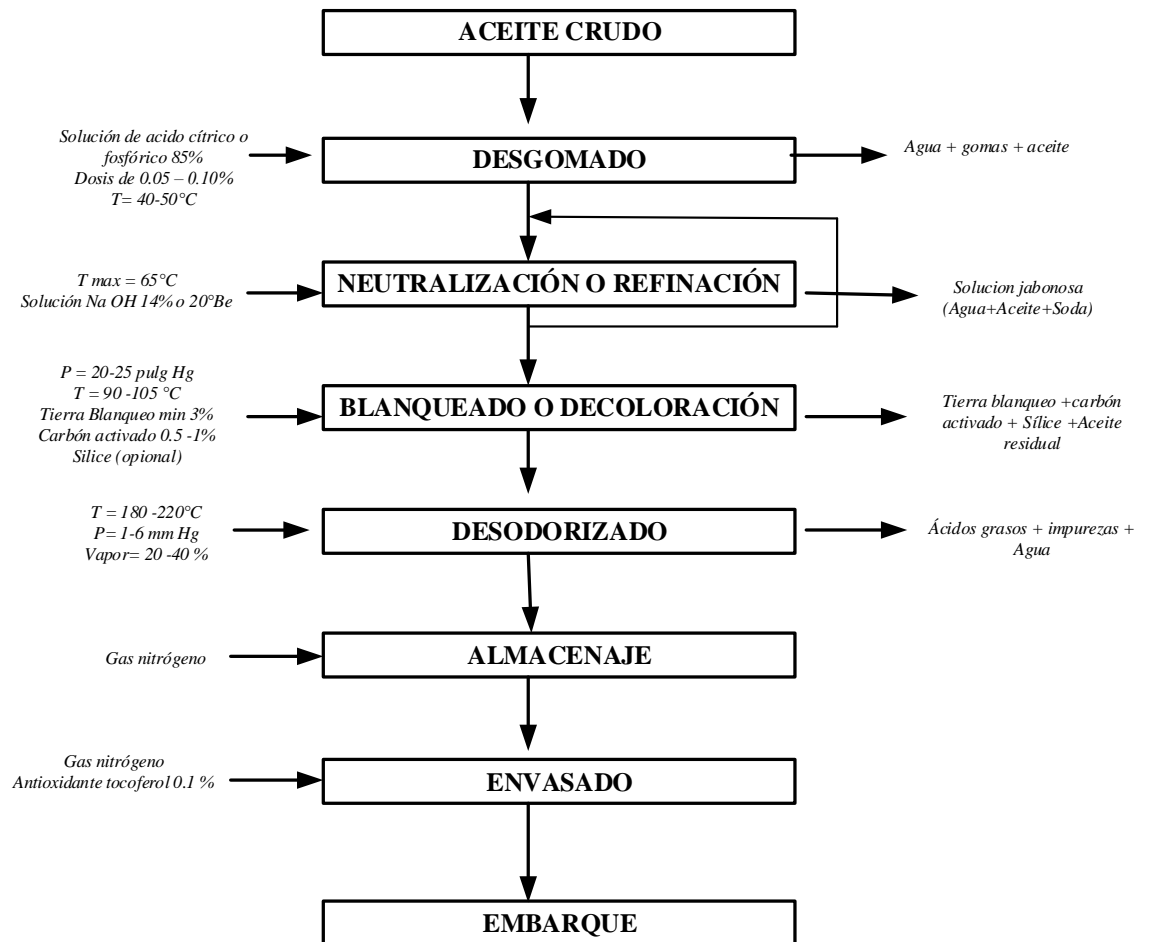
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RBW Fish Oil</b>
<b>EMPAQUE Y PRESENTACIÓN</b>	La oleína sin desodorizar se envasará en cilindros de acero laminado en frío (LAF) con recubrimiento interior de barniz epoxifenólico con capacidad de 55 galones (195 Kg).
	Posiblemente si el cliente lo requiere se considera el uso de isotanques, flexitanks, IBC bins para el envasado. Siempre con la presencia de nitrógeno.
<b>CONTENIDO DE LA ETIQUETA <sup>2</sup> (*)</b>	Nombre del producto en inglés
	Ingredientes
	Número de lote
	Fecha de producción
	Peso neto
	Número de código interno del cliente
	Fecha de expiración
	Condiciones de almacenamiento
Dirección de la empresa.	
<b>VIDA ÚTIL</b>	18 meses a partir de la fecha de producción, almacenando a temperaturas entre 15°C y 25°C sin apertura del envase. Nota: Para los casos que no incluyan antioxidante, serán
	12 meses a partir de la fecha de producción, almacenado a temperaturas entre 15°C y 25°C sin apertura del envase. *La vida útil puede variar según especificación del cliente

### 2.13. **Aceite Semirrefinado, Desodorizado (RBD)**

El aceite de pescado semirrefinado y desodorizado para consumo humano directo e indirecto RBD ( Figura 6) que cumplen con los estándares de calidad, es un producto elaborado a partir del aceite crudo de pescado, sometido a un proceso de refinado en tres etapas: neutralizado, decolorado y desodorizado para asegurar su calidad nutritiva, organoléptica e inocuidad y envasado posteriormente en cilindros (de grado alimenticio) en presencia de nitrógeno, donde sus características físico químicas y microbiológicas se reporta en la Tabla 7, asimismo sus características de empaque y vida útil se observa en la Tabla 8. Según (Fournier et al., 2006) los aceites de pescado tienen que someterse a pasos de refinamiento antes de su consumo o de su utilización como complementos alimenticios. El refinado suele dividirse en cuatro pasos: desgomado, neutralización, blanqueo y desodorización. El último paso es crítico, ya que implica altas temperaturas (180-270 °C) que podrían dar lugar a reacciones secundarias. La desodorización elimina principalmente las sustancias volátiles indeseables y convierte el aceite en un producto inodoro y de sabor suave. El uso del desgomado no siempre es necesario para un aceite crudo de alta calidad, ya que los efectos de refinado requeridos pueden lograrse en las etapas posteriores de álcali y blanqueo (Oterhals & Vogt, 2013).

**Figura 6**

*Diagrama de Flujo de Procesamiento de Aceite de pescado refinado y desodorizado de pescado -RBD*



**Tabla 7**

*Características del Aceite de Pescado RBD*

<b>RBD Fish Oil</b>																																																	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Aceite semirrefinado y desodorizado para consumo humano directo e indirecto.</b>																																																
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Producto elaborado a partir del aceite crudo de pescado, sometido a un proceso de refinado en tres etapas: neutralizado, decolorado y desodorizado para asegurar su calidad nutritiva, organoléptica e inocuidad y envasado posteriormente en cilindros (de grado alimenticio) en presencia de nitrógeno.																																																
MATERIA PRIMA E INSUMO	Aceite crudo de pescado, subproducto de la elaboración de harina de pescado a base de anchoveta; asimismo se podría incluir el de otras especies hidrobiológicas autorizadas. Tocoferol o Vitamina E (1mg/g) si el cliente lo solicita como antioxidante.																																																
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS /QUÍMICAS	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Humedad</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">Máximo 0.20%</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Acidez (FFA)</td> <td style="text-align: right;">Máximo 0.30%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Índice de peróxido</td> <td style="text-align: right;">Máximo</td> <td style="text-align: right;">5.00</td> </tr> <tr> <td>Índice anisidina</td> <td style="text-align: right;">meqO<sub>2</sub>/Kg.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Color Gardner</td> <td style="text-align: right;">Máximo 20.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ácidos grasos Omega 3</td> <td style="text-align: right;">Máximo 7.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Dependerá del requerimiento del cliente y contenido de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado</td> <td></td> </tr> </table>	Humedad	Máximo 0.20%		Acidez (FFA)	Máximo 0.30%		Índice de peróxido	Máximo	5.00	Índice anisidina	meqO <sub>2</sub> /Kg.		Color Gardner	Máximo 20.00		Ácidos grasos Omega 3	Máximo 7.00			Dependerá del requerimiento del cliente y contenido de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado																												
Humedad	Máximo 0.20%																																																
Acidez (FFA)	Máximo 0.30%																																																
Índice de peróxido	Máximo	5.00																																															
Índice anisidina	meqO <sub>2</sub> /Kg.																																																
Color Gardner	Máximo 20.00																																																
Ácidos grasos Omega 3	Máximo 7.00																																																
	Dependerá del requerimiento del cliente y contenido de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado																																																
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Aerobios viables</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">Máximo 10.00 ufc/g</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Mohos y levaduras</td> <td style="text-align: right;">Máximo 10.00 ufc/g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coliformes, <i>E..coli</i></td> <td style="text-align: right;">Negativo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Salmonella</td> <td style="text-align: right;">Negativo</td> <td></td> </tr> </table>	Aerobios viables	Máximo 10.00 ufc/g		Mohos y levaduras	Máximo 10.00 ufc/g		Coliformes, <i>E..coli</i>	Negativo		Salmonella	Negativo																																					
Aerobios viables	Máximo 10.00 ufc/g																																																
Mohos y levaduras	Máximo 10.00 ufc/g																																																
Coliformes, <i>E..coli</i>	Negativo																																																
Salmonella	Negativo																																																
VALORES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES <sup>1</sup>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">PCBs</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Totales</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">(209 congéneres)</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">Máximo 36.00 ng/g</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">Máximo 3.00 pg</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">WHO TEQ/ g</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">Máximo 1.75 pg</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">WHO TEQ/ g</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">Máximo 3.00 pg</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">WHO TEQ/ g (2005)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">Cumple con limites USP &amp; EP</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">&lt; 0.10 ppm</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">&lt; 0.10 ppm</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">&lt; 0.10 ppm</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">&lt; 0.10 ppm</td> </tr> </table>	PCBs	Totales	(209 congéneres)	Máximo 36.00 ng/g				Máximo 3.00 pg				WHO TEQ/ g				Máximo 1.75 pg				WHO TEQ/ g				Máximo 3.00 pg				WHO TEQ/ g (2005)				Cumple con limites USP & EP				< 0.10 ppm				< 0.10 ppm				< 0.10 ppm				< 0.10 ppm
PCBs	Totales	(209 congéneres)	Máximo 36.00 ng/g																																														
			Máximo 3.00 pg																																														
			WHO TEQ/ g																																														
			Máximo 1.75 pg																																														
			WHO TEQ/ g																																														
			Máximo 3.00 pg																																														
			WHO TEQ/ g (2005)																																														
			Cumple con limites USP & EP																																														
			< 0.10 ppm																																														
			< 0.10 ppm																																														
			< 0.10 ppm																																														
			< 0.10 ppm																																														

**Tabla 8***Características de Empaque y Vida Útil del Aceite de Pescado RBD*

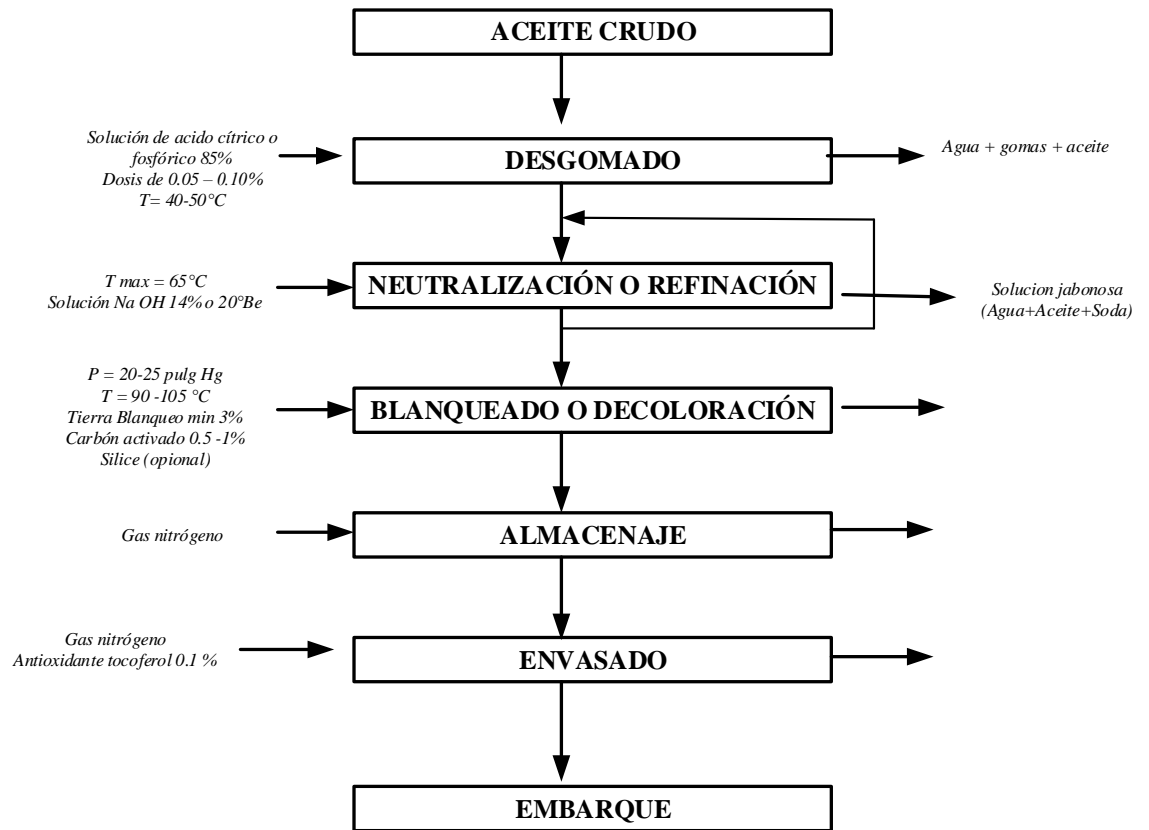
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RBD Fish Oil</b>
<b>EMPAQUE Y PRESENTACIÓN</b>	<p>El aceite refinado se envasara en cilindros de acero LAF con recubrimiento interior de barniz epoxifenolico con capacidad de 55 galones (195 Kg).</p> <p>Posiblemente si el cliente lo requiere se considera el uso de isotanques, flexitanks (21,5 kg), IBC bins, ecobulks para el envasado.</p>
<b>VIDA ÚTIL ESPERADA</b>	<p>46 meses a partir de la fecha de producción, almacenando a temperaturas entre 15°C y 25°C sin apertura del envase.</p> <p>Nota: Para los casos que no incluyan antioxidante, serán 12 meses a partir de la fecha de producción, almacenado a temperaturas entre 15°Cy 25°C sin apertura del envase.</p> <p>*La vida útil puede variar según especificación del cliente</p>
<b>CONTENIDO DE LA ETIQUETA<sup>2</sup> (*)</b>	<p>Nombre del producto en inglés</p> <p>Ingredientes</p> <p>Número de lote</p> <p>Fecha de Producción</p> <p>Peso neto</p> <p>Número de Código Interno del cliente</p> <p>Fecha de expiración</p> <p>Condiciones de Almacenamiento</p> <p>Dirección de la empresa</p>

#### 2.14. **Aceite Refinado y Decolorado (RB)**

El aceite de pescado refinado y decolorado RB (Figura 7) para consumo humano directo e indirecto que cumplen con los estándares de calidad, es un producto elaborado a partir del aceite crudo de pescado, sometido a un proceso de refinado en dos etapas: neutralizado y decolorado (blanqueado) para asegurar su calidad nutritiva, e inocuidad y envasado posteriormente en cilindros y/o flexitanques (de grado alimenticio) en presencia de nitrógeno, donde sus características físico químicas y microbiológicas se reporta en la Tabla 9, asimismo sus características de empaque y vida útil se observa en la Tabla 10. En un proceso de refinado de aceite de pescado el objetivo es eliminar los cuerpos de color, metales traza, fosfolípidos, productos de oxidación, contaminantes orgánicos, y obtener un aceite de color claro, con un sabor suave y un bajo nivel de oxidación esto se consigue mediante operaciones de refinado químicas y físicas (Oterhals & Vogt, 2013).

**Figura 7**

*Diagrama de Flujo de Procesamiento de Aceite de pescado refinado y decolorado de pescado -RB*



**Tabla 9**

*Características del Aceite de Pescado RB*

<b>RB Fish Oil</b>																			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Aceite de pescado Refinado y Decolorado para consumo humano directo e indirecto.</b>																		
DESCRIPCIÓN FÍSICA	<p>Producto elaborado a partir del aceite crudo de pescado, sometido a un proceso de refinado en dos etapas: neutralizado y decolorado (blanqueado) para asegurar su calidad nutritiva, e inocuidad y envasado posteriormente en cilindros y/o flexitanques (de grado alimenticio) en presencia de nitrógeno.</p> <p>- Aceite crudo de pescado, subproducto de la elaboración de harina de pescado. Asimismo, se podría incluir el uso de aceite de otras especies hidrobiológicas además de la anchoveta, como: jurel, caballa, sardina, salmón, atún, menhaden, espadín, arenque, capelín y calamar o pota.</p>																		
MATERIA PRIMA E INSUMO	- Antioxidante (1mg/g) si el cliente lo solicita.																		
CARACTERÍSTICAS FÍSICO/QUÍMICAS	<table border="0"> <tr> <td>Humedad</td> <td>Máximo 0.20%</td> </tr> <tr> <td>Acidez (FFA)</td> <td>Máximo 0.30%</td> </tr> <tr> <td>Índice de peróxido</td> <td>Máximo 5.00 meq/Kg</td> </tr> <tr> <td>Índice anisidina</td> <td>Máximo 20.00</td> </tr> <tr> <td>Color Gardner</td> <td>Máximo 9.00</td> </tr> <tr> <td>Ácidos grasos Omega 3</td> <td>Dependerá del requerimiento del cliente y contenido de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado</td> </tr> </table>	Humedad	Máximo 0.20%	Acidez (FFA)	Máximo 0.30%	Índice de peróxido	Máximo 5.00 meq/Kg	Índice anisidina	Máximo 20.00	Color Gardner	Máximo 9.00	Ácidos grasos Omega 3	Dependerá del requerimiento del cliente y contenido de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado						
Humedad	Máximo 0.20%																		
Acidez (FFA)	Máximo 0.30%																		
Índice de peróxido	Máximo 5.00 meq/Kg																		
Índice anisidina	Máximo 20.00																		
Color Gardner	Máximo 9.00																		
Ácidos grasos Omega 3	Dependerá del requerimiento del cliente y contenido de los ácidos grasos Omega 3 en el aceite crudo de pescado																		
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	<table border="0"> <tr> <td>Aerobios viables</td> <td>Máximo 10.00 ufc/g</td> </tr> <tr> <td>Mohos y levaduras</td> <td>Máximo 10.00 ufc/g</td> </tr> <tr> <td>Coliformes, E. Coli</td> <td>Negativo</td> </tr> <tr> <td>Salmonella</td> <td>Negativo</td> </tr> </table>	Aerobios viables	Máximo 10.00 ufc/g	Mohos y levaduras	Máximo 10.00 ufc/g	Coliformes, E. Coli	Negativo	Salmonella	Negativo										
Aerobios viables	Máximo 10.00 ufc/g																		
Mohos y levaduras	Máximo 10.00 ufc/g																		
Coliformes, E. Coli	Negativo																		
Salmonella	Negativo																		
VALORES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES <sup>1</sup>	<table border="0"> <tr> <td>PCBs Totales (209 congéneres)</td> <td>Máximo 36.00 ng/g Máximo 3.00 pg WHO</td> </tr> <tr> <td>Dioxin like PCBs</td> <td>TEQ/ g</td> </tr> <tr> <td>Dioxins &amp; Furans</td> <td>Máximo 1.75 pg WHO</td> </tr> <tr> <td>Dioxin like PCBs &amp; Dioxins &amp; Furans</td> <td>TEQ/ g</td> </tr> <tr> <td>Pesticidas</td> <td>Máximo 3.00 pg WHO</td> </tr> <tr> <td>Arsénico</td> <td>TEQ/ g(2005)</td> </tr> <tr> <td>Cadmio</td> <td>Cumple con limites USP &amp; EP</td> </tr> <tr> <td>Plomo</td> <td>&lt; 0.10 ppm</td> </tr> <tr> <td>Mercurio</td> <td>&lt; 0.10 ppm &lt; 0.10 ppm &lt; 0.10 ppm</td> </tr> </table>	PCBs Totales (209 congéneres)	Máximo 36.00 ng/g Máximo 3.00 pg WHO	Dioxin like PCBs	TEQ/ g	Dioxins & Furans	Máximo 1.75 pg WHO	Dioxin like PCBs & Dioxins & Furans	TEQ/ g	Pesticidas	Máximo 3.00 pg WHO	Arsénico	TEQ/ g(2005)	Cadmio	Cumple con limites USP & EP	Plomo	< 0.10 ppm	Mercurio	< 0.10 ppm < 0.10 ppm < 0.10 ppm
PCBs Totales (209 congéneres)	Máximo 36.00 ng/g Máximo 3.00 pg WHO																		
Dioxin like PCBs	TEQ/ g																		
Dioxins & Furans	Máximo 1.75 pg WHO																		
Dioxin like PCBs & Dioxins & Furans	TEQ/ g																		
Pesticidas	Máximo 3.00 pg WHO																		
Arsénico	TEQ/ g(2005)																		
Cadmio	Cumple con limites USP & EP																		
Plomo	< 0.10 ppm																		
Mercurio	< 0.10 ppm < 0.10 ppm < 0.10 ppm																		
CARACTERÍSTICAS AGREGADAS POR EL PROCESO	<p>Neutralizado Decoloración o Blanqueado</p>																		

**Tabla 10**

***Características de empaque y vida útil del aceite de pescado refinado, decolorado RB***

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RB Fish Oil</b>
<b>EMPAQUE Y PRESENTACIÓN</b>	<p>El aceite de pescado Semirrefinado se envasará en cilindros de acero LAF con recubrimiento interior de barniz epoxifenólico con capacidad de 55 galones (195 Kg).</p> <p>Asimismo, se considera el uso de isotanques, flexitanks, IBC bins, ecobulks, para el envasado.</p>
<b>VIDA ÚTIL ESPERADA</b>	<p>18 meses a partir de la fecha de producción, almacenando a temperaturas entre 15°C y 25°C sin apertura del envase.</p> <p>Nota: Para los casos que no incluyan antioxidante, serán 12 meses a partir de la fecha de producción, almacenado a temperaturas entre 15°C y 25°C sin apertura del envase.</p> <p>*La vida útil puede variar según especificación del cliente.</p>
<b>CONTENIDO DE LA ETIQUETA<sup>2</sup> (*)</b>	<p>Nombre del producto en inglés</p> <p>Ingredientes</p> <p>Número de lote</p> <p>Fecha de producción</p> <p>Peso neto</p> <p>Número de código interno del cliente (opcional dependiendo del cliente)</p> <p>Fecha de expiración</p> <p>Condiciones de almacenamiento</p> <p>Dirección de la empresa.</p>

## 2.15. Fases de procesamiento de Refinación de aceite de pescado

El proceso de refinado es necesario para producir aceite de pescado para el consumo humano, ya que puede reducir en gran medida las concentraciones de contaminantes ambientales en los productos finales de aceite de pescado (Zhang et al., 2020).

### 2.15.1. Fase 1: Desgomado

La composición de los aceites crudos varía drásticamente en función de su origen vegetal, animal o microbiano. Estos aceites son predominantemente triacilgliceroles, pero contienen muchos compuestos producidos en el ciclo de vida del material de origen que pueden considerarse contaminantes en aplicaciones alimentarias o industriales (Farr & Proctor, 2013). Asimismo, se han desarrollado varios procesos para la eliminación de fosfolípidos no hidratables utilizando ácidos. Estos procesos de desgomado ácido fueron diseñados como pretratamiento para el refinado físico de aceites de semillas "blandos". Se esperaba que el aceite desgomado con ácido después del proceso de blanqueamiento alcanzaría un nivel de fósforo inferior a 3 ppm, lo que permitiría el refinamiento físico del aceite (Anderson et al., 2020). Las impurezas en el aceite pueden consistir en mucosidad goma, cenizas o minerales consistentes en Fe, Cu, Mg, Ca, y la presencia de agua en pequeñas cantidades (Bija et al., 2017). En la industria de refinación de aceite de pescado crudo, se añade ácido cítrico o ácido fosfórico que causa que las gomas lleguen a ser hidratadas y sean fácilmente apartadas del aceite, siendo las características del ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) de grado alimentario: aspecto líquido siruposo, transparente y sin olor, 85% de pureza y densidad a 25°C entre 1.678 g/ml a 1.705 g/ml. Así se tiene que el paso más importante en el proceso de purificación es la eliminación eficaz de los fosfolípidos o gomas, ya sea que la fuente de aceite contenga una cantidad muy pequeña de fosfolípidos, como la palma, o aceites que contienen cantidades significativas de gomas, como la soja o

las fuentes de algas. Tradicionalmente, los fosfolípidos se han eliminado mediante el desgomado con agua o ácido, seguido de un proceso de refinado cáustico para reducir los niveles de fosfolípidos a fin de cumplir con las especificaciones para aplicaciones alimentarias o industriales. Sin embargo los avances en biotecnología han permitido el desarrollo de la desgomación enzimática como método de purificación sostenible capaz de lograr resultados iguales, y mucho mejores, que los métodos químicos tradicionales, a la vez que aumenta el rendimiento y reduce el uso de productos químicos, residuos, energía y costes totales (Farr & Proctor, 2013). Asimismo, los fosfolípidos pueden actuar como antioxidantes naturales y ofrecer varios beneficios para la salud, pero es necesario eliminarlos en el proceso de refinación. El requisito más importante para que el proceso de refinado tenga éxito es reducir el contenido de fósforo a <10 ppm en el aceite para evitar el mal sabor y el oscurecimiento del color en el aceite final causado por altas temperatura en la desodorización (Chew & Nyam, 2020).

### **2.15.2. Fase 2: Neutralizado**

La neutralización es una etapa del proceso de refinado químico que neutraliza los ácidos grasos libre (AGL) y elimina los compuestos indeseables en el aceite desgomado, como los fosfolípidos residuales, los pigmentos y las ceras que podrían producir un color y un olor indeseables, además de promover reacciones oxidativas en los aceites finales (Chew & Nyam, 2020). La neutralización es la segunda etapa del refinado químico para neutralizar AGL en el aceite añadiendo una cantidad estequiométrica de solución de NaOH para eliminar los fosfolípidos, pigmentos y ceras residuales. Se añade un porcentaje excesivo de solución de NaOH (0,1-0,5%) para garantizar una neutralización completa de los AGF en los aceites (Chew & Ali, 2021). Por otra parte, algunos estudios reportan que la adición de un porcentaje excesivo de 5-25% de solución de NaOH además de la cantidad estequiométrica de NaOH en la neutralización (Chew & Ali, 2021). La refinación se inicia

con la neutralización de la acidez libre del aceite crudo de pescado, donde se añade soda cáustica diluida en concentración de 1.5 a 3%. En esta etapa el aceite neutralizado se separa por diferencia de densidad y la borra o sedimento es enviada al tanque de borra. El aceite neutralizado va a la siguiente etapa. Características de la soda cáustica líquida concentrada: aspecto líquido transparente y viscoso altamente higroscópico, entre 49 a 51% w/w y alcalinidad total (como NaOH) mínimo 38% w/w.

### **2.15.3. Fase 3: Blanqueado o Decolorado**

El blanqueo o decoloración es una etapa que se lleva a cabo al vacío o al vacío parcial para eliminar los pigmentos de color del aceite, así como los productos de oxidación, los residuos de jabón, los fosfolípidos residuales y los iones metálicos mediante el uso de tierra de blanqueo. El aceite blanqueado que se obtiene tiene un color más claro que el aceite neutralizado (Chew & Nyam, 2020). El blanqueado también se puede realizar utilizando magnesol XL adsorbente (SugengHeriSuseno et al., 2017). En el proceso de blanqueo o decoloración, el aceite calentado se dosifica con arcilla para blanquear, dejándose que reaccione. Asimismo, luego de extraer las materias colorantes del aceite, la arcilla consumida se extrae mediante una filtración al vacío. La arcilla utilizada absorbe las sustancias colorantes, tales como carotenoides, algunos contaminantes y otros. Siendo las características de la arcilla bentonita: pH máximo 4.0; acidez residual como  $H_2SO_4$  – máximo 0.4; humedad – máximo 10%.

### **2.15.4. Fase 4: Winterizado**

La winterización es un proceso de concentración de los AGP, especialmente del EPA y el DHA. El objetivo de la winterización es separar los ácidos grasos saturados de los insaturados basándose en las diferencias de los puntos de fusión de los ácidos grasos,

que se ven afectados por la longitud de la cadena y el grado de insaturación. Este proceso implica la cristalización parcial del aceite mediante un enfriamiento controlado, seguido de la filtración. En este proceso, el aceite se enfría a 0-19°C durante al menos 6 horas. Los componentes del aceite con un punto de fusión elevado se cristalizarán, seguido de la filtración con un auxiliar de filtrado a unos 15°C. Así, el aceite formará dos fracciones en este proceso, que son líquido viscoso y sólido (Chew & Nyam, 2020).

En la winterización el aceite tiende a formar dos fracciones, un líquido viscoso y un sólido. La separación de la fracción sólida se produce por precipitación de los cristales y posterior filtración, en determinadas condiciones de temperatura, tiempo y agitación. La transición de los lípidos a los cristales se produce en tres etapas, correspondientes al sobre enfriamiento, la nucleación y el crecimiento de los cristales. El tamaño de los cristales que se forman depende del grado de enfriamiento y agitación del aceite (Shahidi, 2005).

Los aceites y grasas naturales tienen características distintas, debido a que se componen de un gran número de triglicéridos distintos. Los triglicéridos con un alto grado de insaturación tienen un punto de fusión más bajo que los que contienen más ácidos grasos saturados. Estos ácidos grasos saturados le dan menor estabilidad a la oleína en ambientes fríos ocasionando la opacidad.

Si un aceite se enfría a una temperatura determinada (como mínimo 0°C), los triglicéridos de punto de fusión elevado (estearina), se cristalizan, mientras que los que tienen una temperatura de fusión baja continúan líquidos. Por consiguiente, la estearina, puede separarse del aceite (oleína), dividiéndose la grasa/aceite en dos fracciones. A éste proceso se le llama winterizado. Luego se procede a la separación de la estearina por medio de filtros de tambor, la estearina se recibe en el tanque de estearina y el aceite va a los tanques de oleína sin desodorizar para su análisis de cold test previo al desodorizado.

### **2.15.5. Fase 5: Desodorizado**

La desodorización es la etapa final del proceso de refinado, que consiste en una destilación al vapor a temperatura elevada y a presión de vacío para eliminar los AGL, los compuestos volátiles como los compuestos oxidativos (aldehídos y cetonas) y otros contaminantes en función de su presión de vapor y su volatilidad. La etapa de desodorización actual tiene tres objetivos principales, que son la eliminación de componentes volátiles como los AGL y los productos de oxidación secundarios, la eliminación del mal sabor y la destrucción térmica de los pigmentos (Chew & Nyam, 2020). Asimismo, la desodorización al ser un proceso de destilación al vapor, y presentar componentes indeseables del sabor y otros componentes volátiles como los ácidos grasos libres residuales, los productos de oxidación (aldehídos y cetonas), los fitoesteroles, los tocoferoles, los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los plaguicidas las cuales se eliminan del aceite en función de la presión de vapor y volatilidad (Ghazani & Marangoni, 2013). El aceite ingresa al sistema de desodorización y recircula por el mismo hasta alcanzar un rango de temperatura entre 180° y 220 ° C y una presión entre 1–6mmHg. Una vez alcanzados dichos parámetros, recién se inicia el proceso. El aceite desodorizado tiene un sabor neutral muy agradable, con un olor muy ligero a pescado. Después de la desodorización el aceite pasa por un intercambiador de calor previo al almacenaje en tanques de acero inoxidable, en los cuales el aceite recibe un baño de nitrógeno o blanketing para evitar la posibilidad de oxidación. Sin embargo, algunas de las etapas de refinado, como la desodorización pueden tener efectos secundarios que provoquen un cambio en la composición de los componentes menores del aceite de pescado. En general, la desodorización se aplica para eliminar los ácidos grasos libres, los volátiles del sabor y los productos de oxidación (Merkle et al., 2017).

### **2.15.6. Fase 6: Envasado**

El producto terminado del tanque de almacenamiento respectivo es envasado en isotanques, flexitanques, y los IBC (Intermediate Bulk Container o GRG - Gran Recipiente a Granel) según requerimiento del cliente. Si se utilizan cilindros, la línea se conecta a la llenadora que está unida a la balanza, ésta tiene una manga con doble salida: para aceite y el gas nitrógeno, la cual entra en el cilindro y se llena hasta el peso adecuado (195 Kg) inyectando gas nitrógeno al mismo tiempo para garantizar la calidad del producto. Paralelamente se puede añadir el antioxidante al aceite, según solicitud del cliente.

Los envases o flexitanques de un determinado lote, se almacenan para la liberación o confirmación de embarque dada por el área de Calidad y la entidad certificadora. Una vez recibida la aprobación de embarque, son transportados por contenedores previamente contratados, los cuales son inspeccionados, tanto por el personal de planta como por la Certificadora contratada.

### **2.16. Almacenamiento y uso de reactivos químicos**

En función del tipo de almacenamiento de reactivos e insumos, la instalación deberá cumplir determinadas condiciones técnicas destinadas a evitar siniestros y reducir las consecuencias ante cualquier incidente (Sanz, 2014).

Asimismo, en el laboratorio se debe tener documentación para el correcto uso de reactivos. Con lo siguiente:

- Certificado de análisis.  
Documento para verificar parámetros de carácter físico-químico, como concentraciones y características del producto.
- Ficha técnica.

Proporcionan información sobre productos químicos que ayudan a los usuarios de esos productos químicos a realizar una evaluación de riesgos. Describen los peligros que presenta el producto químico y dan información sobre la manipulación, el almacenamiento y las medidas de emergencia en caso de accidente.

- Con la descripción del producto, las condiciones de uso, sus propiedades físicas y químicas, incompatibilidades con otros productos.
- Ficha de seguridad. (FDS)

Identifican los peligros del producto químico presentados en la FDS y la información de advertencia asociada a esos peligros. La información requerida consiste en:

La importancia de un adecuado almacenamiento es prevenir y evitar daños a los trabajadores y medio ambiente; además garantizar la calidad, y que en el inventario no se genere exceso de material, ni tener cantidades insuficiente o inexistentes, por lo que se debe planear el volumen total a almacenar, clases de sustancias y su ubicación (Daza, 2021).

## 2.17. **Residuos Químicos**

La industria química está evolucionando rápidamente, al igual que la gestión de riesgos químicos. Los cambios en la regulación, la exposición combinada a varios químicos, el uso simultáneo de varias sustancias en pequeñas cantidades, la falta de límites de exposición, la falta de estudios toxicológicos y la necesidad de hacer que los químicos sean más accesibles para las empresas (especialmente las pequeñas y medianas empresas) gestión de riesgos han llevado al desarrollo de estrategias para resolver estos desafíos y métodos (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT], 2017).

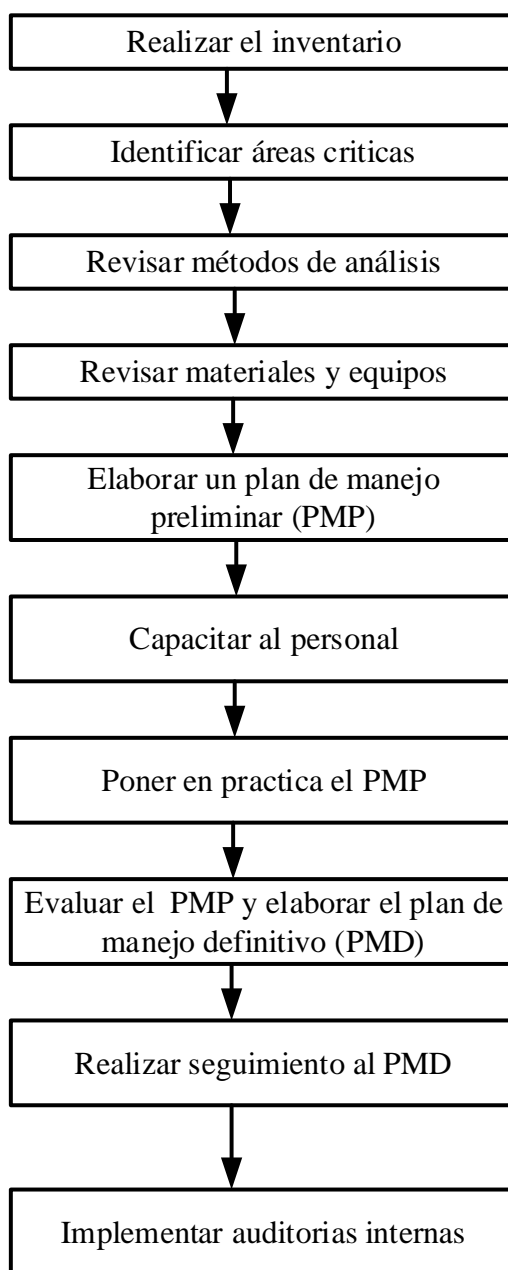
El manejo y disposición de los residuos químicos generados en laboratorios químicos comprende actividades enfocadas a la reducción, reciclaje, procesamiento y disposición final de residuos, con el fin de promover la conservación y preservación de los materiales, para proteger la salud y el medio ambiente (Loayza, 2005). La seguridad química es un tema fundamental en cualquier lugar donde se manipulan sustancias químicas; al respecto, se ha generado normativas básicas que regula los diferentes aspectos de la gestión de las sustancias químicas, sin embargo, existen vacíos importantes en las herramientas para evaluar el riesgo químico.

#### 2.18. Manejo de derrames de reactivos

Para evitar accidentes industriales graves, muchos países desarrollados, incluidos los EE.UU. y la UE, han implementado sistemas de gestión de emergencia que van desde la prevención de accidentes, preparación para emergencias, y respuesta de emergencia a accidentes (Lee et al., 2016). El manejo de derrames y fugas de reactivos depende de la naturaleza del reactivo, y el personal debe utilizar la información de la etiqueta y la hoja de datos de seguridad para comprender los riesgos y las acciones a tomar. De lo contrario, se deberá notificar a la localidad o agencia correspondiente para alerta de la emergencia. Así se puede observar en la Figura 8 el diagrama de flujo para el plan de manejo de residuos químicos.

### Figura 8

*Diagrama de Flujo para plan de manejo de residuos químicos*



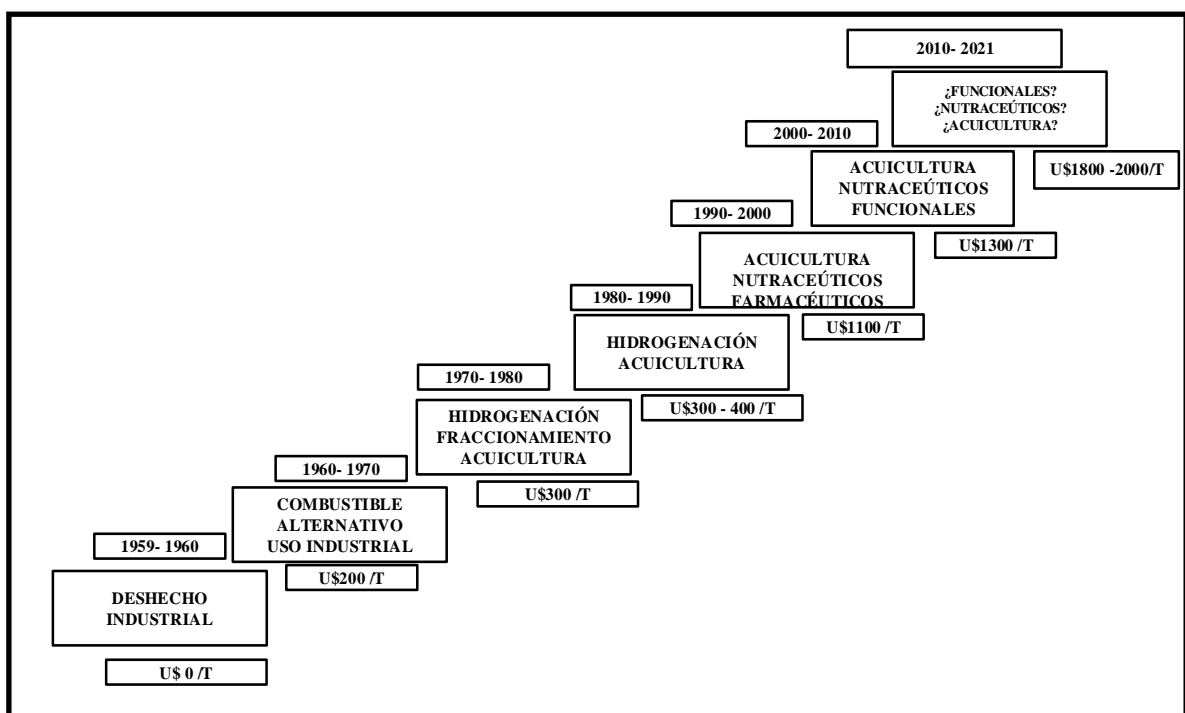
*Nota:* (Loayza, 2005) gestión de residuos en los laboratorios de química.

## 2.19. Costos del aceite de pescado

La figura 9 muestra la evolución de los usos y del precio del aceite de pescado en un lapso de setenta años aproximadamente (Valenzuela et al., 2012).

**Figura 9**

*Cronología de los usos y del costo del aceite de pescado*



**Fuente:** (Valenzuela et al., 2012).

### **CAPITULO 3.**

#### **FUNDAMENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS Y APORTES REALIZADOS**

Implementar, mantener y mejorar el Sistema de Gestión, siguiendo procedimientos y registrando oportunidades de mejora.

Capacitación y sensibilización al personal sobre la relevancia e importancia de sus actividades de manera que contribuya al logro de los objetivos del sistema de gestión integrado y al cumplimiento de los requisitos legales, reglamentarios y del cliente.

Supervisión del proceso de análisis fisicoquímicos

Verificación y cumplimiento de la limpieza de equipos

Control de compra y fecha de vencimiento de reactivos

Realizar los análisis fisicoquímicos a la materia prima (aceite crudo de pescado).

Realizar los análisis fisicoquímicos durante el proceso.

Realizar los análisis fisicoquímicos del producto terminado aceite refinado.

Informar resultados obtenidos de los análisis realizados al jefe inmediato.

Llenar registros de control de producción.

Realizar inventarios de los reactivos utilizados para los análisis fisicoquímicos.

Realizar calibración interna de los equipos que se utilizan para los análisis fisicoquímicos.

Preparar los reactivos que se utilizan para los análisis fisicoquímicos.

Verificar que los reactivos estén en condiciones adecuadas.

Realizar charlas de inducción sobre el trabajo en el laboratorio.

Capacitación y entrenamiento en el uso de equipos de laboratorio.

Capacitación y entrenamiento en el uso de reactivos químicos.

Verificación de calidad del producto terminado.

Identificación de la peligrosidad de los productos químicos almacenados y precisar la cantidad que se tiene de cada uno ellos.

Miniaturizar los análisis físico químicos para evitar la contaminación ambiental, esta reducción en el tamaño de muestra de partida respecto al empleado en metodologías convencionales hace posible, a su vez, una reducción proporcional de la cantidad de disolventes, reactivos químicos y adsorbentes necesarios para la preparación de la muestra, con el consecuente de reducción del coste total del análisis y de los residuos generados. Asimismo, se lograron estandarizar análisis de:

- a. Determinación de humedad Método Oficial CA 2c-25 de la AOCS
- b. Control de Color: Método: AOCS Td 1a-64. Firestone (1994). Color Gardner (Glass Standars)
- c. Valor de Anisidina: Método: AOCS Official Method Cd 18-90 (1992). p-Anisidine Value
- d. Acidez
- e. Valor de Peróxido Método AOCS Cd 8b - 90

- f. Determinación de ácidos grasos libre, Método % FFA: AOCS Official Method Ca 5a- 40. Free Fatty Acids
- g. Punto de Fusión Método: AOCS Official Method Cc 1-25 (2009) Melting Point Capillary Tube Method
- h. Ensayo de jabón en aceite: AOCS Cc 17 – 95
- i. Control de omegas % EPA y % DHA Método: AOCS Official Method Ce 1b-89 (2009). Fatty Acid Composition of Marine Oils by GLC

Los analisis eran tercerizados ya que venian otras empresas a realizar las corridas experimentales, pero con las capacitaciones y el personal entrenado se logro tener los protocolos necesarios para cada analisis,asimismo mediante entrenamiento se logro el manejo de equipos. Mediante coordinacion con el jefe inmediato superior se les hizo llegar sugerencias como:

Capacitar al personal para mejorar sus destrezas en el uso de técnicas de laboratorio.

Reducir escala o cantidad usada de reactivos en laboratorio

Rotulación o etiquetado adecuado de frascos y envases

Sustitución de reactivos tóxicos por otros menos tóxicos

Mantenimiento preventivo de equipos: Equipos defectuosos o materiales dañados pueden ser la causa de la contaminación de un reactivo o de la preparación inadecuada de una solución, lo cual generará residuos.

## **PROTOCOLOS DE ANALISIS REALIZADOS**

### **Determinación de humedad Método Oficial CA 2c-25 de la AOCS**

Pesar con precisión 5 g de la muestra en un plato de humedad previamente lavado, secado y enfriado en un desecador, tarar.

Colocar en un horno de aire y secar durante 30 minutos a  $130\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ . Sacar del horno, enfriar a temperatura ambiente en un desecador y luego pesar.

Repetir el paso 2 hasta que la pérdida de peso no exceda el 0.05% por un periodo de secado de 30 min.

Calculos:

$$\% = \frac{\textit{perdida en peso}}{\textit{peso de la muestra}} \times 100$$

### **Índice de p-anisidina**

El índice de p-anisidina según el método AOCS Cd 18-90.

Pesar  $0,5 - 4,0 \pm 0.001$  g de la muestra de ensayo en un matraz volumétrico de 25 ml.

Disolver y diluir a volumen con isooctano.

Medir la absorbancia (Ab) de la solución a 350 nm en una cubeta con el espectrofotómetro, usando la cubeta de referencia llena con el solvente como blanco.

Pipetear exactamente 5 ml de la solución de grasa en un tubo de ensayo y exactamente 5 ml del solvente en un segundo tubo de ensayo. Adicionar exactamente 1 ml del reactivo p-anisidina a cada tubo, y agitar.

Después de exactamente 10 minutos medir la absorbancia ( $A_s$ ) del solvente en el primer tubo de ensayo en una cubeta a 350 nm, usando la solución del segundo tubo ensayo como blanco en la cubeta de referencia.

Cálculos: El valor p-anisidina (p-A.V.) está dado por la fórmula:

$$p - A. V. = \frac{25 * (1.2A_s - A_b)}{m}$$

Donde:

$A_s$  = Absorbancia de la solución de grasa después de la reacción con el reactivo p-anisidina.

$A_b$  = Absorbancia de la solución de grasa.

$m$  = masa de la muestra de ensayo.

### **Índice de acidez**

La determinación del índice de acidez según el método oficial de la AOCS Ca 5<sup>a</sup>-40.

Pesar  $28.2 \pm 0.2$  g muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y agregar 50 ml de alcohol neutralizado caliente y 2 ml de fenolftaleína.

Valorar con hidróxido de sodio 0.1 N, agitando vigorosamente hasta la obtención de un color rosa permanente de la misma intensidad que la del alcohol neutralizado. El color deberá persistir durante 30 segundos.

### **Índice de peróxido**

La determinación del índice de peróxido según el método oficial Cd 8b-90 de la AOCS (1996).

Pesar  $5.00 \pm 0.05$  g de muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 ml con tapón de vidrio. Se adicionó 50 ml de solución 3:2 de ácido acético-isooctano. Agitar el matraz para disolver la muestra. Añadir 0.5ml de solución saturada de yoduro de potasio usando una pipeta volumétrica adecuada.

Dejar la solución reposar durante exactamente 1 minuto, revolviendo vigorosamente la solución al menos tres veces durante ese minuto e inmediatamente añadir 30 ml de agua destilada.

Titular con una solución de tiosulfato de sodio 0.01 N agitando vigorosamente hasta el color amarillo del yodo haya casi desaparecido.

Añadir alrededor de 0.5 ml de solución indicadora de almidón.

Continuar con la titulación con una agitación constante, especialmente hasta el punto final, para liberar todo el yodo en la capa del solvente. Añadir a gotas la solución de tiosulfato hasta que desaparezca el color azul.

### **Cálculos:**

Valores de peróxido (mili equivalentes de peróxido/ 1000 gr de muestra)

$$Pv = \frac{(S - B) * N * 1000}{Wg}$$

Donde:

B= Titulación de blanco, ml.

S= Titulación de la muestra, ml.

N= Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

## **Color Gardner**

Método ASTM D1544, Standard Test Method for Color of Transparent Liquids (Gardner Color Scale). Es una escala de colores usada para clasificar el color de los líquidos, aceites, barnices y resinas. El color del líquido se determina por comparación con un estándar conocido y predeterminado. Esta escala establece una gradación de amarillamiento del 1 al 18, siendo 1 amarillo claro y 18 marrón oscuro.

Procedimiento: Colocar 10 ml de muestra en la celda de vidrio, colocarlo en el colorímetro Gardner y tomar el valor directo.

## **Determinación de ácidos grasos libres**

La determinación de ácidos grasos libres según el Método oficial Cac5a-40 de la AOCS

Las muestras deben estar bien mezcladas y perfectamente líquidas antes de ser pesadas; sin embargo, no debe calentarse la muestra a más de 10 °C por encima de su punto de fusión.

Usar la tabla 11 para determinar el peso de la muestra para los diferentes rangos de ácidos grasos. Pesar el tamaño de muestra designado en una botella para muestra de aceite o matraz Erlenmeyer.

Agregar la cantidad especificada de aceite caliente neutro y 2 mL de indicador.

Titular con el estándar de hidróxido de sodio, agitando vigorosamente hasta que aparezca la primera indicación de color rosa permanente de la misma intensidad que la del alcohol neutralizado antes de añadir la muestra. El color debe persistir durante 30 segundos.

**Tabla 11**Rango de ácidos grasos libres, volumen de alcohol y fuerza del álcali<sup>a</sup>

Rango de AGL %	Muestra (gr)	Alcohol (ml)	Fuerza del álcali
0.00 a 0.2	56.4 ± 0.2	50	0.1 N
0.2 a 1.0	28.2 ± 0.2	50	0.1 N
1.0 a 30.0	7.05 ± 0.05	75	0.25 N
30.0 a 50.0	7.05 ± 0.05	100	0.25 o 1.0 N
50.0 a 100	3.525 ± 0.001	100	1.0 N

<sup>a</sup> AGL, Ácidos grasos libres; N, normalidad**Cálculos**

El porcentaje de ácidos grasos libres en la mayoría de los tipos de grasa y aceites se calcula como ácido oleico, aunque en aceites de coco y de grano de palma se expresa frecuentemente como ácido láurico y para el aceite de palma se expresa como ácido palmítico.

- a. Ácidos grasos libres, expresado como oleico.

$$\% = \frac{mL \text{ de alcali} \times N \times 28.2}{\text{peso de la muestra}}$$

- b. Ácidos grasos libres, expresado como láurico.

$$\% = \frac{mL \text{ de alcali} \times N \times 20}{\text{peso de la muestra}}$$

c. Ácidos grasos libres, expresado como palmítico.

$$\% = \frac{mL \text{ de alcali} \times N \times 25.6}{\text{peso de la muestra}}$$

Los ácidos grasos libres frecuentemente se expresan en términos de valor de ácido en vez de porcentaje de ácidos grasos libres. El valor de ácido se define como el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar 1 gr de la muestra. Para convertir el porcentaje de ácidos grasos libres (como oleico) a valor de ácido, debe multiplicarse el porcentaje de ácidos grasos libres por 1.99.

### **Precisión**

Los datos de precisión para aceites desodorizados, refinados y blanqueados se muestran en la Tabla 12. Los datos de precisión para aceite crudo se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 12**

La variación promedio esperada entre laboratorios (desviación estándar de reproducibilidad, SR) para la determinación de ácidos grasos libres en aceites refinados blanqueados y desodorizados.

Valor aproximado de AGL %	0.01-0.05	0.05-0.1	0.1-1.0	1.0-2.0
S <sub>R</sub>	0.07	0.010	0.046	0.073
RSD (CV %)	33.93	12.73	9.90	4.75
R(95%) =				
2.8 X S <sub>R</sub>	0.02	0.03	0.13	0.20

<sup>a</sup> Valores obtenidos del Programa AOCS Smalley de Habilidad en Laboratorios

### Tabla 13

*La variación promedio esperada entre laboratorios (desviación estándar de reproducibilidad, SR) para la determinación de ácidos grasos crudos.*

Valor aproximado de AGL %	0.1-1.0	1.0-2.0
S <sub>R</sub>	0.077	0.156
RSD (CV %)	14.57	9.84
R(95%) =		
2.8 X S <sub>R</sub>	0.22	0.44

<sup>a</sup> Valores obtenidos del Programa AOCS Smalley de Habilidad en Laboratorios

### Método de ensayo AOCS Cc 17- 95: Jabón en aceite -Método Volumétrico

Método de ensayo AOCS Cc 17- 95 (Validado) 2009: Jabón en aceite -Método Volumétrico, determina la alcalinidad de la muestra como oleato de sodio, solamente aplicable a aceites de pescado.

1. Antes del análisis, preparar la solución de ensayo mediante la adición de 0.5 mL de la solución indicadora de azul de bromo fenol (reactivos, c) a cada 100 ml de solución acuosa de acetona (reactivos, a) y titular con 0.01 M HCl (reactivos, b) o 0.01 M Na OH (reactivos, d) hasta que la solución de ensayo sea de color amarillo.

2. Pesar 40 g del aceite o grasa para ser analizado en un tubo de ensayo, que ha sido bien lavado con la solución de ensayo.( Punto 1)

*Nota:* El método según lo escrito es adecuado para la determinación de jabón en las concentraciones de hasta 0.05% en los aceites y las grasas. En concentraciones más altas, es mejor analizar 4 g de porción de ensayo usar 0.01 M de HCl.

3. Añadir 1 mL de agua a la muestra agitar energicamente y calentar en un baño de vapor (o baño de agua). Añadir 50 mL de la solución de ensayo (Punto 1), agitar bien el tubo y después del calentamiento dejar que el contenido se separe hasta que se forme dos capas distintas.

*Nota: Si el jabón está presente en el aceite o la grasa, la capa superior será de color verde/azul*

4. Añadir lentamente HCl 0,01 M (reactivos, b) con la microbureta hasta el cambio de color de verde/azul a amarillo. Repetir el calentamiento, agitación y adición de HCl 0,01 M hasta que el color amarillo de la capa superior sea permanente. Anotar el volumen total de ácido requerido como mLs.

5. Una corrección del blanco debe ser determinada en el aceite libre de jabón, utilizando el procedimiento indicado en los puntos del 1 a 4. Registrar el volumen total de ácido requerido para el blanco como mLs.

Cálculo:

$$\text{ppm de jabón como oleato de sodio} = \frac{(mLs \times mLb) \times M \times 304400}{g \text{ de la muestra}}$$

mLs = Volumen del HCl obtenido en el punto 4

mLb = Volumen del HCl obtenido en el punto 5

M = Molaridad de HCl

Reportar los resultados en números enteros.

## **CAPITULO 4.**

### **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL APORTE REALIZADO**

Al utilizar productos químicos controlados, la empresa exigía controles y registros especiales de todas las operaciones realizadas sobre las sustancias. El Ministerio de la Producción o la Dirección General de la Producción regional autoriza la apertura, renovación y cierre de registros especiales. Una empresa podrá, en un plazo máximo de 30 días hábiles contados a partir de la recepción de un certificado de usuario, solicitar la apertura de sus libros y la correspondiente inscripción en el Registro Único para el Control de insumos y productos de sustancias químicas controladas. Estos son los registros que tenemos: Registro especial de ingresos, descripción especial del costo, registro especial de producción, lista de usos especiales, registro de transportes especiales, registro de memoria especial.

Los registros antes indicados son actualizados al último día útil de cada semana y se llevan en forma electrónica.

Con la recopilación de datos fidedignos de los análisis realizados se obtuvo mejores datos para la producción de aceites refinados. Asimismo, se logró un mejor control de reactivos, ya que anteriormente solo se realizaban los análisis sin control de reactivos. Se realizó un análisis de la información sobre el uso de insumos químicos y productos fiscalizados para el mejor desempeño de sus funciones gestionando la compra reactivos controlados por la Dirección Antidrogas del Perú. Asimismo, se logró mantener controles mínimos de seguridad sobre insumos químicos y productos fiscalizados, por lo tanto, los reactivos de laboratorio que se utilizan para realizar diversos métodos analíticos, se lograron estandarizar y concientizar al personal de trabajo la importancia de tener todo sistematizado y ordenado de acuerdo a:

- La peligrosidad de los almacenamientos
- La peligrosidad de los productos químicos almacenados
- Identificación y precisión de la cantidad que se tiene de cada reactivo.
- El nombre y la concentración a la que se encuentra o su riqueza
- La fórmula química, el peso molecular y la densidad
- Los números CE y CAS, correspondiendo el primero al número de identificación de la Comunidad Europea, y el segundo, mucho más usado, al internacional.
- El lote, la fecha de caducidad y las condiciones de almacenamiento
- Indicaciones de peligro, las cuales señalan los peligros físicos, para la salud humana y para el medio ambiente.
- Forma de eliminación, temperatura de almacenamiento.
- Visualización de pictogramas de peligro

Se recomendó almacenar los reactivos en gradillas de metal con puertas o soportes para evitar que se caigan. Además, en el frigorífico se almacenaron varios reactivos considerando su nivel de riesgo (tóxico, inflamable, corrosivo, bajo riesgo). Después de realizar un previo estudio, se decidió almacenar los reactivos más peligrosos en la parte trasera y los reactivos menos riesgosos en la parte delantera. Además, se tienen en cuenta las intolerancias indicadas en las fichas técnicas o fichas de seguridad. Los laboratorios, por su parte, cuentan con la documentación necesaria para el correcto uso de los reactivos como el Certificado de Análisis.

Verificar que la concentración y las propiedades de los reactivos sean las declaradas por el vendedor según ficha técnica para garantizar y tener resultados fidedignos de los análisis realizados

Detallar descripciones de productos, condiciones de uso, propiedades físicas y químicas e incompatibilidades con otros productos, mediante la hoja de datos de seguridad de materiales.

Indicar el grado de riesgo del reactivo y sus componentes, así como los riesgos toxicológicos y ecológicos. Qué hacer en caso de accidente

Estos documentos se colocan en lugares de fácil acceso en el laboratorio y se implementan protocolos, para que puedan ser consultados lo más rápido posible en caso de una emergencia o incidente. La recopilación de la información, con la documentación pertinente es una tarea costosa para mantener altos estándares de calidad y seguridad. Sin embargo, es posible obtener datos reales, con equipos calibrados.

Fraccionamiento de reactivos para los análisis requeridos y miniaturizar los análisis físico químicos para evitar la contaminación ambiental y reducir costos de producción.

Gestión adecuada de compras de reactivos y de los suministros del laboratorio para garantizar la disponibilidad de suministros y reactivos cuando son necesarios, ya que algunos de ellos son de importación y demora hasta 60 días su adquisición, los cuales se almacenan de manera que conserven su integridad y fiabilidad.

Implementación de gestión correcta de muestras desde recogida y manipulación, Verificación y validación de los métodos de análisis.

Implementación, conocimiento de normas y procesos básicos de la seguridad, gestión de seguridad y bioseguridad cuando se trabaja con productos químicos tóxicos.

Soluciones y reactivos de preparación instantáneas para los análisis respectivos con criterios de aceptación para un resultado analítico.

Equipos e instrumentos calibrados para establecer los límites de aceptación de los resultados de la medición de los análisis.

Implementación del uso de sustancias clarificantes para la purificación eficiente y sostenible de aceites, sabores e impurezas no deseados de aceites y grasas crudos, las tierras blanqueadoras de optimización rápida y flexible.

Implementación de protocolos y uso del Equipo de Cromatografía de gases nitrógeno hidrogeno helio para la determinación de análisis de EPA y DHA y análisis de colesterol en producto terminado y aceite crudo de pescado.

Documentos y registros de toda la información de análisis a realizarse de manera que se tiene todo documentado de manera exacta y accesible, implementación de registros y formatos de forma clara y precisa.

## CONCLUSIONES

El aceite de pescado de la anchoveta peruana, es un sub producto de la fabricación de harina de pescado y que inicialmente se arrojaba al mar o se quemaba en calderas, actualmente es la fuente disponible más rica de ácidos grasos de cadena larga altamente insaturados EPA y DHA

El blanqueado es una etapa importante considerada como un punto crítico de control y es importante la vigilancia en aceites RB, RBD, RBWD y RBW. Por lo tanto, es importante adquirir insumos de proveedores que cumplen con las especificaciones. Cumplimiento de las BPM: control y monitoreo de los parámetros como control de temperatura, tiempo de contacto, dosificación de tierra de blanqueo.

Todos los métodos analíticos utilizados en el análisis deben ser adecuados para su uso previsto. Esto se demuestra mediante la validación para establecer criterios de aceptación para las pruebas utilizadas para validar los procedimientos analíticos antes del análisis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Ramírez, D. y J. C. B.-G. (2018). *Alternativas tecnológicas para el control de descartes y reducción de captura de juveniles en la pesquería de anchoveta*.
- Anderson, D., Hossain, A., & Shahidi, F. (2020). A Primer on Oils Processing Technology. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 1–47.  
<https://doi.org/10.1002/047167849x.bio077.pub2>
- Bakun, A., & Weeks, S. J. (2008). The marine ecosystem off Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold? *Progress in Oceanography*, 79(2–4), 290–299. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.027>
- Bija, S., Suseno, S. H., & Uju, U. (2017). Purification of Sardine Fish Oil Through Degumming and Neutralization. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 143. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16501>
- Calder, P. C. (2015). Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1851(4), 469–484.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2014.08.010>
- Chew, S. C., & Ali, M. A. (2021). Recent advances in ultrasound technology applications of vegetable oil refining. *Trends in Food Science and Technology*, 116(March), 468–479. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.001>
- Chew, S. C., & Nyam, K. L. (2020). Refining of edible oils. In *Lipids and Edible Oils*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817105-9.00006-9>
- Chu-Esquivel, J. (2016). *Pesca industrial: Harina y aceite de pescado en el Perú* [Universidad de Piura].  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3145/MDE\\_1671.pdf?sequence=1&i](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3145/MDE_1671.pdf?sequence=1&i)
- Ciriminna, R., Scurria, A., Avellone, G., & Pagliaro, M. (2019). A Circular Economy Approach to Fish Oil Extraction. *ChemistrySelect*, 4(17), 5106–5109.  
<https://doi.org/10.1002/slct.201900851>

- Daza, N. (2021). Manual de manejo de reactivos. *Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Colombia.*, 1–32.
- De la Puente, O., Sueiro, J. ., Heck, C., Soldi, G., & De la Puente, S. (2011). *La pesquería peruana de Anchoveta. 1.*
- Farr, W. E., & Proctor, A. (2013). Green Vegetable Oil Processing: Revised First Edition. In *Green Vegetable Oil Processing: Revised First Edition*.  
<https://doi.org/10.1016/C2015-0-04080-1>
- Farssi, M., Gharby, S., Mamouni, R., Harhar, H., Kartah, B. E., & Laknifli, A. (2018). Effect of temperature on the quality of refined fish co-product oil during bleaching. *Moroccan Journal of Chemistry*, 6(4), 615–622.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v6i4.13927>
- Fournier, V., Destailatsb, F., Juanéda, P., Dionisi, F., Lambelet, P., Sébédo, J.-L., & Olivier Berdeaux. (2006). Thermal degradation of long-chain polyunsaturated fatty acids during deodorization of fish oil. *Eur.J. Lipid Sci. Technol.*, 108, 33–42.
- Ghazani, S. M., & Marangoni, A. G. (2013). Minor components in canola oil and effects of refining on these constituents: A review. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(7), 923–932. <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2254-8>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT]. (2017). *Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de la exposición*. 123.  
<https://www.insst.es/documents/94886/96076/Herramientas+para+la+gestion+del+riesgo+quimico.pdf/ca44ff68-bde2-4b96-af67-1477f9f0bf76>
- Lee, K., Kwon, H. myun, Cho, S., Kim, J., & Moon, I. (2016). Improvements of safety management system in Korean chemical industry after a large chemical accident. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 42, 6–13.  
<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.08.006>
- Loayza, J. (2005). Gestión de Residuos en los Laboratorios de Química. *Revista de Química*, 71–78.
- Menegazzo, M. L., Petenuci, M. E., & Fonseca, G. G. (2014). Production and characterization of crude and refined oils obtained from the co-products of Nile tilapia

- and hybrid sorubim processing. *Food Chemistry*, 157, 100–104.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.121>
- Merkle, S., Giese, E., Rohn, S., Karl, H., Lehmann, I., Wohltmann, A., & Fritsche, J. (2017). Impact of fish species and processing technology on minor fish oil components. *Food Control*, 73, 1379–1387.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.11.003>
- Oterhals, A., & Vogt, G. (2013). Impact of extraction, refining and concentration stages on the stability of fish oil. *Food Enrichment with Omega-3 Fatty Acids*, 111–129.  
<https://doi.org/10.1533/9780857098863.2.111>
- Pinto, G. O. (2013). *Evaluación de influencia de la materia prima y la temperatura de separación, en la calidad del aceite de anchoveta (Engraulis ringens) (Vol. 1)* [Universidad Nacional de San Agustín.].  
<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/574>
- Sanz, A. F. (2014). Almacenamiento de productos químicos. Orientaciones para la identificación de los requisitos de seguridad en el almacenamiento de productos químicos peligrosos. *I.N.S.H.T.*, 64. <http://publicacionesoficiales.boe.es>
- Shahidi, F. (2005). Bailey's Industrial oil and fat products. In *The Analyst* (Vol. 70, Issue 836). <https://doi.org/10.1093/jaoac/34.3.770>
- SugengHeriSuseno, S., Kamini., Jacob, A. M., PipihSuptijah, P., Fitriana, N., & NilamPuspaRuspatti, N. (2017). Improving the Quality of Fish Oil from Fat Viscera of Striped Catfish (*Pangasiushypophthalmus*) Processing By-Product with Neutralization and Bleaching. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 13(6), 218–223. <https://doi.org/10.19026/ajfst.13.5159>
- Valenzuela, A. B., Sanhueza, J., C., & Fernando de la Barra, D. (2012). El aceite de pescado: Ayer un desecho Industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(2), 201–209. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000200009>
- Zhang, X., Lin, L., Chen, Z., Zhang, J., Wang, X., & Tao, N. (2020). Characterization of refined fish oil from small fish in Mauritania. *Aquaculture and Fisheries*.  
<https://doi.org/10.1016/J.AAF.2020.11.003>

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Aceite refinado y decolorado	RB
Aceite semirefinado, desodorizado	RBD
Aceite refinado, decolorado y winterizado	RBW
Aceite refinado, decolorado, winterizado y desodorizado	RBWD
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo	INSHT
American Society for Testing and Materials	ASTM
American Oil Chemists' Society's	AOCS
Acido Eicosapentanoico	EPA
Acido Docosahexanoico	DHA
Buenas Practicas de Manufactura	BPM
Hazard Analysis and Critical Control Points	HACCP
Good Manufacturing Practices	GMP

## **GLOSARIO**

### **Calibración**

Un conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento o sistema de medición (especialmente de pesada), registro y control, o los valores representados por una medición de material con los correspondientes valores conocidos de un estándar de referencia. Deben establecerse los límites de aceptación de los resultados de la medición.

### **Calificación de equipos**

Acción de probar y documentar que cualquier equipo analítico cumple con las 5 especificaciones requeridas y funciona adecuadamente para su uso previsto.

### **Certificado de análisis**

Lista de los procedimientos de análisis aplicados a una muestra particular con los resultados obtenidos y los criterios de aceptación aplicados. Indica si la muestra cumple o no con la especificación.

### **Criterios de aceptación para un resultado analítico**

Indicadores predefinidos y documentados mediante los cuales un resultado se considera que está dentro de los límites o que excede los límites indicados en la especificación.

### **Hoja de trabajo analítico**

Un formulario impreso, un cuaderno de trabajo analítico o formularios electrónicos (e-registros) para registrar la información sobre la muestra, como así también los reactivos y solventes usados, el procedimiento de análisis aplicado, los cálculos realizados, los resultados y cualquier otra información o comentario relevante.

### **Precisión**

Grado de concordancia entre los resultados individuales cuando el procedimiento se aplica repetidamente a múltiples muestreos de una muestra homogénea. La precisión, por lo general expresada como desviación estándar relativa, puede ser considerada a tres niveles: repetibilidad (precisión bajo las mismas condiciones operativas durante un corto período

de tiempo), precisión intermedia (dentro de las variaciones del laboratorio — días diferentes, analistas diferentes o equipos diferentes) y reproducibilidad (precisión entre laboratorios).

### **Sustancia o estándar de referencia primaria**

Una sustancia que es ampliamente reconocida por poseer las cualidades apropiadas dentro de un contexto especificado y cuyo contenido asignado es aceptado sin requerir comparación con otra sustancia química

*Nota: Las sustancias químicas de referencia farmacopeica son consideradas como sustancias de referencia primaria. En ausencia de una sustancia de referencia farmacopeica, un fabricante debe establecer una sustancia de referencia primaria.*

### **Sustancia o estándar de referencia secundaria**

Una sustancia cuyas características son asignadas y/o calibradas por comparación con una sustancia de referencia primaria. El grado de caracterización y análisis de una sustancia de referencia secundaria puede ser menor que para una sustancia de referencia primaria.

*Nota: Referida frecuentemente como un estándar de trabajo interno.*

### **Punto Crítico De Control (PCC)**

Un punto, paso o procedimiento en el cual el control pueda ser aplicado, para que el peligro pueda ser prevenido, eliminado o reducido a un nivel aceptable.

### **Riesgo**

La probabilidad de que ocurra un peligro.

### **Medidas Preventivas**

Actividades que eliminan peligros o reducen su ocurrencia a un nivel aceptable.

### **Monitoreo**

Observaciones o mediciones para asegurar, si las medidas preventivas en un punto crítico están siendo implementadas efectivamente.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**

*Formato de control de Omegas de % EPA y % DHA*

<b>BIOPEX</b>		<b>CONTROL DE OMEGAS DE % EPA y % DHA</b>							Página: 1 de 1	
Fecha Vigencia: 07/01/2019									Versión: 03	
Método: AOCs Official Method Ce 1b-89 (2009). Fatty Acid Composition of Marine Oils by GLC										
FECHA	Responsable del análisis	W MUESTRA (g)	V NaOH (mL)	V BF <sub>3</sub> (mL)	V Isooctano (mL)	V NaCl (mL)	%EPA	%DHA	IDENTIFICACIÓN	
Observaciones:										
Verificado por: _____ NOMBRE Y FIRMA										
ELABORADO POR: JEFE DE LABORATORIO			REVISADO POR: JEFE DE PLANTA			APROBADO POR: JEFE DE ASEGURAMIENTO CALIDAD				
Fecha: 08/11/2019			Fecha: 15/11/2019			Fecha: 20/12/2019				

**ANEXO 2**

*Formato de control de control de aceite crudo – neutralizado*

<b>BIOPEX</b>			<b>CONTROL DE ACEITE CRUDO - NEUTRALIZADO</b>						Página: 1 de 1			
Fecha de Vigencia: 07/01/2020			<b>ÁCIDOS GRASOS LIBRES (% FFA) Y JABÓN</b>						Versión: 03			
Método %FFA: AOCS OFFICIAL Method Ca 5a- 40. Free Fatty Acids (N=0,25 y VNaOH=75ml); (N=0,1 y VNaOH=50ml)												
FECHA	RESPONSABLE DEL ANÁLISIS	W MUESTRA (g)	V. ALCOHOL NEUTRALIZADO (mL)	NORMALIDAD (N) mol/L	FACTOR NaOH (Fc)	FACTOR AC. OLEICO (Fc)	GASTO NaOH (mL)	CÁLCULO (mL) $\%FFA = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times Fc \times 28.2}{W_{g/muestra}}$	IDENTIFICACIÓN	ANÁLISIS DE JABÓN		
										W	GASTO	JABÓN
<b>Observaciones:</b>												
Verificado por: _____ (Nombre y firma)												
ELABORADO POR: JEFE DE LABORATORIO					REVISADO POR: JEFE DE PLANTA					APROBADO POR: JEFE DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD		
Fecha: 08/11/2019					Fecha: 15/11/2019					Fecha: 20/12/2019		

**ANEXO 3**

*Formato de control de ingreso de muestra de aceite a laboratorio*

<b>BIOPEX</b>				<b>CONTROL DE INGRESO DE MUESTRAS A LABORATORIO</b>					Página: 1 de 1	
Fecha de Vigencia:07/01/2019									Versión: 03	
Nº	FECHA	HORA	Responsable	IDENTIFICACIÓN	ANALIZADO		DESCARTADO		OBSERVACIONES	
					SI	NO	SI	NO		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
ELABORADO POR: JEFE DE LABORATORIO				REVISADO POR: JEFE DE PLANTA			APROBADO POR: JEFE DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD			
Fecha: 08/11/2018				Fecha: 15/11/2018			Fecha: 20/12/2018			















**Figura 10**

*Espectrofotómetro Uv-Vis Genesys™ 10, Thermo con rango completo de barrido de 190 a 1100 nm con una velocidad de barrido de 200 a 1000 nm/min*



**Figura 11**

*Colorímetro PFXi-195*



**Figura 12**

*Digestores*



*Figura 13*

*Cromatógrafo de gases*



