

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**“GESTIÓN DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA PRODUCCIÓN  
DE HARINA DE PESCADO EN PESQUERA HAYDUK S.A”**

**AUTOR:**

**Bach. Miriam Isolina Vásquez Chuquizuta**

**ASESOR:**

**Dr. Augusto Castillo Calderón**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ 2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO**

El presente trabajo de suficiencia profesional titulado:

“GESTIÓN DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA  
PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO EN PESQUERA HAYDUK S.A.”

Elaborado por el bachiller

MIRIAM ISOLINA VÁSQUEZ CHUQUIZUTA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Ha cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa.

En señal de conformidad, firmo el presente trabajo en calidad de Asesor.

---

Dr Augusto Castillo Calderón

ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL**



**HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR**

El presente trabajo de suficiencia profesional titulado: “GESTIÓN DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO EN PESQUERA HAYDUK S.A.”

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

**Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar**

Presidente

**Dr. Augusto Castillo Calderón**

Secretario

**Ms. Sergio Albitres Abanto**

Integrante



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Siendo las 15 horas., del 14 de diciembre del dos mil veintiuno, se reunió mediante la plataforma virtual zoom, el Jurado Evaluador, designado mediante T/ resolución N° 435 – 2021 – UNS – CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar** (Presidente)
- **Dr. Augusto Castillo Calderón** (Secretario)
- **Ms. Sergio Albitres Abanto** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación del trabajo de Suficiencia Profesional, titulada:

**“GESTIÓN DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO EN PESQUERA HAYDUK S.A.”** elaborada por la bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

### ➤ **VÁSQUEZ CHUQUIZUTA MIRIAM ISOLINA**

Asimismo, tiene como Asesor al docente: **Dr. Augusto Castillo Calderón**

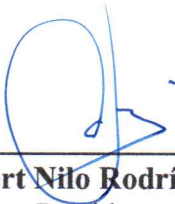
Finalizada la sustentación, la tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.


El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados al trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
<b>VÁSQUEZ CHUQUIZUTA MIRIAM ISOLINA</b>	<b>19</b>	<b>SOBRESALIENTE</b>

Siendo las 16 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 14 de Diciembre del 2021.

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Augusto Castillo Calderón**  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
**Ms. Sergio Albitres Abanto**  
Integrante



## CERTIFICADO DE TRABAJO

PESQUERA HAYDUK S.A., con R.U.C. N° 20136165667 certifica que el Sr(a)(ta) **MIRIAM ISOLINA VASQUEZ CHUQUIZUTA** identificado con D.N.I 45582649, prestó servicios en PESQUERA HAYDUK S.A. en el periodo comprendido entre el 21 de Abril de 2014 al 31 de Marzo de 2017, desempeñando el cargo **GESTOR DE MATERIA PRIMA Y PAMA**, en el área **MANUFACTURA CHI**, tal como lo consta en su legajo personal.

Cabe señalar que durante el desempeño de sus funciones, demostró un alto sentido de honestidad, responsabilidad y cooperación que destacan como cualidades profesionales y personales que contribuyeron positivamente al desarrollo de PESQUERA HAYDUK S.A..

Se expide el presente certificado, a solicitud del interesado, para los fines que estimen convenientes.

Lima, 31 de Marzo de 2017



**HAYDUK**  
CORPORACION  
**JULIO FRANCISCO VERA SAL**  
Jefe de Administración

La Empresa

Harina  
Aceite  
Conservas  
Congelados  
Curados

## DEDICATORIA

“A Dios, por mantener mi fe viva en cada momento y hacerme sentir en todo momento que me protege con su manto glorioso”.

“A mis padres Edilberto y Flora por estar siempre a mi lado brindándome mucho amor y apoyo incondicional”.

“A mi hermana Bertha por predicar con su ejemplo a ser valiente y enseñarnos que por más difíciles que estén los tiempos siempre debemos luchar por la vida y no dejarnos vencer de las enfermedades”.

“A Penélope que está gozando de la vida eterna a lado de Dios padre celestial”.

*Miriam Isolina Vásquez Chuquizuta*

## **AGRADECIMIENTO**

A la empresa PESQUERA HAYDUK SA. por darme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo en el área de recepción de materia prima y Pama y así poder contribuir con mi experiencia y conocimientos en el cumplimiento de sus objetivos.

A la Universidad Nacional del Santa y a los docentes de la facultad de ingeniería agroindustrial por brindar sus conocimientos, experiencias y contribuir en mi formación profesional.

Al Dr. Augusto Castillo Calderón por su orientación y apoyo para poder llevar a cabo este informe.

A Jaqui y Jhon por su apoyo y amistad incondicional.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	I
<b>ABSTRACT</b> .....	II
<b>I. TEMA ESPECÍFICO ABORDADO</b> .....	5
<b>II. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA LABORAL</b> .....	5
<b>III. IMPORTANCIA PARA EL EJERCICIO DE LA CARRERA PROFESIONAL</b> .	5
<b>IV. OBJETIVOS PLANEADOS Y LOGRADOS</b> .....	7
<b>V. MARCO TEÓRICO DEL TEMA ABORDADO</b> .....	7
5.1. LA INDUSTRIA PESQUERA.....	7
5.2. PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO .....	8
5.2.1. <i>Situación Productiva de la Harina de pescado y Aceite de Pescado</i> .....	9
5.2.2. <i>Descripción de proceso de Harina de Pescado y Aceite de pescado.</i> ....	11
5.3. GENERACIÓN DE EFLUENTES EN EL PROCESO DE HARINA DE PESCADO .....	23
5.3.1. <i>Efluentes</i> .....	23
5.3.2. <i>Agua de Bombeo</i> .....	23
5.3.3. <i>Sanguaza</i> .....	23
5.3.4. <i>Agua de Cola</i> .....	24
5.3.5. <i>Efluentes de Limpieza</i> .....	24
5.3.6. <i>Efluentes Domésticos</i> .....	24
5.3.7. <i>Agua de Enfriamiento de la Columna Barométrica</i> .....	25
5.3.8. <i>Efluentes generados en las torres lavadoras de gases</i> .....	25
5.4. TRATAMIENTO DE EFLUENTES.....	25
5.4.1. <i>Tratamiento de agua de bombeo</i> .....	26
5.4.2. <i>Tratamiento de la Sanguaza</i> .....	27
5.4.3. <i>Tratamiento del Agua de Cola</i> .....	28
5.4.4. <i>Tratamiento de efluentes de limpieza.</i> .....	28
5.4.5. <i>Tratamiento de efluentes de la columna barométrica de la planta             evaporadora de agua de cola y de las torres lavadoras de gases</i> .....	29
5.4.6. <i>Emisario Submarino: Biodegradación Natural.</i> .....	30



5.5.	MARCO INSTITUCIONAL .....	30
	5.5.1. <i>Ministerio de la producción</i> .....	30
	5.5.2. <i>Ministerio del ambiente</i> .....	31
	5.5.3. <i>Organismo de Fiscalización y Evaluación ambiental -OEFA</i> .....	33
5.6.	PERMISIBILIDAD DE SÓLIDOS EN EFLUENTES .....	35
<b>VI.</b>	<b>ORGANIZACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA</b>	
	<b>LOGRADA.....</b>	<b>37</b>
<b>VII.</b>	<b>UBICACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS LOGRADAS EN EL MARCO DEL</b>	
	<b>SUSTENTO TEÓRICO.....</b>	<b>38</b>
7.1.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA HAYDUCK S.A. ....	38
	7.1.1. <i>Misión y Visión</i> .....	39
	7.1.2. <i>Políticas de Calidad - Sistema de Gestión Integrado</i> .....	39
	7.1.3. <i>Políticas Ambientales</i> .....	40
7.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE HARINA DE PESCADO.....	42
	7.2.1. <i>Descarga y recepción de Materia Prima</i> .....	42
	7.2.2. <i>Almacenado de Materia Prima</i> .....	44
	7.2.3. <i>Cocinado a Vapor Indirecto</i> .....	45
	7.2.4. <i>Prensado</i> .....	46
	7.2.5. <i>Secado Indirecto</i> .....	46
	7.2.6. <i>Enfriado</i> .....	48
	7.2.7. <i>Purificado</i> .....	48
	7.2.8. <i>Molienda</i> .....	48
	7.2.9. <i>Antioxidante, pesaje y envasado de harina</i> .....	49
	7.2.10. <i>Pesado y envasado</i> .....	49
	7.2.11. <i>Almacenado de harina</i> .....	49
	7.2.12. <i>Despacho de harina</i> .....	50
	7.2.13. <i>Separado de Sólidos</i> .....	50
	7.2.14. <i>Centrifugado de Aceite</i> .....	50
	7.2.15. <i>Evaporado de Agua de Cola</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.3.	EVALUACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EFLUENTES EN PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO .....	52
	7.3.1. <i>Sistema de recuperación de sólidos y grasa del agua de bombeo</i> .....	52
	7.3.2. <i>Sistemas de recuperación Primaria – Sólidos</i> .....	53

7.3.3. <i>Recuperación Secundaria – Grasa</i> .....	53
7.3.4. <i>Tratamiento de la espuma (Separación de Sólidos)</i> .....	54
7.3.5. <i>Tratamiento de Espuma (Separación de Aceite)</i> .....	55
7.3.6. <i>Sistema de tratamiento Químico – PAMA II</i> .....	55
7.4. PROCESO TECNOLÓGICO DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES.....	57
7.4.1. <i>Sistema de bombeo</i> .....	57
7.4.2. <i>Descripción del Sistema de tratamiento de agua de bombeo de chata.</i> ..	58
7.4.3. <i>Tratamiento Fisicoquímico de Agua de Bombeo</i> .....	62
7.4.4. <i>Sistema de tratamiento de agua de sanguaza</i> .....	72
7.5. BALANCES DE PROCESO.....	76
7.6. MONITOREO DEL TRATAMIENTO EFLUENTES .....	82
7.6.1. <i>Toma de Muestras</i> .....	82
7.6.2. <i>Control de los parámetros de calidad, operatividad y eficiencia</i> .....	83
7.6.3. <i>Mejora en la Gestión de procesos</i> .....	87
<b>VIII. APORTES LOGRADOS PARA EL DESARROLLO DEL CENTRO LABORAL</b> .....	<b>91</b>
8.1. PROPUESTA TECNOLÓGICA DE MEJORA.....	91
8.1.1. <i>Electrocoagulación aplicada al tratamiento de efluentes</i> .....	91
8.1.2. <i>Efecto de las características del efluente en el proceso de electrocoagulación</i> .....	97
8.1.3. <i>Ventajas y desventajas del tratamiento electrolítico</i> .....	101
8.2. ASPECTOS AMBIENTALES E IMPACTOS AMBIÉNTALES RESUELTOS POR LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	102
<b>IX. APORTES PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL</b> .....	<b>106</b>
<b>X. CONCLUSIONES</b> .....	<b>108</b>
<b>XI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>109</b>
<b>XII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA</b> .....	<b>111</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE PESCADO.....	22
FIGURA 2: DESCARGA DE MATERIA PRIMA A TRAVÉS DE SUCCIÓN ECOLÓGICA.....	44
FIGURA 3: POZA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA.....	45
FIGURA 4 : DIAGRAMA DE PROCESO DE HARINA DE PESCADO .....	51
FIGURA 5: CHATA PH4 DE BOMBEO.....	57
FIGURA 6: BOMBA ECOLÓGICA CON TRANSVAC.....	57
FIGURA 7: TROMMEL CON MALLA ROTATORIA DE 1MM.....	60
FIGURA 8: SISTEMA DE TRATAMIENTO QUÍMICO .....	63
FIGURA 9: DELTAFLOAT SISTEMA DE DISOLUCIÓN DE AIRE ASR. ....	66
FIGURA 10: CELDA DE FLOTACIÓN DAF. ....	69
FIGURA 11: SEPARADORA AMBIENTAL (DESHIDRATACIÓN DE LODO). ....	72
FIGURA 12: DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTE.....	75
FIGURA 13: BALANCE DE PROCESO DE RECUPERACIÓN DE GRASA Y SÓLIDOS.....	81
FIGURA 14: MUESTRAS ROTULADAS .....	83
FIGURA 15: EQUIPO DE TEST DE JARRAS.....	85
FIGURA 16 - ESQUEMA DEL SISTEMA DE ELECTROCOAGULACIÓN.....	94
FIGURA 17: GRÁFICO DE EFECTOS PRINCIPALES PARA SOLIDOS TOTALES .....	105

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: EXPORTACIONES DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS TRADICIONALES (VALORES FOB EN MILLONES DE US\$) .....	10
TABLA 2: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) PARA EFLUENTES DE LA INDUSTRIA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO .....	36
TABLA 3: CERTIFICACIONES IMPLEMENTADAS Y POR IMPLEMENTAR HAYDUK S.A. ....	40
TABLA 4: AGUA DE COLA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 5: CAUDAL DE AGUA DE BOMBEO.....	59
TABLA 6: CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DE SANGUAZA.....	74
TABLA 7: CONCENTRACIÓN DE EFLUENTES VERTIDOS AL EMISOR. ....	79
TABLA 8. ASPECTOS SANITARIOS DE SECCIÓN DE MATERIA PRIMA Y PAMA.	88
TABLA 9. INTERACCIÓN E IMPACTO A LAS OTRAS SECCIONES .....	89
TABLA 10: RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS .....	104
TABLA 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS.....	105

## RESUMEN

La anchoveta fresca es descargada en unas plataformas flotantes llamadas chatas que están en el mar a unos 400 a 1200 metros de distancia de la planta harinera, el proceso de descarga consiste en bombear agua de mar a la bodega de la embarcación generando una mezcla de agua con pescado que permita el transporte de la materia prima.

El pescado es succionado de la embarcación y propulsado en unas bombas a través de tuberías submarinas hacia los desagüadores de la planta que son equipos que permiten separar el agua de la anchoveta mediante mallas rotarias, y que luego es transportada hacia la tolva de pesaje para ser distribuida a pozas de almacenamiento según calidad dando inicio al proceso productivo de la harina y aceite de pescado.

El agua de bombeo contiene aceites, grasas y sólidos; que ingresan al sistema de Pama (Programa de Adecuación y Manejo Ambiental) para ser tratados y retornar al mar efluente cumpliendo los límites máximos permisibles; el tratamiento de agua de bombeo consta de las siguientes fases: Recuperación Primaria (sólidos mayores 1 mm), recuperación de aceites y grasas, tratamiento físico químico.

Este informe, detalla la experiencia profesional asimilada en el desempeño profesional en el área de gestión del tratamiento de efluentes, en la producción de harina y aceite de pescado en Pesquera Hayduk SA., donde se monitorea y gestiona procesos como: filtración, flotación por aire disuelto, tratamiento químico y deshidratación, que hasta hace pocos años eran descargados directamente en el mar, y que hoy mediante la aplicación de tecnologías se recupere la cantidad de sólidos y grasas (39.4 TN y 26.4 TN) respectivamente por turno de producción, teniendo una eficiencia de recuperación del 94 %. Haciendo rentable la propuesta económica del tratamiento de efluentes para la empresa. De la misma forma se obtienen valores de aceptables en el contenido de grasas y concentración de sólidos suspendidos totales (697.2 ppm - 296.4 ppm) respectivamente. De esta manera se cumple con los límites máximos permisibles establecidos por PRODUCE.



## ABSTRACT

The fresh anchovy is unloaded on floating platforms called flats that are in the sea about 400 to 1200 meters away from the flour plant, the discharge process consists of pumping seawater to the boat hold to generate a mixture of water with fish that allows the transport of the raw material. The fish is sucked from the boat and propelled in pumps through underwater pipes to the plant drainers that are equipment that allow the water to be separated from the anchovy by rotary meshes that is then transported to the weighing hopper to be distributed to storage pools starting the production process of fishmeal and fish oil.

Pumping water contains oils, greases and solids; that enter the Pama system (Environmental Adaptation and Management Program) to be treated and return to the effluent sea in compliance with the maximum permissible limits; pumping water treatment consists of the following phases: Primary Recovery (solids greater than 1 mm), recovery of oils and fats, physical chemical treatment.

This report details the professional experience assimilated in the professional performance in the area of Management of effluent treatment, in the production of fishmeal and fish oil in Pesquera Hayduk SA., where processes such as filtration, flotation by dissolved air, chemical treatment and dehydration are monitored and managed, which until a few years ago were discharged directly into the sea, and that today through the application of technologies the amount of solids and fats (39.4 TN and 26.4 TN) respectively per production shift is recovered, per production shift, having a recovery efficiency of 94%. Making profitable the economic proposal of effluent treatment for the company. In the same way, acceptable values are obtained in the fat content and concentration of total suspended solids (697.2 ppm - 296.4 ppm) respectively. In this way, the maximum permissible limits established by PRODUCE are met.

## **PRESENTACIÓN**

El presente informe de suficiencia profesional tiene como propósito detallar la experiencia laboral en la línea de negocio de Harina y aceite de pescado en el área de descarga de materia prima y tratamiento de efluentes pesqueros ocupando el puesto de Gestor por el periodo de 3 años en la empresa Pesquera Hayduk S. A, ubicada en el Distrito de Coishco.

Pesquera Hayduk es una empresa peruana con más de 25 años operando bajo los más altos estándares de calidad, cuidado del medio ambiente y seguridad alimentaria, tiene como misión satisfacer las necesidades nutricionales mejorando la salud con recursos marinos, comprometidos con la sostenibilidad, el respeto al medio ambiente y como visión ser líder de la industria pesquera en el Perú, mediante la satisfacción de sus clientes, la realización de sus colaboradores y la eficiencia de sus procesos.

Bajo este enfoque, Hayduk en el 2007 inició un proyecto estratégico para innovar los sistemas de tratamientos de efluentes pesqueros y que después de 3 años de constantes investigaciones y pruebas de laboratorio, logró minimizar la carga orgánica en los efluentes procediéndose a instalarse a nivel industrial en la planta de Coishco, siendo Hayduk una de las primeras empresas en cumplir en forma anticipada los LMP (Límites Máximos Permisibles) que rigen a partir del año 2013 según el Decreto Supremo No 010-2008 PRODUCE.

El proceso de descarga consiste en adicionar agua de mar a la bodega de la embarcación para ser succionado y transportado a través de tuberías submarinas hacia los desagües donde se separan el agua de bombeo de la anchoveta; que es pesada, evaluada y almacenada en diferentes pozas de acuerdo a su calidad, el agua de bombeo ingresa al sistema PAMA ( Programa de Adecuación y Manejo Ambiental) para ser tratada en fases de filtración, recuperación de aceites mediante espumas, procesos de coagulación, floculación y separación de partículas para la recuperación de sólidos que son adicionados al proceso de harina y el agua tratada retorna al cuerpo marino

receptor cumpliendo la tercera columna de los límites máximos permisibles como pH 5-9; sólidos suspendidos 700 ppm, aceites y grasas 350ppm.

Se ha estimado que la recuperación representa un incremento del 4% de la producción total de harina de pescado y que una inversión que supera el millón de dólares puede ser recuperada en aproximadamente tres años de proceso todo esto sin considerar las ventas adicionales por el aceite de recuperación.

## **“GESTIÓN DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO EN PESQUERA HAYDUK S.A.”**

### **I. TEMA ESPECÍFICO ABORDADO**

Gestionar, supervisar el tratamiento del agua de bombeo cumpliendo los límites máximos permisibles de la normativa para mitigar el impacto en mar, cuyas preocupaciones básicas pasan por la reducción del consumo del agua de abastecimiento, separación y tratamiento de los efluentes producidos, minimizar la cantidad de agua de bombeo con el propósito de minimizar el impacto ambiental.

### **II. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA LABORAL**

La experiencia laboral se desarrolló por el periodo de 3 años en la empresa Pesquera Hayduk S.A. en el cargo de Gestor de Materia Prima y PAMA, en la planta de harina y aceite de pescado ubicada en distrito de Coishco.

### **III. IMPORTANCIA PARA EL EJERCICIO DE LA CARRERA PROFESIONAL**

La experiencia profesional que se obtuvo como gestor de materia prima y Pama en la planta de harina y aceite de pescado es importante ya que me permitió contribuir con el cuidado del medio ambiente, por ese motivo Pesquera Hayduk SA mejora en cada veda las estrategias de gestión ambiental para que los líquidos resultantes de los procesos mantengan índices muy por debajo de los Límites Máximos Permisibles según ley, lo que asegura que estos continúen sin alterar el ecosistema marino.

Los Ingenieros Agroindustriales son destacados a nivel profesional en este ámbito demostrando competencia técnica en el manejo de procedimientos útiles, toma de decisiones, implementación de estrategias, desarrollo de habilidades blandas y valores fueron adquiridos durante nuestra formación profesional en la Universidad Nacional del Santa.

Teniendo importancia para el ejercicio de la carrera profesional en los siguientes aspectos:

- El estudio de nuevos conocimientos acorde a la realidad ambiental que se vive hoy en día. Aumentando la capacidad para poder discernir aspectos sobre la realidad ambiental en la que está implicado el sector pesquero y buscar la mejora continua acorde a las regulaciones legales del estado.
- Priorizar las inducciones y capacitaciones constantes de acuerdo con las normas legales establecidas por los entes reguladores. Que otorgara el fortalecimiento y mejora de las capacidades profesionales individuales y en el entorno laboral, comprometiéndonos a contribuir con la empresa a obtener las metas trazadas.
- Adquirir el conocimiento en el proceso de producción de Harina de pescado, logrando así identificar las zonas de producción de efluentes para su tratamiento.
- Poder determinar la cantidad de solidos presente en los efluentes generados en la producción de harina de pescado y al termino del tratamiento poder reducir esos solidos cumpliendo las normas legales estipulados por la instancia reguladora.
- Haber recibido conocimientos de especialización en normas y políticas de calidad ambiental, políticas de gestión integrada y otros. Requeridas a las empresas para su funcionamiento.

**Las principales funciones realizadas, son las siguientes:**

- Coordinar el abastecimiento de materia prima a planta a planta.
- Determinar la clasificación de calidad de la materia prima mediante el análisis de TBVN (bases nitrogenadas volátiles totales), características físico-organolépticas y volumen a fin de no afectar la calidad de la materia prima.



- Coordinar el inicio de alimentación de materia prima a cocinas con el Gestor de sección harina y aceite, estableciendo una comunicación continua de las características y calidad potencial de la materia prima procesada.
- Supervisar la correcta operación de los equipos de tratamiento físico y químico del agua de bombeo, así como la alimentación adecuada de torta ambiental al proceso en términos de calidad (%grasa, %humedad) y flujo de adición a proceso de harina.
- Atender, bajo autorización de los superiores requerimientos de los organismos supervisores y fiscalizadores: OEFA (ambiental), ANA (agua) y PRODUCE (Ministerio de la Producción).

#### **IV. OBJETIVOS PLANEADOS Y LOGRADOS**

- Describir el proceso y equipos que intervienen en el tratamiento del agua de bombeo para la recuperación de aceites y sólidos.
- Evaluar las etapas de producción donde se genera efluentes en el proceso de producción de harina de pescado de la empresa pesquera Hayduk S.A.
- Evaluar la recuperar los sólidos y grasas de la sanguaza y agua de bombeo en el proceso de producción de Harina de pescado de la empresa pesquera Hayduk S.A.
- Evaluar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecido en el decreto supremo N° 010-2018-PRODUCE y los estándares de calidad ambiental..

#### **V. MARCO TEÓRICO DEL TEMA ABORDADO**

##### **5.1. La Industria Pesquera**

El crecimiento poblacional en el siglo XVIII, ocasiono que el sector pesquero instaure nuevas técnicas de pesca logrando

incrementar la captura de pescado (Puertas M., Madonado H., 2010).

El proceso de inicio de la pesca industrial se inicia con el propósito de la modernización que se da por las exportaciones al mercado internacionales. Este proceso estuvo caracterizado por un estado económico liberal. (Rojas,1996). En esta situación se pasó de una pesca artesanal a un industrial gracias a la inversión de medianos y pequeños empresarios con visión de exportar a los Estados Unidos. (Madonado H, 2010).

El sector es fundamental para la economía del, Perú, uno de los principales generadores de divisas debido a la exportación de harina y aceite de pescado y sin dejar de mencionar a las conservas de pescado. (Arroyo P,2010).

La anchoveta representa el 95 % de captura y se usa para la producción de harina de pescado y aceite de pescado siendo el primero usado para la alimentación de animales. El 5% restante es usado para el consumo humano donde el 2.5 % es para el consumo local y el restante es para la exportación). (Kleeberg F., Rojas M., Arroyo P, 2010).

Una de las situaciones negativas de la actividad pesquera industrial es el impacto contaminante al medio ambiente a través de los años, por lo que en la actualidad se renovaron las instalaciones con tecnología moderna cumpliendo las leyes y normas vigentes sobre el impacto ambiental y calidad. (FAO. 2010).

## 5.2. Producción de Harina y aceite de pescado

Según la FAO la definición del producto harina de pescado es de contextura solida con poco o casi nada de contenido a agua y aceites en su estructura molecular de las especies pelágicas, se comercializa en forma de polvo. (FAO. 2010).

Es un producto que sirve como ingrediente o aditivo de gran valor nutricional utilizado en la producción de alimentos balanceados para consumo de animales, cerdos y aves.

También usado en los criaderos de peces y crustáceos. Va depender de la calidad de la materia prima, un proceso productivo de calidad y la frescura de la materia prima. Existen variedades de calidades de harina de pescado como: FAQ o estándar que sirve para el consumo de animales (ganadería y avícola), La Steam Dried o secado al vapor destinado a la producción de peces y crustáceos en criaderos (Acuicultura).

Podemos definir la acuicultura como la crianza de organismos o seres acuáticos (moluscos, peces, plantas acuáticas, crustáceos), aplicando técnicas y métodos permitiendo el monitoreo de crecimiento controlado. (UDIAS M. 1996).

#### 5.2.1. Situación Productiva de la Harina de pescado y Aceite de Pescado

La anchoveta es la especie más utilizada en la producción de harina y aceite de pescado con un 99 %, la industria pesquera es una de las más grandes en el mundo ya desde mediados del siglo XX. Siendo vital el desarrollo y perfección de este rubro siendo así que en el 2016 se exportó 728,730 TM totales entre harina y aceite de pescado, teniendo un valor de 1,269 millones de dólares según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2018).

En el año 2013 hubo una pérdida de 2.42 millones de soles. Esto se debió a las condiciones climáticas que se viene atravesando en los últimos años por el calentamiento global donde se mostró anomalías terminas en el agua del océano como ocurrió en el año 2014 que no se pudo autorizar la segunda temporada

(noviembre – Diciembre), previsto para zona norte, el mismo efecto se dio en captura para la industria de enlatados con un 31.8%, pero en el caso de productos congelados se incrementó la descarga en 15% y para productos frescos o consumo directo incremento en 4.9 %. (PRODUCE, 2015).

Tabla 1: Exportaciones de Productos hidrobiológicos tradicionales (Valores FOB en Millones de US\$)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>PESQUERO</b>	<b>39</b>	<b>148</b>	<b>182</b>	<b>142</b>	<b>74</b>	<b>53</b>	<b>140</b>	<b>172</b>	<b>136</b>	<b>57</b>	<b>18</b>	<b>104</b>
Harina de pescado	19	127	144	105	54	35	131	145	108	29	8	93
Volumen (miles tm)	11.8	80.4	94	67.9	35.2	20.9	80.1	88.7	67.3	18.5	5.6	62.8
Precio (US\$/tm)	1,648.9	1,577.6	1,528.7	1,549.5	1,519.0	1,663.1	1,638.2	1,639.7	1,601.7	1,580.4	1,420.0	1,478.5
Aceite de pescado	20	21	38	37	21	19	9	27	29	28	10	12
Volumen (miles tm)	7.4	6.5	14.2	13.7	6.6	5.7	2.8	9.5	11.3	11.3	3	3.1
Precio (US\$/tm)	2,684.1	3,212.6	2,679.0	2,698.6	3,173.4	3,261.8	3,146.1	2,842.9	2,529.8	2,455.9	3,336.4	3,679.1

Fuente:

BCRP, 2017. (<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01498BM/html>).

Según la Memoria Anual de la Pesquera Hayduk (2015), se presentó un crecimiento del sector pesquero del 15.9 % con respecto al 2014, pero también hubo una contracción del 65.81 %, esto se debió a la captura para el mercado de consumo indirecto, caso contrario para el consumo humano directo que fue menor la tasa de captura. El documento mencionado aporta que en el año 2015 el sector pesquero capturó el 97 % de la cuota asignada (2.58 millones de TM) en la primera temporada, mientras que en la segunda temporada se capturó el 98 % de la cuota (1.11 millones TM).

Los niveles de precios de la harina y aceite de pescado se han visto en un incremento sostenido por factores

como la oferta en las labores de captura del recurso y el crecimiento de los criaderos acuícolas.

Pero el mercado local de criaderos acuícolas a un no es muy importante por lo que la producción de harina y aceite de pescado se oriente a mercados externos, donde china el país donde más se exporta estos productos. Según (INEI, 2017), nos informa que la producción de harina de pescado tuvo un crecimiento del 60% con respecto al 2017, mientras que en un 4% se incrementó la producción de aceite de pescado.

#### 5.2.2. Descripción de proceso de Harina de Pescado y Aceite de pescado.

Siendo la harina de pescado es un producto hidrobiológico obtenido por la deshidratación del pescado, principalmente, anchoveta y subproductos de jurel, caballa, entre otros. El proceso de producción de la harina y aceite de pescado tiene gran incidencia en los resultados de calidad de sus productos, específicamente por las operaciones y procesos básicos que involucra y que están referidos principalmente a tratamientos térmicos y operaciones mecánicas. (Lupín, H. 1980.)

El proceso de los subproductos (residuos y descarte) tiene la misma línea del proceso de anchoveta, diferenciándose en las etapas de secado, que se realiza en secadores rotadiscos y secador de aire caliente (02 secados).

##### 5.2.2.1. Descarga de Materia Prima

La anchoveta fresca se descarga en plataformas flotantes llamadas chatas que



están en el mar a unos 1000 y 800 metros de distancia a la planta, el proceso de descarga consiste en adicionar agua a la bodega de la embarcación para generar una mezcla de agua con pescado que permita el bombeo de la materia prima sin deterioro. (Lupín, H. 1980) el pescado es succionado de la embarcación y propulsado en unas bombas atreves de tuberías submarinas hasta los desagüadores de la planta.

#### 5.2.2.2. Recepción y Tolva de Pesaje de Materia Prima

Los desagüadores son equipos que permiten separar el agua que llega la planta producto del bombeo de la anchoveta y es luego transportada hacia las tolvas de pesaje donde se pesan la materia prima generando un reporte de pesaje hacia las pozas de almacenamiento.

La recepción de residuos y descartes que provienen de las plantas de conserva y congelado se recibe en una tolva de metal y es transportado por un transportador helicoidal hasta la poza de almacenamiento, esto se dan en época de veda. (Lupín, H. 1980)

#### 5.2.2.3. Almacenamiento de Materia Prima

Almacenar la materia prima(anchoveta) cumpliendo la normativa vigente de calidad y las buenas prácticas de manufactura.

El almacenamiento de la materia prima es en pozas, en cuya parte inferior se tiene dos

helicoides que llevan la anchoveta hacia la rastra de alimentación a las cocinas, también cuenta con drenajes para la sanguaza que es colectada en 1 poza para su tratamiento posterior. (Ferrando G.1973).

El tiempo máximo de permanencia de la materia prima en pozas depende de la calidad potencial de la anchoveta evaluada en la recepción por muestreo, el tiempo máximo aproximado validado por pruebas en planta es de 4 horas para que la anchoveta no eleve su TBVN (bases volátiles de nitrógeno).

#### 5.2.2.4. Cocción y prensado

La alimentación de materia prima a las cocinas se realiza mediante elevadores de rastra hacia el colector de pozas hasta la tolva de alimentación que repartirá la carga hacia las cocinas. (Ferrando G. 1973).

#### 5.2.2.5. Cocción

La cocción tiene tres objetivos: someter a temperaturas esterilizando con el objetivo de detener la actividad microbiana y enzimática, coagular proteínas y liberación de los lípidos (grasa de las células adiposas). (Ferrando G. 1973).

En esta etapa se adiciona las escamas recuperadas en el proceso de bombeo, luego de cocerla la anchoveta para al pre strainer que efectúa una primera etapa de desaguado de producto cocido y luego se deposita en

prensas, que someten al pescado a presión para separar la fase líquida de la sólida y al sólido resultante se le denomina keke de prensas se incluye todos los sólidos recuperados en el proceso para formar el keke integral para aprovechar al máximo la materia prima cumpliendo los límites máximos permisibles y obteniendo los mejores rendimientos en la producción.

#### 5.2.2.6. Drenado

Obtención de una torta escurrida con mínima cantidad de agua y grasa y un caldo pobre en sólidos insolubles.

#### 5.2.2.7. Prensado

En esta etapa se realiza la separación del agua, aceite y partes de sólidos en fina suspensión en forma de torta de prensa.

Separación

#### 5.2.2.8. Los líquidos productos del pre strainer y el prensado son tratados en una planta de aceite con el objetivo de producir aceite de consumo humano directo (CHI)

Recuperar la mayor cantidad posible de sólidos insolubles del caldo de prensas, con mínimas cantidades de grasa y agua.

Para esta etapa se emplean separadoras La operación consiste en calentar el caldo de prensa, a una temperatura  $\geq 90$  °C, Los caldos de prensa y prestrainer se separa por fuerza

centrifugas en donde los sólidos más pesados quedan precipitados a lo largo de la superficie interna del rotor.

Unos transportadores de tornillo helicoidal expulsan constantemente los sólidos insolubles, que son los elementos de mayor peso. La eficiencia de la separación que tiene este equipo depende en forma importante de la temperatura de alimentación recomendando que debiera de ser siempre superior a 95°C (Ferrando G. 1973).

#### 5.2.2.9. Centrifugación de aceite

Obtener la mayor cantidad posible de aceite de tal forma que el agua de cola contenga una mínima cantidad de grasa.

El caldo procedente de la separadora ingresa a la centrifuga de disco vertical del tipo de auto limpieza en donde el cual el agua de cola sale constantemente, al mismo tiempo que los lodos quedan en la cubeta y se expulsan periódicamente Las centrifugas separan estas cargas en tres fracciones: aceite generalmente con contenido de agua y/o sólidos que alcanzan trazas, los sólidos solubles y casi todo el agua alimentado y una mínima cantidad de borra ( consiste los sólidos de mayor peso insolubles y solubles asociados con un poco de agua ) El objetivo es obtener la mayor cantidad posible de aceite de tal forma que el agua de cola contenga una mínima cantidad de grasa.

Para que la operación sea eficiente es importante que las anteriores etapas (cocción, separación de sólidos) haya sido lo más correcto posible en su temperatura. (Bertullo, V. 1975.).

#### 5.2.2.10. Sistema de Flasheo

Es extraer la mayor cantidad de agua del aceite.

El aceite procedente del centrifuga es almacenado en un tanque diario de producción para luego ser bombeado al sistema de flasheo.

El aceite es bombeado a un tanque de flasheo en donde llega el aceite a una temperatura de 80°C aproximadamente y del sistema de flasheo se extrae el vapor de agua de dicho aceite a través del vacío en donde el vapor de agua es eliminado en la columna barométrica de la planta.

#### 5.2.2.11. Planta Evaporadora de Agua Cola

Evaporar agua para recuperar los sólidos solubles (concentrado).

El agua de cola proveniente de las centrifugas, se concentra de 7 a 40 % de sólidos solubles para ser incorporada a la torta de prensa.

La operación es en contracorriente y en condiciones de vacío, como medio de calefacción se utiliza el vapor residual, proveniente de los secadores a vapor y secadores rotatubos. (Ferrando G. 1973).

#### 5.2.2.12. Secado a Vapor (Secadores Rotadiscos)

El keke integral pasa por 3 etapas de secado y en cada una se reduce gradualmente la humedad del keke, primero pasa por un sistema de homogenización llamados rotadiscos que transforma al keke integral en un producto llamado “scrap” con una humedad de 44-48%.

#### 5.2.2.13. Secado a Vapor (Secadores Rotatubos)

Reducir la humedad del pre secado de primera etapa.

Esta segunda etapa se reduce la cantidad de agua de torta de los secadores ROTADISCOS de 42 - 48 % hasta valores de 15 - 22 %, esta operación se realiza en secadores ROTATUBOS Estos equipos están compuesto por un tambor rotatorio con tubos en el interior y sistema de paletas de levante para ayudar al transporte de la harina en el interior, la presión máxima de trabajo es  $\leq 6$  bar. El secado indirecto se produce por la transferencia de calor de vapor que ingresa al equipo y que pasa por los tubos en los paquetes de tubos y por la chaqueta exterior en el casco del equipo.

El proceso de secado se logra por contacto entre el producto a secar y las paredes de los tubos y la chaqueta calefaccionados por vapor.

El tiempo de residencia promedio es de 25 minutos y el agua evaporada (vahos), se utiliza

como medio de calefacción en la planta evaporadora atlas. (Ferrando G. 1973).

#### 5.2.2.14. Secado Aire Caliente

Obtener un secado de acuerdo con los parámetros establecidos

Esta etapa consiste en reducir la humedad del producto hasta niveles de 6.5 a 10 % en que el agua no permita el crecimiento de microorganismos, esto se lleva a cabo en un secador rotatorio con aire caliente un tiempo promedio de residencia de 8 – 10 minutos. El aire previamente antes de ingresar al secador se calienta en un intercambiador de calor de tubos por donde circula aceite térmico hasta 310°C como máximo proveniente de caldera térmica. (Ferrando G. 1973).

#### 5.2.2.15. Enfriado

El scrap seco es transportado mediante un transportador donde se reduce la temperatura a  $\leq 40$  °C a fin de estabilizar el producto de una serie de reacciones químicas, físico-químicas y biológicas presentes en la harina.

El enfriamiento se lleva a cabo en dos enfriadores de filtros de mangas.

#### 5.2.2.16. Purificador

Separar materiales extraños que pudieran estar presentes en el producto

Los purificadores que tienen como función separar materiales extraños (físicos) que pueda afectar al producto final. En esta etapa

se lleva un control del peso de la cantidad de material extraño separado.

#### 5.2.2.17. Molienda

Uniformizar las partículas del producto hasta obtener el granulado perfecto mediante molinos de martillos locos, el scrap se desintegra por el golpe de los martillos que giran a 3500 rpm en torno a los cilindros horizontales. El rotor lleva una rejilla que retiene la harina hasta que cumpla la granulometría adecuada como para poder pasar por los orificios (Lupín, H. 1980).

#### 5.2.2.18. Adición de Antioxidante

Estabilizar la harina, evitando la oxidación de las grasas. La harina se estabiliza mediante la adición de antioxidante cuya dosificación depende de los grados de reactividad de las grasas que contiene.

El proceso se inicia en un mezclador helicoidal mediante una bomba dosificadora. La dosificación es por atomización con aire a presión, los parámetros de dosificación 650 - 850 ppm dependiendo de la calidad de la materia prima. (Lupín, H. 1980).

#### 5.2.2.19. Envasado y Pesaje (Ensaque)

Envasar la harina adecuadamente en sacos y controlar el peso.

El producto final es envasado en sacos blancos laminados de polipropileno con logotipo, con un peso de 50Kg este peso tiene una tolerancia



de  $\pm 0.50\text{Kg}$ . Se monitorea el peso y la costura de los sacos, así como la humedad y temperatura del producto final.

La calidad del producto se clasifica desde la descarga como calidad potencial y se monitorea a lo largo de la cadena productiva para que no se pierda y es clasificada por el Gestor de Sección 3 según las especificaciones de cada harina, agrupándolos en lotes de 1000 sacos (rumas).

#### 5.2.2.20. Transporte de Harina Hacia el Almacén:

Transportar el producto final desde la planta hacia el almacén de producto terminado.

El producto final se estiba, en forma manual, sobre el camión plataforma en 200 sacos. El vehículo cargado se traslada hacia la balanza electrónica de plataforma de planta, para el control del peso del producto, a continuación, la carga pesada ingresa al almacén de producto terminado. (Lupín, H. 1980).

Se cuenta con servicios de cuadrillas de personal entrenado.

#### 5.2.2.21. Almacén de Productos Terminados

Almacenar en buenas condiciones sanitarias el producto terminado en forma de rumas.

Los sacos de harina son estibados y distribuidos por zonas de acuerdo con la calidad.

El almacén de Productos Terminados es de cielo abierto, el suelo cubierto con piedra

zarandeada. Las rumas son cubiertas con mantas de polipropileno para protegerlas del medio ambiente (lluvia, polvo).

#### 5.2.2.22. Almacenamiento de Aceite

Almacenar el aceite de pescado en buenas condiciones sanitarias.

El almacenamiento pasa por una etapa de reposo para minimizar la presencia de sólidos y humedad los cuales por efecto del tiempo deben sedimentarse en la parte cónica del decantador para luego trasladar el aceite hacia el tanque de almacenamiento, previo a una purga y control de análisis de acidez. Durante el tiempo de almacenaje se coordinan purgas y análisis de acidez, humedad y sólidos del aceite. (Lupín, H. 1980).

#### 5.2.2.23. Recepción y Almacenamiento de Insumos

Recepcionar los insumos de producción y realizar muestreo de sacos y almacenar los insumos para la producción en un lugar adecuado para evitar su adulteración y/o contaminación.

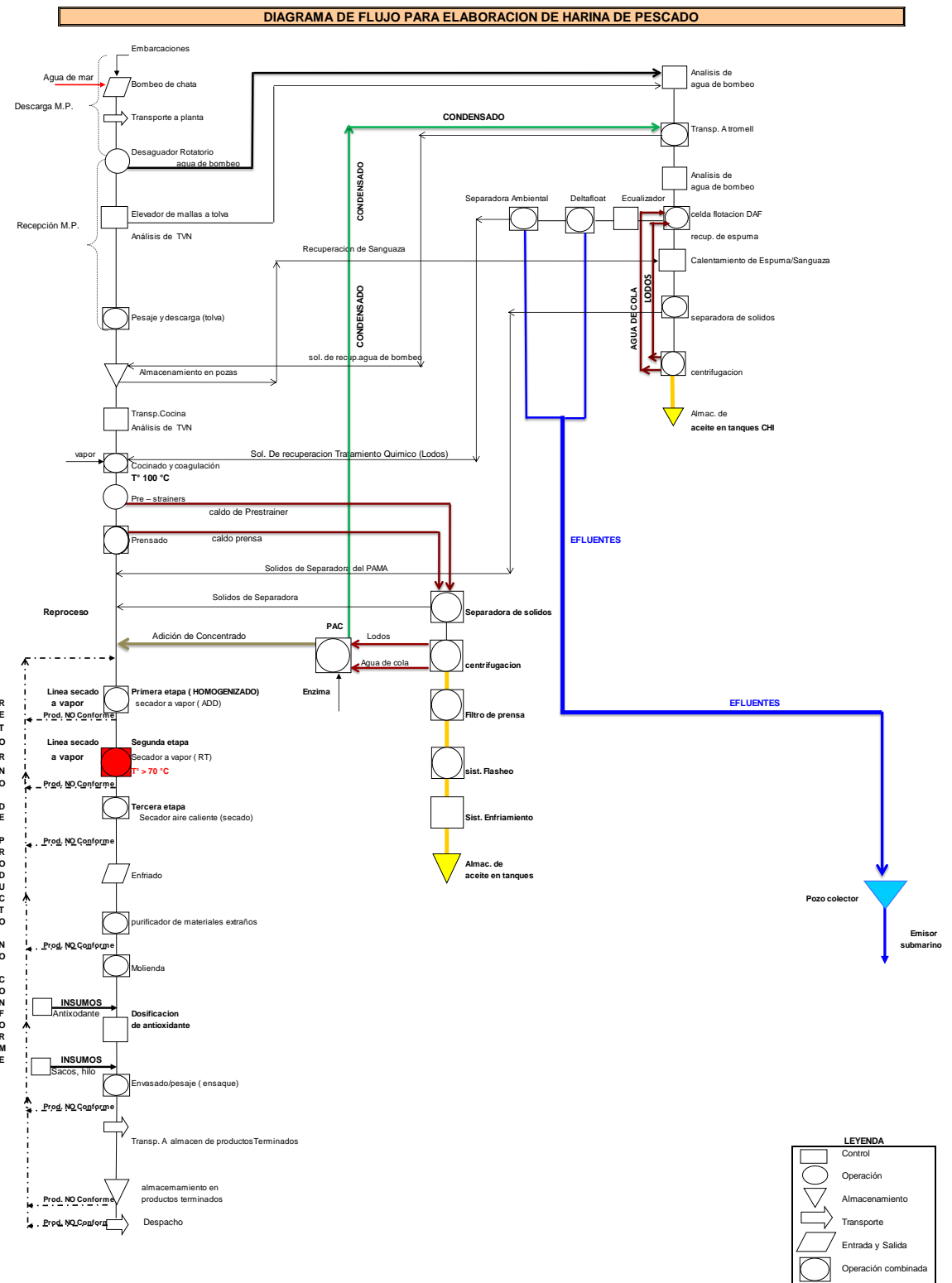


Figura 1: Diagrama de flujo para la elaboración de Harina de pescado

Fuente: Hayduk 2015.

### 5.3. Generación de efluentes en el proceso de Harina de pescado

#### 5.3.1. Efluentes

Uno de los contaminantes ambientales que degradan el ecosistema son los efluentes que genera la producción de harina de pescado. Pero progresivamente se ha incorporado al efluente dentro del proceso productivo como el agua de cola y la sanguaza, se les da el tratamiento de recuperación de compuestos orgánicos, pero aún no es suficientemente eficiente estos procesos de recuperación por lo que se sigue investigando y actualizando tecnología. [PRODUCE]. (2008).

Los efluentes que salen por el emisor submarino aun presentan alto contenido de grasas y aceites, además de solidos suspendidos (SSTs), incluso después de haber sido sometidos a tratamientos. [PRODUCE]. (2008).

#### 5.3.2. Agua de Bombeo

El agua de bombeo se produce al bombear la anchoveta hacia planta ya que el medio de transporte es agua de mar, contiene materia orgánica diluida y suspendida, grasa y aceite, agua de mar y sangre. Este fluido contiene proteína en un promedio de 3 % (proteína disuelta y suspendida), y aceite en 2 %, estas cifras pueden mejorar el rendimiento e incremento de la rentabilidad de ser recuperadas. [PRODUCE]. (2008).

#### 5.3.3. Sanguaza

Mientras que en las pozas donde se almacena el pescado se genera la sanguaza, donde es inmediato la descomposición por ende las proteínas se degradan y empieza las enzimas a actuar y empieza el acción y crecimiento bacteriana además del proceso oxidativo de

la materia orgánica. Y es un problema cuando en épocas de altas temperaturas como el verano este proceso se acelera tanto en pozas como en bodegas de las embarcaciones produciendo gases altamente tóxicos como el gas sulfhídrico (H<sub>2</sub>S). [PRODUCE]. (2008).

#### 5.3.4. Agua de Cola

En el proceso de harina de pescado los líquidos residuales están presentes en la etapa de producción esto es el agua de cola, se produce en la prensa, el licor de prensa que es centrifugado genera sólidos solubles al separar el aceite. La cantidad y contenido varía de acuerdo con las características del pescado y su tiempo.

A más tiempo de captura mayor cantidad de proteína y aceite se liberará en el agua de cola en este proceso. Si consideramos que representa 60 % del peso de la materia prima el agua cola contiene entre 8 y 10% de sólidos totales. El incremento de los sólidos va depender de la condición de la materia prima si esta está en mal estado será mayor su contenido, en la actualidad con el fin de obtener producto de mejor calidad estos compuestos son recuperados además de garantizar la eficiencia en las industrias. (PRODUCE, 2008)

#### 5.3.5. Efluentes de Limpieza

Este efluente está compuesto por partículas suspendidas, grasa y aceite, soda caustica, agua, ácidos contaminantes como él (sulfúrico y el nítrico). El efluente es generado en la limpieza de la planta como los equipos. (Fernández T., 2001).

#### 5.3.6. Efluentes Domésticos

Todos estos efluentes se generan de la actividad humana en las oficinas, baños y comedores, estas

contienen restos de jabón, basura, producto de limpieza, alimentos, eyecciones, etc.).

#### 5.3.7. Agua de Enfriamiento de la Columna Barométrica

La producir vacío en estas torres evaporadoras de agua de cola se usa agua de mar, esta agua de mar no sufre contaminación alguna ya que no tiene contacto con ninguna materia prima, por lo que después del proceso de evaporado esta agua de mar es vertido al mar sin tratamiento alguno ya que no lo requiere, la temperatura con la que sale del evaporador es entre 28 y 35 °C enfriándose rápidamente en el medio ambiente. [PRODUCE]. (2008).

#### 5.3.8. Efluentes generados en las torres lavadoras de gases

Al incinerar estos equipos producen ceniza que se encuentran en el fondo de estos y estos al momento de limpieza son captados por los dispositivos de control de contaminación y se genera efluentes líquidos que proviene de la planta de lavado de gases. (PRODUCE, 2008).

### 5.4. Tratamiento de Efluentes

Los tratamientos de efluentes pesqueros se realizan según la tecnología que se tiene en las plantas pesqueras según según:

- Tipo de efluente según caracterización
- Volúmenes de tratamiento
- Límites Máximos Permisibles (control de p Sólidos suspendidos totales, aceites y grasas.
- Composición física y química (concentraciones),
- Test de jarras para evaluación dispersión y dilución

#### 5.4.1. Tratamiento de agua de bombeo

Se cuenta con equipos que incluye 2 fases tratamiento físico y químico que deben cumplir las siguientes características:

- Tener la capacidad necesaria para dar tratamiento al volumen total del agua de bombeo.
- Retener el mayor contenido de materia orgánica y grasas en este proceso.

#### ***Primer Tratamiento: Sistema de Recirculación de agua de bombeo***

Este sistema sirve para poder rehusar y reciclar el agua usado en el bombeo en múltiples descargas, para luego ser evaporadas logrando concentrar los sólidos contenidas en ella debido a las varias recirculaciones.

Esta agua una vez en planta es filtrada para luego seguir con una serie de procedimientos para separar la mayor cantidad de aceite y proteínas posible.

Posteriormente se almacena en tanques donde es recirculada una y otra vez hasta alcanzar un líquido denso debido al alto contenido de proteína disuelta donde en la evaporación se recupera la proteína y posteriormente se convierte en harina haciendo económicamente factible este proceso. (Fernández T., 2001).

#### ***Segundo Tratamiento:***

Fase 1: Recuperación de sólidos suspendidos mayores a 1 mm

En esta fase el agua de bombeo que contiene sólidos suspendidos pasan por filtros de abertura de 1 mm, para recuperar la mayor cantidad de sólidos, estos sistemas

de filtración pueden ser rotativos o estáticos. (Fernández T., 2001)

Fase 2: Recuperación de aceites y grasas.

En esta fase se recupera aceites y sólidos menores a 1 mm. El proceso de recuperación se da por las trampas de grasa y tanques de flotación con inyección de aire. De forma circular o rectangular los tanques siendo los circulares los más recomendables por no tener esquinas. (Fernández T., 2001)

Fase 3: Tratamiento físico químico

Hay que considerar que los efluentes vertidos aun siendo tratados tienen un impacto en el medio ambiente por lo que se hace indispensable una fase más además de implementar investigaciones sobre la real eficiencia en la recuperación y complementar los tratamientos, tales como los biológicos, físicos y químicos en los efluentes, con la finalidad de minimizar el contenido de materia grasa y la cantidad de materia orgánica que no se podrían remover con los tratamientos descritos anteriormente. (Fernández T., 2001).

#### 5.4.2. Tratamiento de la Sanguaza

Según Produce, (2008). la sanguaza proviene de las pozas de almacenamiento, estas están ubicadas debajo de la rastra transportadoras de pescado a las cocinas. La sanguaza es transportada a través de bombas a la línea de tratamiento, tiene 3 tratamientos:

- a. Posee una línea propia constituida por filtros rotatorios con mayas de 0.5 mm para recuperar sólidos, tiene un intercambiador de calor para la coagulación, un separador y por último centrifugas.



- b. Se debe incorporar al licor de la prensa, a través del intercambiador de calor se coagula las proteínas contenidas en la sanguaza y se incorpora a la línea de licor.

se incorpora las espumas del sistema recuperadas en el sistema de flotación en el proceso de tratamiento de agua de bombeo.

#### 5.4.3. Tratamiento del Agua de Cola

Posterior a la centrifugación el agua de cola es transportada a la planta de evaporación con el fin de evaporar y concentrar los sólidos (disueltos y suspendidos), a una concentración de 40 a 45 %.

El producto obtenido concentrado es adherido al procesamiento de secado.

Hay variedades de evaporadores para agua de cola la más común es la de contrapresión, la de tubos inundados, de película descendiente, etc. (Produce, 2008).

#### 5.4.4. Tratamiento de efluentes de limpieza.

Para este propósito se emplea soda caustica y en otros casos ácido nítrico, el cual neutraliza la soda. Siendo en la planta de evaporación donde más se utiliza estos productos y en gran volumen provocando que se sea la principal fuente de generación de este tipo de efluente. Por lo general el líquido de limpieza se reutiliza debido a la baja concentración de este 1 % y es utilizada para la limpieza de los demás equipos de las instalaciones. Se deshecha al océano a través del emisor submarino siempre teniendo en cuenta la concentración de estos efluentes. En caso tenga alta concentración se realiza la

neutralización en tanques donde se separa por saponificación la fase sólida para luego verter el líquido al océano. (Produce, 2008).

Estos efluentes se tratan en sistemas que tienen que estar conformados por:

- Pretratamiento: tiene como finalidad acondicionar el agua residual para así facilitar el tratamiento y proteger las instalaciones de la erosión y atoros o taponamientos. Está constituido por equipos como rejillas, desarenadores, tamices y desengrasadores.
- Tratamiento primario o tratamiento físico-químico: a través de la sedimentación o precipitación
- Tratamiento secundario o tratamiento biológico: se elimina la materia orgánica contaminante de forma íntegra.
- Tratamiento terciario o de neutralización, de carácter físico-químico: es la mixtura del uso de técnicas tanto de los tratamientos primarios como secundarios con la finalidad de tener eficiencia en el vertido final con la mejora de alguna característica.

#### 5.4.5. Tratamiento de efluentes de la columna barométrica de la planta evaporadora de agua de cola y de las torres lavadoras de gases

- Mientras el agua de mar no tenga contacto alguno con materia prima u otros componentes que puedan contaminarla, esta será vertida al mar directamente a través del emisor submarino.
- La efectividad de las torres lavadoras de gases para evitar que los compuestos tóxicos sean liberados por la chimenea, los residuos en el incinerador de la

misma serán más contaminados tanto las cenizas como los efluentes por tal condición se debe implementar sistema de tratamiento para estos productos.

#### 5.4.6. Emisario Submarino: Biodegradación Natural.

De vital importancia ya que mediante este emisor se depositan los efluentes tratados en el lecho marino a una distancia lejana de las costas. El diseño que debe cumplir el emisor son los siguientes: que tipo de efluente será vertido, sus propiedades físico y químicas, batimetría de la plataforma continental, corriente marina y lo primordial la longitud y profundidad del final del emisor. (Produce, 2008).

### 5.5. Marco institucional

#### 5.5.1. Ministerio de la producción

El ministerio de la Producción (PRODUCE) a través de La Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas, es el encargado de promover el uso de manera sostenida y responsable del recurso hidrobiológico, la preservación y protección del medio ambiente y mitigación de los efectos del cambio climático pro las actividades pesqueras.

Funciones de la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas:

- Presentar a la Dirección General de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura propuestas de normas y lineamientos en materia ambiental, cambio climático y biodiversidad para el desarrollo de las actividades pesqueras y acuícolas.
- Proponer o aprobar, cuando corresponda, mecanismos, instrumentos, directivas y procedimientos, en materia de sus competencias y supervisar su implementación;

- Proponer y realizar el seguimiento a la implementación de instrumentos de gestión ambiental, para el mejoramiento de la ecoeficiencia en las actividades pesqueras y acuícolas, en el marco de la normatividad vigente.
- Proponer mecanismos e instrumentos para velar que el desarrollo de las actividades pesqueras y acuícolas guarden armonía con el ambiente y la biodiversidad, en coordinación con las entidades del Ministerio y sus organismos públicos adscritos, según corresponda.
- Supervisar las evaluaciones y monitoreo ambientales de los ecosistemas marinos y continentales y de las actividades pesqueras y acuícolas;

Dentro de las normativas legales que dispuso este ministerio tenemos:

- Ley General de Pesca. Ley N° 25977
- Reglamento de la Ley General de Pesca. Decreto Supremo N° 012-2001-PE.
- Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE del 30.04.08, que aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado.
- Decreto Supremo N° 016-2007-PRODUCE del 04.08.07, aprueba el Reglamento de Inspecciones y Sanciones Pesqueras y Acuícolas.

#### 5.5.2. Ministerio del ambiente

Este organismo a través de la dirección General de Calidad Ambiental quien es la encargada de coordinar, formular, proponer y fomentar de manera

descentralizada y multisectorial los procedimientos a través de técnicas y normas con el propósito de mejorar la calidad ambiental.

Unidades orgánicas:

- a) Dirección de Calidad Ambiental y Ecoeficiencia
- b) Dirección de Control de la Contaminación y Sustancias Químicas

Sus funciones son:

- Elabora, aplica y supervisa instrumentos de prevención y planificación, respecto al manejo de efluentes líquidos su manejo y reutilización, calidad del ruido, aire, emisiones, radiaciones no ionizantes, con las dependencias u órganos autorizados.
- Elaborar, aplicar y seguir instrumentos para el control y mitigación ambiental, descontaminación de ambientes degradados, como sustancias tóxicas y materiales peligrosos todo esto según el marco regulatorio de sus competencias y en relación con su normativa.
- Para la prevención de riesgos y daños al medio ambiente propone medidas, medios técnicos y procedimiento.
- Establece los ECA (estándares de calidad ambiental) y lo LMP (Límites Máximos Permisibles), siempre contando con la opinión de las dependencias correspondientes.
- Estimular la promoción de implementar o proponer medidas de una ecología sostenible y tecnologías limpias con la coordinación de las entidades responsables.

El marco legal que regula el ministerio está dado por :

- Ley General del Ambiente. Ley N° 28611 del 15.10.05
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM del 31.07.08, se aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA).

#### 5.5.3. Organismo de Fiscalización y Evaluación ambiental - OEFA

Organismo especializado que pertenece al ministerio del ambiente que tiene como objetivo la fiscalización ambiental y las actividades económicas del sector privado y la protección del medio ambiente.

La OEFA está encargada del Sinefa (Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental).

En el año 2018 se creó la OEFA con el Decreto Legislativo N° 1013 – Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente. Empezando sus actividades de fiscalización en el año 2010. Siguiendo un macroproceso que funciona de manera integrado y de la siguiente manera:

- La función evaluadora: vigila y monitorea la calidad del ambiente y sus componentes (aire, agua, flora, suelo, y fauna). Tiene implicancia en pasivos ambientales en el subsector de hidrocarburos.
- La función de supervisión directa: verifica se cumpla las obligaciones ambientales para su fiscalización. Así como disponer de medidas de prevención, ordenes de carácter particular y poder requerir actualizar los instrumentos de gestión ambiental.

- La función de fiscalización y sanción: investiga la posible comisión de infracción administrativa y sancionar con medidas correctivas y cautelares.
- La función de aplicación de incentivos: administra el control de registros de buenas prácticas ambientales otorgando incentivos promoviendo las normas ambientales del sobrecumplimiento de estas.
- La OEFA con la fiscalización que realiza incentiva la protección del medio ambiente con transparencia y el apoyo ciudadano con capacitaciones en fiscalización ambiental. Contando para este propósito con la oficina de Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales (Sinada), para recibir las denuncias de todos los ciudadanos con respecto a hechos que podrían constituir infracción a las normas ambientales, además de realizar actividades de capacitación como talleres, foros, espacios académicos con la participación de la población en general.
- La OEFA fortalece los vínculos con la población - empresa debido a la fiscalización ambiental que viene realizando. Identificando la falta a la normativa ambiental e incumpliendo con lo dispuesto es que la OEFA previene futuros conflictos socioambientales y donde ya los hay la OEFA cumple el rol de brindar información técnica calificada para así abrir espacios de dialogo para los posibles acuerdos que se puedan tomar.

## 5.6. Permisibilidad de sólidos en efluentes

En el decreto supremo N° 010-2008-PRODUCE, delimita la zona de protección ambiental la cual está integrada por la franja costera, el agua del mar, y el fondo del mar. Atraves de una línea imaginaria se encuentra delimitada la cual es medida por una línea de baja marea de sicigia de orientación paralela a la misma y con una proyección de va hasta el fondo del agua, se fija de acuerdo con la aplicación de la siguiente formula:

$$A = \left( \frac{1.28xHb}{m} \right) x 1.6$$

Hb = altura media de la rompiente (m.) para determinar esta variable se hace bajo el método de Hind Casting.

m = pendiente del fondo

A = ancho de zona de protección ambiental litoral (m.)

También se destaca que la zona de protección ambiental en el litoral en caso de que exista plantas pesqueras se fijara por decreto supremo que este firmado por los ministros de la producción y defensa además del ministro de relaciones exteriores si las empresas se encuentran ubicadas en provincias cercas a los límites con otros países.

De ocurrir traslado de algún establecimiento pesquero a un lugar que no esté determinada la zona de protección ambiental litoral, por lo que para realizar el estudio técnico para su determinación será asumido el costo por la empresa o solicitantes y aprobado por la autoridad marítima.



Tabla 2: Límites Máximos Permisibles (LMP) para Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado

- SECTOR PRODUCCION
- DS 010-2008 PRODUCE

**Límites Máximos Permisibles (LMP)  
para la Industria de Harina y Aceite de  
Pescado y Normas Complementarias**

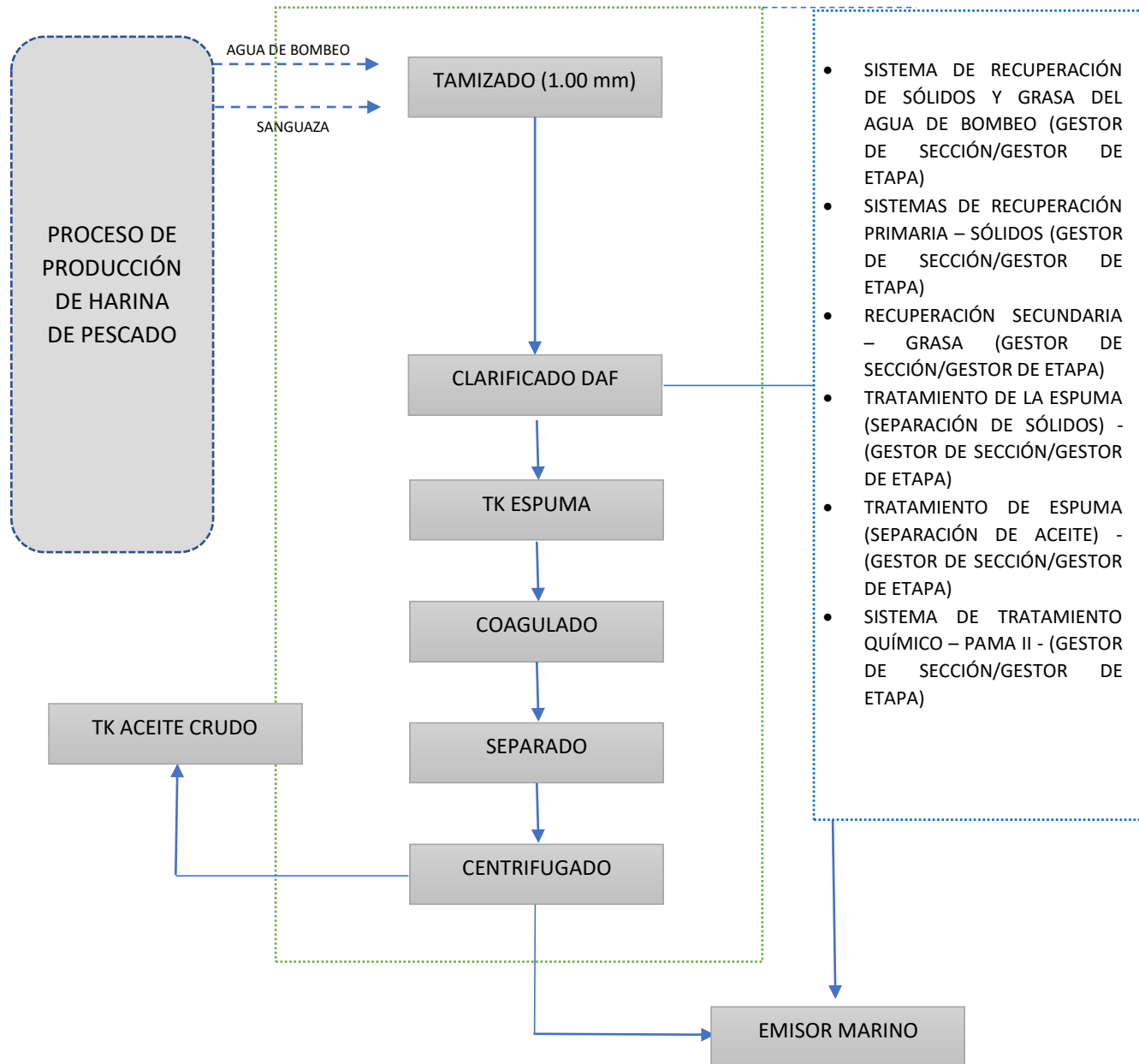
TABLA N° 01

PARAMETROS CONTAMINANTES	I	II	III	MÉTODO DE ANÁLISIS	FORMATO
	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LOS EFLUENTES QUE SERÁN VERTIDOS DENTRO DE LA ZONA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL LITORAL (a)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LOS EFLUENTES QUE SERÁN VERTIDOS FUERA DE LA ZONA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL LITORAL (a)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LOS EFLUENTES QUE SERÁN VERTIDOS FUERA DE LA ZONA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL LITORAL (b)		
Aceites y Grasas (A y G)	20 mg/l	$1,5 \cdot 10^2$ mg/l	$0,35 \cdot 10^2$ mg/L	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20 <sup>th</sup> . Ed. Method 5520D. Washington; o Equipo Automático Extractor Soxhlet	Los valores consisten en el promedio diario de un mínimo de tres muestras de un compuesto según se establece en la Resolución Ministerial N° 003-2002-PE
Sólidos suspendidos Totales (SST)	100 mg/l	$2,5 \cdot 10^2$ mg/l	$0,70 \cdot 10^2$ mg/L	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20 <sup>th</sup> . Ed. Part 2540D Washington	
pH	6 - 9	5 - 9	5 - 9	Protocolo de Monitoreo aprobado por Resolución Ministerial N° 003-2002-PE	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	≤ 60 mg/l	(c)	(c)	Resolución Ministerial N° 003-2002-PE (d)	

- (a) La Zona de Protección Ambiental Litoral establecida en la presente norma es para uso pesquero.  
 (b) De obligatorio cumplimiento a partir de los dos (2) años posteriores a la fecha en que sean exigibles los LMP señalados en la columna anterior.  
 (c) Ver Segunda Disposición Complementaria y Transitoria.  
 (d) El Protocolo de Monitoreo será actualizado.

## VI. ORGANIZACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA LOGRADA

La organización y Sistematización de las labores en la planta pesquera Hayduk S.A. ubicada en Coishco, se detallan en el siguiente flujograma.



Como gestor de materia prima y Pama somos los responsables de asegurar las actividades operacionales desde la descarga de materia prima hasta el tratamiento del agua de bombeo usada en el transporte de la misma al menor costo posible, monitoreando las desviaciones del proceso de acuerdo a los procedimientos establecidos por la empresa las cuales están descritas en los manuales, planes.

## **VII. UBICACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS LOGRADAS EN EL MARCO DEL SUSTENTO TEÓRICO**

### **7.1. Generalidades de la empresa Hayduk S.A.**

La empresa Hayduk S.A. planta Coishco se ubica en la ciudad de Coishco, provincia del santa, dedicada el rubro de la elaboración de harina de pescado, aceite, congelado y conservas de pescado en nuestro país. Parte de su producción es exportado (18 %) de su totalidad de producida en el Perú. En el país la empresa tiene 6 sucursales (plantas), localizadas en la franja costera estratégicamente para aprovechar la calidad máxima del recurso, minimizando el tiempo de traslado de la embarcación.

La empresa destina capital en la capacitación, actualización y especialización de sus colaboradores, con el fin de estar a la altura de las exigencias del mercado. Además, constantemente se encuentra en la búsqueda de nuevas tecnologías, todas sus sedes tienen certificaciones que garantizan la calidad de los productos que se ofrece al mercado, teniendo como respaldo la certificación en; GMP+B21, HACCP, FOS, IFFO - RS y SQF2000.

Con respecto a su compromiso de amparo al ecosistema, todas las sedes despliegan actividades propias para no ocasionar impactos negativos ecológicos. Siendo este proceso uno de los

principales en los que la compañía ha invertido para obtener lo último en tecnología, así como en la capacitación de sus trabajadores; de esta manera se busca producir limpiamente y alcanzar las metas y parámetros que establecen las autoridades supervisoras.

#### 7.1.1. Misión y Visión

##### *Misión*

Nuestra razón de ser es ayudar a mejorar la nutrición y la salud del mundo, garantizando la sostenibilidad de los recursos y el respeto al medio ambiente.

##### *Visión*

Ser una empresa reconocida como una de las líderes mundiales en mejorar la nutrición y salud, basados en la investigación, innovación, eficiencia y respeto al medio ambiente.


#### 7.1.2. Políticas de Calidad - Sistema de Gestión Integrado

El mejoramiento constante de cada etapa de la producción de la industria tiene objetivo llegar a la excelencia en sus diversos procesos productivos. Es por ello por lo que, actualmente se está desarrollando la implementación del Sistema de Gestión (SIG) el cual comprende diversas normas que aumentarán los parámetros de gestión de calidad del producto final (enfocándonos en el consumidor), preservación del ecosistema (enfocándonos en el sostenimiento ecológico), salud ocupacional y seguridad (enfocándonos en el trabajador), resguardo logístico (en la prevención de actos arbitrarios) y el manejo sanitario (enfocándonos en los productos inocuos)

Como se describió anteriormente cada sede cuenta con diversas certificaciones que indican el elevado compromiso de la compañía con la calidad y las buenas prácticas en todos los procesos productivos. Actualmente la empresa sigue buscando la excelencia de la calidad como es nuestra filosofía.

A continuación, presentamos una tabla de las certificaciones, implementadas y por implementar en la Empresa Hayduk S.A.

Tabla 3: Certificaciones Implementadas y por Implementar Hayduk S.A.

Certificaciones	Plantas de consumo humano indirecto						Plantas de consumo humano directo				Unidad de flota	Oficina administrativa central
	Harina y aceite de pescado						Congelados		Conservas			
	Constante	Malabrigo	Colihco	Végueta	T. de Mora	Ilo	Paíta	Ilo	Colihco	Colihco		
												
HACCP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
GMP+B2	●	●	●	●	●	●						
GMP+B3	○	○	○	○	○	○						
IFFO-RS	●	●	●	●	●	●						
FRIEND OF THE SEA	●	●	●	●	●	●						
ISO 9001			◻	●								
ISO 14001			◻	●								
OHSAS 18001			◻	●								
SQF 2000							●	○	●	●		
BASC		◻		○								○
5S COLPA	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻

Certificado ●  
 Por certificar ○  
 En implementación ◻

### 7.1.3. Políticas Ambientales

Responsables con el sostenimiento del medio ambiente y con la pesca responsable es que se cumple con la normatividad y los compromisos voluntarios con la sociedad para maximizar el cuidado sobre el impacto ambiental que se pueda generar.

Es así como en cada uno de los procesos y en cada etapa de producción y residuos generados, privilegiando

la preservación y sostenimiento del medio ambiente para la generación actual y las del futuro.

Por las razones antes mencionadas es que Hayduk invierte en tecnologías limpias y modernas, actualizándonos en los nuevos reglamentos, normas ambientales del sector. El personal y colaboradores son capacitados para difundir y concientizar el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad desde su dependencia para su fin.

Para poder determinar objetivos de mejoras poseemos un esquema de auditorías para poder cumplir con lo comprometido, es así que se cuenta con certificaciones y algunas implementándose lo que evidencia las mejoras que se propusieron en este aspecto:

- Friend of the sea (Como certificación a la realización de pesca sostenible).

IFFO (Como certificación del manejo responsable de la materia prima, así mismo, de la calidad y seguridad del proceso productivo).

Se está implementando en la actualidad la ISO 14000, norma que nos permite establecer una gestión eficaz del medio ambiente, además de voluntaria y responsable.

Como responsabilidad y coherentes de la preservación ambiental es que se está implementando tecnologías limpias para mitigar los contaminantes en:

- Sistema de Tratamiento de Efluentes:

Para mejorar este sistema se instaló un sistema de tratamiento químico que se complementa con los que ya se cuenta, para poder cumplir con los límites máximos permisibles

- Emisiones Gaseosas:

En todas las plantas se instaló torres levadoras para reducir la emisión de gases que contaminen.

- Matriz Energética

Se realizó el cambio de la matriz energética de petróleo por la de GLP.

- Tratamiento de efluentes domésticos

Para el riego de jardines y la reducción del consumo de agua potabilizada se instaló una planta de transformación y tratamiento de aguas residuales domésticas.

- Manejo de Residuos Sólidos

Cumplidores de la ley general de residuos sólidos, es que cumplimos con la segregación de los desechos generados con el objetivo de minimizar la contaminación que puedan producir. Otra práctica que se implementó es la de reciclar contribuyendo con el medio ambiente.

## 7.2. Descripción general del proceso de Harina de pescado

### 7.2.1. Descarga y recepción de Materia Prima

Alcance: Abarca desde las instalaciones de chata hasta los chutes de descarga de pescado a las pozas de acopio. Para realizar esta etapa de descarga se emplea un bombeo centrífugo y un bombeo al vacío con agua de mar en una proporción de 2:1(2 de agua y 1 de pescado), por donde a la materia prima es succionada por un tubo y volcada a un tamiz inmovilizado y posteriormente a un tamiz con vibración para así poder recuperar el agua usada en el bombeo. Luego el

pescado es transportado por una rastra hasta las tolvas de pesaje donde es medido y posteriormente se distribuye a las pozas de acopio teniendo en cuenta la cantidad recibida.

El agua de bombeo que sale de los tamices, tanto estático como el de vibración, y el agua que escurre de la rastra atraviesan por tres cilindros filtrantes rotatorios (tromell), los cuales se encargan de retener los sólidos de diámetro mayor a 1 mm, posteriormente estos son llevados a un helicoide hasta llegar finalmente a las pozas de colección. Por otro lado, el agua de bombeo que presenta en su composición cierta medida de aceite propio del pescado hace ingreso a un Sistema de Flotación, el cual es inducido por burbujas de aire en donde la grasa presente en el agua se quedará atrapada formando una espuma, la misma que posteriormente será retirada a un tanque de calentamiento en donde se separa las impurezas y se traslada para su tratamiento posterior.

Agua de bombeo: tiene como característica una coloración rosada o rojiza debido a la sangre proveniente del pescado el cual puede llegar a generarse un volumen de 1 000,00 m<sup>3</sup> /día el cual es llevado para ser tratado en el sistema PAMA.

*Agua de mar clara:* Es clara su principal uso es para el bombeo en la descarga entre la embarcación que se descarga y la próxima a descargar que aun no tiene empalme con el pescado esta agua es bombeada y equivale a 0,30 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de agua de bombeo desembarcado; se estima en un volumen de 300 m<sup>3</sup>/día.





Figura 2: Descarga de materia prima a través de succión ecológica.

#### 7.2.2. Almacenado de Materia Prima

Alcance: Alcanza las pozas propiamente dichas. Se almacena en 5 pozas cada una con gusanos transportadoras que trasladan la materia prima hasta la rastra que alimenta los cocinadores. Todas las pozas cuentan con vaciados, para recolectar la sangre escurrida del pescado y depositarlas en una poza de almacenamiento para su posterior procedimiento.

La sangre de pescado que es colocada en las pozas de recolección es bombeada a una malla caviplan, la cual se encarga de retener todos los sólidos que contenga, seguidamente ingresa a la rastra que alimenta a la cocina, mientras que la sangre escurrida es acumulada en un tanque para luego ser tratada térmicamente, usando intercambiadores de calor, y ser adherida en la línea de proceso con el caldo de prensa o de lo contrario de manera individual dependiendo de su nivel de frescura.



Figura 3: Poza de almacenamiento de materia prima

### 7.2.3. Cocinado a Vapor Indirecto

Alcance: Desde la alimentación a las pre tolvas, incluye transportador e alimentadores de paletas y cocina propiamente dicha. La incorporación de materia prima al proceso de cocción se ejecuta usando dos (02) rastras cuyo recorrido comprende desde la poza de sangre de pescado, transportando la materia prima de las pozas y/o sólidos de agua de bombeo, agregándose los sólidos de sanguaza que son bombeados desde su tanque a la rastra.

Durante el ascenso hacia la tolva de alimentación, la rastra tiene drenaje para la sanguaza en su trayectoria inicial, a través de una tubería es direccionada hacia la zona de recuperación de sólidos de sanguaza.

Existen tres objetivos en la etapa de la cocción: Esterilizar (frenar toda actividad de microorganismos), cuajar las proteínas y dejar libres los lípidos adheridos a la materia prima usada.

Para la cocción se usa una máquina que consta de un cilindro en forma de tornillo, lo cual hace posible el avance de la materia prima, esta máquina es calentada

por un vapor. Asimismo, posee una camisa que ayuda a la transmisión externa del calor. Es así que se logra una transmisión de energía más pareja de la energía al producto. La temperatura a la salida del cocinador es de 90° a 98 °C en promedio.

#### 7.2.4. Prensado

Alcance: Desde la salida de cocina hasta la salida de las prensas. El objetivo principal en esta etapa es la elaboración de un cake que contenga un mínimo de humedad y grasa y un caldo con sólidos. Este proceso comprende de tres prensas de doble tornillo (cilindros huecos). Cada uno de ellos tiene adheridas unas placas de acero inoxidable que sirven de filtro. Los dos tornillos helicoidales que tiene la prensa son de figura ahusada y su paso varía, ya que, es máximo en el extremo más delgado del cilindro. Los tornillos trabajan en orientaciones contrarias. La materia prima ingresa por la parte de pequeño diámetro del cilindro y se desplaza hacia la más amplia.

#### 7.2.5. Secado Indirecto

Esta operación se basa en desecar la torta integral, constituida por la torta de prensa, concentrado, sólidos de separadora producción y cuando trabaja el sistema de recuperación secundaria sólidos de separadora PAMA; juntos y homogeneizados anteriormente, cuyo objetivo es minimizar el porcentaje de humedad de tal manera que impida el desarrollo de microorganismos. La operación de secado se ejecuta de la forma siguiente:

#### a. Pre-secado

Alcance: Desde los helicoides alimentadores a cada secador rotadisco, hasta la salida de los colectores, pasando por los secadores propiamente dichos.

Esta es la primera etapa donde se pre-seca la torta usando para ello secadores a vapor rotadisco hasta alcanzar un aproximado del 32%, este equipo está conformado por una camisa cilíndrica fija y un rotor, uno y otros calentados con vapor, está provisto con discos mediante los cuales transita vapor, el cargamento tiene un avance por desbordamiento, la energía es transmitida por conducción. El agua que se evapora se descarta con el aire que despiden mediante el secador, un ventilador centrífugo hasta la Planta Evaporadora ayudado el exceso por un exhaustor de vahos.

#### b. Secado

Alcance: Desde la salida de los colectores de los secadores a vapor, incluye transportadores helicoidales inclinados y horizontales, transportador helicoidal de alimentación y secador de aire caliente con su caja de humo y transportador helicoidal de salida hacia el enfriador y los ciclones correspondientes.

En esta operación se seca la carga con el propósito de impedir el cultivo de microorganismos, para lo cual se dispone de secadores de aire caliente, el cual funciona gracias a un caldero de aceite térmico que circula a través de un radiador.

#### 7.2.6. Enfriado

Alcance: Desde el helicoide tubular de alimentación, al enfriador

propriadamente dicho. El cabezal de mangas, la caja de humo y los transportadores helicoidales hacia el ensaque.

El producto finalmente deshidratado debe enfriar para disminuir y minimizar las reacciones químicas, bioquímicas y biológicas que se producen en el proceso. Este proceso de enfriado se realiza en un tambor rotativo donde la harina conforme se transporta se enfriará.

#### 7.2.7. Purificado

Alcance: Desde el ingreso de los purificadores hasta el ingreso a los molinos de martillos locos. El objetivo de esta etapa es retirar los elementos físicos extraños que pudieran contener la harina, tales como metales, plásticos, vidrios, madera etc.

#### 7.2.8. Molienda

Alcance: Desde los pantalones distribuidores, los molinos propriadamente dichos y los tolvinos de harina. Tiene como objetivo homogenizar el producto, para ellos se emplean molinos de martillos, en donde la harina se descompone por el choque de los martillos, estos giran de manera rápida alrededor de unos cilindros horizontales. El rotor tiene una rejilla que detiene la harina contenida hasta que sea haya alcanzado el nivel de finura adecuado como para que pase por las aberturas.

#### 7.2.9. Antioxidante, pesaje y envasado de harina

Alcance: Desde los tolvinos mezcladores, el sistema de adición propiamente dicho y los transportadores helicoidales correspondientes.

La harina logra estabilidad a través de la adición de antioxidante en un transportador mezclador de tornillo helicoidal que usa una bomba de dosificación por pulverización con aire. Este antioxidante empleado es la Etoxiquina líquida, cuya cantidad cambia entre 700 y 1 000,00 ppm.

#### 7.2.10. Pesado y envasado

Alcance: Desde las tolvas de harina, las balanzas propiamente dichas, los transportadores de tablillas y de fajas. Posteriormente la harina es pesada en una balanza de tipo neumática regulada a 50 Kg con pistones y aire, donde para el llenado de esta es colocado un saco blanco laminado o color negro sin laminar de material polipropileno, finalmente es cerrado con ayuda de una máquina de coser de cabezal fijo o de mano según corresponda.

#### 7.2.11. Almacenado de harina

Alcance: Desde la salida de los sacos en los transportadores de tablillas y faja, su paso en tránsito por la balanza de camiones y su almacenaje en los almacenes de harina.

Los sacos de harina una vez cosidos son estibados hacia un camión para ser transportados hacia una pampa en donde se forman rumas (lotes) de 1 000 sacos, a partir de aquí son derivadas al embarque.

#### 7.2.12. Despacho de harina

Alcance: Desde las actividades de estiba a los camiones en el almacén de harina, el transporte propiamente dicho y termina en el muelle, al costado del barco. Las rumas almacenadas que sean designadas para embarque son trasladadas en condiciones sanitarias hacia su puerto de embarque.

#### 7.2.13. Separado de Sólidos

Alcance: Desde la salida inferior (tina colectora) de las prensas hasta los chutes de entrega de torta de separadora al helicoide colector de la torta de prensa.

En esta operación se usan centrífugas horizontales conformadas por un rotor cilíndrico en donde el licor de prensa procesado por calor entra al rotor y, por la potencia centrífuga, es proyectado a la periferia de la bandeja, en donde los sólidos con más peso permanecen precipitados en la parte superior interna del rotor. Además, un transportador de tornillo helicoidal arroja de manera constante los sólidos precipitados.

#### 7.2.14. Centrifugado de Aceite

Alcance: Desde la salida del caldo en las centrífugas y termina en el tanque de acopio y bombeo de proceso hacia los tanques decantadores. Esta operación es realizada por centrífugas, a partir del ingreso del licor de la separadora a las centrífugas de disco vertical, el agua de cola es expulsada continuamente, además, los lodos son depositados en la cubeta y son expulsados constantemente.

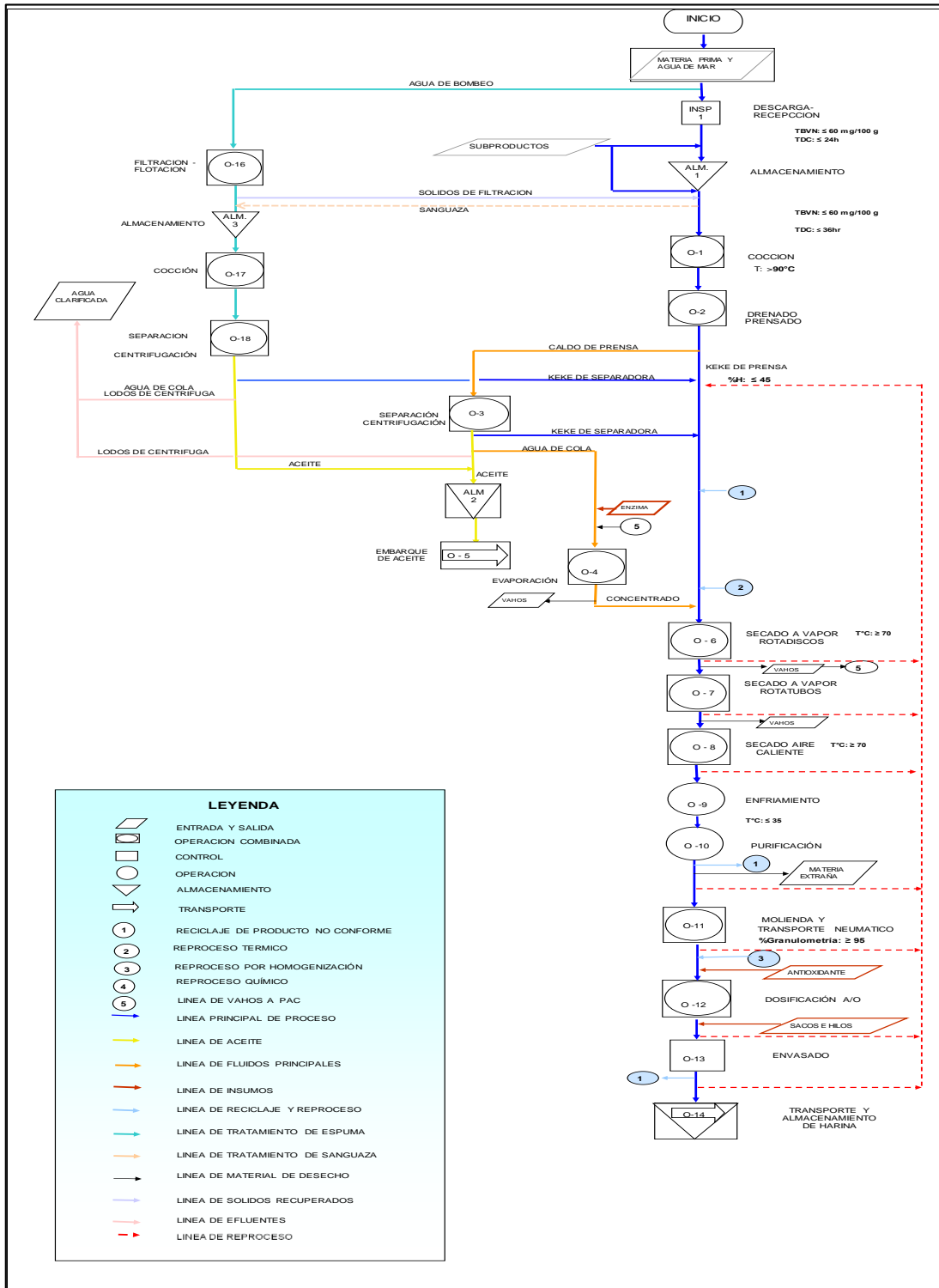


Figura 4 : Diagrama de proceso de Harina de Pescado



### 7.3. Evaluación de la generación de efluentes en producción de Harina de pescado

#### 7.3.1. Sistema de recuperación de sólidos y grasa del agua de bombeo

Recuperar los sólidos y grasas del agua de bombeo y cumplir con los Límites Máximos Permisibles de la Legislación Normativa con respecto a los efluentes vertidos al mar

Esta etapa se inicia:

- Para sólidos: Desde los desagües rotativos.
- Para grasa: Desde DAF 1

Y finaliza:

- Para sólidos: Hasta tolván de los cocinadores y/o por un TH colector-sólidos a la poza de almacenamiento N° 01.
- Para grasa: Hasta tolván adición de lodos en TH alimentador a cocinas y/ o colector de prensa.

En nuestro caso, la utilización de Bombas de Vacío en la descarga reduce en gran porcentaje este factor, los sólidos recuperados por medio de desagües rotativos y 03 Tromel's de 1.0 mm y 03 Trommel de 0.2 mm los sólidos recuperados son conducidos directamente al proceso.

El agua de bombeo filtrada tiene sólidos insolubles y solubles dependiendo cuantitativamente del proceso de descarga y que a su vez depende:

- Sistema de descarga. Presión - Vacío.
- Relación agua de bombeo.
- Frescura de la materia prima.

### 7.3.2. Sistemas de recuperación Primaria – Sólidos

Recuperar sólidos en suspensión presentes en el agua de bombeo.

Esta etapa se da desde chute salida de los “TROMELL´S” hasta tolvín de cocinadores y/o la poza de almacenamiento de materia prima # 1.

El procedimiento que sigue es:

El Agua de Bombeo que proviene del desagugador rotatorio y del elevador de mallas, ingresan al pozo colector de agua de bombeo donde son bombeados hacia los Trommel, los cuales están contruidos con malla de 1mm (03), reteniendo los sólidos primarios y secundarios como escamas y restos de piel. En seguida, ingresa a los Trommel de 0.2 mm (03) por gravedad con la finalidad de obtener un 75% de agua como máximo en los sólidos recuperados y finalmente son transportados hasta la poza de almacenamiento de residuos.

### 7.3.3. Recuperación Secundaria – Grasa

Recuperar la espuma del agua de bombeo. Se desarrolla desde el ingreso de la celda de flotación hasta precalentador de espuma.

Los procedimientos para esta etapa es el siguiente:

El líquido proveniente del Tromel pasa por 1 tanque reactor generando microburbujas, para recuperar la grasa en forma de espuma.

La espuma es acopiada en un tanque acondicionador de 5 m<sup>3</sup> de capacidad, con la finalidad de poder bombear la espuma al tanque de almacenamiento de espuma de 40.5 TM para su posterior tratamiento.

Consiste en la recuperación de sólidos y aceite v

procedente de los desaguadores rotativos, elevadores de malla y Tromel, donde se recuperan los sólidos insolubles mayores de 1mm.

Este tratamiento debe pasar por dos etapas:

- Separación de sólidos insolubles (como punto final tenemos 03 Tromel de 0.20 mm).
- Separación de Grasas (DAF).

#### 7.3.4. Tratamiento de la espuma (Separación de Sólidos)

La principal meta de esta etapa es la de separar las partículas no solubles en la espuma.

Este proceso inicia desde la separadora Sharples P-3000 de 10 m<sup>3</sup>/hr de capacidad hasta colector de sólido de separadora, el cual se mezcla con el cake de prensa de producción

Y el procedimiento en esta etapa es el siguiente:

La espuma es contenida en el tanque almacenamiento, para posteriormente pasar por un intercambiador de calor a una temperatura desde 90 a 95° C, para luego ser bombeado a la separadora Sharples P-3000 de 10 m<sup>3</sup>/hr de capacidad. Los sólidos recuperados se mezclan con el queque de prensa de producción, el caldo de separadora pasa a las centrífugas para la separación del aceite.

La espuma obtenida del sistema DAF, es acumulada en un tanque colector de espuma y bombeada a planta trasladada a un tanque de 40.5 m<sup>3</sup> para darle tratamiento térmico pasando por 4 intercambiadores de tubos, que están en serie, alcanzando temperaturas mayores de 90 °C, luego pasa a las separadora N°1

(Sharples P-3000) o Separadora N°6 (Sharples P-3000), el sólido se mezcla con el queque de producción y el líquido pasa a las centrífugas N° 1 o N°2 Alfa Laval, AFPX-213, los lodos y agua de cola son bombeados al primer tanque pulmón de agua bombeo, por su alto contenido de cloruros. El aceite de recuperación es enviado a un tanque almacenamiento (TK6).

#### 7.3.5. Tratamiento de Espuma (Separación de Aceite)

Su objetivo es separar el aceite del caldo de separadora de recuperación secundaria

Se inicia en la centrífuga de 12000lt/hr hacia el Tanque de almacenamiento de recuperación secundaria.

El procedimiento para esta etapa es el siguiente:

El caldo de la separadora Sharples P-3000 de 10 m<sup>3</sup>/hr ingresa a la centrifuga BRPX 213 de 12000lt/hr donde se separa el aceite y se almacena temporalmente en un tanque con capacidad de 0.52 TM para cuantificar y se realiza el análisis de índice de acidez, luego se bombea hacia el tanque diario de aceite PAMA (Tanque de aceite para CHI) de 23 TM de capacidad. El agua de cola es retornada al tanque KROFTA para su tratamiento y recuperación en forma de sólidos en el PAMA II.

#### 7.3.6. Sistema de tratamiento Químico – PAMA II

El objetivo es recuperar los sólidos en suspensión y grasas que no fueron atrapados en el PAMA I, y así evitar la contaminación del ambiente marino, mejorar la eficiencia, llegar a los límites máximos permisibles establecidos y las pautas de calidad ambiental.

Empieza desde la salida del sistema DAF 2 hasta la salida de la bomba de emisor submarino (Efluente).

El procedimiento para esta etapa es el que sigue:

El efluente que sale del DAF 2 es bombeada hacia un tanque de almacenamiento de 1000 m<sup>3</sup> de capacidad, llamado Ecuador; cuya función es homogenizar; cuenta con un agitador interno móvil y automático.

El efluente proveniente del ecualizador ingresa al clarificador DAF 3 (de marca Deltafloat) donde se le aplicará un tratamiento químico que consiste en la aplicación de insumos químicos (coagulantes y floculantes) juntamente con la inyección de aire presurizado aplicado por un tanque Reactor ASR.

Producto de este tratamiento se obtiene un lodo flotante, que es recuperado con un cucharón móvil, el cual lo envía hacia un tanque de pre alimentación (4 m<sup>3</sup>) hacia la siguiente etapa de tratamiento. Por otro lado se obtiene agua clarificada, el cual se evacua al emisor como efluente primario cumpliendo con los parámetros de los LMP.

El lodo producido en el DAF 3, es enviado hacia una separadora ambiental modelo Decanter Z-73 (de marca Flottweg), el cual con ayuda de coagulante, floculante y fuerzas centrifugas produce una torta con un porcentaje de humedad < 75%. Por otro se obtiene agua clarificada que es un segundo efluente que cumplen también con los parámetros de los LMP exigidos según normativa.

#### 7.4. Proceso tecnológico de Tratamiento de efluentes

##### 7.4.1. Sistema de bombeo

Contamos para el sistema de descarga con dos (02) chatas con un volumen de descarga de pescado general de 600 t/h.

Chata PH 4 equipada con una bomba ecológica con TRANSVAC

Chata PH1 con 02 bombas centrifugas MYPASA con 200 t/h c/u



Figura 5: Chata PH4 de bombeo.



Figura 6: Bomba ecológica con TRANSVAC

7.4.2. Descripción del Sistema de tratamiento de agua de bombeo de chata.

- a. *Definición del efluente Agua de bombeo.* Se define como el agua proveniente de la mar usada como medio para hacer posible que el pescado fluya dentro una tubería accionada por una bomba hidráulica, que, una vez cumplido su cometido de transportar el pescado a planta, es separado del pescado por medios mecánicos pero llevando apreciable contenido de sangre, grasa o partículas de pescado.
- b. *Caudal del efluente.* En el periodo principal de descarga de Pescado se utiliza el agua proveniente del mar para el traslado hidráulico del pescado haciendo uso de dos (02) bomba centrífugas MYPESA en una razón agua: pescado igual 2:1 (800 m de agua y 400 t de pescado por hora); y 01 bomba TRANSVAC en una proporción agua: pescado igual 1:1 (200 m<sup>3</sup> de agua y 200 t de pescado por hora), que una vez que llega a la planta son separados; el agua de bombeo resultante con residuos de partículas y aceite de pescado, es llevado a un proceso de tratamiento de agua de bombeo del Programa de Adecuación de Manejo Ambiental (PAMA). En la tabla 5 se aprecia el volumen de agua de bombeo generado y tratado por el sistema:

Tabla 5: Caudal de agua de bombeo

Sistema de bombeo	Relación agua/pescado	Capacidad Pescado (t/h)	Agua de Bombeo (m <sup>3</sup> /h)	Horas de operación	Caudal de agua utilizada m <sup>3</sup> /día	Peso de pescado descargado t/día
02 CENTRIFUGA MYPESA	2/1	400,00	800,00	04	3 200,00	1 600,00
1 TRANSVAC	1/1	200,00	200,00	04	800,00	800,00
<b>TOTAL</b>		600,00	1 000,00		4 000,00	2 400,00

\* *Relación agua: pescado es 1,66 m<sup>3</sup> de agua de mar: 01 tonelada de pescado*

El tratamiento de agua de bombeo está compuesto de las siguientes etapas:

- Ambas chatas cuentan con respectivas tuberías de descarga de fierro de 16” de diámetro.
- Ambas descargan en desagües rotativos con malla de ojo chino rotatorios para separación de agua de bombeo-pescado.

El agua colectada es bombeada a un sistema de tres Trommel con malla rotatoria de 1mm auto limpiante, donde los sólidos recuperados son almacenados en una poza junto al pescado. En el tratamiento primario, según la información brindada por el constructor y experiencias la recuperación de sólidos en el tambor rotativo con malla filtrante Johnson sección en “V” ranura de 1,00 mm de acero inoxidable es de 1,0 %, para hacer los cálculos se usa 1,0% del agua de bombeo, en resumen, tenemos que los sólidos recuperados en el tratamiento primario para un flujo total de 4 000,00 m<sup>3</sup> / día son:

- $4\ 000,00\ \text{t/día} \times 1,0\ \% = 40\ \text{t/día}$  de sólidos y grasas con una humedad de 84,75 %.

El agua de bombeo filtrado pasa a una primera etapa, la cual consta de un sistema de flotación tipo



KROFTA, potenciado por micro burbujas que se generan en tubos de dilución (ADT) e inyectadas en la parte inferior del tanque. Después de recuperar la espuma el efluente, pasa a una segunda celda o etapa, en donde se inyecta aire para recuperar la espuma. El agua de bombeo generada en esta celda es bombeada por una tubería de 1 000,00 m de longitud que va a la Bahía.



Figura 7: Trommel con malla rotatoria de 1mm

- c. Relación de equipos y maquinarias para la etapa de bombeo de chata.

*Primera Etapa*

- Tk Recuperador de Grasa: Marca = GOALCO, Material = FeN, dimensiones:  $\text{Ø}=13\text{m}$ ,  $h=3\text{m}$ ;
- 02 bombas de Recirculación: Marca HIDROSTAL, Modelo: 65-200-3AHE-D500, caudal =  $120\text{m}^3/\text{h}$ .
- 02 tubos de Dilución: Marca: GOALCO, Modelo GMB 450/150.

## *Segunda Etapa*

- Celda de Flotación: Modelo = DENVER, Dimensiones: h=3m, a=6,6m, l=21,5m, material = FeN; provisto de 04 moto-reductores de 1HP impulsadores de paletas de 04 aspas c/u.
- Cinco (05) Generadores de Espuma: Modelo = Vertical, Potencia motor = 5HP c/u.
- Tk Calentamiento de Espuma: Modelo = Rectangular, dimensiones: h=1,5m, a=1,5m, l=6m; provisto de 01 serpentín de vapor de 2"Ø.
- Bomba de Espuma: Marca = DESMI, Modelo = SA-65, Potencia Motor = 10 HP.
- *Tercera Etapa*
  - Sistema Recuperador de Grasa: Provisto de 01 moto-reductor de 1,5HP impulsador de 02 paletas de jebe.
  - Bombas Multifase: Marca = Edur, modelo = LBU 603.
  - Bomba de espuma de agua: Marca = HIDROSTAL, Modelo = Autocebante de 3"x3".

#### 7.4.3. Tratamiento Físicoquímico de Agua de Bombeo

El efluente que sale del DAF 2 es bombeada hacia un tanque de almacenamiento de 1000 m<sup>3</sup> de capacidad, llamado Ecuallizador; cuya función es homogenizar el efluente captado y abastecer al siguiente sistema de tratamiento. Con el fin de tener una buena homogenización, este equipo posee un agitador interno móvil y automático.

El efluente proveniente del ecualizador ingresa al sistema de flotación DAF 3 (de marca Deltafloat) donde se le aplicará un tratamiento físicoquímico que consiste en la aplicación de insumos químicos (coagulantes y floculante) juntamente con la inyección de aire presurizado aplicado por un tanque Reactor ASR.

Producto de este tratamiento se obtiene un lodo flotante, que es recuperado con un cucharón móvil, el cual lo envía hacia un tanque de pre alimentación (4 m<sup>3</sup>) hacia la siguiente etapa de tratamiento. Por otro lado, se obtiene agua clarificada, el cual sale como efluente primario cumpliendo con los parámetros de límites máximos permisibles.

El lodo producido en el DAF 3, es enviado hacia una separadora decanter de marca Flottweg, el cual con ayuda de coagulante, floculante y fuerza centrifugas logrará producir una torta con un porcentaje de humedad < 75%. Por otro lado, la parte líquida obtenida sale como un segundo efluente que cumplen también con los parámetros de los LMP exigidos según normativa.



Figura 8: Sistema de tratamiento químico

a. *Sistema Deltafloat (Daf 3 – Clarificador)*

El DAF 3 es una instalación para la separación de sólidos – líquidos con el método de la flotación por aire disuelto, característico de una celda de flotación circular de volumen reducido y perfil bajo.

El agua proveniente del tratamiento DAF 2, es recepcionada en un tanque de almacenamiento y homogenización de 1000 m<sup>3</sup> (Ecuilizador), el cual al alcanzar un nivel mayor a 200 m<sup>3</sup>, podrá iniciar la alimentación del Equipo Deltafloat (DAF 3) con un flujo no mayor a 200 m<sup>3</sup>/h (visualizado en flujómetro). El agua que ingresa al sistema DAF 3, recibe un tratamiento químico a través de la aplicación de coagulantes y floculante utilizando bombas dosificadoras graduables.

Los químicos utilizados son:

- Coagulantes: Cloruro Férrico (Inorgánico) (40%)  
POLYCHEM BC 5318 (Orgánico)
- Floculante : POLYCHEM PA 8420 (0.15% - 0.20%)

Los coagulantes son productos líquidos de aplicación directa (con bombas dosificadoras según strokes), mientras que el floculante es un producto cuya presentación es en polvo, que para ser usado necesita ser llevado a solución (0.15 – 0.20%) con ayuda de un equipo de preparación MIXER de 3 m<sup>3</sup> de capacidad, el cual está formado por tres cámaras, cada uno de 1 m<sup>3</sup>; en el que se realiza el mezclado de Floculante sólido y agua blanda. El sistema de preparación MIXER opera automáticamente y dosifica solución floculante según se especifique en su tablero de control digital TOUCH.

Para optimizar el mezclado entre el agua de bombeo y los químicos agregados, se tiene un serpentín tubular llamado FLOCULADOR que permite un mayor tiempo de contacto entre las dos masas.

Los coagulantes se agregan al inicio del Floculador con el orden siguiente; primero el Cloruro Férrico y luego el Polychem BC 5318. Para el caso del floculante, este se agrega justo antes del ingreso a la cuba.

El sistema de trabajo del DAF 3 se efectúa con presurización de línea recirculado (agua clarificada). El DAF 3 se sostiene principalmente desde la base de la cuba. Un sector central fijo distribuye el caudal de entrada radialmente, de modo homogéneo y regular en el área de la cuba, cediendo a los flocúlos previamente formados y acaudalados de microburbujas de aire, flotar rápidamente a la superficie. La formación de la capa, estrato flotado o lodo en la superficie se inicia rápidamente en el centro y se extiende de inmediato hacia los laterales de la

cuba. Mediante un recogedor rotativo montado sobre un puente móvil, se recoge el material flotado que se transporta por gravedad por el centro del flotador. El recogedor está construido con dos sectores de recogida diferenciados, uno que es un sector de largura aproximada el radio libre de la superficie de recogida y un segundo sector que tiene de longitud aproximadamente la mitad del primer sector. Este sistema favorece una recogida homogénea del flotado consiguiendo recoger el máximo de la consistencia del flotado propiamente dicho. El agua clarificada se recoge en un tubo anular que está sumergido en la cuba del DELTAFLOAT y es conducida por medio de tres tuberías a un colector donde se encuentra una válvula modular que controla el caudal y mantiene el nivel constante de la cuba. Durante el funcionamiento, todas las superficies bañadas de la cuba se limpian mediante un sistema de rasquetas de fondo y laterales. Los eventuales sólidos sedimentados se remueven continuamente por medio de la rasqueta del fondo y son conducidos a una boca situada en el fondo de la cuba. La extracción de estos sedimentados se puede hacer de manera manual o por medio de una o varias válvulas temporizadas con mando neumático. Para evitar posibles problemas debidos a hielo, agua u otros y para garantizar una absoluta fiabilidad de funcionamiento, el avance de todo el equipo móvil se basa en un sistema de piñón y cremallera.

El DAF 3 posee un sistema de control automático de nivel, que ayuda a que la tina mantenga constante una cierta cantidad de agua según el nivel

seleccionado en el tablero de control. De lo contrario, en caso de excederse o reducirse el nivel; el sistema normalizará este parámetro aperturando o cerrando una válvula neumática a la salida del DAF 3.

El estándar de operación para el nivel es de 620 mm de agua.



Figura 9: Deltafloat Sistema De Disolución De Aire Asr.

Para realizar un buen funcionamiento del proceso de floculación con aire disuelto, es fundamental el sistema de dispersión de aire / agua que se adopta.

A través del sistema de disolución de aire ASR se logra una saturación muy eficaz, siendo el porcentaje de esta superior al 90% del valor teórico previsto en la Ley de Henry, inclusive al tratar el agua sucia con un alto contenido de partículas en suspensión. En el ASR se logra obtener una difusión de aire mejorado con un método de doble inyección por lo cual no es necesario utilizar difusores porosos de plástico, ni de cerámica con lo que se asegura la marcha continua y confiable sin mantenimiento.

La disolución del aire en el agua se hace bajo presión en el reactor de disolución de aire ASR. El caudal de agua de presurización ingresa por el segmento superior del saturador y se junta inmediatamente con el aire que se va a disolver. La mezcla aire agua se introduce a través de un agujero en un sistema de doble cámara cuya función es inducir la formación de una multitud de burbujas de aire creándose así una gran área de permutación y alcanzando de este modo el máximo de contenido de disolución de aire en el agua. La toma de agua presurizada se satura de aire disuelto y esto se ejecuta en el fragmento inferior de este tanque. Este sistema imposibilita el escape de burbujas de aire grandes y no disueltas que provocarían problemas en las siguientes fases de flotación. En el depósito de aire está previsto un sistema de descarga del aire introducido en exceso eventualmente, lo que garantiza la utilización del volumen total del propio depositando y garantizando, además, la máxima eficacia.

*b. Tratamiento de las Espumas recuperadas del Agua de Bombeo*

Después de separado las escamas y sólidos mayores a 0.3 mm en la primera fase del tratamiento de agua de bombeo, el caudal sigue su curso ingresando a una Trampa de Grasa para la recuperación de grasa por diferencia de densidades. La espuma que se forma en el área superficial del agua, que contiene sólidos y grasas es expulsada de manera periódica hacia un recogedor de aceites (Skimmer), recuperándose las espumas en tanque de acero inoxidable.



El caudal que sale de la trampa sigue su curso ingresando a un tanque de flotación (celda DAF), para un tratamiento de recuperación forzada de grasa, de donde parte del agua tratada es recirculada hacia un tanque de presurización para ser saturada con aire antes de ingresar nuevamente al tanque de flotación; el agua ya presurizada al ingresar libera las microburbujas de aire y éstas atrapan las partículas de aceites y grasas, reduciendo su densidad y acelerando su flotación, luego la espuma formada en la superficie del agua conteniendo sólidos y grasas es evacuada periódicamente mediante un recogedor de aceites (Skimmer), recuperándose las espumas en tanque de acero inoxidable.

El caudal de salida de la celda DAF se almacena en 02 tanques ecualizadores de 600 m<sup>3</sup> y luego el volumen acumulado es trasladado a 02 Decanter Hiller, para la separación de sólidos suspendidos del agua de bombeo posterior a la deposición de grasa, con el uso de coagulantes inorgánico, orgánico y floculante, optimizando la recuperación de sólidos en el agua de bombeo y sanguaza que va al emisor.

La espuma recuperada mediante una bomba de succión y descarga, se traslada hacia dos tanques coaguladores con una capacidad de 2.6 m<sup>3</sup> c/u, en la cual es calentada hasta una de temperatura de 90 a 95 °C, posteriormente se derivada a (02) maquinas Tricanter (FLOTTWEG Z-4D) de 10000 lt/h cada una, donde se obtienen aceites, sólidos y líquido; los sólidos son agregados al proceso de harina, el líquido se ingresa a un calentador y luego a una centrífuga ALFA LAVAL de 8000 L/h. para recuperar más aceite;

el aceite recuperado tanto de la tricanter como de la centrífuga, son llevados a una maquina pulidora donde se minimizan los contenidos de agua y sólidos y luego transportado a los tanques decantadores N°1, N°2 de 1.2 m<sup>3</sup> y un tanque de paso de 12 m<sup>3</sup> para posteriormente ser almacenado en un TK de mayor capacidad, previa purga. El efluente acuoso de la centrífuga es evacuado hacia el emisor submarino.



Figura 10: Celda de flotación DAF.

*c. Separadora Ambiental (Deshidratación de Lodo)*

Este equipo se emplea única y exclusivamente para separar líquidos y materias sólidas. El lodo proveniente del clarificador Deltafloat se almacena en un tanque de 4 m<sup>3</sup>, el cual por medio de una bomba es transportado hacia la separadora ambiental de marca flottweg.

El lodo que ingresa a este proceso de separación recibe un tratamiento químico que consiste en la aplicación de coagulante y floculante, con la finalidad

de obtener un agua clarificada con una turbidez no mayor a 200 NTU (Parámetro referencial para cumplir con LMP) y una torta con un porcentaje de humedad (70-75) %; Los productos químicos utilizados en este tratamiento son los siguientes:

- Coagulante: Cloruro Férrico - 40%
- Floculante: POLYCHEM PA 8750 – 0.25%

La dosificación del coagulante cloruro férrico se realiza a través de una bomba de diafragma regulada según stroke; Para el caso de dosificación de Floculante Polychem PA 8750 se agrega a través de una bomba centrifuga regulada desde su tablero de control digital Touch. Para el caso del Cloruro Férrico la aplicación es directa conforme proviene de fábrica al 40 %; y para el caso del POLYCHEM PA 8750, se realiza una preparación previa que consiste en la mezcla de dicho producto en polvo juntamente con agua blanda para tener como resultado una solución viscosa cuya concentración es de 0.25%, este proceso se realiza con la ayuda de la Estación de preparación de Floculante (TOMAL) conformado por una Tolva dosificadora y dos Tanques, uno para preparación y otro para maduración de la solución.

Para conocer la concentración de sólidos presentes en el lodo que ingresa a la separadora, se tiene instalado un sensor en línea con su respectivo visor digital que facilita la medición de los sólidos totales (%ST), lo cual ayudará a tener un mejor control del sistema flottweg.

El lodo ingresa por el agujero del eje central (separadora Flottweg); las partículas que tienen mayor peso específico se sitúan en las paredes del

tambor por la potencia centrífuga; el lodo a separar pasa por la zona de clarificación, en sentido de la salida de líquidos y sale del rotor de la centrifuga a través de una turbina centrípeta intercambiable, cuyo diámetro es graduable y determina el nivel de líquidos.

Las partículas situadas en la pared del rotor son transportadas por el cilíndrico sinfín cónico, atravesando la parte cónica del rotor a las perforaciones de salida y expulsadas a las cámaras de sólidos.

La humedad contenida en los sólidos y la pureza de los líquidos pueden ser ajustadas:

a) Modificando el nivel de líquidos a través del diámetro regulable de la turbina centrípeta:

- Disminución de la humedad de las partículas con un diámetro mayor de la turbina centrípeta y, por tanto, zona de secado más larga.
- Menor contenido de sólidos en la salida con un diámetro menor de la turbina centrípeta y, por tanto, mayor nivel de líquidos.

b) Cambiando las revoluciones del decantador:

- Si los sólidos en suspensión son más finos, las revoluciones del decantador deben ser superiores para que se logre una separación eficiente.

c) Cambiando las revoluciones diferenciales del sinfín:

- Mientras se desee obtener menor humedad en la torta expulsada, se debe programar un menor número de revoluciones en el equipo por minuto.

- Mientras la cantidad de sólidos sea mayor en la alimentación, las revoluciones por minuto deberán aumentar.

Los sólidos recuperados en la separadora ambiental son muestreados para determinar el porcentaje de humedad además de cuantificar la cantidad recuperada por día de producción.

La cantidad de sólidos solubles totales (SST), es igual a 700 mg/l, mientras que el de grasa es de 350 mg/l, es el límite permitido en el agua de bombeo que se bombea al emisor submarino.

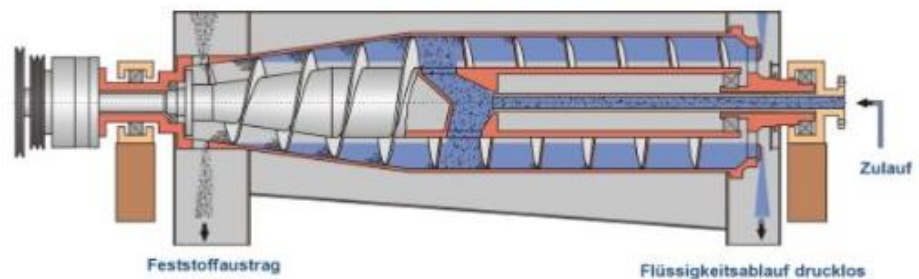


Figura 11: Separadora Ambiental (Deshidratación de Lodo).

#### 7.4.4. Sistema de tratamiento de agua de sanguaza

La sanguaza se origina en las pozas de almacenamiento de la materia prima y está compuesto de sólidos, sangre y agua de pescado (en un primer momento incluso agua de mar dentro del trato digestivo del pescado), exudado por la presión ejercida por el peso del pescado sobre este en el segmento inferior de las pozas, por la actividad bacteriana, por la autólisis y acción enzimática del tracto intestinal, la misma que aumenta con el tiempo y la temperatura.

a. *Caudal del Efluente*

El caudal de sanguaza se estima en 120 m<sup>3</sup>/ día, equivalente a 12 m<sup>3</sup>/h, generados durante 10 horas de trabajo de las pozas.

b. *Sistema de tratamiento.*

Se genera en la poza de almacenamiento, estas drenan a través de tubos de desfogue y colectadas en una poza de concreto, luego se filtra por una malla Cabinplan, donde se recupera los sólidos presentes mayores a 1 mm, para luego almacenarse en los tanques de calentamiento, donde se empieza a calentar en recirculación, por el paso de 2 intercambiadores de calor de casco y tubo. Esta agua de sanguaza calentada es pasada por una separadora de sólidos y por una centrífuga para recuperar el aceite que contiene, el cual se almacena como aceite de mayor a 3% de acidez.

Posteriormente el agua de cola sanguaza tratada ingresa a línea principal de proceso y como alternativa de deterioro de la materia prima, es recirculada hasta celda de flotación N° 01.

c. *Caracterización del agua de sanguaza.*

Tomando en cuenta los resultados de los informes de ensayo presentamos a continuación la siguiente tabla:

Tabla 6: Caracterización del Agua de Sanguaza

<b>PARÁMETRO</b>		<b>AGUA SANGUAZA CRUDA</b>	<b>AGUA SANGUAZA TRATADA</b>
SST (mg/L)	1	38 250,00	12 710,00
GRASAS (mg/L)	1	9 840,00	8 150,00
DBO5 (mg/L)	1	59 240,00	32 310,00
pH	1	6,72	6,75
TEMPERATURA °C	1	18	18
<b>PARÁMETRO</b>		<b>AGUA SANGU AZA CRUDA</b>	<b>AGUA SANGUAZA TRATADA</b>
SST (mg/L)	2	18 240,00	10 120,00
GRASAS (mg/L)	2	7 210,00	5 870,00
DBO5 (mg/L)	2	34 110,00	28 140,00
pH	2	6,74	6,71
TEMPERATURA °C	2	18	18

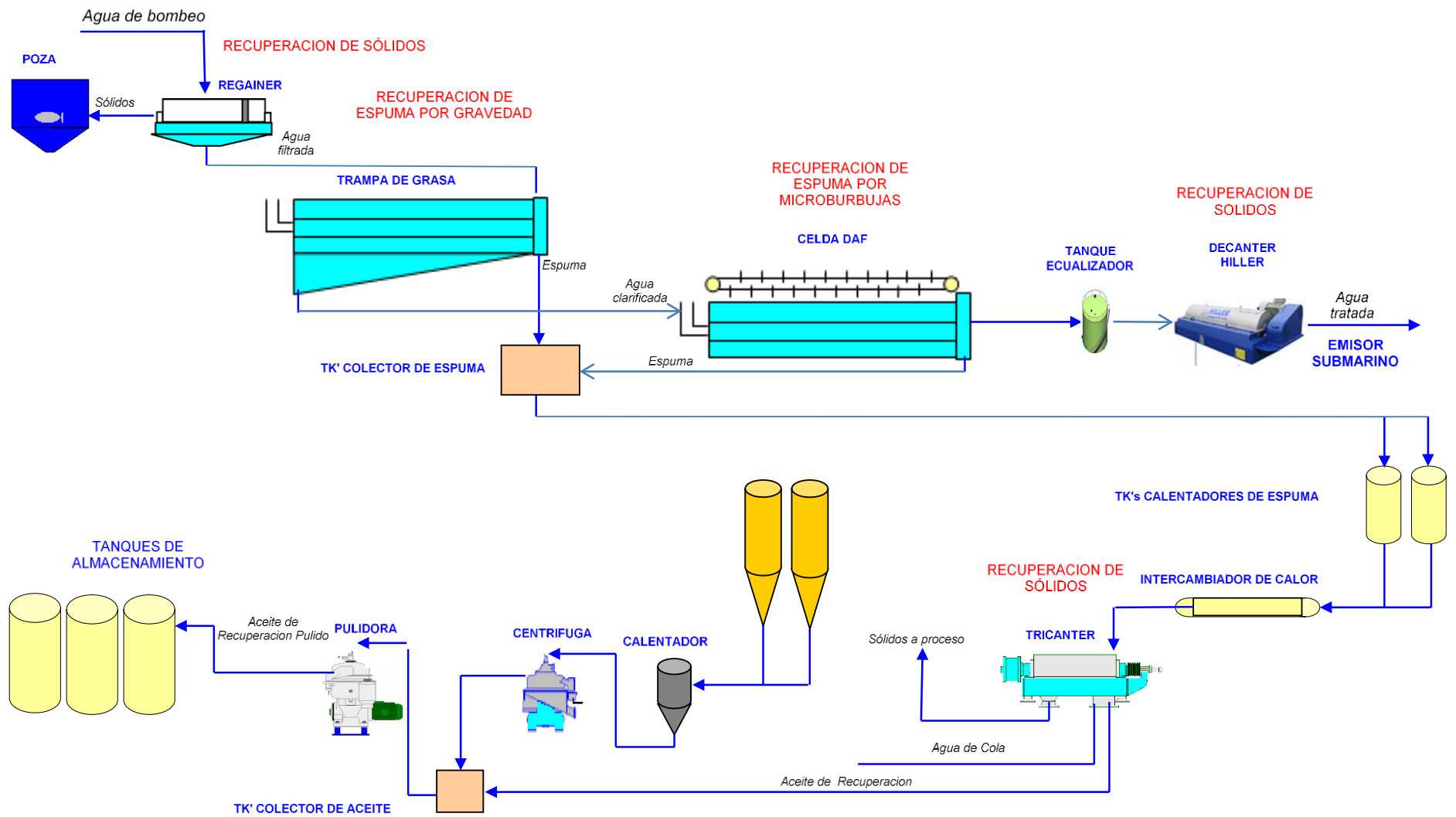


Figura 12: Diagrama de Flujo del Tratamiento de Efluente



### 7.5. Balances de proceso

El balance de materia en el proceso de tratamiento de efluentes se describe de la siguiente manera en cada etapa de tratamiento. El balance que se presenta esta dada en un periodo de producción

#### BALANCE DE SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

##### Primera etapa filtrado malla 0.5 mm

	Mg/l	TN materia prima
Ingreso		
SST (mg/l) ingreso	32148	40.2
Salida		
SST (mg/l) salida	27660	34.60

#### **SÓLIDOS RECUPERADOS AL PROCESO: 5.6 TN**

##### Segunda Etapa Filtrado – Malla 0.3 mm

Ingreso		
SST (mg/l) ingreso	27660	34.60
Salida		
SST (mg/l) salida	23360	29.2
SST (mg/l) DAF 1		

	Mg/l	TN materia prima
Ingreso		
SST (mg/l) ingreso	23360	29.2
Salida		
SST (mg/l) salida	11615	14.5

#### **SÓLIDOS RECUPERADOS AL PROCESO: 14.7 TN**

##### SST (mg/l) DAF 2

Ingreso		
SST(mg/l) ingreso	11615	14.5
Salida		
SST(mg/l) salida	6418	8.0

### **SÓLIDOS RECUPERADOS AL PROCESO: 6.5 TN**

Fuente: Balance PAMA consolidado junio 2015. Hayduk S.A.

### **SÓLIDOS RECUPERADOS AL PROCESO: 5.4 TN**

Fuente: Balance PAMA consolidado junio 2015. Hayduk S.A.

- RECUPERACIÓN DE SST EN CELDAS DE FLOTACIÓN
- RECUPERACIÓN DE SST ETAPA QUÍMICA

	Mg/l	TN materia prima
Ingreso		
SST (mg/l) ingreso	6418	8.0
Salida		
SST (mg/l) salida	666	0.8

### **SÓLIDOS RECUPERADOS AL PROCESO: 7.2 TN**

Fuente: Balance PAMA consolidado junio 2015. Hayduk S.A.

	Mg/l	TN materia prima
INGRESO TOTAL		
SST (mg/l) ingreso	32148	40.2
SALIDA TOTAL		
SST (mg/l) salida	666	0.8

## SÓLIDOS RECUPERADOS AL PROCESO: 39.4 TN

### RESUMEN BALANCE DE SÓLIDOS EN EFLUENTES

- BALANCE DE GRASAS EN EFLUENTES
  - 1. RECUPERACIÓN DE SST EN CELDAS DE FLOTACIÓN

#### SST (mg/l) DAF 1

	Mg/l	TN materia prima
Ingreso		
Grasa (mg/l) ingreso	25360	31.7
Salida		
Grasa (mg/l) salida	9639	12.0

#### **GRASA RECUPERADA: 19.7 TN**

#### Grasa (mg/l) DAF 2

Ingreso		
Grasa (mg/l) ingreso	9639	12.0
Salida		
Grasa (mg/l) salida	4223	5.3

#### **GRASA RECUPERADA: 6.7 TN**

Fuente: Balance PAMA consolidado Junio 2015. Hayduk S.A.

## RECUPERACIÓN DE GRASA EN ETAPA QUÍMICA

	Mg/l	TN materia prima
Ingreso		
Grasa (mg/l) ingreso	4223	5.3
Salida		
Grasa (mg/l) salida	340	0.4

**GRASA RECUPERADA: 4.9 TN**

Fuente: Balance PAMA consolidado Junio 2015. Hayduk S.A.

## RESUMEN BALANCE DE SÓLIDOS EN EFLUENTES

	Mg/l	TN materia prima
INGRESO TOTAL		
Grasa (mg/l) ingreso	25360	31.7
SALIDA TOTAL		
Grasa (mg/l) salida	4223	5.3

**GRASA TOTAL RECUPERADA: 26.4 TN**

Fuente: Balance PAMA consolidado Junio 2015. Hayduk S.A.

## RESUMEN TOTAL DEL BALANCE DE MATERIA

1. RECUPERACIÓN TOTAL DE SST: 39.4 TN
2. RECUPERACIÓN TOTAL DE GRASA: 26.4 TN
3. EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN: 93.7 %

Tabla 7: Concentración de efluentes vertidos al emisor.

Efluente		Límite
Grasa (ppm)	296.4	350
Sólidos (ppm o mg/L)	697.2	700

Fuente: Balance PAMA Hayduk.

Se muestra los resultados del tratamiento de recuperación de sólidos y grasa de los efluentes en las distintas etapas de producción como se muestra en la figura 12. Estando los límites de grasa (296.4 ppm) dentro del rango establecido por la norma. Mientras los sólidos (697.2 ppm o mg/L), estando en un rango aceptable. Siendo recurrente estos valores como se muestra en el anexo 6.

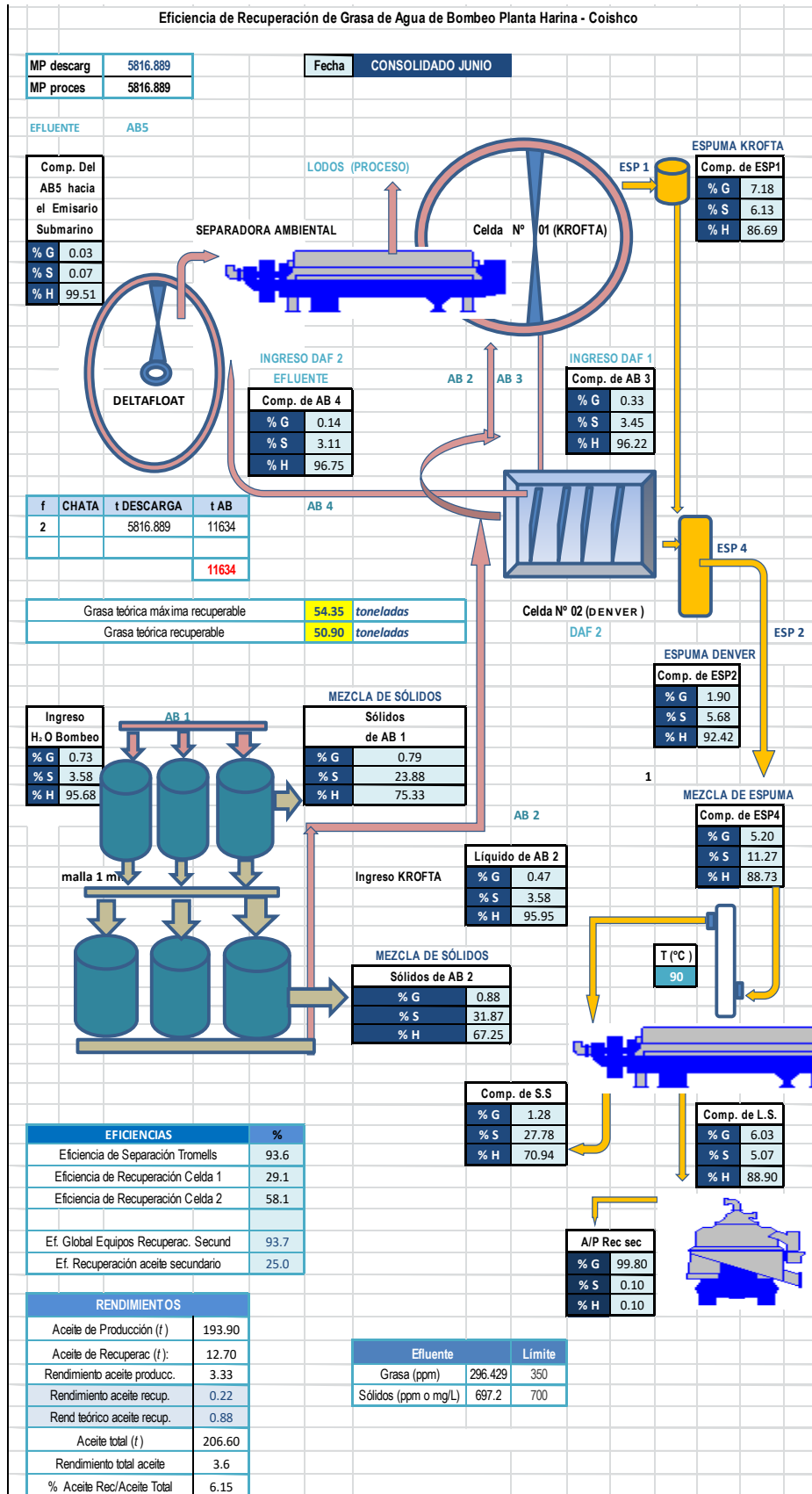


Figura 13: Balance de proceso de recuperación de grasa y sólidos

## 7.6. Monitoreo del tratamiento efluentes

El monitoreo y la gestión del tratamiento de efluentes está a cargo del Gestor de materia prima y PAMA, donde se identifica las entradas y salidas de efluentes desde los desagües rotatorios (PAMA I), hasta el ingreso del CMR (Cuerpo marino receptor).

### 7.6.1. Toma de Muestras

Este procedimiento se realiza en cada descarga en cada punto de muestreo aplicando el procedimiento estipulado con la finalidad de realizar la evaluación física y química del agua de bombeo, se realiza composito por turnos de producción y se almacenan en baldes plásticos de capacidad de 20 litros. Se toman muestras en cada descarga según el tonelaje reportado, al finalizar el turno se saca un litro y se evalúa los parámetros de turbidez, temperatura y p H y se lleva al laboratorio para su respectivo análisis

Puntos de muestreo:

- Salida del trommel de 1mm de malla –AB
- Salida trommel de 0.5 mm de malla-AB
- Salida de la celda de flotación DAF1-AB
- Salida de la celda de flotación DAF2-AB
- Salida del tanque colector de espuma-ESP
- Salida del tanque ecualizador-Efluente
- Agua clarificada de celda química
- Lodos disueltos de la celda química
- Agua clarificada de separadora ambiental
- Torta ambiental (Lodo compacto)
- Mezcla de agua clarificada

La rotulación se realiza de la siguiente manera:

- Fecha y hora:
- Nombre del muestreador:
- Tipo de Muestra:

- Punto de Muestreo:
- Temperatura:
- pH:
- Turbidez (NTU):



Figura 14: Muestras rotuladas

#### 7.6.2. Control de los parámetros de calidad, operatividad y eficiencia

Después del proceso de producción se envía las muestras al laboratorio de calidad donde se realizan los análisis y se corroboran los parámetros de calidad, operatividad y eficiencia que se cumplen en la planta de tratamiento de agua de bombeo:

Parámetros de calidad

- Espuma
  - Grasa  $\geq 4\%$
  - Anisidina  $\leq 30 \text{ mmol/kg}$
- Torta ambiental:
  - Humedad  $\leq 72\%$
  - Tvbn  $\leq 15$
  - Grasa  $\leq 3\% - 5\%$



Cloruro  $\leq 2\%$   
Cenizas  $\leq 4\%$

- Efluente:

Turbidez  $\leq 300$  ntu  
Ph 5 - 9  
Sst  $\leq 700$  ppm  
Grasa  $\leq 350$  ppm

Parámetros de operatividad

- Recuperación secundaria I - (Tratamiento físico)

Presión 85-90 psi  
Amperaje 130  
Presión de aire 90 – 100 psi

- Recuperación secundaria II - (Tratamiento químico)

Clarificador:

Caudal: Máx. 250 M<sup>3</sup>/H  
Presión : 5 - 6 Bar  
Stroke Según Ingreso De Efluente  
Q Pa 8420 0.5 - 5 M<sup>3</sup>/H  
[ ] Pa 8420 0.20%

Separadora Ambiental:

. Dif 2 – 20 Rpm  
Torque  $\geq 65$   
Caudal 12 – 50 M<sup>3</sup>/H  
Stroke Según Lodo  
Pa 8750 1.5 – 16 M<sup>3</sup>/H  
Pa 8750 0.25 %

- **Prueba de Jarra**

Uno de los análisis de mayor importancia que se realiza es la Prueba de Jarra. El cual consiste en simular la coagulación que se produce en la coagulación que se en la celda química con aireación con la finalidad de monitorear el tratamiento y realizar las posibles

desviaciones con la dosificación de químicos como floculantes y coagulantes.

Esta prueba identifica los siguientes parámetros:

- Dosificación de coagulante y floculante
- Determinar formación de floculos
- Como se ve influenciado la coagulación por acción del pH.
- Velocidad de partículas
- Tiempo de detección
- Aireación

#### *Determinación de la dosificación del coagulante*

Realizar este ensayo permitirá conocer la dosis exacta de coagulante permitiendo una rápida desestabilización de las partículas coloidales formando el floc pesado el cual se retendrá en los sedimentadores. Además, permitirá incrementar el rendimiento en el proceso de clarificación de efluentes en la empresa Hayduk S.A. El floc que rápidamente sedimenta no es necesariamente la que queda retenida en el filtro, el floc deseado es el que mejor rendimiento da en el proceso de clarificación.



Figura 15: Equipo de test de jarras

- *Porcentaje de Grasa*

Usamos el method Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th. Ed. Method 5520D. Washington; o Equipo Automático Extractor Soxhlet

Límites permitidos:

- ✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos dentro de la zona de protección ambiental litoral (a): 20 mg/l
- ✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (a):  $1,5 \cdot 10^3$  mg/l
- ✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (b):  $0.35 \cdot 10^3$  mg/L.

Los valores consisten en el promedio diario de un mínimo de tres muestras de un compuesto según se establece en la Resolución Ministerial N° 003- 2002- PE.

- ***Solidos Suspendidos totales***

Este análisis está implementado con standard methods for examination of water and waste water, 20th. ed. part.2540d Washington.

- ✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos dentro de la zona de protección ambiental litoral (a): 100 mg/l
- ✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (a):  $2,5 \cdot 10^3$  mg/l
- ✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (b):  $0.70 \cdot 10^3$  mg/l

- **pH**

se determina mediante el protocolo de monitoreo aprobado por resolución ministerial N° 003-2002- pe

✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos dentro de la zona de protección ambiental litoral (a): 6 - 9

✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (a): 5 - 9

✓ Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (b): 5 – 9

7.6.3. Mejora en la Gestión de procesos

En la planta de harina y aceite de pescado se tiene dividido en secciones como Gestión de materia prima y PAMA (Zona húmeda), Gestión de aceite y Gestión de harina (Zona Seca).

Tabla 8. Aspectos sanitarios de sección de materia prima y PAMA

Gestión	Puntos de control	Frecuencia y parámetros	Importancia
<p>Gestionar con operadores de sección y personal intermitente que cumpla los procedimientos de las SSOP y GMP+.</p> <p>Gestionar con los operadores la operatividad de los equipos.</p>	<p>Desde los desagüadores hasta el efluente vertido al mar y torta agregado a cocina.</p>	<p><b><u>Frecuencia:</u></b> Inicio y termino de producción.</p> <p><b><u>Parámetros:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Separadora Ambiental por horas de trabajo / Amperaje. Alto.</li> <li>➤ Deltafloat por horas trabajadas.</li> <li>➤ Inspección de Limpieza de superficies.</li> </ul> <p><b><u>Impacto:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Incremento de acidez en el Aceite PAMA, incremento de TBVN en lodos.</li> <li>➤ Asegura la operatividad del equipo.</li> </ul>	<p>Prevenir el crecimiento y contaminación Bacteriana</p> <p>Eficiencia de los equipos, asegura la limpieza exhaustiva y operatividad del equipo.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Interacción e impacto a las otras secciones

Gestión Interacción			Impacto	
			Positivo	Negativo
Antes del arranque	Coordinar el inicio de descarga de MP	Interactúa con Sección 1	Mantener los volúmenes de agua de acuerdo a la capacidad del Tanque equalizador.	Parar una línea o toda la descarga por tener el tanque equalizador lleno.
Durante el proceso	<p>-Coordinar la dosificación optima de lodos de acuerdo a la calidad pronosticada y ritmo de Planta con sección 1 y 2.</p> <p>-Gestionar la dosificación correcta de los insumos químicos.</p> <p>-Mantener la humedad de la torta no menor a 72%.</p>	Con Sección 2 y 3	<p>-Asegura la calidad proyectada.</p> <p>-Optimiza el proceso.</p> <p>-Mejora el rendimiento del P/H.</p> <p>-Cumple con los LMP vertidos al mar.</p> <p>-Reducir costos.</p>	<p>-Incremento de TBVN en los lotes de MP.</p> <p>-Pérdida de calidad del lote pronosticado para el producto final.</p> <p>-Satura los colectores de alimentación, rastras y cocinas.</p> <p>-La torta no cumple con las características de calidad para ser agregado a cocina.</p> <p>-El efluente vertido al emisor no cumple los LMP.</p>
Antes del arranque	-Coordinar el inicio de descarga de MP	Interactúa con Sección 1	-Mantener los volúmenes de agua de acuerdo a la capacidad del Tanque equalizador.	-Parar una línea o toda la descarga por tener el tanque equalizador lleno.

Durante el proceso	<p>-Coordinar la dosificación óptima de lodos de acuerdo a la calidad pronosticada y ritmo de Planta con sección 1 y 2.</p> <p>-Gestionar la dosificación correcta de los insumos químicos.</p> <p>-Mantener la humedad de la torta no menor a 72%.</p>	Con Sección 2 y 3	<p>-Asegura la calidad proyectada.</p> <p>-Optimiza el proceso.</p> <p>-Mejora el rendimiento del P/H</p> <p>-Cumple con los LMP al vertidos al mar.</p> <p>-Reducir costos.</p>	<p>-Incremento de TBVN en los lotes de MP.</p> <p>-Pérdida de calidad del lote pronosticado para el producto final.</p> <p>-Satura los colectores de alimentación, rastras y cocinas.</p> <p>-La torta no cumple con las características de calidad para ser agregado a cocina.</p> <p>- El efluente vertido al emisor no cumple los LMP.</p>
--------------------	---	-------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia

### 7.6.3.1 Impacto en la gestión del lote de materia prima

Impacto positivo:

- Mejor rendimiento del proceso P/H
- Comunicación con las otras secciones asegura la optimización del proceso.

Impacto negativo:

- Incremento de TBVN en los lotes de materia prima
- Incremento de anisidina en el aceite.
- Mayor ensuciamiento de las centrifugas, colectores de alimentación y rastras ya que el lodo se impregna en las paredes formando

capas gruesas que involucra mayor tiempo de limpieza.

## **VIII. APORTES LOGRADOS PARA EL DESARROLLO DEL CENTRO LABORAL**

Se desarrolló una propuesta tecnológica para el tratamiento de efluentes

### **8.1. Propuesta Tecnológica de Mejora**

#### **8.1.1. Electrocoagulación aplicada al tratamiento de efluentes**

El tratamiento de efluentes por electrocoagulación (EC) viene siendo practicado con éxito, pero con popularidad limitada. En la última década, esta tecnología ha presentado un uso creciente en América del Sur y en Europa para el tratamiento de efluentes industriales que contienen metales. En América del Norte la electrocoagulación se aplica a varios residuos líquidos, como en el tratamiento de las aguas residuales de las industrias de papel, minería e industrias de procesamiento de metales y celulosa (MOLLAH, 2001; TCHAMANGO et al., 2010).

La electrocoagulación se ha aplicado para el tratamiento de agua que contiene residuos alimentarios, químicos y residuos de pulido mecánico, residuos y solución que contiene metal. Normalmente, los estudios empíricos se realizan en el electrocoagulador para definir los principales parámetros de operación para grandes volúmenes de agua contaminada o de flujos de residuos. La tecnología fue optimizada para minimizar el consumo de energía eléctrica y maximizar las tasas de transferencia de efluentes (MOLLAH, 2001).

La electrocoagulación tiene el potencial de ser la elección distinta económica y ambiental para el tratamiento de aguas residuales y otras cuestiones relacionadas con la



gestión del agua. Es una técnica eficiente ya que la adsorción en superficies de hidróxidos minerales es 100 veces mayor in situ, en comparación con los pre-hidróxidos precipitados cuando se utilizan hidróxidos de metales como coagulantes. La electrocoagulación necesita equipos sencillos y puede ser destinada a todas las escalas de proceso, además de ser rentable y fácilmente accesible.

Los costos de puesta en marcha y operación son relativamente bajos. Se requiere bajo costo de mantenimiento, sin partes móviles, ya que prácticamente ninguna adición de productos químicos es necesaria en este proceso, lo que trae la oportunidad mínima de contaminación secundaria. Se opera en baja corriente, y puede ser ejecutada incluso por procesos verdes, tales como, solar, molinos de viento y celdas de combustible (MOLLAH, 2001).

En compuestos orgánicos biodegradables, la electrocoagulación tiene la capacidad de romper, de forma segura y con relativa rapidez, estos materiales y removerlos del medio ambiente. Los coloides hidrofílicos son responsables de la coloración del agua y característicamente tienen un origen orgánico, con un R-NH suspendido o R-OH, ya los coloides hidrofóbicos son de origen mineral. La aglomeración ocurre debido a las superficies negativas concentradas que hacen aglomeración. Coloides nunca son perfectamente hidrofílicos o hidrofóbicos, la fracción de cualquiera de estas características depende de su constitución molecular. Debido a la baja velocidad de sedimentación, la mejor manera de eliminar los coloides es el proceso de coagulación-floculación. El objetivo de la coagulación es desestabilizar la carga electrostática para promover la

unión de coloides, permitiendo así su aglomeración durante el paso de floculación (CASILLA et al., 2007). En la electrocoagulación, un conjunto de electrodos está generalmente ligado a una fuente externa y se basa en la generación de coagulantes in situ por disolución anódica (de aluminio o hierro) y producción de hidróxido a través de la hidrólisis del agua en el cátodo, que desestabilizan y se agregan las partículas promoviendo la adsorción de los contaminantes disueltos y su precipitación (AOUNI et al, 2009; ONCEL et al., 2013).

La electrocoagulación ocurre cuando el ánodo de sacrificio sufre la oxidación liberando iones metálicos y el cátodo sufre la reducción, ocurriendo la formación de iones hidroxilo, a través de la hidrólisis del agua. Los iones metálicos disueltos a un pH adecuado, forman coagulantes y se combinan con los iones hidroxilo, formando los compuestos hidróxidos metálicos, que favorecen la formación de copos por desestabilización de los contaminantes o partículas suspendidas, permitiendo la remoción de contaminantes por sedimentación o flotación, estas reacciones se pueden observar en la Figura 15 (TCHAMANGO et al., 2010; KATAL; PAHLAVANZADEH 2011).

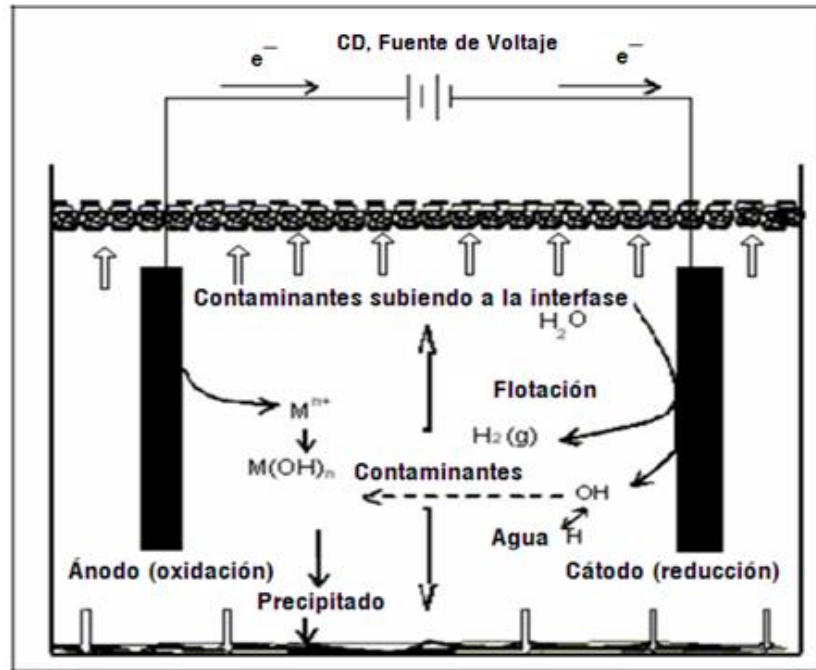


Figura 16 - Esquema del sistema de electrocoagulación

Fuente: Mollah (2004).

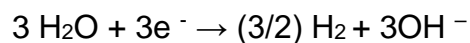
Segundo Bouhezila (2011), Akbal (2012) y Khandegar e Saroha (2012), cuando el aluminio y el hierro se utilizan como material del ánodo, las reacciones que ocurren en electrodos durante la electrocoagulación son las siguientes:

Electrodos de aluminio

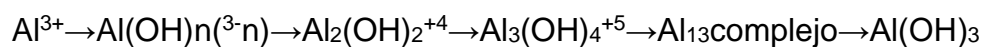
La reacción de oxidación ocurre en el ánodo:



La reacción de reducción tiene lugar en el cátodo:



La reacción global durante la electrólisis:



El material del electrodo aplicado al tratamiento de aguas residuales no puede ser tóxico para la salud humana y el

medio ambiente. Los materiales comúnmente empleados son aluminio, hierro, acero inoxidable, acero al carbono y grafitos todos presentan eficiencia, bajo costo, de fácil adquisición y no tóxicos (MOLLAH, 2004; KATAL; PAHLAVANZADEH, 2011). La utilización de diferentes combinaciones de (Al / Al, Fe / Al, Fe / Fe) del electrodo para el tratamiento de aguas residuales ha sido relatada en la literatura (BOUZEHILA et al., 2011).

#### **a. Tipos de reactores**

Varios tipos de reactores fueron propuestos, monopolar, bipolar entre otros, siendo el más utilizado es el reactor monopolar (MOLLAH, 2001). Los reactores consisten en pares de placas metálicas usando conexión eléctrica en paralelo y conectada a una fuente de corriente eléctrica continua. Las placas de los metales se conocen como electrodos de sacrificio. Los electrodos pueden ser contruidos de un mismo material o pueden ser de materiales diferentes (MOLLAH, 2001; KHANDEGAR, SAROHA, 2013).

Un reactor monopolar de electrocoagulación puede estar compuesto por una célula electrolítica con un ánodo y un cátodo. Cuando se conecta a una fuente de potencial externo, el ánodo sufre corrosión debido a la oxidación, mientras que el cátodo está sujeto a reacciones de reducción. En este caso, se requiere el uso de electrodos de gran área, o la utilización de electrodos conectados en paralelo, como muestra la Figura 16. Este reactor se denomina monopolar. En un arreglo paralelo, la corriente eléctrica se divide entre todos los electrodos en relación a la resistencia de las celdas individuales. Este tipo de reactor es el más utilizado en el tratamiento de efluentes industriales.

Las configuraciones usuales de los reactores de electrocoagulación son típicamente placas (vertical u horizontal), placas perforadas, tubos concéntricos, y reactores de lecho fluidizado (MOLLAH, 2001; MOLLAH, 2004). Hay una variedad de reactores citados en la literatura, tanto en la forma geométrica, como en el material utilizado o en el arreglo de los electrodos. Las variaciones de diseño incluyen: un reactor de lecho fluidizado, que emplea pastillas de aluminio y electrodos en paralelo (WIMMER, 2007); reactores con sistemas de agitación mecánica o por barra magnética o con recirculación externa; de acuerdo con la normativa vigente en el sector de la construcción, en el marco de la normativa vigente en materia de protección del medio ambiente. En el caso de los reactores de flujo continuo, con flujo en vertical y horizontal con electrodos de placas cuadradas o rectangulares montados en paralelo, también relata el uso de reactores formados por tubos concéntricos, siendo estos conductos de flujo y también electrodos el cátodo y el ánodo.

La esencia de un reactor de EC es una célula electroquímica en la cual un ánodo de sacrificio de metal se utiliza para añadir al agua contaminada un agente coagulante (HOLT et al., 2005). El material del electrodo usado determina el tipo del coagulante (HOLT, 2002). El electrodo de sacrificio y el cátodo pueden ser compuestos del mismo o de diferentes materiales (MOLLAH, 2004). En general, los materiales utilizados para la electrocoagulación son el aluminio y el hierro, en forma de chapas o en forma de empaquetados de chatarra (WIMMER, 2007).

Además de estos, existen relatos de uso de varios materiales como electrodos, incluyendo acero inoxidable y

platino, pero algunos de ellos presentaron rápida pérdida de actividad debido a la obstrucción de la superficie (carbono vítreo), otros liberaban iones tóxicos ( $\text{PbO}_2$ ) y otros mostraron tener vida útil ( $\text{SnO}_2$ ) (HOLT, 2002)

El uso de materiales idénticos en la confección del electrodo, destinados al tratamiento de efluentes presentan como ventaja el mismo potencial, desgastes uniformes entre los electrodos, simplifican el mantenimiento y el bajo costo por ser el mismo material (SILVA, 2002).

No hay ciertamente ningún "reactor dominante" de la EC en uso. Las condiciones de operación reportadas y el rendimiento, reflejadas en una amplia variación de diseño, hacen que los reactores sean "ajustados" para servir a una aplicación específica (WIMMER, 2007). Cada sistema electrolítico tiene su propio conjunto de ventajas y desventajas, entre las cuales varios grados de tratamiento y habilidad; sin embargo, lo importante en un proyecto de un reactor de electrocoagulación es hacer que se logra la máxima eficiencia del equipo (MOLLAH, 2004).

#### 8.1.2. Efecto de las características del efluente en el proceso de electrocoagulación

**pH:** El pH del efluente afecta en la eficiencia de la electrocoagulación y la solubilidad de los hidróxidos metálicos, con mejor remoción de contaminantes encontrados en pH 7. El consumo de energía es, sin embargo, superior en pH neutro, debido a la variación de la conductividad. Cuando la conductividad es alta, el efecto del pH no es significativo (CHEN, 2004). Cuando se utiliza célula electroquímica con electrodos de aluminio en el proceso de EC, para diferentes densidades de corriente, la variación del pH del medio acaba influenciando, generando

varias especies de aluminio. La especiación del aluminio cambia significativamente con el pH y la densidad de corriente. Es decir, para bajos valores de pH, especies monoméricas de hidrólisis son las principales especies formadas, con una pequeña cantidad de precipitado y de especies poliméricas. Para valores de pH cercanos al de la neutralidad (entre 5 y 9), el hidróxido de aluminio precipitado, es la especie principal, con poca cantidad de especies solubles para una densidad de corriente menor. A partir de pH 9, la formación de precipitados disminuye y aumenta la proporción de aluminio monomérico y polimérico. La mayor proporción de aluminio de la especie polimérica está formada para pH entre 4 y 5 (JIMÉNEZ et al., 2012).

**Conductividad eléctrica:** El mecanismo de la EC es altamente dependiente de la química del medio acuoso, especialmente la conductividad. Además, otras características tales como pH, tamaño de partícula y concentraciones de los constituyentes químicos influyen también en el proceso. La conductividad de la solución es muy importante en el proceso de electrólisis, ya que la eficiencia de remoción del contaminante y el costo operacional están directamente relacionados con esta característica (KHANDEGAR, SAROHA, 2013). La solución debe tener cierta conductividad mínima para que ocurra un flujo de la corriente eléctrica. La conductividad de un efluente puede ser ajustada por la adición de una cantidad suficiente de sales, en general, se hace uso del cloruro de sodio (NaCl) por ser un producto de bajo costo y no ser tóxico, es conocido por afectar la tensión de la célula (U), la eficiencia de corriente y el consumo de energía eléctrica, debido a la disminución de la caída óhmica de aguas residuales. El consumo de energía, que es

proporcional a  $U^1$ , disminuirá (MERZOUK et al., 2009). Con la utilización de NaCl a altas concentraciones, ocurre la liberación de iones  $Cl^-$  y puede producirse la formación de compuestos organoclorados de toxicidad considerable (DASESHVAR et al., 2007). Según Chen (2004), la presencia de los iones cloruro podría reducir significativamente el efecto adverso de los aniones, tales como  $HCO_3^-$ . La existencia de iones carbonato o iones sulfato llevaría a la precipitación de los iones  $Ca^{+2}$  y  $Mg^{+2}$ , que forman una capa aislante en la superficie de los electrodos, aumentando la resistencia eléctrica de los electrodos causando una disminución significativa en la intensidad de corriente. Para Khandegar (2013), la adición de NaCl es una alternativa para mejorar la conductividad de la solución, ya que el consumo de energía se reduce cuando la conductividad de la solución es adecuada.

**Intensidad de corriente eléctrica:** La corriente utilizada en la electro floculación determinará la cantidad de metal (Fe, Al entre otros) que será oxidada en el ánodo. Los cuidados deben ser tomados al elegir el valor de la intensidad de corriente eléctrica aplicada. La elevada corriente puede significar pérdida de potencia, pues parte de ella se disipará por el efecto Joule, y también mayor frecuencia de mantenimiento de los electrodos (CRESPILO; REZENDE, 2004). La intensidad de corriente eléctrica se identifica como el parámetro operativo clave de la EC, afectando no sólo el tiempo de respuesta del sistema, sino también influyendo fuertemente en el modo dominante de separación y remoción de contaminantes (MOLLAH, 2001). La intensidad de corriente es crítica, en el proceso de electrocoagulación, ya que es variable operativa que puede ser controlada. Se determina la tasa de producción, el agente coagulante y las



burbujas generadas, influenciando fuertemente tanto la solución de mezcla, así como la transferencia de masa a los electrodos (HOLT et al., 2005).

**Agitación:** La agitación influye fuertemente en el rendimiento y la eficacia de los reactores de electrocoagulación (HOLT et al., 2002). En los procesos de electrofloculación y flotación, el transporte de masa puede ser más eficiente a través del aumento de la turbulencia o mezcla. La mezcla del fluido puede ser aumentada, aumentando la tasa de flujo dentro del reactor de electrocoagulación. El aumento en el nivel de turbulencia ayuda a reducir la pasivación de las placas de los electrodos (MOLLAH, 2004). La agitación aumenta la homogeneidad en todo el reactor y generalmente se obtiene con una fuente mecánica, como un agitador. En la electrocoagulación, los reactores electrolíticos producen burbujas de gas in situ que son el oxígeno e hidrógeno, que pueden ayudar en la agitación (HOLT et al., 2005). Según Mollah (2004), esas burbujas son esferas con propiedades aislantes, y si estas se acumulan en la superficie del electrodo aumentará la resistencia eléctrica de la célula y, como resultado, más energía eléctrica deberá ser utilizada para lograr una mejor eficiencia de remoción. Así, para minimizar o eliminar la acumulación de burbujas alrededor de los electrodos, el flujo dentro del reactor deberá ser suficiente.

**Tiempo de electrocoagulación:** El tiempo de tratamiento es la variable más importante en el proceso de electrocoagulación. Se entiende como el tiempo previsto, considerado suficiente para que ocurra todo el proceso de formación de hidróxidos de metal hasta completar la coagulación de las impurezas presentes en el efluente a

ser tratado. En general, el proceso normal ocurre en 15 a 175 minutos, obteniendo la máxima remoción posible de diversos iones metálicos (MURTHY, PARMAR, 2011).

Distancia entre los electrodos: De acuerdo con las características del efluente, la eficiencia del proceso puede ser mejorada variando la distancia entre los electrodos. La influencia sobre el proceso se explica por el hecho de que el campo eléctrico entre los electrodos disminuye a medida que es variable aumenta. En cuanto a la distancia entre los electrodos, mayor será la diferencia de potencial aplicada, pues la solución tiene resistividad al paso de corriente eléctrica (CRESPILO; REZENDE, 2004). Cuando se trabaja con electrolito de alta conductividad, aumentando la distancia entre electrodos, la eficiencia de remoción aumenta. (DANESHVAR; SORKHABI, 2004).

#### 8.1.3. Ventajas y desventajas del tratamiento electrolítico

Las ventajas relacionadas con el sistema de electrocoagulación son las siguientes (MOLLAH, 2001; MOLLAH, 2004, VALENTE et al., 2012):

- Requiere un equipo sencillo y fácil de operar.
- El lodo formado tiende a ser rápidamente decantado y es de fácil deshidratación, ya que está compuesto por una serie de hidróxidos y óxidos metálicos, a diferencia del lodo generado con los coagulantes convencionales.
- La electrocoagulación genera efluentes con una menor cantidad de sólidos disueltos, comparado con tratamientos químicos.
- Evita la adición de sustancias químicas, disminuyendo la posibilidad de contaminación secundaria (elevación de la concentración de sulfatos, por ejemplo, de materia orgánica, polímeros).

- Las burbujas de gases producidos durante la electrólisis pueden favorecer el proceso de electroflotación, donde las partículas sólidas se cargan hacia la parte superior de la solución. Así, se tiene una mayor facilidad de concentración, recolección y remoción de los contaminantes.
- Los electrodos son electro-disueltos y necesitan ser constantemente reemplazados.
- El alto consumo de energía eléctrica eleva el costo operacional del proceso.
- Una capa de óxido puede formarse en la superficie del cátodo, llevando a la pérdida de eficiencia del proceso (como puede ocurrir con el aluminio, por ejemplo), sin embargo, el cambio de polaridad puede ayudar a reducir esa interferencia.
- Alta conductividad del efluente es requerida lo que limita su uso con agua conteniendo bajos contenidos de sólidos disueltos.
- En el caso de la eliminación de compuestos orgánicos, algunos compuestos clorados tóxicos pueden formarse "in situ", por ejemplo, si los cloruros también están presentes. Aguas residuales con alto contenido de ácido húmico pueden ser favorables para la formación de trihalometanos. Si los fenoles y los metabolitos de algas y productos de descomposición están presentes, el cloro puede llevar la generación de compuestos con sabores y olores indeseables.

## 8.2. Aspectos ambientales e impactos ambientales resueltos por la propuesta tecnológica

Se realizó pruebas a nivel de laboratorio para evaluar la electrocoagulación para el tratamiento de efluentes del proceso de harina de pescado de la empresa.

**Metodología experimental:** El sistema de electrodos monopolares fue montado con seis placas de aluminio con dimensiones de 91,20 x 0,64 x 59,54 mm, conectadas eléctricamente en paralelo, resultando en tres pares de electrodos. El espaciamiento entre los electrodos fue de 8,47 mm, sumergidos en una cuba con un volumen útil de 600 mL (0,0006 m<sup>3</sup>).

Para el experimento de laboratorio de EC se utilizó una fuente de corriente continua, las densidades de corriente aplicadas fueron de 1,00 y 1,50A / cm<sup>2</sup>. Los experimentos se realizaron a temperatura ambiente. El proceso de electrocoagulación se realizó con agitación (30 rpm) y sin agitación. Los tiempos de electrocoagulación fueron preestablecidos en 10, 20 y 30 minutos. Se aplicó un diseño de factorial 2<sup>k</sup>.

En el caso de las operaciones de electrocoagulación se produjo la formación de tres fases, una fase sobrenadante (espuma), otra precipitada (lodo) y una fase intermedia líquida (agua tratada), siendo que de ésta se retiraron alícuotas para la realización de los análisis.

Los sólidos totales se determinaron a partir de una alícuota de 10 mL, en crisol de porcelana de 25 mL previamente calcinado a 550°C en un horno mufla, se pesó, y seco en estufa a 65°C hasta que se complete la evaporación

Resultados:

En la tabla 10 se presenta los experimentos realizados, así como los resultados de sólidos totales obtenidos.

Tabla 10: Resultados experimentales obtenidos

Ensayo	Intensidad (A/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (min)	Solidos Totales R1
Sin tratamiento	NA	0	0.85
1	1	10	0.71
2	1.5	10	0.66
3	1	20	0.64
4	1.5	20	0.61
5	1	30	0.63
6	1.5	30	0.63
7	1	10	0.7
8	1.5	10	0.67
9	1	20	0.66
10	1.5	20	0.63
11	1	30	0.64
12	1.5	30	0.61
13	1	10	0.72
14	1.5	10	0.64
15	1	20	0.65
16	1.5	20	0.62
17	1	30	0.62
18	1.5	30	0.6

En la tabla 11 se presenta el análisis de varianza para determinar si hay diferencias significativas entre las variables. Como se puede ver la intensidad, tiempo y la interacción de ambas variables son estadísticamente significativa (95% de confiabilidad), ya que tiene un p valor menor a 0.05. En la figura 15 se puede observar

conforme aumentamos la intensidad de la corriente y le tiempo disminuye el contenido sólido.

Tabla 11. Análisis de varianza de los resultados

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Intensidad	0.005	1	0.005	37.71	0.0001
B: Tiempo	0.0114083	1	0.0114083	86.05	0
AB	0.00100833	1	0.00100833	7.61	0.0186
BB	0.001225	1	0.001225	9.24	0.0113
bloques	0.0003	2	0.00015	1.13	0.3574
Error total	0.00145833	11	0.00013258		
Total (corr.)	0.0204	17			

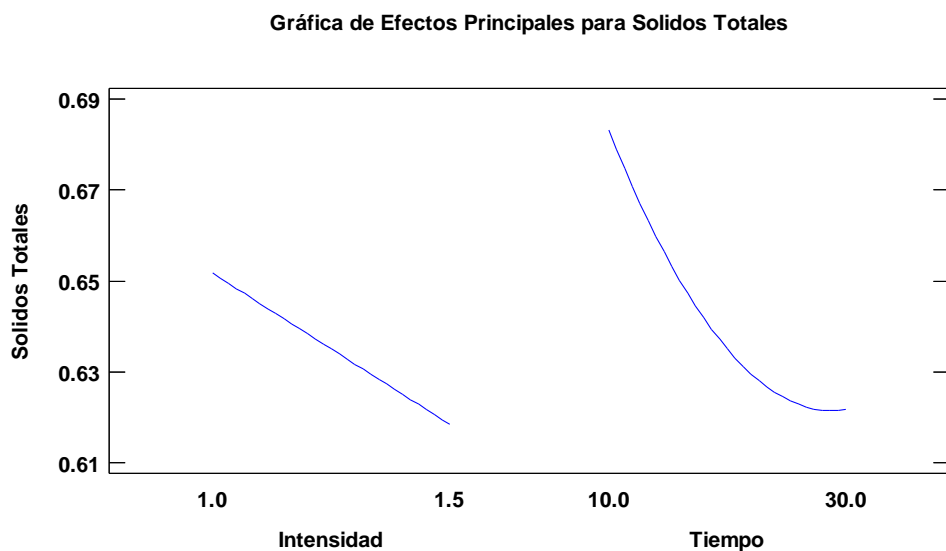


Figura 17: Gráfico de efectos principales para solidos totales

## **IX. APORTES PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL**

En el tiempo laborado en la Empresa Pesquera Hayduk S.A. como resultado de la aplicación de los conocimientos recibidos en las aulas universitarias y la experiencia en la Planta de producción de harina y aceite de pescado y gestión de efluentes pesqueros, han realizado los siguientes aportes a mi formación profesional:

- Desarrollar habilidades en gestión de procesos en harina y aceite de pescado, con iniciativa, liderazgo y capacidad de trabajar en equipo, logrando alcanzar las metas y objetivos de la empresa.
- Realizar mejoras en el proceso de tratamiento de efluentes pesqueros implementando sistemas de gestión de calidad, puesta en marcha, funcionamiento y eficiencia de equipos coordinando efectivamente los tiempos muertos, producciones limpias, costos de tratamiento químico, evaluación de causas–efectos en desviaciones de procesos, calidad de la harina de pescado en %de humedad y % de grasa.
- Análisis de Indicadores en el tratamiento del agua de bombeo y elaboración de cronograma de actividades para optimizar la recuperación de aceites y sólidos, porcentaje de grasa, efecto del vientre roto y destrozado de la materia prima, costos por el consumo de productos químicos en la recuperación.
- Conocer cómo realizar el planeamiento, programación y control de la producción pesquera con acciones para mitigar la contaminación del cuerpo marino receptor con el cumplimiento de los límites máximos permisibles.
- Desarrollo y aplicación de procedimientos elaborados para arranque de equipos, aplicación y revisión de manuales Haccp, manual operacional y programas de higiene y saneamiento en el área de tratamiento de efluentes y plantas de alimentos.
- Manipulación de instrumentación de medición como p H metro, turbidímetro, test de jarras, termómetros, flujo metro y gestión y toma de decisiones en los procesos.

- Coordinar la descarga de materia prima y analizar factores influyentes en calidad potencial de una harina de pescado.
- Con el puesto de gestor adquirí tener orientación del procesamiento y tener capacidad de resolución de problemas básicos del recurso pesquero capturado, mediante el dominio, diseño y aprovechamiento creativo de las técnicas de procesamiento.
- Aplicar las leyes, fórmulas, cálculos de las ciencias físico-matemáticas y los resultados experimentales vigentes, en la formalización y cuantificación procesos del tratamiento de efluentes.
- Interpretar y aplicar nuevos resultados científicos y experimentales, así como nuevos métodos de cálculo en la renovación tecnológica.
- Actuar creativamente en los diseños, proyectos y ejecución de los mismos, con criterios de calidad y competitividad, orientando a la cultura de la empresa y objetivos.
- Utilizar racionalmente los recursos naturales del país o de la región, previendo su preservación y la conservación del ambiente natural y humano.
- Mantener una actitud permanente de estudio y adaptación a los avances científicos y cambios tecnológicos en la industria pesquera.
- Actuar y contribuir a realizar en planos directivos, dentro de la industria pesquera e industria alimentaria en general, con nivel cultural y humanístico acordes con su jerarquía, creando en todo momento espíritu de mejora continua y trabajo en equipo.
- Promover en todo momento desde mi posición como profesional la defensa, vigencia y crecimiento de los valores éticos y culturales para la integración entre áreas de trabajo.



## X. CONCLUSIONES

- Se permitió desarrollar criterios para la toma de decisiones en gestión y mejora del tratamiento de efluentes generando valor para la empresa al disminuir riesgos, costos en tratamiento, multas por entes fiscalizadores por incumplimiento de límites máximo permisibles, habilidades de organización, trabajo en equipo, liderazgo, implementación de mejoras en clima laboral y coordinación entre secciones
- La recuperación de sólidos y aceite a partir del tratamiento del agua de bombeo consta de las siguientes fases: Recuperación Primaria Primera Etapa (sólidos mayores filtrados), Recuperación Primaria Segunda Etapa (recuperación de espumas) y la Recuperación Secundaria (recuperación de sólidos). Así mismo, los equipos que intervienen para la recuperación de aceites son: DAF1 y DAF 2. Mientras que para los sólidos son la Celda de Clarificación y la Separadora ambiental
- El porcentaje de grasa de los sólidos de recuperación impacta directamente en la harina final, así como en la dosificación al proceso. Existe una reducción en la alimentación (Kg/min) de sólidos de separadora ambiental cuando hay exceso de grasa por no haber sido recuperada eficientemente previa a la etapa de recuperación secundaria. Bajo estas condiciones, si se estuviera produciendo harina P-SP se tendría que disminuir la alimentación de sólidos al proceso, dejando de hacer harina de buena calidad para que la grasa final no se vea alterada y estar descalificando a la Ruma final como producto No Conforme.
- El comportamiento del consumo de los productos químicos como floculantes y coagulantes para la recuperación de sólidos es directamente proporcional al porcentaje de destrozado de la materia prima, por consiguiente. En los últimos dos años este consumo ha ido disminuyendo por la calidad de 96 recepción del pescado y la influencia que esta tiene sobre el tratamiento del agua de bombeo.

- El tratamiento de recuperación de sólidos y grasa de los efluentes en las distintas etapas de producción presentan concentraciones de grasa (296.4 ppm) y sólidos (697.2 ppm), los cuales están por debajo de los límites permitidos establecidos en el decreto supremo N° 010-2008 PRODUCE y un rendimiento de tratamiento del 94% haciendo que al proceso se adicione 39 toneladas de torta ambiental por turno de producción.
- Se pudo evaluar mediante pruebas de laboratorio los electrocuagulantes para el tratamiento de efluentes del proceso de harina de pescado de la empresa donde nos permitió observar conforme aumentamos la intensidad de las corrientes y el tiempo, disminuye el contenido sólido.

## **XI. RECOMENDACIONES**

- Monitorear los sensores de automatización ubicados en cada desaguador para retorno de agua de mar ya que por descarga es 15 minutos y al no tener un adecuado control el tanque ecualizador se ha llenado en su máxima capacidad (1000 m<sup>3</sup>) y se ha visto la necesidad de detener la descarga hasta tratar el agua almacenada y no se inunde el sistema.
- Instalar un sistema para el control de velocidad rotacional (variador de frecuencia) en el motor del skimmer del clarificador, de manera que se pueda aumentar la recuperación de lodos por medio del barrido dependiendo del contenido de grasa presente, ya que de ser menor a 7% alimentaría a la separadora ambiental mayor volumen de lodo tratado para la deshidratación.
- Instalación de una caseta en la zona de PAMA para realizar los análisis físico-químico, reduciría los tiempos de traslado del personal hacia el laboratorio central y zona de muestreo.
- Implementar una termo balanza exclusiva para determinar la humedad de la torta ambiental con lo cual permitiría al gestor determinar cuántas

toneladas/hora puede adicionar al proceso de secado de la harina sin repercutir en la calidad de la misma.

- Instalar trampa de grasa previo al ingreso de la celda de flotación en la etapa primaria para tener mayor recuperación de aceite residual y por menor porcentaje de grasa en el efluente y torta e instalar un secador rotadisk a la salida de la separadora ambiental para que la torta disminuya su humedad y se adicione según la calidad de la harina para que no se tenga reprocesos y/o producto no conforme.
- Completar el cambio de tubería de HDPE en la línea sur de descarga, de manera que disminuiría el rozamiento generado durante la descarga.

## XII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Bertullo, V. (1975). Tecnología de los productos y subproductos del pescado, moluscos y crustáceos. Editorial Hemisferio Sur, S.R.L, Buenos Aires. 538 pp.
- Compañía Administradora del Guano (1943). *La pesca y las industrias pesqueras en el Perú. Trad de E. C. Evans del informe de la misión Fish and Wildlife Service contratada por Perú en 1941*. Lima: Librería Imprenta Gil.
- Chile Pesquero. (1998). Harina y aceite de pescado: Notables avances tecnológicos. Equipo de redacción de la revista. 107: 45-52.
- FAO (1985). Informe de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos. Informe de pesca N° 291, vol.1. Roma.
- FAO (2010). Visión general del sector pesquero nacional Perú”. Roma.
- FARRO, H. (2004). INDUSTRIA PESQUERA- Lima
- Ferrando G. (1973). Apuntes sobre tecnología del pescado: harinas y aceites de pescado, aprovechamiento de residuos. 35p.
- Fernández T., (2001). Efluentes líquidos en la industria de la harina de pescado. Infopesca Internacional. 9: 39-44
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2017). Panorama de la Economía Peruana: 1950-2016. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1424/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1424/libro.pdf)
- Kleeberg H. F. y Rojas D. M. (2013). *Pesquería y Acuicultura en el Perú*. Universidad de Lima. Lima.
- Kleeberg H. F. y Nieto V. M. (2010). *La industria Pesquera en el Perú*. Universidad de Lima. Lima.
- Lupín, H. (1980). Tecnología de elaboración de productos pesqueros. Editorial Publitec. 139-150 p.
- MADRID A. (2004). Tecnología del Pescado y Productos Derivados - Edit. Acribia Zaragoza – España.
- Ministerio de la Producción [PRODUCE]. (2008). Guía para la actualización del plan de manejo ambiental para que los titulares de los

establecimientos industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los límites máximos permisibles (LMP). Lima – Perú.

- Ministerio de la Producción [PRODUCE]. (2015). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2014. Recuperado de <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>
- Puertas M., Madonado H. (2010) *Orígenes de la industria pesquera peruana*. Fondo – Editorial. Revista Studium Veritatis. Peru.
- Pesquera Exalmar (2015). Memoria Anual 2014. Recuperado de: <http://www.exalmar.com.pe/wp-content/uploads/2016/04/Memoria-Anual-015-Final.pdf>.
- Rojas, Jorge (1996). *Las políticas comerciales y cambiarias en el Perú, 1960-1995*. Lima.
- Tovar de Albertis, A. (1964). *Historia de la pesca en el Perú*. Lima: P.L. Villanueva.
- UDIAS M. (1996). Elaboración de Harina de Pescado de alta calidad. Edit. Esmiral Ltda. Concepción Chile.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### **method Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th. Ed. Method 5520D. Washington; o Equipo Automático Extractor Soxhlet**

Todos los productos químicos usados en este método deben ser grado reactivo, a menos que se indique otro grado.

Cuando se indique agua debe entenderse agua que cumpla con las siguientes características:

- Resistividad, megohm-cm a 25°C: 0,2 mínimo;
- Conductividad,  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25°C: 5,0 máximo
- pH: 5,0 a 8,0.
- Reactivos:
  - Ácido Clorhídrico concentrado(HCl);
  - Hexano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>);
  - Ácido Sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>);
  - Suspensión de tierra de diatomeas-sílice o tierra Sílice de aproximadamente 10 g/L de agua;
  - Ácido Clorhídrico (1:1): Mezclar volúmenes iguales de Ácido Clorhídrico concentrado y agua.
  - Ácido Sulfúrico (1:1): Mezclar volúmenes iguales de Ácido Sulfúrico concentrado y agua,
  - Aceite de referencia: Pesar aproximadamente y con precisión la cantidad requerida de una mezcla de aceite de referencia (mezcla de mineral SAE20 y vegetal mixto) acorde a la cantidad esperada de grasas y aceites en la muestra y agregar la mezcla a 1 L de agua.
- Materiales:
  - Cartuchos de extracción de celulosa para Soxhlet;
  - Papel filtro con tamaño de poro fino;
  - Embudo Büchner, y
  - Desecador.

➤ Equipo

- Equipo de extracción Soxhlet;
- Bomba de vacío u otra fuente de vacío;
- Estufa eléctrica capaz de mantener 103°C;
- Estufa eléctrica de vacío capaz de mantener 80°C;
- Balanza analítica con precisión de 0,1 mg, y
- Equipo de filtración a vacío.

➤ Procedimiento

- Medir el pH de las muestras el cual debe ser menor de 2, si no tiene este valor acidifique con ácido clorhídrico 1:1 ó ácido sulfúrico 1:1.
- Para muestras con un pH menor de 8 unidades generalmente es suficiente con adicionar 5 ml de ácido clorhídrico 1:1 ó 2 mL de ácido sulfúrico 1:1.
- Preparar los matraces de extracción introduciéndolos a la estufa a una temperatura de 103°C - 105°C, enfriar en desecador y pesarlos, repetir el procedimiento hasta obtener el peso constante de cada uno de los matraces.
- Preparar el material filtrante colocando un papel filtro en el embudo Büchner, colocar el embudo en un matraz Kitazato y agregar 100 mL de la suspensión de tierra de diatomeas-sílice sobre el filtro, aplicar vacío y lavar con 100 mL de agua.
- Transferir el total de la muestra acidificada al embudo Büchner preparado aplicando vacío hasta que cese el paso de agua. Medir el volumen de la muestra.
- Con ayuda de unas pinzas, transferir el material filtrante a un cartucho de extracción. Limpiar las paredes internas del embudo y el frasco contenedor de la muestra, así como la parte interna de la tapa del frasco con trozos de papel filtro previamente impregnados de disolvente (hexano) tener cuidado en remover la película de grasa y los sólidos impregnados sobre las paredes; colocar los trozos de papel en el mismo cartucho.



- Secar el cartucho en una estufa a 103°C - 105°C por un período de 30 min. Transcurrido este período colocar en el equipo Soxhlet.
- Adicionar el volumen adecuado de hexano al matraz de extracción previamente puesto a peso constante y preparar el equipo Soxhlet. Evitar tocar con las manos el cartucho y el matraz de extracción, para ello utilizar pinzas ó guantes de látex.
- Colocar el equipo de extracción sobre la parrilla de calentamiento, controlar la temperatura del reflujo y extraer a una velocidad de 20 ciclos/hora durante un período de 4 h.
- Una vez terminada la extracción retirar el matraz del equipo Soxhlet, y evaporar el disolvente.
- El matraz de extracción libre de disolvente se coloca en el desecador hasta que alcance la temperatura ambiente.
- Pesarse el matraz de extracción y determinar la concentración de grasas y aceites recuperables.
- Analizar un blanco de reactivo bajo las mismas condiciones de la muestra.

➤ Cálculos

Calcular las grasas y aceites recuperables (G y A) en la muestra usando la siguiente ecuación

$$CG \text{ mg/L} = \frac{P_2 - P_1}{P_m} \times 1\,000\,000$$

Dónde:

- CG = Contenido de grasa en agua de bombeo expresado en mg/L
- P1 = Peso del balón vacío en g.
- P2 = Peso de balón con el extracto de grasa en g.
- Pm = Peso de la muestra en g.

## ANEXO 2

### Determinación de sst y grasa en los efluentes de agua de bombeo

#### A) Sólidos en Suspensión Totales

##### Objetivo:

Determinar la cantidad de sólidos en suspensión totales (SST) contenidos en el agua de bombeo en la entrada y salida de la celda de flotación.

##### Equipos y materiales

- Equipo de filtro a vacío
- Estufa termorregulador
- Balanza analítica con 0.1mg de precisión
- Papel filtro (de fibra de vidrio)
- Pinzas
- Desecador con silicagel activada

##### Procedimiento

- Lavar el papel filtro colocándolo con una pinza en el equipo de filtro a vacío, echar 60ml de agua destilada sobre el papel y prender la bomba de vacío, retirar el papel y se coloca en una placa para secarlo en la estufa a 103°C por una hora, luego enfriar el papel en el desecador por media hora y pesarlo (P1)
- Llevar nuevamente el papel al equipo filtro, medir o pesar 2.5ml (Pm) de la muestra de agua de bombeo y echarlo directamente sobre el papel, prender la bomba hasta que el líquido se haya filtrado completamente.
- Retirar e papel filtro y colocarlo en papel aluminio, llevarlo a la estufa por una hora a 103°C.
- Enfriar en el desecador por una hora y pesar (P2)

Expresión de resultados:

Cálculo de SST en el agua de bombeo.

$$\text{SST mg/L} = \frac{P_2 - P_1}{P_m} \times 1\,000\,000$$

Donde:

SST = Sólidos en suspensión totales expresado en mg/L

P1 = Peso del papel filtro lavado y secado en g.

P2 = Peso de papel filtro con la muestra filtrada en g.

Pm = Peso de la muestra en g.

### ANEXO 3

- Determinación de costos de tratamiento químico de efluentes

Tabla 1:

- Consumo de coagulantes y floculantes

Consumo de Químicos									
Sulfato Férrico Deltafloat		Sulfato Férrico Flottweg		BC 5318		PA 8420		PA8750	
Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
53148	55%	32392	34%	6840	7%	583.10	1%	3277.24	3%

Fuente: Elaboración propia

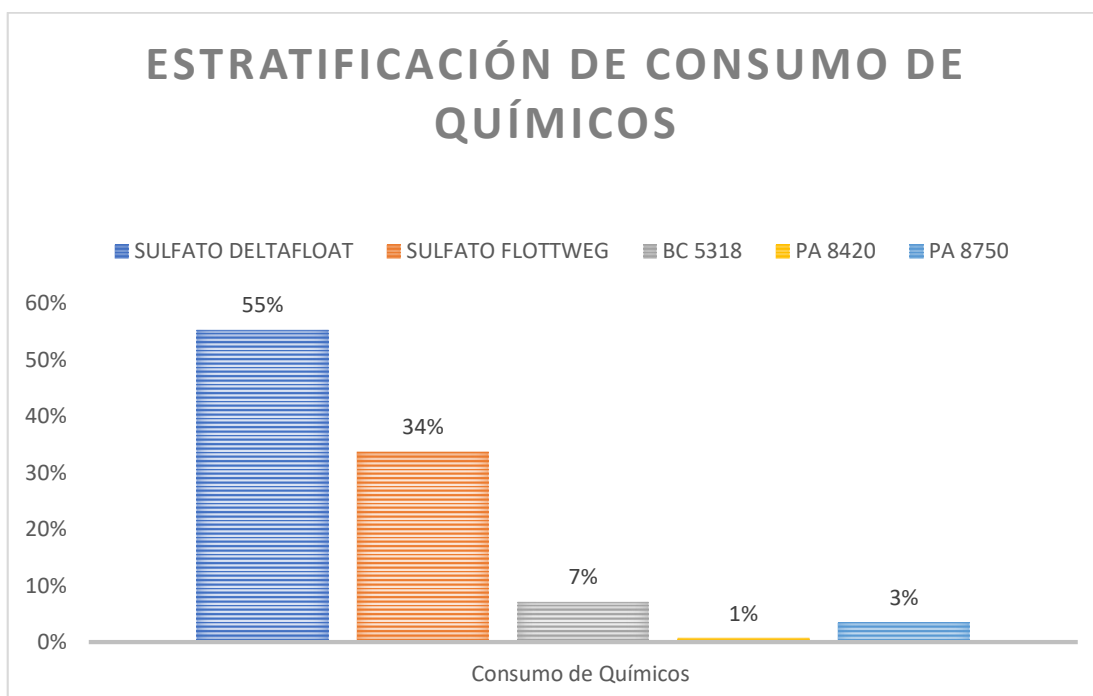


Figura 1: Estratificación de consumo de químicos

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2:

- Consumo de químicos por equipo

Consumo de Químicos por Equipo			
Deltafloat		Flottweg	
Kg	%	Kg	%
60571	63%	35669	37%

Fuente: Elaboración propia

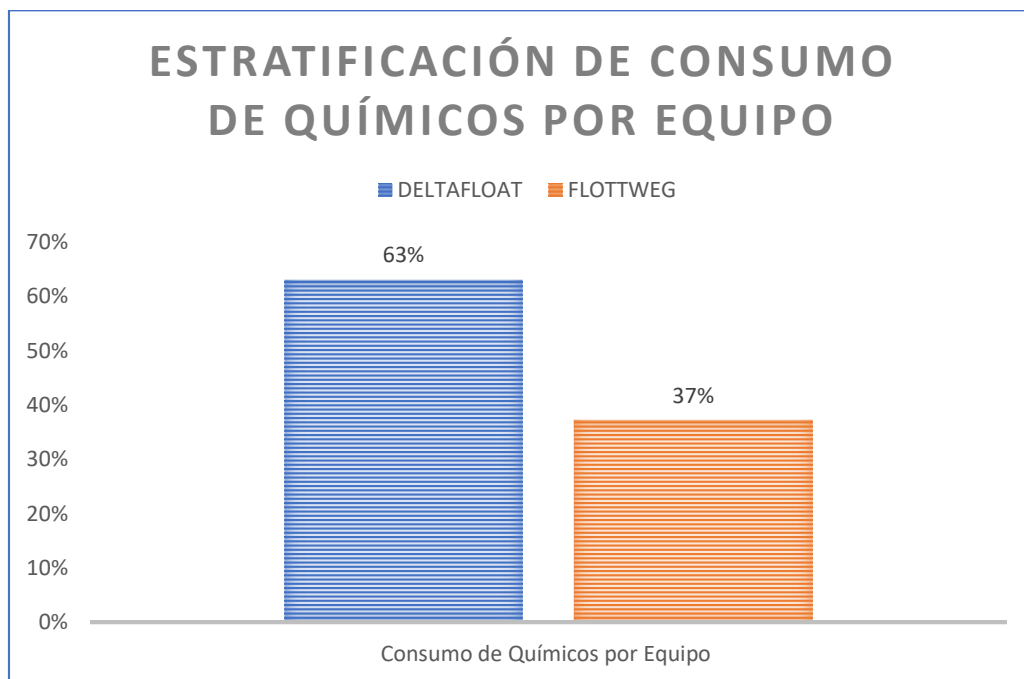


Figura 2 : Estratificación de consumo de químicos por equipo

Fuente: Elaboración propia

- Ratio de Consumo Químico (Kg de Químico/ TM Torta)

Tabla 3:

Ratio de consumo

Ratio de Consumo Químico (Kg de Químico/ TM Torta)				
Sulfato Férrico Deltafloat	Sulfato Férrico Flottweg	BC 5318	PA 8420	PA8750
Kg/TM	Kg/TM	Kg/TM	Kg/TM	Kg/TM
31.5	19.2	4.1	0.3	1.9

Fuente: Elaboración propia

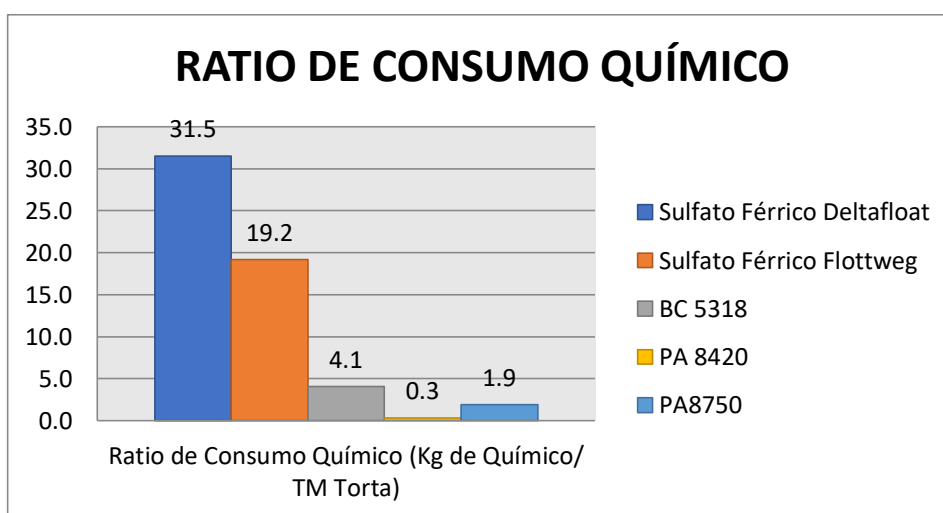


Figura 3: Consumo de químico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4:

- Costos de tratamiento por tonelada de torta

Costo x Equipo (\$ de Químico/ TM Torta)	
Deltafloat	Flottweg
\$/TM	\$/TM
22.5	21.5

Fuente: Elaboración propia

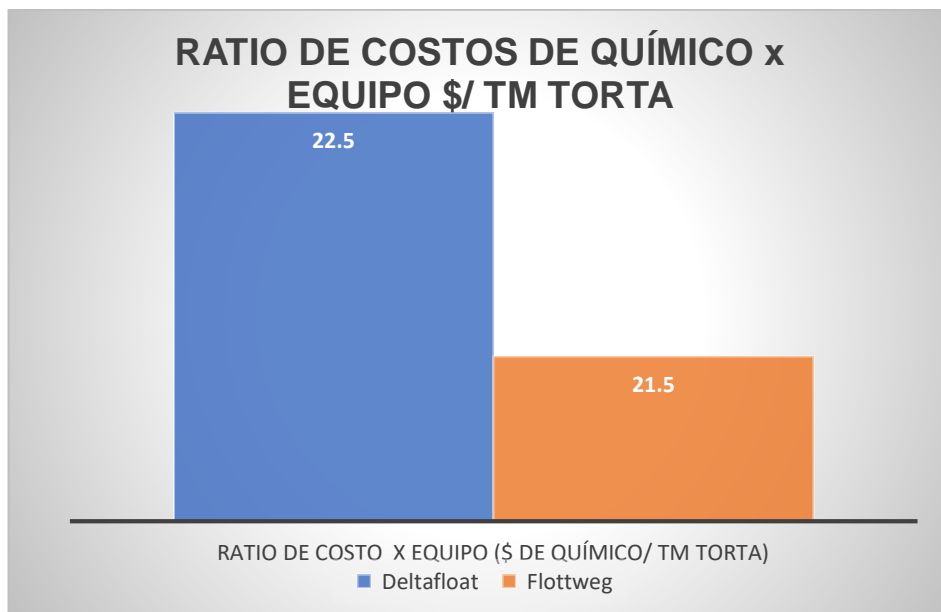



Figura 4 Ratio de costos de químicos

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 4

### FORMATO N° 4: Control operacional del sistema de flotación

 PLANTA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO PLANTA COISHCO	<b>CONTROL OPERACIONAL DEL SISTEMA DE FLOTACIÓN</b>	
	CÓDIGO : H1HPD-RGG023	VERSIÓN Nª
OPERADOR:	FECHA:	TURNO:

HORA	%GRASA	DAF N° 1		DAF N° 2	
	ENTRADA	%GRASA	P° AIRE	% GRASA	P° AIRE
		<0.8%		<0.3 %	
19:30	1.6				
20:00	1.7	0.9	20	0.5	25
20:30	0.9	0.6	20	0.5	25
21:00	0.9	0.5	20	0.5	25
21:30	0.7	0.5	20	0.3	35
22:30	1.3	0.6	20	0.3	35
23:00	0.8	0.5	20	0.2	40
23:30	1	0.8	20	0.2	40
00:00	0.9	0.7	20	0.3	45
00:30	0.9	0.7	20	0.3	45
01:00		0.5	20	0.3	40
01:30				0.3	40

**OBSERVACIONES:**

19:00 Se prende el reactor del Daf 1

19:50 se prende el reactor del Daf 2


21:00 - 21:20 Se paró bomba de recuperación de espuma Daf 2

00:20 apago reactor Daf 1, 01:40 apago reactor Daf 2



## ANEXO 5

### FORMATO N° 4: Control operacional del DELTAFLOAT

 PLANTA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO PLANTA COISHCO	<b>REGISTRO DELTAFLOAT</b>	
	CODIGO : H1HPD-RGG022	VERSIÓN N <sup>º</sup>
OPERADOR:	FECHA:	TURNO:

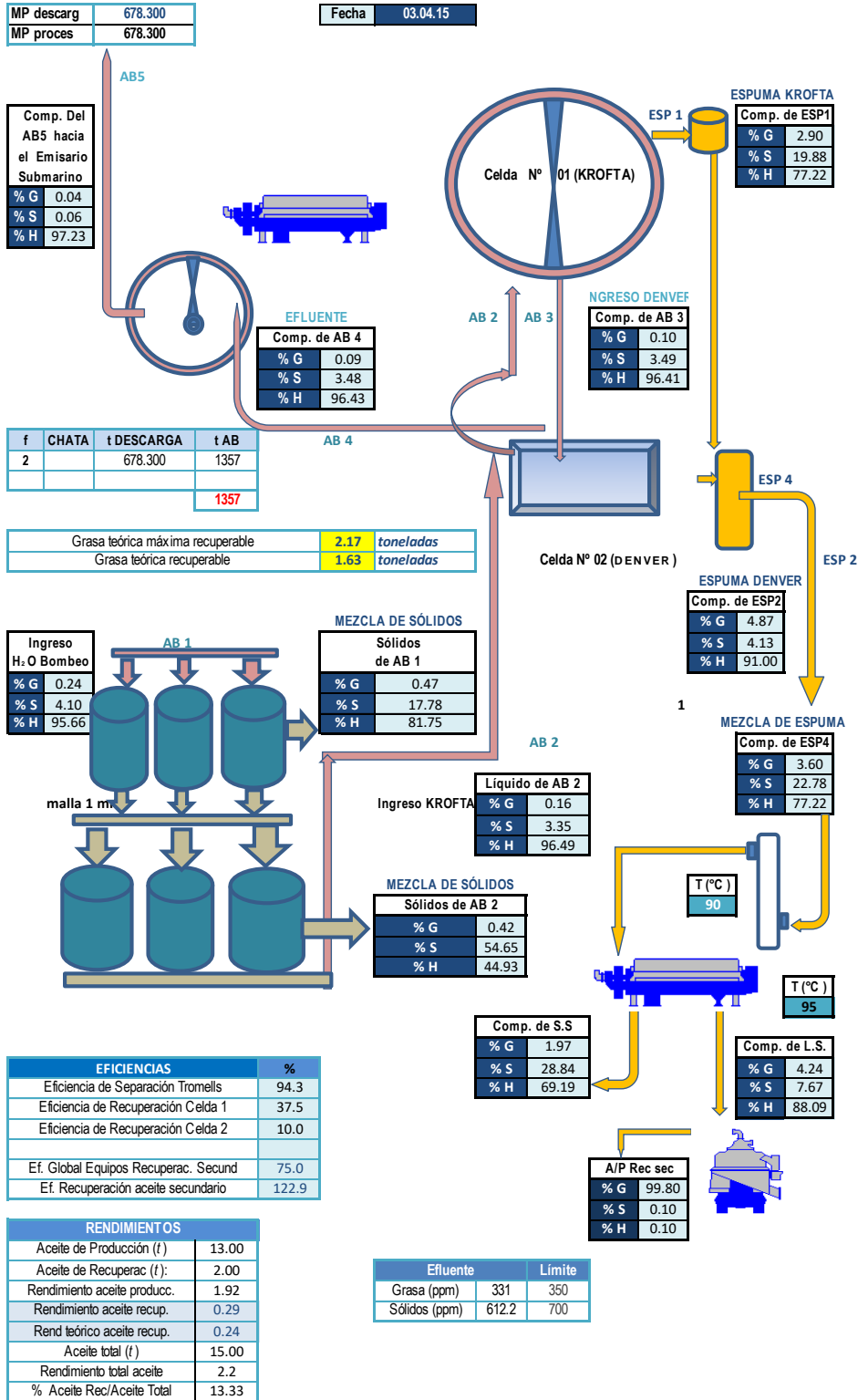
HORA	CONTROL DE SOLIDOS Y GRASA													
	INGRESO AGUA BOMBEO DELTAFLOAT				(muestra + productos químicos) PH	SALIDA AGUA CLARIFICADA DELTAFLOAT					LADOS			
	Caudal ingreso (m <sup>3</sup> /hr)	SOLIDOS (% V/V)	SOLIDOS TOTALES (%)	GRASA (%)		SOLIDOS (% V/V)	SOLIDOS TOTALES (%)	GRASA (% V/V)	NTU Gram invest	NTU CFG	SOLIDOS (% V/V)	SOLIDOS TOTALES (%)	GRASA (%)	PH
20:30	100			0.40	5.80	0.10		0.05	286.00	273.00	50.00			5.90
21:30	100			0.40	5.95	0.10		0.05	246.00	242.00	70.00			6.44
22:30	100			0.50	6.04	0.10		0.05	370.00	421.00	60.00			6.19
23:30	100			0.40	5.98	0.50		0.05	>1000	>1000	70.00			6.1
00:30	100			0.50	5.90	2.00		0.05	>1000	>1000	65.00			5.85
01:30	100			0.40	5.92	0.10		0.05	310.00	332.00	75.00			5.80
02:30	100			0.50	6.10	0.50		0.05	258.00	264.00	70.00			6.04
03:30	100		5.0	0.40	6.12	0.10		0.05	337.00	322.00	70.00		11.64	6.25
04:30	100				6.10	2.00		0.05	>1000	>1000	65.00		1.95	6.2
05:30	100				6.00	3.00		0.05	>1000	>1000	75.00			6.12
06:30	100				5.89	5.00		0.05	>1000	>1000	75.00			6.01

CONSUMO PRODUCTOS QUIMICOS	STOCK INICIO TURNO	STOCK FIN TURNO	CONSUMO TOTAL PRODUCTO POR TURNO	Hora inicio	19:30	Horas trabajadas
AGUA BOMBEO (m3)	47224.0	48273.6	1049.6	Hora final	06:30	11
CLORURO FERRICO (Kg.)	6605.0	4060.0	2545.0	<b>OBSERVACIONES:</b>		
POLICHEM BC 5218 (Kg.)	5160.0	4740.0	420.0	19:30 Pico alimentación a célula química		
POLICHEM PA 8320(Kg)	26.0	6.0	20.0	20:15 Se envía lodo a la Separadora Ambiental		

## ANEXO 6

### Balance de materia y concentración de grasa y sst de efluentes

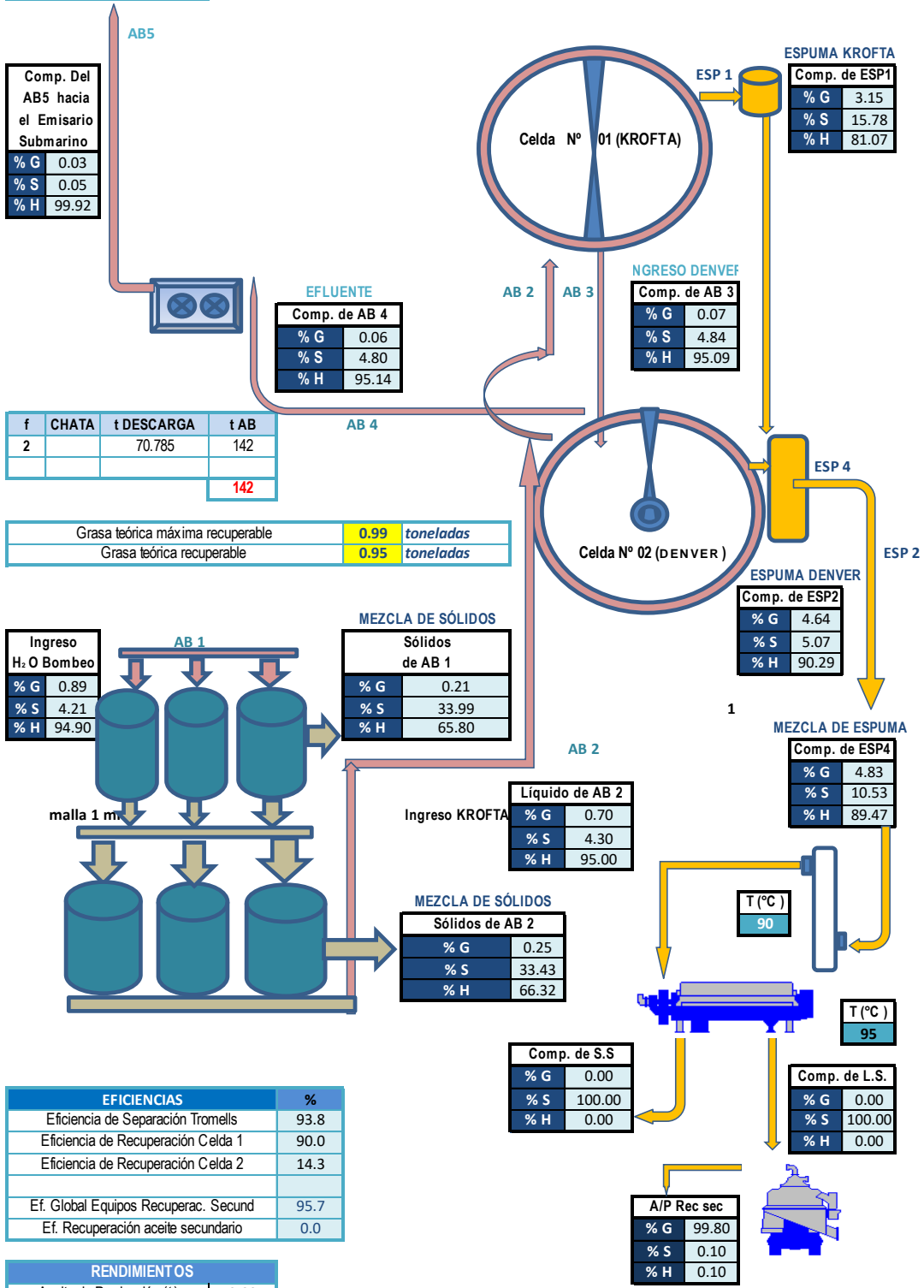
Eficiencia de Recuperación de Grasa de Agua de Bombeo Planta Harina - Coishco



Eficiencia de Recuperación de Grasa de Agua de Bombeo Planta Harina - Coishco

MP descarg	70.785
MP proces	70.785

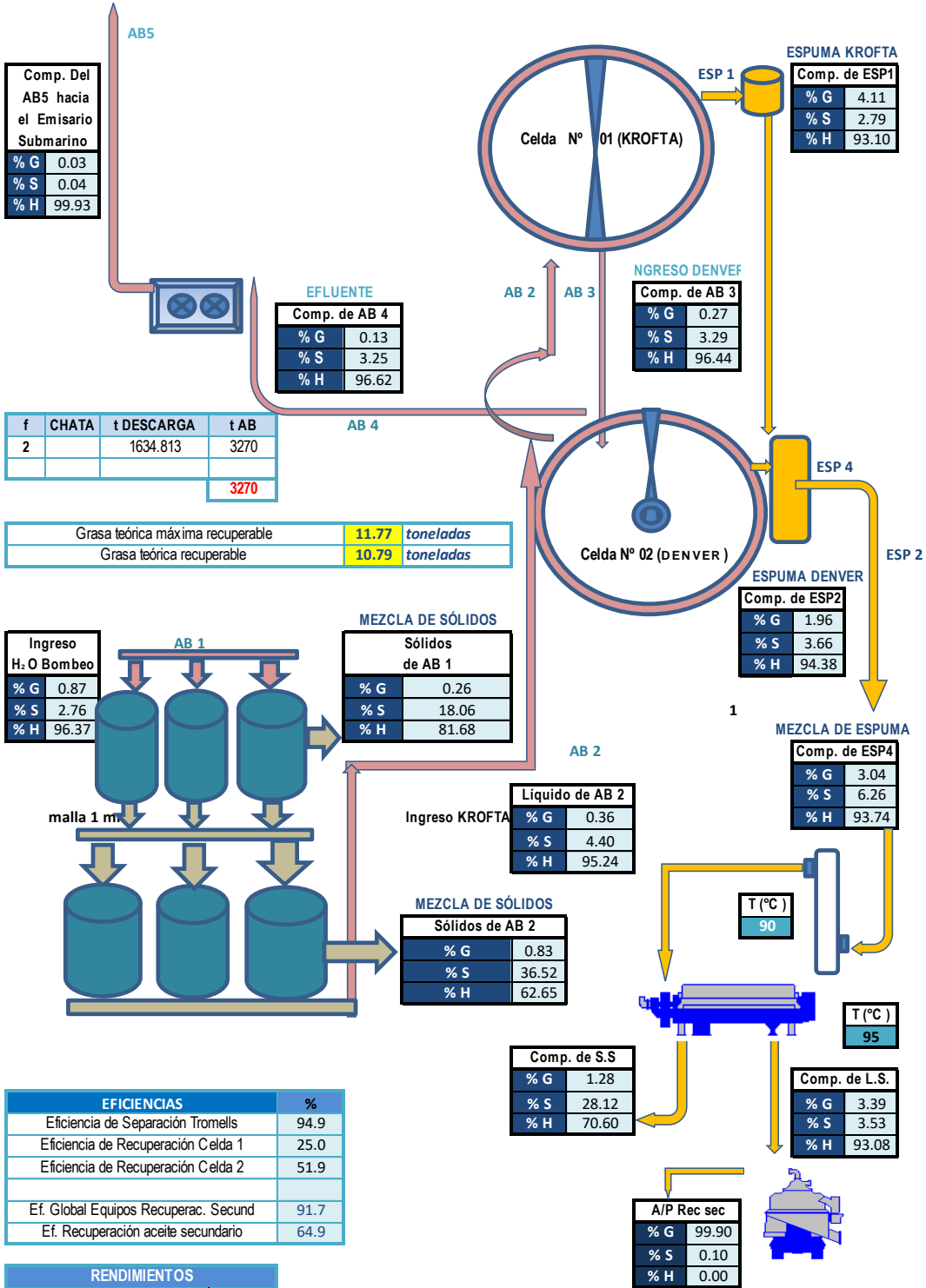
Fecha	06.04.15
-------	----------



Eficiencia de Recuperación de Grasa de Agua de Bombeo Planta Harina - Coishco

MP descarg	1634.813
MP proces	1634.813

Fecha	11.04.15
-------	----------



EFICIENCIAS	%
Eficiencia de Separación Tromells	94.9
Eficiencia de Recuperación Celda 1	25.0
Eficiencia de Recuperación Celda 2	51.9
Ef. Global Equipos Recuperac. Secund	91.7
Ef. Recuperación aceite secundario	64.9

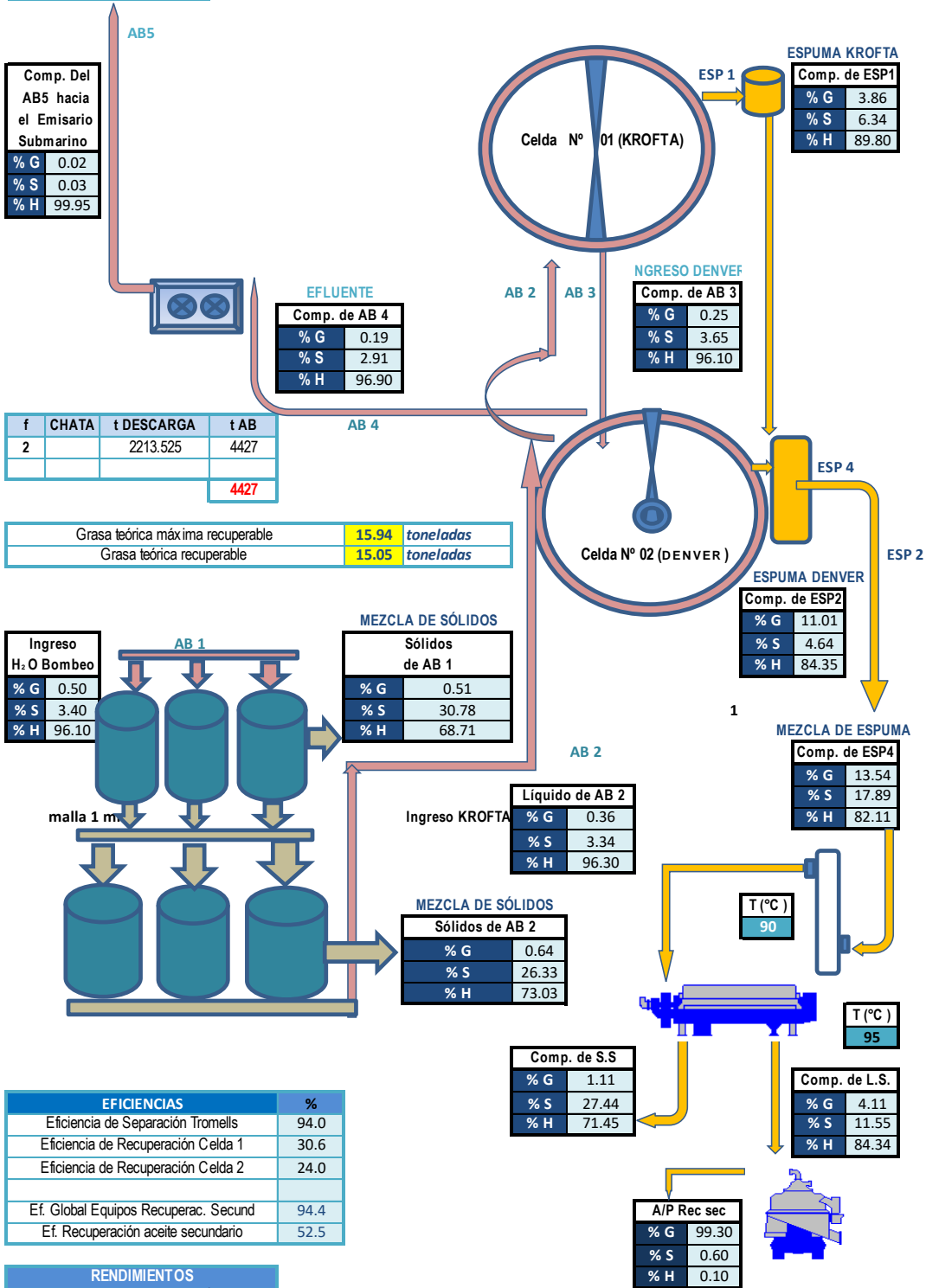
RENDIMIENTOS	
Aceite de Producción (t)	38.50
Aceite de Recuperac (t):	7.00
Rendimiento aceite producc.	2.36
Rendimiento aceite recup.	0.43
Rend teórico aceite recup.	0.66
Aceite total (t)	45.50
Rendimiento total aceite	2.8
% Aceite Rec/Aceite Total	15.38

Efluente	Límite
Grasa (ppm)	300 350
Sólidos (ppm)	400 700

Eficiencia de Recuperación de Grasa de Agua de Bombeo Planta Harina - Coishco

MP descarg	2213.525
MP proces	2213.525

Fecha	14.05.15
-------	----------

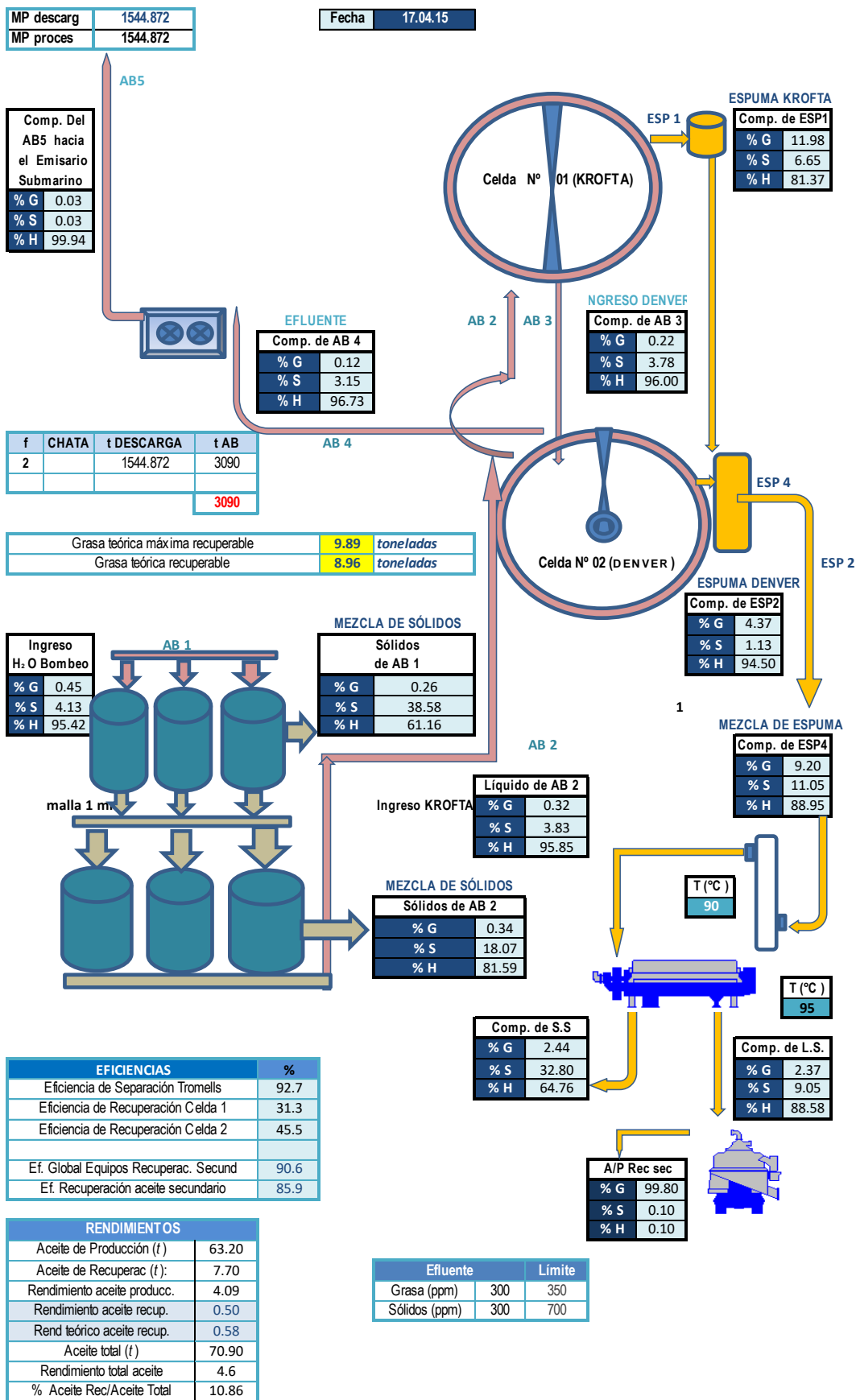


EFICIENCIAS	%
Eficiencia de Separación Tromells	94.0
Eficiencia de Recuperación Celda 1	30.6
Eficiencia de Recuperación Celda 2	24.0
Ef. Global Equipos Recuperac. Secund	94.4
Ef. Recuperación aceite secundario	52.5

RENDIMIENTOS	
Acete de Producción (t)	114.00
Acete de Recuperac (t):	7.90
Rendimiento acete producc.	5.15
Rendimiento acete recup.	0.36
Rend teórico acete recup.	0.68
Acete total (t)	121.90
Rendimiento total acete	5.5
% Acete Rec/Acete Total	6.48

Efluente	Limite
Grasa (ppm)	200 350
Sólidos (ppm)	300 700

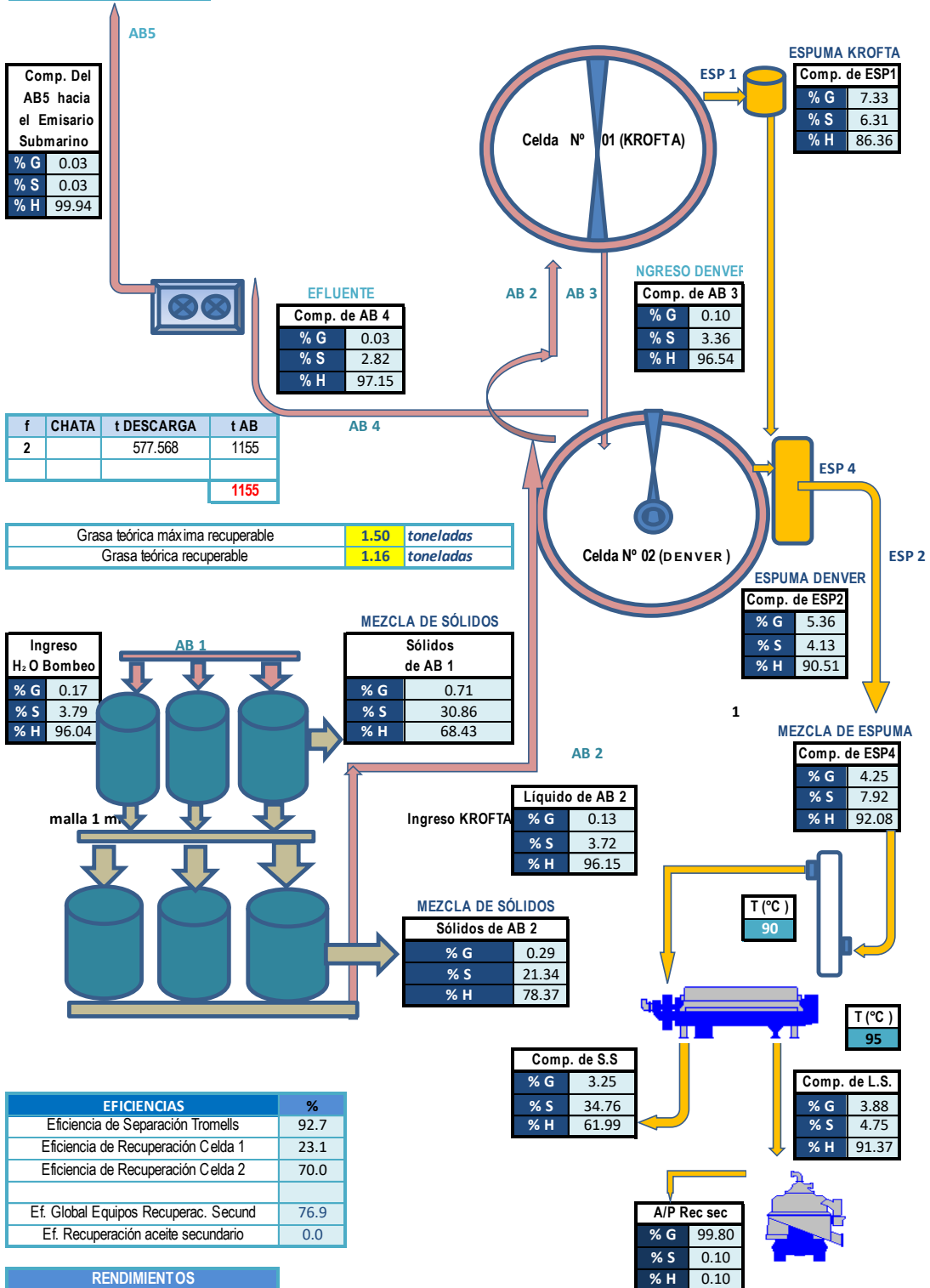
Eficiencia de Recuperación de Grasa de Agua de Bombeo Planta Harina - Coishco



Eficiencia de Recuperación de Grasa de Agua de Bombeo Planta Harina - Coishco

MP descarg	577.568
MP proces	577.568

Fecha	18.04.15
-------	----------



f	CHATA	t DESCARGA	t AB
2		577.568	1155
			1155

Grasa teórica máxima recuperable	1.50	toneladas
Grasa teórica recuperable	1.16	toneladas

EFICIENCIAS	%
Eficiencia de Separación Tromells	92.7
Eficiencia de Recuperación Celda 1	23.1
Eficiencia de Recuperación Celda 2	70.0
Ef. Global Equipos Recuperac. Secund	76.9
Ef. Recuperación aceite secundario	0.0

RENDIMIENTOS	
Aceite de Producción (t)	20.00
Aceite de Recuperac (t):	0.00
Rendimiento aceite produc.	3.46
Rendimiento aceite recup.	0.00
Rend teórico aceite recup.	0.20
Aceite total (t)	20.00
Rendimiento total aceite	3.5
% Aceite Rec/Aceite Total	0.00

Efluente	Limite
Grasa (ppm)	300 350
Sólidos (ppm)	300 700

## ANEXO 7

### Coagulación y floculación.

#### COAGULACIÓN:

- Neutraliza las cargas eléctricas negativas que suelen rodear a las partículas coloidales dispersas en el agua.
- La coagulación es por lo tanto el proceso de desestabilización de las partículas coloidales con objeto de anular o disminuir la fuerza de repulsión.
- Las reacciones de coagulación son muy rápidas durante fracción de segundo desde que se ponen en contacto las partículas con el coagulante considerando un tiempo de residencia ideal de 30 segundos.

#### Factores que Influyen en la Coagulación.

Es necesario tener en cuenta los siguientes factores con la finalidad de optimizar el proceso de coagulación:

pH. para las sales de hierro, el rango de pH óptimo es de 5.5 a 5.8 unidades.

Temperatura del agua. Una disminución de la temperatura del agua en una unidad de decantación conlleva a un aumento de su viscosidad; esto explica las dificultades de la sedimentación de un floc. La temperatura máxima que actúa el producto es de 50 °C.

Si se tiene una materia prima que está fresca el pH estará alrededor de 5 a 5.5, ideal que se trabaje a un pH 5.2, Cuando la materia prima esta añeja el pH estará alrededor de 4.5 a 4.8 por lo tanto la dosificación de sulfato férrico es mínima.

#### Dosis del coagulante

La cantidad del coagulante a utilizar tiene influencia directa en la eficiencia de la coagulación, así:

Poca cantidad del coagulante, no neutraliza totalmente la carga de la partícula, la formación de los microfloculos es muy escaso, por lo tanto la turbiedad residual es elevada.

- Alta cantidad de coagulante produce la inversión de la carga de la partícula, conduce a la formación de gran cantidad de microfloculos con tamaños muy pequeños cuyas velocidades de sedimentación muy bajas, por lo tanto la turbiedad residual es igualmente elevada.
- La selección del coagulante y la cantidad óptima de aplicación; se determina mediante los ensayos de pruebas de jarra.

La selección del coagulante y la dosis juegan un rol muy importante sobre:

- La buena o mala calidad del agua clarificada.



- El buen o mal funcionamiento de los decantadores.

Turbiedad.- Es una forma indirecta de medir la concentración de las partículas suspendidas en un líquido; mide el efecto de la dispersión que estas partículas presentan al paso de la luz; y es función del número, tamaño y forma de partículas.

A mayor NTU mayor sólidos suspendidos totales.

POLYCHEN 5218: Es una poliamina catiónica líquida de peso molecular medio que mejora la calidad del agua de entrada de proceso y efluente reduciendo color, los sólidos suspendidos y turbidez.

FLOCULANTES: Aglomeración de partículas desestabilizadas primero en microfloculos, y más tarde en aglomerados voluminosos llamados floculos.

La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los floculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del floculo, sino que también aumenta su peso

POLYCHEM 8320: Es un polímero aniónico en polvo de peso molecular alto y densidad de carga media, usada como agente floculante en clarificación disminuyendo la concentración de partículas coloidales que causan turbidez y color.



## Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Miriam Isolina Vásquez Chuquizuta  
Assignment title: Informe 1- Hyduk  
Submission title: Informe suficiencia profesional -Ingeniero Agroindustrial  
File name: FORME\_DE\_SUFICIENCIA\_PROFESIONAL\_GESTI\_N\_DE\_EFLUEN...  
File size: 2.05M  
Page count: 133  
Word count: 28,929  
Character count: 148,808  
Submission date: 19-Sep-2021 06:32PM (UTC-0500)  
Submission ID: 1652240049



# Informe suficiencia profesional -Ingeniero Agroindustrial

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://fcqi.tij.uabc.mx">fcqi.tij.uabc.mx</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.ufsc.br">repositorio.ufsc.br</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://livrosdeamor.com.br">livrosdeamor.com.br</a> Fuente de Internet	1%

10	<b>Submitted to Universidad Nacional del Santa</b> Trabajo del estudiante	1 %
11	<b>extwprlegs1.fao.org</b> Fuente de Internet	<1 %
12	<b>repositorio.unsch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
13	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<1 %
14	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
15	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<1 %
16	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<1 %
17	<b>edoc.pub</b> Fuente de Internet	<1 %
18	<b>www.dspace.unitru.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
19	<b>www.scribd.com</b> Fuente de Internet	<1 %
20	<b>revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
21	<b>conferencia2013.consortio.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %

22	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
26	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://www.oceandocs.org">www.oceandocs.org</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://cybertesis.uni.edu.pe">cybertesis.uni.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
32	MARÍA GUADALUPE ARROYO NÚÑEZ. "Tratamiento de disoluciones que contienen cromo hexavalente mediante	<1 %

electrocoagulación con ánodos de hierro",  
Universitat Politecnica de Valencia, 2011

Publicación

---

33 [repositorioacademico.upc.edu.pe](http://repositorioacademico.upc.edu.pe) <1 %  
Fuente de Internet

---

34 [sinia.minam.gob.pe](http://sinia.minam.gob.pe) <1 %  
Fuente de Internet

---

35 Submitted to Pontificia Universidad Catolica  
del Peru <1 %  
Trabajo del estudiante

---

36 [doczz.net](http://doczz.net) <1 %  
Fuente de Internet

---

37 [www.produce.gob.pe](http://www.produce.gob.pe) <1 %  
Fuente de Internet

---

38 [oa.upm.es](http://oa.upm.es) <1 %  
Fuente de Internet

---

39 [answers.yahoo.com](http://answers.yahoo.com) <1 %  
Fuente de Internet

---

40 [busquedas.elperuano.pe](http://busquedas.elperuano.pe) <1 %  
Fuente de Internet

---

41 [documentop.com](http://documentop.com) <1 %  
Fuente de Internet

---

42 [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net) <1 %  
Fuente de Internet

---

[repositorio.upse.edu.ec](http://repositorio.upse.edu.ec)

43

Fuente de Internet

&lt;1 %

44

Submitted to Universidad de Piura

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

45

Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

46

vsip.info

Fuente de Internet

&lt;1 %

47

www.producearequipa.gob.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

48

1library.co

Fuente de Internet

&lt;1 %

49

www.minem.gob.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

50

anishapt.blogspot.com

Fuente de Internet

&lt;1 %

51

www.copeinca.com

Fuente de Internet

&lt;1 %

52

Jorge García Ivars. "OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS DE ULTRAFILTRACIÓN DE BAJO ENSUCIAMIENTO Y ESTUDIO DE CONDICIONES DE FABRICACIÓN", Universitat Politecnica de Valencia, 2015

Publicación

&lt;1 %

---

53 V. Khandegar, Anil K. Saroha. <1 %  
"Electrocoagulation for the treatment of  
textile industry effluent – A review", Journal of  
Environmental Management, 2013  
Publicación

---

54 [prezi.com](http://prezi.com) <1 %  
Fuente de Internet

---

55 [www.iquce.edu.ec](http://www.iquce.edu.ec) <1 %  
Fuente de Internet

---

56 [www.authorstream.com](http://www.authorstream.com) <1 %  
Fuente de Internet

---

57 [www.caf.com](http://www.caf.com) <1 %  
Fuente de Internet

---

58 [doku.pub](http://doku.pub) <1 %  
Fuente de Internet

---

59 Submitted to EP NBS S.A.C. <1 %  
Trabajo del estudiante

---

60 [dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec) <1 %  
Fuente de Internet

---

61 [www.docsity.com](http://www.docsity.com) <1 %  
Fuente de Internet

---

62 [bdigital.unal.edu.co](http://bdigital.unal.edu.co) <1 %  
Fuente de Internet

---

63 [datosPymes.com](http://datosPymes.com)  
Fuente de Internet



<1 %

64

[issuu.com](https://issuu.com)

Fuente de Internet

<1 %

65

[www.yumpu.com](https://www.yumpu.com)

Fuente de Internet

<1 %

66

Carlos Francisco Cabrera Carranza, Arístides Sotomayor Cabrera, Verónica Espinel Pino. "Análisis del ciclo de vida en la industria de harina y aceite de pescado en plantas pesqueras de Huacho, Carquín y Vegueta, Huaral, Lima, 2018-2019", Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 2020

Publicación

<1 %

67

Submitted to Universidad Tecnológica del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

68

[renati.sunedu.gob.pe](https://renati.sunedu.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

69

[www.cig.org.ec](https://www.cig.org.ec)

Fuente de Internet

<1 %

70

[www.fao.org](https://www.fao.org)

Fuente de Internet

<1 %

[www.grafiati.com](https://www.grafiati.com)

71

Fuente de Internet

&lt;1 %

72

[www.lajar.cl](http://www.lajar.cl)

Fuente de Internet

&lt;1 %

73

Raquel Monge Ortiz. "Efecto de la sustitución de la harina y el aceite de pescado por fuentes vegetales y animales en la alimentación de la seriola (*Seriola dumerili*. Risso, 1810)", Universitat Politecnica de Valencia, 2020

Publicación

&lt;1 %

74

[expansion.mx](http://expansion.mx)

Fuente de Internet

&lt;1 %

75

[www.labor.org.pe](http://www.labor.org.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

76

[www.readbag.com](http://www.readbag.com)

Fuente de Internet

&lt;1 %

77

Saida Margarita Cuadros Oria, Alex Santiago Uriarte Ortiz, Luz Alexandra Javier Silva. "Reducción del zinc mediante sulfato de aluminio y superfloc a-110: nivel laboratorio", Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 2020

Publicación

&lt;1 %

78

[futur.upc.edu](http://futur.upc.edu)

Fuente de Internet

<1 %

79

[observatorio.sena.edu.co](http://observatorio.sena.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

80

[www.conamype.org](http://www.conamype.org)

Fuente de Internet

<1 %

81

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1 %

82

[www.infofred.com](http://www.infofred.com)

Fuente de Internet

<1 %

83

[www.municipalidaddevalparaiso.cl](http://www.municipalidaddevalparaiso.cl)

Fuente de Internet

<1 %

84

[casinofordummies.com](http://casinofordummies.com)

Fuente de Internet

<1 %

85

[centroderecursos.cultura.pe](http://centroderecursos.cultura.pe)

Fuente de Internet

<1 %

86

[grad.uprm.edu](http://grad.uprm.edu)

Fuente de Internet

<1 %

87

[papers.ssrn.com](http://papers.ssrn.com)

Fuente de Internet

<1 %

88

[patents.google.com](http://patents.google.com)

Fuente de Internet

<1 %

89

[repositorio.unasam.edu.pe](http://repositorio.unasam.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

90	<a href="http://repositorio.usil.edu.pe">repositorio.usil.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
91	<a href="http://tratamientodelodos.blogspot.com">tratamientodelodos.blogspot.com</a> Fuente de Internet	< 1 %
92	<a href="http://www.abasolo.gob.mx">www.abasolo.gob.mx</a> Fuente de Internet	< 1 %
93	<a href="http://www.elperulegal.com">www.elperulegal.com</a> Fuente de Internet	< 1 %
94	<a href="http://www.invemar.org.co">www.invemar.org.co</a> Fuente de Internet	< 1 %
95	<a href="http://www.libreriagea.com">www.libreriagea.com</a> Fuente de Internet	< 1 %
96	<a href="http://www.losocial.com.ar">www.losocial.com.ar</a> Fuente de Internet	< 1 %
97	<a href="http://www.mafirma.com.pe">www.mafirma.com.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
98	<a href="http://www.revistainterforum.com">www.revistainterforum.com</a> Fuente de Internet	< 1 %
99	César Ozuna López. "Estudio de la aplicación de ultrasonidos de alta intensidad en sistemas sólido-líquido y sólido-gas. Influencia en la cinética de transporte de materia y en la estructura de los productos.", Universitat Politecnica de Valencia, 2013 Publicación	< 1 %

100	Hector Maldonado Felix, Maria Elizabeth Puertas Porras. "La pesca industrial peruana antes de la anchoveta (1923 - 1955)", Investigaciones Sociales, 2014 Publicación	<1%
101	Perla Paredes Concepción. "Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado", Industrial Data, 2014 Publicación	<1%
102	archive.org Fuente de Internet	<1%
103	ri.agro.uba.ar Fuente de Internet	<1%
104	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
105	gestop.pe Fuente de Internet	<1%
106	silo.tips Fuente de Internet	<1%
107	traguasres.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
108	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1%

---

Excluir citas

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

