

Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

Facultad de Ingeniería

Carrera de Mecánica Naval



Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de:

Licenciado en Mecánica Naval

Tema:

“Instalación de planta evaporadora de agua de cola (agua residual del proceso de harina de pescado) en Montecristi – Colorado vía a barranco prieto, para reducir el impacto ambiental en las aguas residuales”.

Autor

Vite Centeno Edison Paúl

Director

Ing. Luis Aragundi Cuadros

Manta - Manabí

Febrero 2015

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Manta, 20 de Febrero del 2015

Aprobación del Director de Tesis

En mi calidad de director del proyecto sobre el tema: “Instalación de planta evaporadora de agua de cola (agua residual del proceso de harina de pescado) en Montecristi – Colorado vía a barranco prieto, para reducir el impacto ambiental en las aguas residuales” del estudiante: EDISON PAÚL VITE CENTENO Egresado de la Facultad de Mecánica Naval considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la evaluación del jurado examinador que la honorable comisión de Investigación designe.

Manta – Manabí – Ecuador

Febrero 2015

Director de Tesis

Ing. Luis Aragundi Cuadros

Declaración Expresa

La responsabilidad por los derechos, ideas y doctrina expuestas en esta tesis, me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad

Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

Edison Paúl Vite Centeno

Agradecimientos

A Dios por la fortaleza, la sabiduría y la inteligencia depositada en mí en todo momento, al culminar mi carrera profesional con bendiciones.

A la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí por medio de la Facultad de Mecánica Naval por la preparación y la enseñanza impartida en las aulas de clases.

A la empresa procesadora de harina de pescado PRODUCTOS PESQUEROS PRODUPES S.A. por la predisposición y la ayuda incondicional para la elaboración de mi tesis de grado.

Al asesor de tesis Ingeniero Luis Aragundi Cuadros por la dirección y guía para poder culminar con éxitos tan ansiado proyecto.

Dedicatoria

A mis padres Edison y María, por brindarme todo su apoyo, comprensión y amor que he necesitado durante todos estos años de vida académica, gracias les doy queridos padres porque estoy alcanzando mis metas.

A mis hermanos Juan Carlos y Romina, por ser fuente de inspiración en mi desarrollo personal y profesional.

A Tita mi amada esposa, por el continuo empuje en culminar las metas trazadas y ser la razón de mi vida.

INDICE GENERAL

I. Introducción	15
II. Problematización	17
III. Justificación	17
IV. Objetivos Generales	18
V. Objetivos Específicos	19
VI. Definición del tema	19
I. CAPÍTULO	
LA EMPRESA	22
1.1. Productos Pesqueros S.A.	22
1.1.1. Propietarios	22
1.1.2. Misión	23
1.1.3. Visión	24
1.1.4. Instalaciones	24
1.2. Administración Estricta en Materia de Higiene	24
1.3. Control de Calidad	25
1.4. Trazabilidad	26
1.5. Responsabilidad social	26
1.6. Productos	27
1.6.1. Harina de Pescado	27
1.6.2. Aceite de Pescado	28
1.7. Impacto Ambiental	28
1.7.1. Área de Influencia	28
1.7.2. Caracterización del Componente Biótico	31
1.7.3. Caracterización del Medio Socio-económico y cultural	33

II. CAPÍTULO

BREVE HISTORIA DEL PROBLEMA.....	35
2.1. Definición de agua de cola.....	35
2.2. Proceso de elaboración de harina de pescado.....	35
2.2.1. Descarga Del Pescado	36
2.2.2. Operación de Cocción	36
2.2.3. Operación de prensado	37
2.2.4. Proceso del Líquido de prensa.....	37
2.2.5. Operación de Evaporación.....	39
2.2.6. Operación de Secado	40
2.2.7. Operación de Molienda	40
2.2.8. Operación de Almacenaje.....	41
2.3. Materia prima.....	43
2.3.1. Merluza.....	44
2.3.2. Sardina.....	45
2.4. Criterio para evaluar la harina de pescado.....	46
2.4.1. Proteínas	47
2.4.2. Humedad.....	47
2.4.3. Grasa.....	48
2.4.4. Cenizas	48

III. CAPÍTULO

PLANTAS PARA AGUA DE COLA DE PESCADO	50
3.1. Planta de agua de cola del tipo de tubos inundados.....	50
3.2. Planta de agua de cola del tipo de película descendente.....	53
3.2.1. Evaporadores de calandria.....	54
3.3. Ventajas de las plantas de agua de cola de película descendente	56

IV. CAPÍTULO

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES	58
4.1. Montaje general de planta.....	58
4.1.1. Especificaciones de soldadura:.....	58
4.1.2. Características técnicas.....	59
4.2. Montajes de Efectos.....	59
4.3. Montaje de Bombas	60
4.3.1. Bomba de Captación y de Recirculación de torre de enfriamiento	61
4.3.2. Bombas de Recirculación de efectos 1, 2, 3	62
4.3.3. Bombas de condensado limpio y sucio.....	63
4.3.4. Bomba de agua de cola.....	64
4.3.5. Bomba de Vacío	64
4.3.6. Bomba de Soda Cáustica y Ácido Nítrico	65
4.4. Montaje de Tablero Eléctrico.....	67
4.5. Montaje de Equipo de Hidrólisis Enzimático	69
4.6. Montaje de torre de enfriamiento.....	70
4.7. Montaje de tanques	72
4.7.1. Tanque de agua de cola	72
4.7.2. Tanque de concentrado.....	72
4.7.3. Tanque de condensado sucio	72
4.7.4. Tanque de soda caustica	73
4.7.5. Tanque de ácido nítrico	73

V. CAPÍTULO

FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA EVAPORADORA DE PELÍCULA

DESCENDENTE.	74
5.1. Etapa I.....	74

Planta evaporadora de agua de cola	X
5.1.1. Cuerpo de calentamiento	74
5.1.2. Sistema de recirculación.....	75
5.1.3. Regulación de entrada	76
5.2. Etapa II.....	77
5.2.1. Cuerpo de calentamiento	77
5.2.2. Sistema de recirculación.....	78
5.2.3. Regulación de entrada	78
5.3. Etapa III	79
5.3.1. Cuerpo de calentamiento	79
5.3.2. Sistema de recirculación.....	79
5.3.3. Regulación de entrada	80
5.4. Condensador con sistema de vacío	80
5.5. Puesta en funcionamiento	82
5.6. Chequear cada hora.....	84
VI. CAPÍTULO	
PROCESO DE LA PLANTA EVAPORADORA	85
6.1. Pruebas del proceso	85
6.2. Análisis del concentrado	86
6.3. Resultados.....	87
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
• Conclusiones:	89
• Recomendaciones:	90
VIII. Bibliografía.....	91
IX. ANEXO A (CIMENTACIÓN).....	95
X. ANEXO B (CONDENSADOR BAROMÉTRICO)	96

Planta evaporadora de agua de cola	XI
XI. ANEXO C (SEPARADORES LÍQUIDO – VAPOR)	97
XII. ANEXOS D (INSTALACIONES PRODUPES S.A.)	98

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Base de Efectos	20
Figura 2: Base de Bombas	20
Figura 3: Instalación de planta de agua de cola.....	21
Figura 4: Elaboración de Harina de Pescado.....	35
Figura 5: Merluza	45
Figura 6: Sardina	46
Figura 7: Evaporador de Tubos Inundados	52
Figura 8: Evaporadores de Calandria	55
Figura 9: Efectos.....	60
Figura 11: Bomba de Recirculación	61
Figura 10: Bomba de Captación	61
Figura 12: Bomba 1er efecto	62
Figura 14: Bomba 3er efecto	62
Figura 13: Bomba 2do efecto	62
Figura 15: Bomba de condensado sucio.....	63
Figura 16: Bomba de condensado limpio.....	63
Figura 17: Bomba de agua de cola	64
Figura 18: Bomba de vacío.....	65
Figura 19: Bomba de soda y ácido nítrico.....	67
Figura 20: Tablero Eléctrico.....	68
Figura 21: Válvula electro-neumática	68
Figura 22: Torre de Enfriamiento.....	71

Planta evaporadora de agua de cola	XIII
Figura 23: Tanque de almacenamiento.....	73
Figura 24: Evaporador de película descendente.....	75
Figura 25: Visor de nivel.....	76
Figura 26: Columna Barométrica.....	81
Figura 27: Compresor de aire.....	82
Figura 28: Refractómetro con vista interna de regleta.....	86
Figura 29: Muestra de concentrado.....	87
Figura 30: Medida del refractómetro.....	87

INDICE DE TABLAS DE ILUSTRACIONES

Tabla 1: Estadística de Productos Pesqueros S.A.	27
Tabla 2: Características Meteorológicas.....	29
Tabla 3: Código de colores.....	60
Tabla 4: Procesos de la planta evaporadora	88

I. INTRODUCCIÓN

“La harina de pescado es un polvo fino obtenido del cocinado, prensado, secado y molido de la materia prima” (Susá & Vásquez, 2011). Es un componente principal en la elaboración de balanceados por su contenido natural del 75% en grasas y proteínas de esta forma se está entregando unos registros de proteína de alta calidad; “En todo el mundo la elaboración de harina de pescado se lleva a cabo a partir de diferentes tipos de materias primas, lo que influye sobre la composición del producto final” (Susá & Vásquez, 2011).

Las materias primas para la elaboración de harina de pescado en un 60% son cardúmenes de peces no comercializados para el consumo humano ya que la demanda es poca o nula, así también las vísceras, trazas de grasas, huesos y desechos generados en el proceso de producción de enlatados y congelados de pesca fresca destinados para el consumo humano componen en un 40% la materia prima de producción de harina de pescado en la empresa Productos Pesqueros S.A.

“Los peces enteros son principalmente pequeños, oleaginosos y huesudos y en gran parte no comestibles, por ejemplo, la anchoveta, el jurel, el menhaden, el capelán y el lanzón, estos peces almacenan aceite en su carne” (Cabrera, Chacón, López, Tapia, & Villalba, Harina de Pescado, 2007). En el mercado local específicamente en el puerto de aguas profundas de la ciudad costera de Manta la captura de peces pelágicos como la sardina, la botella, la caballa y el cardumen Ojito; conforman el 60% de la materia prima para la producción de harina de pescado ya que con el arte de pesca de cerco se logra llenar embarcaciones artesanales de hasta 200 toneladas netas.

“En la elaboración de harina de pescado, se denomina agua de cola, a las aguas residuales provenientes de la separación del aceite de pescado en centrífugas o tricánters, este tipo de agua contiene una gran cantidad de proteínas solubles, sólidos insolubles, vitaminas y minerales, trazas de grasas, y residuos provenientes de la descomposición proteica” (Lope & Sosa, 2013). El agua de cola producida en el proceso de la harina de pescado será del 75% por tonelada de materia prima trabajada, aunque esto depende del correcto proceso del cocinado a una temperatura de $\pm 95^{\circ}\text{C}$, y de un prensado homogéneo.

En de elaboración de harina de pescado, el concentrado obtenido en la planta evaporadora de agua de cola a 38° BRIX se adiciona a la torta de prensa antes de que ingrese al secador de fuego directo aportando proteínas, grasas digeribles y demás nutrientes. “En la actualidad, los usuarios de harina de pescado, en múltiples casos requieren un contenido mínimo de proteína soluble; por sus componentes y por sus propiedades atractantes y ligantes, lo que obliga a incorporar prácticamente el 100% de los solubles concentrados provenientes de las aguas de cola a la harina de pescado” (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf).

Otros tipos de harinas de pescado del tipo de procesamiento artesanal, utilizan prácticamente el 90% en su materia prima el Scrap del atún (albacora, barrilete, bonito atún, etc.) procesados en la industria local, estos desechos contienen gran cantidad de huesos, vísceras y subproductos generados en la industrialización, la proteína que se obtiene en esta harina de pescado es de muy bajo contenido así como las grasas, en cambio el contenido de cenizas es muy elevado.

II. PROBLEMATIZACIÓN

En una planta procesadora de harina de pescado se desperdicia entre 35 a 50 kg de sólidos solubles en las aguas residuales por cada tonelada de materia prima trabajada, es por ello que se aplica una planta evaporadora de agua de cola, que tiene la finalidad de recuperar mediante evaporación los solubles en suspensión que se encuentran en el agua residual afluente de las centrifugas, y con ello el propósito de tener una agua residual sin sólidos y apta para el consumo en el campo de la agricultura, es importante, además que no afecta al medio ambiente.

El proyecto es muy importante ya que en esta planta procesadora de harina de pescado no existía este tipo de tecnología y el desperdicio que se tenía en las aguas residuales era atentatorio para el medio ambiente y en el proceso se quería reducir costos; por ello la instalación de la planta evaporadora de agua de cola que se adapta perfectamente a los requerimientos por parte de los empresarios y de la comunidad.

III. JUSTIFICACIÓN

Se ha escogido el tema, al estar en conocimiento de la realidad que se tiene en estas plantas de harina de pescado por el mal manejo de las aguas residuales, puesto que se vierten al sistema de alcantarillado sanitario con una forma muy atentatoria para el medio ambiente y además se pierde mucho dinero por parte de los empresarios ya que estos

sólidos solubles en el agua residual se pueden evaporar e insertarlos al proceso productivo, para así tener un mayor porcentaje de utilidad.

Los barcos pesqueros ya sean artesanales e industriales, son los principales proveedores de la materia prima para el proceso normal de harina de pescado, ya que de la pesca pelágica capturada, la mayor parte la venden mediante intermediarios a los productores de harina de pescado asentados en la intermediaciones de la zona pesquera industrial. (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf) Manifiesta que: “De 20 a 22% para un proceso de scrap (residuos del proceso de enlatados), 22 a 25% para el proceso de pesca pelágica entera” (p. 1).

La harina de pescado es utilizada como alimento para aves, aves ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, ganado vacuno, ovino y acuicultura (cultivo de peces, reptiles, anfibios, crustáceos, moluscos, plantas y algas destinados para alimentos), de esta manera disminuyen notablemente los costos de producción industrial de estos animales pues crecen rápidamente con una mejor nutrición y fertilidad. Incrementa la productividad, en el caso de las vacas, y a su vez disminuye la grasa de estas lo que es importante para las personas que consumimos este producto lácteo.

IV. OBJETIVOS GENERALES

Recuperar los sólidos solubles e insolubles de las aguas residuales, mediante la concentración de sólidos en la planta evaporadora de agua de cola para reinsertarlos al proceso de elaboración de harina de pescado, y al mismo tiempo mitigar el impacto

ambiental que se causa con el desalojo indiscriminado de los desechos industriales a la comunidad.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mejorar la calidad del producto terminado.
- b) Cumplir con los parámetros exigidos por la dirección de medio ambiente.
- c) Reducir costos de producción.

VI. DEFINICIÓN DEL TEMA

La palabra instalación hace referencia a una estructura que puede variar en tamaño y que es dispuesta de manera particular para cumplir un objetivo específico. Siempre que se hable de instalación se está haciendo referencia a elementos artificiales y no naturales, creados y dispuestos de tal manera por el hombre. Para la instalación de la planta de agua de cola, se procedió a preparar el suelo arcilloso que se tiene en la zona, removiendo 60 m³ de suelo con el objetivo de tener un área fija de construcción de 24 m².

Una vez de haber realizado el levantamiento del suelo y la compactación del mismo, procedemos a elaborar la estructura de base de los efectos (fig. 1) con 24 pernos de 1 pulgada de diámetro por 60 cm. de longitud con anclaje de 10 cm. y disipadores de energía ya que tienen que soportar el impacto del viento a 6 m de altura que tienen los efectos, luego se elaboran 3 canastilla con 8 pernos cada uno que sirven como camisa para tener aun mayor base.

Para las bases de bombas (fig. 2) se utiliza hierro de 12 mm de espesor para la resistencia a la flexión porque reciben una carga indirecta por las conexiones de tuberías que se adecuan para el proceso.



Figura 1: Base de Efectos
Fuente: Produpes S.A.



Figura 2: Base de Bombas
Fuente: Produpes S.A.

Teniendo lista las estructuras se coloca hormigón resistente que es de $F_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ cuya dosificación es de 1(cemento) por 2(arena) por 3(piedra) homogenizadas e hierros longitudinales y transversales (estos de mayor diámetro en la parte superior por los efectos de la compresión). Este cimiento debe soportar el peso de 30 toneladas de peso brutas y de resistir impactos sísmicos muy comunes en la zona, luego de tener lista las bases y después de haber transcurrido 20 días de fraguado se procede con la instalación de las estructuras para el montaje de los efectos (fig. 3) con una grúa de 40 toneladas de carga, y los equipos tales como bombas, tanques de almacenamiento, tableros de control y la torre de enfriamiento.



Figura 3: Instalación de planta de agua de cola
Fuente: Produpes S.A.

I. CAPÍTULO

LA EMPRESA

1.1. Productos Pesqueros S.A.

(Appenzauser, Jorge, 2011) Nos muestra:

Productos Pesqueros S. A., es una compañía del sector pesquero en el Ecuador, dedicada a la producción y comercialización de Harina y Aceite de Pescado. Los equipos idóneos utilizados en nuestra planta de procesamiento, las certificaciones de calidad de nuestros productos y el respeto por el Medio Ambiente, garantizan el más alto nivel de los mismos, acorde con las exigencias de calidad del mercado internacional.

Contamos con personal capacitado, que está en constante actualización para lograr siempre la eficacia en la elaboración de nuestros productos terminados. El estado positivo se muestra día a día en el trabajo que realiza el personal dentro de la empresa y las metas que gracias a ellos podemos alcanzar.

1.1.1. Propietarios

Ing. Jorge Appenzauser Voight / Gerente General / Gerente de Ventas

Email: jappenzauser@productospesqueros.com

Móvil: 593-93008032

Sra. Ec. Ninfa Pérez / Exportaciones.

Email: nperez@productospesqueros.com

Sra. Ing. Silvia Chica / Ventas.

Email: schica@productospesqueros.com

Dirección

Oficina:

Av. 4 de Noviembre y calle 116

Planta:

Km 3 ½ vía barranco prieto

Montecristi-Manabí-Ecuador

Teléfono:

593-52921269

Fax:

593-52924143

1.1.2. Misión

“Satisfacer a nuestros clientes tanto en el mercado local como el internacional cumpliendo los más altos estándares de calidad con personal capacitado y equipos de avanzada” (Appenzauser, Jorge, 2011).

1.1.3. Visión

“Ser los innovadores en la producción y el control de calidad de nuestra harina y aceite de pescado, llegando así a cumplir los parámetros de calidad exigidos por nuestros clientes” (Appenzauser, Jorge, 2011).

1.1.4. Instalaciones

“Contamos con un sistema de secado tipo enercom el cual nos garantiza la inocuidad de nuestra harina. A finales del año 2010 incluimos en nuestra línea de proceso la nueva planta de evaporación de película descendente la cual nos ha permitido darle un valor agregado a nuestro producto obteniendo una harina con mayor fuente de proteínas” (Appenzauser, Jorge, 2011).

1.2. Administración Estricta en Materia de Higiene

“Ofrecemos a nuestros clientes los productos más seguros disponibles en el mercado. Incluso antes de que la seguridad alimentaria se convirtiera en una preocupación pública, la gestión de Productos Pesqueros de higiene y seguridad de los alimentos fue muy considerada” (Appenzauser, Jorge, 2011).

En la planta de procesamiento de harina de pescado la higiene del personal así como la limpieza de las instalaciones están regidas por las técnicas de producción de “Análisis de

Riesgos Críticos de Control” (HACCP). El término constante de producir alimentos más seguros se da por la seguridad del entorno y el nivel de higiene en la fabricación.

“El sistema de control de calidad HACCP se desarrolló en la década de 1960 por los EE.UU. para garantizar la seguridad de los alimentos en el espacio exterior, así como los de los alimentos manufacturados” (Appenzauser, Jorge, 2011). Las exigencias del control de calidad a los productores siempre se enfatiza por HACCP en un alto nivel de seguridad en la higiene de los trabajadores, las instalaciones del procesamiento, y el medio ambiente circundante.

Los puntos críticos de control en la producción de alimentos derivados de la pesca, en la industria de harina de pescado hace algunas excepciones, por lo que el producto a obtener no es para el consumo humano directo. “Nuestra política de mayor confianza a través de mayor seguridad tiene como objetivo reducir el riesgo de contaminación microbiana y la inclusión de sustancias extrañas lo que nos permite ofrecer productos de alta calidad a nuestros clientes que son verdaderamente más seguros” (Appenzauser, Jorge, 2011).

1.3. Control de Calidad

(Appenzauser, Jorge, 2011) Asegura:

Productos Pesqueros S. A., busca la mejora continua en sus procesos, para esto tenemos un sistema de control de calidad con la finalidad de brindarles a nuestros clientes los más altos estándares de calidad e inocuidad, aseguramos la calidad sanitaria de nuestros productos, aplicando buenas prácticas de manufactura a todos

los procesos y a la vez nos preocupamos por el adecuado cuidado del medio ambiente.

Nuestra planta consta con un laboratorio físico – químico enfocado al aseguramiento de la calidad del producto y equipado con instrumentos que garantizan resultados confiables y optimizan el tiempo de respuestas para el control eficaz de las diferentes etapas del proceso.

1.4. Trazabilidad

(Appenzauser, Jorge, 2011) Afirma: “Partiendo del producto final, adecuadamente identificada podemos determinar la materia prima utilizada en esta, insumos, proceso”. Esto nos permite tener un control en todas las etapas del proceso, proporcionando la seguridad sobre la calidad de nuestro producto, tenemos registros de trazabilidad con los antecedentes relevantes de cada lote de producción.

1.5. Responsabilidad social

“Productos Pesqueros, es una organización empresarial que se desarrolla siempre en un marco de respeto a las personas, las normas y el medio donde realizamos nuestra actividad” (Appenzauser, Jorge, 2011). Tenemos la responsabilidad de contribuir a la producción de un producto importante para la alimentación mundial, sin embargo; nunca como hoy ha sido importante una posición a favor de un verdadero desarrollo sostenible que permitan entregar a los que nos sigan un mundo con la mejor calidad de vida posible.

1.6. Productos

1.6.1. Harina de Pescado

La harina de pescado producida bajo estándares internacionales de manufactura aporta proteínas, energía concentrada y grasas, constituida por materia prima fresca garantizando la calidad del producto.

Empaque:

- “Sacos de polipropileno laminados de 50 Kg”
- Container a granel o en Sacos

Tabla 1: Estadística de Productos Pesqueros S.A.

HARINA (alta)	HARINA (baja)
66 “-” 67%	60 “-” 62%
Proteína 66 – 67%	Proteína 60 – 62%
Grasa Max. 10%	Grasa Max. 10%
Humedad Max. 7 – 10%	Humedad Max. 7 – 10%
Ceniza Max. 19%	Ceniza Max. 22%
FFA Max. 10	FFA Max. 10
TVN Max. 120	TVN Max. 120
Histamina Max 1000ppm.	Histamina Max 1000ppm.

1.6.2. Aceite de Pescado

Se obtiene a partir del caldo de cocción y del licor de prensa, después de haber sido sometido a operaciones de separación y centrifugación para luego ser almacenado en nuestros tanques decantadores.

Empaque

- Isobags
- Cilindros
- Granel

1.7. Impacto Ambiental

1.7.1. Área de Influencia

Se ha considerado como área de influencia directa, sobre los componentes del ambiente aquella enmarcada en un radio de 200 m tomando como punto de referencia el eje central de Productos Pesqueros S.A. ubicado en el sector Km 3 ½ vía barranco prieto, en el cantón Montecristi en la provincia de Manabí. El área de influencia indirecta se considera como de 500 m. a la redonda de la empresa.

(Appenzauser, Jorge, 2011) Coordenadas: 1°01'52.73" S y 80°42'06.95" O, elevación 134 metros

1.7.1.1. Características del Área de Influencia

Estado Actual Del Medio Físico:

El área en que se encuentra asentada la empresa de manera muy particular está influenciada por bosque seco.

Clima.- La zona se la considera de clima seco y se caracteriza por la escasa frecuencia e importancia de las precipitaciones pluviales, la época lluviosa Enero-Mayo y los meses de junio, julio y agosto los más secos. A continuación se muestra los datos:

Tabla 2: Características Meteorológicas

PRECIPITACIONES	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE	EVAPORACIÓN	NUBOSIDAD
<p>“Valor máximo mensual 261 mm</p> <p>Valor medio mensual 99 mm</p> <p>Valor mínimo mensual 11 mm” (Miranda, 2013).</p>	<p>“El máximo valor anual es 37,0 °C</p> <p>El mínimo valor anuales 15,0 °C</p> <p>El valor medio es de 26,1 °C” (Miranda, 2013).</p>	<p>“El valor medio interanual 77%</p> <p>El valor más alto 81%</p> <p>El más bajo 73%” (Miranda, 2013)</p>	<p>“La máxima evaporación mensual es de 102 mm y la mínima 54 mm” (Miranda, 2013).</p>	<p>“Durante el año se tiene una nubosidad de 7 octavos” (Miranda, 2013).</p>
VIENTOS		HELIOFANÍA		
<p>“La velocidad media mensual fluctúa entre 1,4 m/s 1,7 m/s siendo el valor medio de 1,6 m/s. La dirección predominante del viento es N.-S. Se tiene ráfagas entre 8 y 12 m/s” (Miranda, 2013).</p>		<p>“Las horas de brillo solar llegan a 1.038 al año, en los meses de invierno se tiene la mayor cantidad de horas de brillo solar” (Miranda, 2013).</p>		

Fuente: Características Climáticas

1.7.1.2. Geología

La fisiografía del área de influencia comprende la formación geológica Tablazo perteneciente al Pleistoceno medio. Se trata por tanto de tasas levantadas, cuyos sedimentos génicos con matriz calcifica pulverulenta, lumaquelas, arcillas, etc., de colores pardo-amarillentos y blanquecinos.

1.7.1.3. Suelos

La zona baja del cerro Montecristi en la vía a barranco prieto, es en un gran alto porcentaje arcilloso y seco por lo que en temporadas de lluvia se torna lodoso y fangoso, dificultando labores del agro comúnmente en otras zonas próximas a la de influencia directa.

1.7.1.4. Hidrografía

Montecristi cuenta con un sistema de drenaje en el cual se han desarrollado insipientes canales principales y una densa red de canales secundarios en las cuales el flujo el agua es intermitente. En el área de estudio sólo existe una quebrada de tipo intermitente que queda al sur de la planta.

1.7.2. Caracterización del Componente Biótico

1.7.2.1. Flora

Cactus, ceibo, algarrobos, laurel y pechiche, arbustos secos, muyuyo, entre otros.

1.7.2.1.1. Plantas Nativas

Entre las especies propias del cerro Montecristi tenemos: arbustos secos, muyuyo, cactus, algarrobos.

1.7.2.2. Fauna

La zona seca del oeste del Ecuador forma parte de la región zoo geográfico árido-ecuatorial que se extiende desde el norte de la provincia de Manabí, hasta el norte de Perú.

1.7.2.2.1. Aves

Se pudieron localizar 11 tipos de aves, casi todas generalistas y de baja sensibilidad con predominio de especies de hábitats generalistas. Estas especies registradas se detallan a continuación: *Crotophaga ani* (Garrapatero menor), *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero piquiestriado), *Bubulcus ibis* (Garceta bueyera), *Coragyps atratus* (Gallinazo negro), *Columba livia* (Paloma doméstica), *Zenaida auriculata* (Tórtola orejuda), *Columbina*

buckleyi (Tortolita ecuatoriana), Columbina cruziana (Tortolita Croante), Furnarius cinnamoneus (Hornero del pacífico), Troglodytes aedon (Sotorrey criollo), Passer domesticus (Gorrión europeo).

1.7.2.2.2. Mamíferos

En la zona habitan venados, guatusos, mula de monte, cinchona, conejo silvestre entre otros.

1.7.2.2.3. Especies Simbólicas

Las especies propias de este cerro podemos mencionar los siguientes: venados, entre otros.

1.7.2.2.4. Reptiles y anfibios

Se encontraron las siguientes especies: Chaunus marinus, Leptodactylus labrosus, Phyllodactylus reisi, Ameiva sp. Tropidurus peruvianus, Anolis nigrolineatus. La mayoría son insectívoros generalistas (anuros y saurios), es decir tienen preferencias por varios grupos de invertebrados, varias de estas especies incluso están adaptadas a sitios muy expuestos a las actividades antrópicas.

1.7.2.2.5. Insectos

En el sitio destacan las siguientes familias: los zancudos (familia Culicidae), cucarachas (familia Blatidae), las moscas y mosquitos domésticos (familia muscidae) mariposas nocturnas o polillas (familia Sphingidae), mariposas diurnas (familia Limacodidae) y con menor densidad poblacional hormigas de jardín (familia Formicidae) y abejas (familia Apidae). Algunas de estas especies se consideran transmisoras de enfermedades por lo que es común actividades de fumigación, en especial al inicio del invierno.

1.7.3. Caracterización del Medio Socio-económico y cultural

1.7.3.1. Demografía

En el sector viven a dos kilómetros la comuna de los Corrales, el resto del sector está compuestos por árboles.

1.7.3.2. Organización social

La mayor parte de las familias que viven en el sector están organizadas dentro de una comuna.

1.7.3.3. Paisaje y turismo

El cantón Montecristi su principal atracción es el Cerro del mismo nombre y su ciudad cultural.

1.7.3.4. Educación

Para el año 2011 se habían contabilizado 39 centros educativos en Montecristi. Ninguno de los centros previamente mencionados está dentro del área de influencia directa e indirecta de la investigación.

1.7.3.5. Sector Salud

El Cantón no cuenta con una unidad de hospitalización; sólo existe el subcentro de salud. Cabe destacar que no existen ni hospitales, ni clínicas en el área de influencia directa, aunque la fábrica tiene un departamento médico para atención básica.

II. CAPÍTULO

BREVE HISTORIA DEL PROBLEMA

2.1. Definición de agua de cola

El agua de cola es generada como un subproducto de la prensa, su volumen y contenido cambia con la condición y tiempo de exposición del pescado. A medida que éste tiene mayor tiempo de captura, mayor será la cantidad de proteína y aceite que se liberen al agua de cola durante el prensado. El agua de cola puede representar hasta un 60% del peso de la materia prima si el pescado es fresco y aún más si éste no lo es tanto. En nuestro país este producto no es aprovechado y constituye un desecho contaminante.

2.2. Proceso de elaboración de harina de pescado

La elaboración de harina de pescado (fig. 4) se basa principalmente en separar sus tres fases constituyentes: sólidos, grasas y agua, a continuación se describe el proceso:

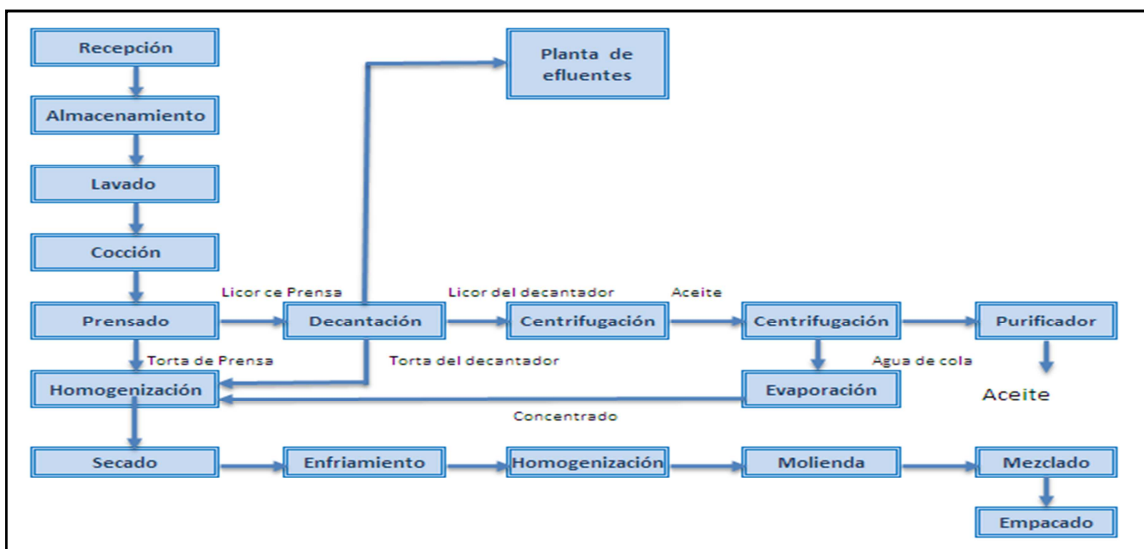


Figura 4: Elaboración de Harina de Pescado

Fuente: Joan Susa Gómez, 2011

2.2.1. Descarga Del Pescado

“El transporte del cardumen desde las embarcaciones a la fábrica debe hacerse con el menor daño posible, de tal forma que en todo momento se evite el destrozo del pescado y con ello no se facilite el proceso autolítico y microbiano” (Cabrera, Chacón, López, Tapia, & Villalba, Harina de Pescado, 2007). La materia prima se almacena en 4 pozas, estas están provistas de transportadores helicoidales tipo sinfín que conducen el pescado a la entrada de la cocina, así mismo se colecta la sanguaza en 1 poza para su tratamiento posterior

2.2.2. Operación de Cocción

La etapa de cocción abarca desde los transportadores helicoidales de alimentación de cocina hasta la salida de las mismas y comprende los siguientes equipos: transportadores helicoidales alimentadores a cocinadores, chute de entrega a los pre coladores (strainers).

(Procesamiento para la producción de harina, 2011) Afirma: “La materia prima ingresa y es sometido a un proceso térmico con vapor (indirecto) con el fin de detener la actividad microbiológica y enzimática responsable de la degradación y coagular las proteínas en fase sólida, permitiendo la separación del aceite y los residuos viscosos líquidos”. El pescado es cocinado a temperatura entre 95°C a 98°C y el tiempo de residencia es de 10 a 12 minutos aproximadamente.

2.2.3. Operación de prensado

El alcance abarca desde el pre colador hasta el transportador helicoidal colector de torta de prensa y comprende los siguientes equipos: pre-coladores, prensas, transportadores helicoidales colectores de tortas. Luego de la etapa de cocción, el pescado cocinado pasa por los pre-coladores donde escurre los líquidos y en su interior existe un helicoide pegado hacia la pared interna del cilindro que transporta los sólidos. Después de pasar por el pre-colador, se llega a la etapa de prensado.

(Según el artículo "Proceso de la Harina de Pescado", 2011) Muestra que: “Esta etapa corresponde a un proceso de prensado mecánico de la materia prima proveniente del cocinador, la cual proporciona el Licor de Prensa, que corresponde a la fase líquida y la Torta de Prensa que constituye la fase sólida”. La torta de prensa se obtiene con una humedad entre 45 a 50% en peso que asegura obtener una harina dentro del límite aceptable en contenido graso.

2.2.4. Proceso del Líquido de prensa

“La harina y el aceite de pescado comparten los tres primeros pasos del proceso, o sea almacenamiento, cocinado y prensa. En esta última etapa se separan los dos elementos de los procesos productivos, la torta de prensa para elaborar harina y el licor de prensa para el aceite” (Según el artículo "Proceso de la Harina de Pescado", 2011).

2.2.4.1. Decantador

Comúnmente denominado Pre-strainer en la empresa Productos Pesqueros S.A., porque la función del mismo es hacer las veces de cedazo del agua, grasa y sólidos llamados licor de cocina, y así separarlos de la torta o keke. Este líquido se bombea a la centrífuga de eje horizontal que separa los sólidos, trazas de grasas del licor del decanter. “La fase sólida catalogada Torta de Decanter se agrega a la torta de prensa y sigue su camino a los secadores. Por su parte, el líquido o Licor de Decanter que contiene grasa y agua fundamentalmente, es enviada por bombas a las separadoras (Planta de Aceite)” (Según el artículo "Proceso de la Harina de Pescado", 2011).

2.2.4.2. Separadoras

“El Licor de Decanter es precalentado a una temperatura de 95°C facilitando de esta manera la separación de sus componentes líquidos (fase acuosa y aceite) para enseguida ingresar a las separadoras. Estas consisten en una máquina centrífuga vertical cuya función es separar del licor el aceite con muy poca humedad (menor al 0.3%), dejando un agua con baja grasa y sólidos designada Agua de Cola que se envía a la planta evaporadora” (Según el artículo "Proceso de la Harina de Pescado", 2011).

La Planta de aceite está controlada por operadores capacitados y entrenados para controlar el flujo continuo del licor del decanter y la regulación de los mecanismos internos para la

correcta separación del aceite y así almacenar en tanques con serpentín de calentamiento por medio de vapor de calderas.

2.2.5. Operación de Evaporación

“Cuando los Decanters y las separadoras centrífugas han removido la mayor parte del aceite y sólidos suspendidos del licor de prensa, llegamos al Agua de Cola. Además de agua, el Agua de Cola contiene los siguientes elementos: Proteína disuelta (100 % digerible), Minerales, Vitaminas, Grasa” (Según el artículo "Proceso de la Harina de Pescado", 2011).

En el proceso de la planta de agua de cola se recuperan los sólidos solubles e insolubles mediante la evaporación, el agua de cola es el subproducto de las separadoras, centrífugas, saguana, etc. el vapor vivo suministrado por las calderas (3) de 200 Hp, calientan los intercambiadores de temperatura, (que ya en funcionamiento se denominan efectos), ya que es una planta de 3 etapas o efectos, en la cual en la primer etapa se tiene el suministro de agua de cola de 5000 litros por hora de trabajo, se recircula el líquido mediante bombas adecuadas en los 3 efectos y mediante la succión del vacío se extrae el vapor residual sin sólidos, y así de esta forma simple se elimina el agua contenida. El producto se genera en la tercer etapa de la planta evaporadora se denomina concentrado de agua de cola que normalmente por las recomendaciones del fabricante se debe de obtener a 38° BRIX.

2.2.6. Operación de Secado

2.2.6.1. Secado directo

“El objetivo es deshidratar la torta de prensa, torta de la separadora y el concentrado de agua de cola, unidos y homogenizados previamente; reducir la humedad del material a niveles de agua remanente en donde no sea posible el crecimiento microbiano” (Mariño, Sánchez, Suarez, & Rodriguez, 2012). Que no se produzcan reacciones químicas que puedan deteriorar el producto.

Cuando se trabaja con un secador del tipo de fuego directo, se está afectando directamente las características de la harina en el resultado final, porque al estar en contacto con la llama del secador va a generar más cenizas que las deseadas, afectando la calidad del producto terminado. La temperatura de la torta de secado no puede ser mayor a los 95° C al salir de esta etapa para que no caiga los niveles de proteína.

2.2.7. Operación de Molienda

Después que se ha secado la torta de harina en el secador de fuego directo, se lleva mediante transportadores helicoidales tipo sinfín hacia el molino de martillos, diseñado de tal forma que permita y asegure la reducción de los sólidos de la harina y pequeños restos óseos de las diferentes materias primas utilizadas en el proceso, hasta que se llegue a las especificaciones de gránulos dadas por los compradores. El objetivo es tener una harina con

buena apariencia y excelente calidad en la producción y así poder ser competitivos en el mercado interno y de exportación.

2.2.7.1. Dosificación del Antioxidante

Una vez se ha terminado con la producción de la harina de pescado se agrega el antioxidante mediante una bomba dosificadora para estabilizar las grasas y detener la auto oxidación.

“La auto oxidación supone que una molécula de oxígeno reacciona con una molécula de lípido en un enlace no saturado para formar un peróxido, después que una o dos moléculas han sido activadas por medio de la absorción de una fracción de energía. El peróxido formado tiene la facultad de activar nuevas moléculas formando nuevos peróxidos, y de esta manera se establece una reacción en cadena al menos que se disipe la energía en una reacción alternativa. Si no se detiene la reacción, que es exotérmica, el producto se combustiona, bajan los pesos moleculares y adicionalmente se produce mal olor y sabor rancio” (Según el artículo "Industria Pesquera y su Contaminación", 2001)

2.2.8. Operación de Almacenaje

En la operación de ensacado contamos con tres estibadores que reciben la harina tratada con antioxidante transportada por un helicoidal tipo sinfín hasta el pantalón de ensaque en el cual se pueden acoplar 2 sacos de polipropileno, el llenado es por gravedad hasta completar en la balanza electrónica 50 kg, que es el peso solicitado por los compradores,

tanto en el mercado local como internacional. Una vez llenos los sacos se acomodan en pallets de estiba igual a 25 sacos, que después son llevados a la bodega de almacenamiento por montacargas.

2.2.8.1. Métodos de almacenaje

En la zona del cantón Montecristi en la parroquia Colorado específicamente al pie del cerro el área donde está asentada la Fábrica de Harina de Pescado, es una zona de frecuentes amaneceres lluviosos y la bodega de almacenamiento esta siempre en constante cuidado y mantenimiento, la capacidad de producción es de 600 sacos de harina de pescado nuevos. “Las fábricas deben tener memoria para las reservas reguladoras razonables, la harina de pescado se debe proteger contra la humedad, los almacenes de la harina de pescado por lo tanto deben ser a prueba de humedad” (Cabrera, Chacón, López, Tapia, & Villalba, Harina de Pescado, 2007).

El calor interno de harina de pescado hace que se preste especial atención al calentamiento indebido por efecto del sol o calefacción propia si está manejada con anti oxidante, cuando se almacena en montón los técnicos recomiendan 5 metros de ancho, si algún momento por descuido o por simple negligencia se excede este parámetro vamos a tener subida de la temperatura interna y con esto humedad y condensación que conlleva a subidas súbitas de temperaturas de 40°C, en estos casos una buena dosificación de anti oxidantes permite la desaceleración de la temperatura del aceite interno de la harina de pescado.

2.3. Materia prima

“Los pescados para la producción de harina son principalmente pequeños, huesudos y oleaginosos, no comestibles o no requeridos para el consumo humano. Son capturados usando redes de pesca con tamaños de malla especificados por gobiernos (nunca usan una pipa de succión)” (Mariño, Sánchez, Suarez, & Rodriguez, 2012).

El Ministerio de Acuacultura, Ganadería y Pesca del Ecuador establece mediante decretos las temporadas que se pueden capturar las distintas variedades de peces así como las millas náuticas que conforman el área de pesca, estableciendo controles estrictos en los embarcaderos y muelles de la costa ecuatoriana, para determinar: peso, tallas, y especies permitidas en temporadas asignadas, y así mantener el crecimiento y la población de peces. Los controles llegan hasta los buques pesqueros ya que se les hace colocar dispositivos electrónicos y rastreadores satelitales, las subsecretarías de pesca hacen los controles de las embarcaciones de pesca tanto satelitales y de control a bordo por medio de delegados que asisten en estas tareas, para determinar si la pesca se dio en áreas ya especificadas.

El agua de mar se utiliza en la conservación de la pesca por sus propiedades de enfriamiento rápido y refrigeración continua para mantener frescos y fríos a los pescados, minimizando el daño. La pesca de arrastre también es conocida por el nombre de retro pesca, que en nuestro país tiende a desaparecer por un decreto presidencial, que prohíbe las faenas de este tipo de embarcaciones y que su operatividad desaparecerá a partir del último trimestre del 2012.

“Este tipo de arte de pesca emplea una red lastrada que barre el fondo de la mar capturando todo lo que encuentra a su paso, se trata de un arte de pesca activo, en el sentido de que no espera ni confía en los movimientos del pez para su captura” (Caballero, 2013). “La pesca de arrastre, junto con la pesca con redes de deriva, es de las menos selectivas que existe, pues es muy dañina para los fondos oceánicos; de hecho, en la mayoría de los países está regulada, pero en muy pocos está prohibida” (Caballero, 2013). El tipo de pesca de arrastre daña el lecho marino, y está comprobado científicamente que es el arte de pesca más destructivo que existe pues está en constante contacto con el fondo marino, destruyendo microorganismos, algas y pequeños moluscos y crustáceos indiscriminadamente.

“Sería faltar a la verdad si no mencionáramos también, que el arrastre puede ser positivo en dosis adecuadas, ya que remueve la materia orgánica, por ejemplo: en profundidades en las que apenas llega la luz solar produce un efecto beneficioso, descubriendo larvas, gusanos o pequeños crustáceos que sirven de alimento a las especies interesantes” (Según el artículo "Características Generales de la Actividad Pesquera en España", 2010).

2.3.1. Merluza

Es el nombre común de varios peces marinos, del orden de los gadiformes, corresponde a una especie de peces marinos, de la familia Merlucciidae. La merluza (fig. 5) “Es un pez alargado, creciendo unos 85 cm como máximo; y se alimentan de peces pequeños, artrópodos y calamares” (Merluccius gayi, sf). Vive en aguas costeras, entre 50 y 500 m de

profundidad. “Son voraces depredadores que habitan en la plataforma continental y en la parte superior del talud continental” (Merlucciidae, sf).

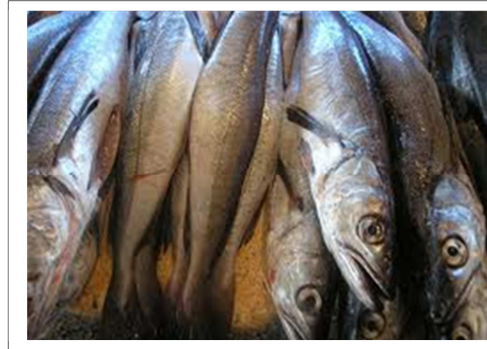


Figura 5: Merluza
Fuente: Produpes S.A.

2.3.2. Sardina

La Sardina (fig. 6) es un pez pelágico nerítico, que pertenece a la familia Scombridae, su distribución abarca desde Manta e Islas Galápagos (Ecuador) hasta el sur de Bahía Darwin 45° S (Chile) y en sentido longitudinal alcanza las 200 millas náuticas.

Habita preferentemente en aguas oceánicas, las concentraciones de sardina se han localizado en aguas con temperaturas que fluctúan de 15 a 23° C y un rango de salinidad de 34,8 a 35,25 ‰. Dentro de la columna de agua en años normales realiza desplazamientos hasta los 100 m de profundidad; durante “El Niño 1982-83” se ha encontrado hasta los 240 m, sin embargo las mayores concentraciones se localizaron sobre los 60 m a partir de la superficie marina.



Figura 6: Sardina
Fuente: Produpes S.A.

2.4. Criterio para evaluar la harina de pescado

“Tradicionalmente la industria de las harinas de pescado se ha basado en criterios de calidad tales como proteína bruta, grasa bruta, humedad, cenizas o sal. Uno de los primeros criterios aceptados como indicación de calidad fue el del mayor contenido en proteína de algunas harinas de pescado” (Susá & Vásquez, 2011), los compradores en potencia China y Japón exigen a la empresa Productos Pesqueros Produpes S.A. que use estos criterios de evaluación de la harina de pescado para asegurar altas concentraciones de proteínas, grasa bruta y nutrientes. Los tres tipos de harina de pescado a nivel mundial varían de acuerdo a niveles de proteínas y calidad siendo en el orden:

- Harina Prime: “Con un nivel de proteína del 68% y con un nivel de Histamina 1000 ppm” (Susá & Vásquez, 2011).
- Harina Súper Prime: “Secada al vapor con 68 % de proteína y con un nivel de Histamina menor a 500 ppm” (Susá & Vásquez, 2011).
- Tipo Estándar: “Con un nivel de proteína de 65-66 %” (Susá & Vásquez, 2011).

2.4.1. Proteínas

Una de las exigencias más altas de parte de los compradores internacionales se basa en los niveles de proteínas, ya que ellos establecen parámetros de medición basándose en métodos de análisis propios y externos certificados por normas internacionales para evitar los reclamos y posteriores devoluciones que tanto afectan a pequeños y grandes productores.

“La harina de pescado es una materia prima natural y los análisis de distintas muestras pueden expresar la variabilidad natural del producto. Por lo tanto, un aspecto importante es la uniformidad del procedimiento de muestreo y homogenización” (Susá & Vásquez, 2011). En el molido de la harina de pescado quedan pequeños restos y fragmentos óseos por las características propias de la materia prima ya que el pescado contiene en su parte esquelética huesos muy sólidos y cualquiera de ellos puede dar un mal resultado en los análisis realizados en pequeñas muestras y se puede determinar simplemente por contraanálisis. “La diferencia entre los resultados de dos determinaciones llevadas a cabo simultáneamente o en un corto intervalo por el mismo analista, no debe exceder el 0,40%” (Susá & Vásquez, 2011).

2.4.2. Humedad

“El contenido en humedad de una harina de pescado debe estar entre el 4 y el 10%. El límite inferior debe respetarse para poder asegurar que el exceso de secado no provoque ningún daño en las proteínas” (Susá & Vásquez, 2011). En las harinas de pescado del tipo

súper prime, se establece un nivel de humedad sin tolerancias del 6% por ser de calidad especial, esta medida de seguridad en la humedad es para garantizar harina inocuas. “El límite superior es para garantizar que la actividad del agua libre está por debajo del nivel de crecimiento de mohos y bacterias” (Susá & Vásquez, 2011).

2.4.3. Grasa

En la producción de harina de pescado, la grasa digerible es la gran fuente de energía. En muchos tipos de harina se garantiza frecuentemente un máximo del 10-12%. “Contenidos más elevados pueden causar problemas de fluidez. De todos modos, estas concentraciones no deben ser motivo de preocupación, siempre que el producto haya sido tratado correctamente con un antioxidante” (Susá & Vásquez, 2011).

2.4.4. Cenizas

“El contenido en cenizas de las harinas de pescado tiene una gran variabilidad. Las cenizas de las harinas de pescado se componen de macro y micro elementos aunque se dan algunas variaciones entre diferentes tipos de harina, dependiendo del tipo de materia prima” (Susá & Vásquez, 2011), y el tipo de secador que se utilice en la planta.

En la planta Productos Pesqueros Produpes S.A. se tiene el secador de fuego directo, este es una tecnología que todavía se usa en la actualidad ya que estos secadores dañan a la materia prima porque sus llamas están en contacto directo con la harina, haciendo que un bajo porcentaje se queme y forme cenizas del mismo producto a secar. “Los cloruros de las

harinas de pescado se expresan normalmente como sal. En general, la concentración máxima garantizada es del 3%, se han descrito niveles por debajo del 1% y de hasta el 7%, las diferencias se deben principalmente a la distinta salinidad del agua en las áreas de pesca y a los métodos de conservación” (Susá & Vásquez, 2011).

III. CAPÍTULO

PLANTAS PARA AGUA DE COLA DE PESCADO

3.1. Planta de agua de cola del tipo de tubos inundados

“Las aguas de cola normalmente son recuperadas vía concentración en Evaporadores de múltiple efecto, en las cuales se concentra desde 6-9% hasta una concentración final variable entre 35-50%, dependiendo de las operaciones y aditivos que se utilicen en este proceso” (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf).

El evaporador que se utiliza en la industria pesquera donde el producto es secado por el secador del tipo de fuego directo es de Tubos Inundados (fig. 7), en este secador la llama en combustión está directamente en contacto con la materia prima a secar. El vapor de calderas en este tipo de secador es usado como fuente de energía. Hay que tener en cuenta que la producción de concentrado en este tipo de planta evaporadora es muy larga teniendo un rango medio de tiempos de 3-4 horas, dado el gran volumen de líquido que tienen en su interior. A este líquido se le denomina concentrado añejo, hay muchas desventajas de esta planta de las cuales (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf) enumera las siguientes:

- Este equipo no puede procesar pequeñas cantidades de materia prima en su forma integral ya que este tipo de planta necesita estar en funcionamiento a su carga neta de producción, es decir inundada.

- No se puede adicionar agua de cola en forma constante para tener un proceso continuo, por cuanto se necesita terminar con una producción de concentrado y seguir con una nueva carga de agua de cola y así seguir el proceso.
- No se puede concentrar la totalidad de agua de cola, porque el equipo al término de un proceso queda con una carga completa de agua de cola.
- Los rendimientos del proceso no son buenos, porque al quedar almacenado una carga de agua de cola en la planta evaporadora, esta carga no se contabiliza en la producción diaria de la planta, lo que repercute en pérdidas para el productor.
- El tiempo de limpieza en la planta evaporadora de tubos inundados es muy amplio con respecto a otros equipos de evaporación ya que se requieren de 15 – 18 horas para realizar una limpieza exhaustiva de los componentes de la planta.

La calidad del producto resultante al utilizar una planta evaporadora de tubos inundados no van a ser las mejores ya que existe presencia de concentrado añejo y hay daño a las proteínas identificado por el color turbio característico del concentrado de estas plantas, esto se debe a los tiempos y temperaturas muy altos empleados en la concentración de las agua de cola.

En este tipo de industrias por el normal proceso de concentrar los sólidos solubles e insolubles en el agua de cola generan vahos (vapores) y aguas residuales. Los vapores se

eliminan en el ambiente en las emanaciones de desfogue de la planta dando así lugar al problema de malos olores característicos de la industria. En cuanto a las aguas residuales que producen estas plantas son muy altas y se atenta directamente contra el medio ambiente ya que se vierten indiscriminadamente a los sistemas deplorables de alcantarillado sanitario que se tienen en las ciudades o en su defecto se riegan directamente en el suelo en las proximidades de estas empresas.

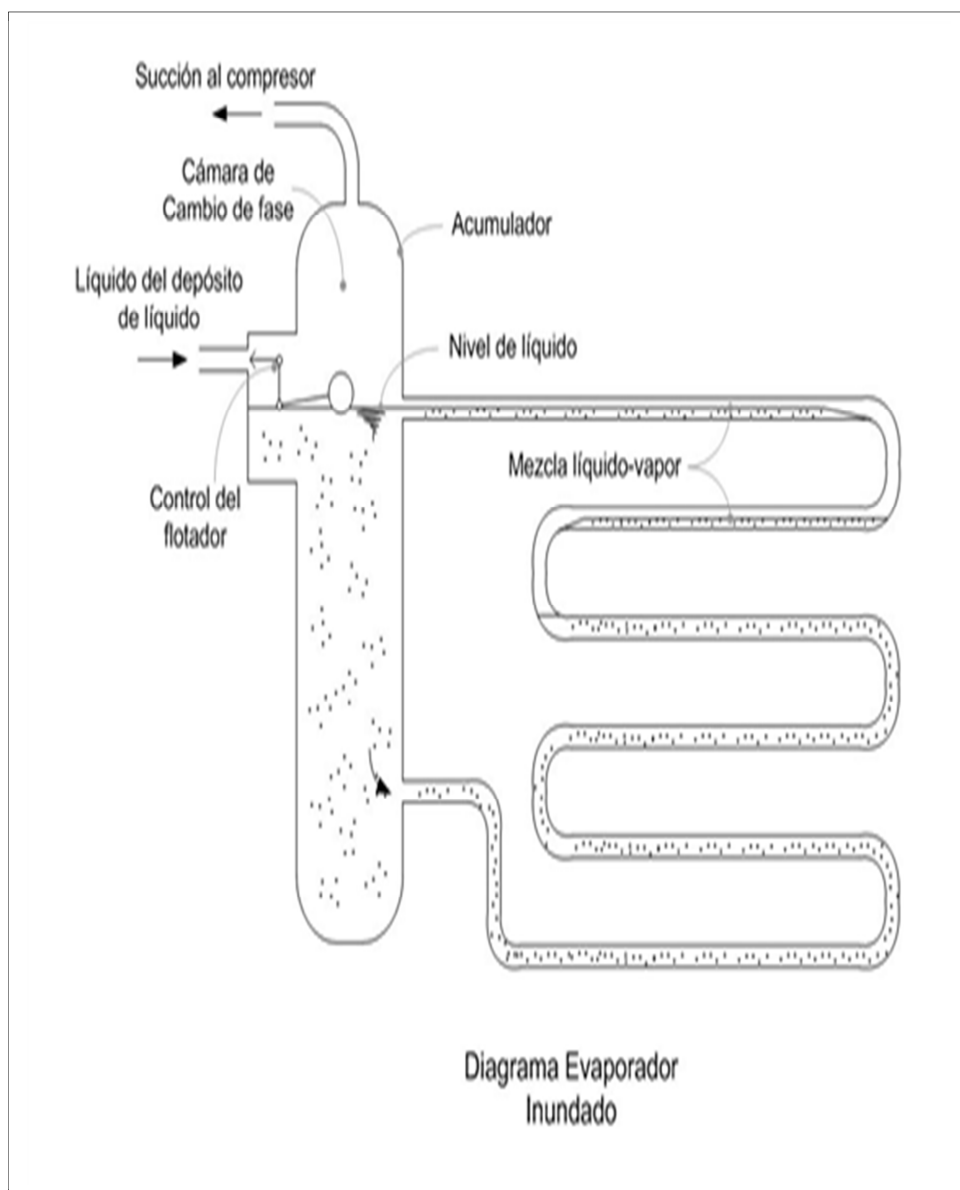


Figura 7: Evaporador de Tubos Inundados
Fuente: www.atmósferis.com

3.2. Planta de agua de cola del tipo de película descendente

El evaporador de película descendente utiliza vapor vivo alimentado por las calderas como fuente de energía, generalmente el vapor es de baja presión, inferior a 3 atm absoluta, y el líquido que hierve dentro de los efectos del evaporador está en 0,05 atm absolutas de vacío moderado. “Al reducir la temperatura de ebullición del líquido aumenta la diferencia de temperatura entre el vapor condensante y el líquido de ebullición y, por tanto, aumenta la velocidad de transmisión de calor en el evaporador” (Según el artículo "Evaporadores de Múltiple efecto", 2008).

“El método general para aumentar la evaporación por kilogramo de vapor de agua utilizando una serie de evaporadores entre el suministro de vapor vivo y el condensador recibe el nombre de evaporación en múltiple efecto” (Según el artículo "Evaporadores de Múltiple efecto", 2008).

Para el funcionamiento de la planta evaporadora el vapor vivo que se utiliza en el primer efecto pasa al segundo efecto como vapor residual de alimentación y el vapor residual del segundo efecto se convierte en calefactor para el tercer efecto y el residuo de vapor de este pasa al condensador barométrico, que hace la función de condensar del agua por medio de escalones internos y a su vez produce vacío que es un elemento predominante en la función constante de la producción del concentrado del agua de cola, la evaporación obtenida por unidad de masa del vapor de agua de alimentación al primer efecto es el doble.

“La presión en cada efecto es menor que la del efecto del cual recibe el vapor de agua a la del efecto al cual suministra vapor. Cada efecto, por sí solo, actúa como un solo efecto, y cada uno de ellos tiene una caída de temperatura a través de su superficie de calefacción, correspondiente a la caída de presión” (Según el artículo "Evaporadores de Multiple efecto", 2008). El cuerpo de la planta evaporadora se comporta según el diseño elaborado por el fabricante y la disposición de la entrada de líquidos y vapores que funcionan como alimentación de la planta.

El trabajo de alimentación de la planta evaporadora de múltiples efectos es directa, ya que se introduce el agua de cola mediante una bomba centrífuga al primer efecto en el que también entra el vapor vivo, que mantiene la temperatura de ebullición del agua y se hace recircular el líquido a concentrar mediante bombas acoplada en los 3 efectos, la concentración del agua de cola aumenta en las 3 etapas a la media hora de recirculación. La presión en el primer efecto es más alta que la atmosférica ya que por la incidencia del vacío que se genera dentro de los efectos hace que la recirculación de los líquidos sea mucho más rápida en el sentido de las presiones decrecientes, esto se maneja mediante válvulas electro-neumáticas.

3.2.1. Evaporadores de calandria

Este tipo de evaporadores consisten en un haz de tubos vertical, corto, usualmente de no más de 6 pies de altura, colocado entre dos espejos que se replican en las bridas del cuerpo del evaporador (fig. 8), el vapor fluye por fuera de los tubos en la calandria, habiendo un gran paso circular de derrame en el centro del haz de tubos donde el líquido más frío

recircula hacia la parte inferior de los tubos. Los tubos son grandes con mediciones de 3 pulgadas de diámetro exterior con el fin de reducir la caída de presión y permitir un rápida recirculación.

“Son denominados también evaporadores estándar debido a su uso muy a menudo, además la mayoría de las incrustaciones ocurren dentro de los tubos, lo que hace posible utilizar dicho evaporador para operaciones más rigurosas que los evaporadores de tubos horizontales” (Según el artículo "Evaporadores de Multiple efecto", 2008) (p. 10).



Figura 8: Evaporadores de Calandria
Fuente: Produpes S.A.

3.3. Ventajas de las plantas de agua de cola de película descendente

En una planta con nueva tecnología se ofrecen muchas ventajas con respecto a una planta convencional (inundada). Se obtendrán dos productos finales: concentrado que se agrega a la producción de harina; agua condensada aquí se obtendrá condensado limpio que se utilizara para la producción de vapor vivo en las calderas y condensado sucio que se usara en la limpieza de la planta y/o regadío previo enfriamiento, además la concentración se realiza con mucha rapidez y a bajas temperaturas. Pudiendo agregar el concentrado al proceso a una hora aproximadamente de haber iniciado el cocinado de la materia prima. Siendo el producto final de excelente calidad (cuando se trabaja con plantas evaporadoras convencionales se agregan concentrados a las cuatro horas aproximadamente de haber iniciado el proceso siendo el producto de menor calidad debido a la elevada temperatura). Las razones por las cuales se debe utilizar evaporadores de película descendente:

- “Se puede iniciar el proceso de adición de concentrado fresco, en un breve tiempo” (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf).
- “Se puede concentrar la totalidad del agua de cola, a diferencia del de tubos inundados, donde el equipo queda con una carga completa de agua de cola” (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf).
- “Permite procesar pequeñas cantidades de pesca en forma integral, lo que es un fenómeno común a lo largo de un año” (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf).

- “Mejores rendimientos de proceso, al no tener almacenamientos entre días de proceso” (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf).
- “Tiempo de limpieza reducido: 2.5 a 3 horas” (Según el artículo "Proceso del agua de cola", sf).
- “Se obtienen harinas de mejor calidad dado que siempre se puede agregar concentrado fresco, y la presencia de concentrado añejo será mínima” (Según el artículo "Uso de los Evaporadores en las Diferentes Industrias", 2014).
- “El daño térmico de las proteínas es menor, lo que se refleja en un color más claro, debido al menor tiempo de concentración, y menores temperaturas de operación” (Según el artículo "Uso de los Evaporadores en las Diferentes Industrias", 2014).

En las plantas de película descendente los sólidos recuperados son aproximadamente el 18-24% de la producción total de harina, están diseñadas para aprovechar el vapor residual, liberado de los secadores indirectos, ahorrando energía que debería ser alimentado por los calderos, de esta forma se ahorra entre 10 - 12 galones petróleo/tonelada de harina.

Las plantas evaporadoras de película descendente al utilizar los vahos residuales minimizan las emanaciones al ambiente, y al reutilizar el condensado sucio, que es el que se obtiene producto de la concentración del agua de cola, en la limpieza y condensación de vahos residuales disminuye las emanaciones de aguas residuales, y así se minimiza casi en su totalidad los olores característicos de la industria de producción de harina de pescado.

IV.CAPÍTULO

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

4.1. Montaje general de planta

Normas y códigos: Todos los materiales serán nuevos y ajustados a las normas.

- Reglamento Nacional de Construcciones (R.N.C)
- American Institute Of Steel Construction (AISC)
- American Welding Society (AWS)
- The American Society Of Mechanical Engineers (ASME)
- Sociedad estadounidense para pruebas de materiales (ASTM)
- American National Standard Institute (ANSI)

4.1.1. Especificaciones de soldadura:

Toda la soldadura fue aplicada, según especificaciones de *American Weldin Society* (*aws*) – A1–2001. Las partes que fueron soldadas a tope se biselaron cuidadosamente. Las tolerancias de alineamiento fueron conforme a normas *aws-D1-1-2001*. Se verifico que las partes a soldar estén libres de costras de laminado, escorias, oxidación suelta, grasa, pintura u otra materia extraña. Los electrodos de soldadura que se usaron fueron de las especificaciones Er-70S-6, *aws* inox. E-308l.17, E-312l.17. Se utilizó proceso de soldadura *smaw-gmaw-gtaw*. (Protección con gases inertes que permite una mejor soldadura), se utilizó máquinas trifásicas multiproceso, con corriente rectificada.

4.1.2. Características técnicas

Dos efectos con tubos de acero inoxidable, según normas Astm-249 cuerpo de acero inoxidable, cada uno con ciclón separador, en acero Aisi 304. Un condensador barométrico construido en acero inoxidable Aisi 304. Plataformas, barandas y escaleras de acceso a los diferentes niveles de operación, totalmente nuevas en acero al carbono A-36. Juego de tuberías y válvulas para la transferencia de líquidos por flujo forzado entre cada efecto, totalmente nuevas en acero inoxidable.

Todas las bombas y todas sus partes en contacto con el producto son de acero inoxidable Aisi 316 y 304L. Juego de válvulas automáticas de control de admisión de líquido para cada efecto, completas, con sensores de nivel y Actuadores Eléctricos-neumáticos. Sensores de temperatura PT100 de aguja para temperatura de vapor, temperatura de ebullición de cada efecto y temperatura de agua de enfriamiento, además de los termómetros respectivos. Boquillas aspersores "Spraying Systems", para la distribución uniforme de líquido en la sección superior de cada efecto.

4.2. Montajes de Efectos

Antes del montaje de los efectos (ver fig. 9) se elaboró un plan de trabajo con la finalidad de cumplir con las normas de Seguridad Industrial; tanto para los obreros, las maquinas que servirán de montacargas y las herramientas a utilizarse. “Se establecieron parámetros de maniobras de carga básicas en altura contando con expertos en la materia” (Appenzauser, Jorge, 2011).



Figura 9: Efectos
Fuente: Produpes S.A.

4.3. Montaje de Bombas

Se empezó con la alineación e instalación de tuberías de llenado de agua de cola y de condensado (limpio y sucio), luego se acoplaron las tuberías de entrada y salida de vapor siguiendo con las normas internacionales de código de colores para cada tipo de líquido a transportar (ver tabla 3):

Tabla 3: Código de colores

Tuberías de agua	Verde oscuro	
Tuberías de aire	Azul moderado	
Tuberías de gases	Amarillo	
Tuberías de aceites, combustibles	Café	
Tuberías no identificadas	Negro	
Tuberías que lleva cables eléctricos	Gris	

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Bomba de Captación y de Recirculación de torre de enfriamiento

Las bombas de captación (ver fig. 10) y de recirculación de torre de enfriamiento (ver fig. 11) tienen “Cuerpo de voluta horizontal, de una etapa con dimensiones y características generales según EN 733 en diseño proceso, el cual permite desmontar la unidad de cojinetes completa por el lado de accionamiento sin desmontar el cuerpo de bomba de las tuberías” (Según el artículo "Bombas para líquidos calientes", 2013). Las bombas pueden utilizarse en instalaciones con presiones de aspiración tanto positiva como negativa.

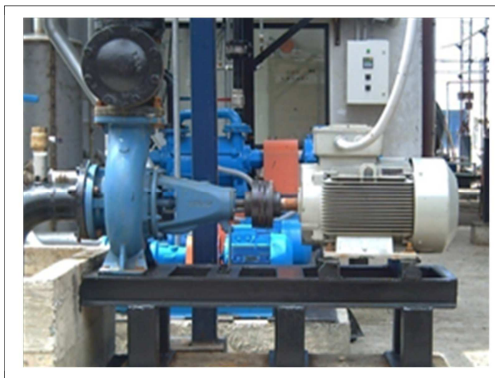


Figura 11: Bomba de Captación
Fuente: Produpes S.A.

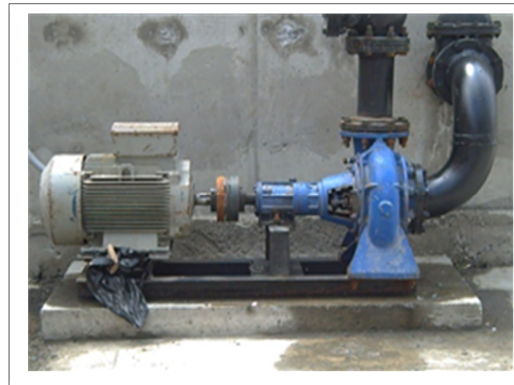


Figura 10: Bomba de Recirculación
Fuente: Produpes S.A.

Datos técnicos:

Caudal:	hasta 950 m ³ /h
Altura:	hasta 70 m
Velocidad:	máx. 3.600 rpm
Potencia:	hasta 30 hp
Cierre del eje:	cierre mecánico, anillos de cierre radiales

4.3.2. Bombas de Recirculación de efectos 1, 2, 3

Bombas centrífugas unicelulares horizontales, de aspiración axial e impulsión radial construidas en sus dimensiones principales (Serie N / NE). Con bridas de succión y descarga para presión nominal PN- 10. Son equipos diseñados con impulsor cerrado, sello mecánico mono resorte, rodamientos auto-lubricados y que permite su mantención sin perder el alineamiento entre bomba y el motor. Adecuadas para el bombeo de fluidos limpios o ligeramente abrasivos.

Datos técnicos: (Appenzauser, Jorge, 2011)

Caudal:	hasta 700 m ³ /h
Altura:	hasta 100 m
Presión máxima:	hasta 10 bares
Presión de succión:	hasta 1 bar
Velocidad:	máx. 2900 rpm
Potencia 1er efecto:	12.5 hp
Potencia 2do y 3er efecto:	10 hp



Figura 12: Bomba 1er efecto
Fuente: Produpes S.A.



Figura 14: Bomba 2do efecto
Fuente: Produpes S.A.

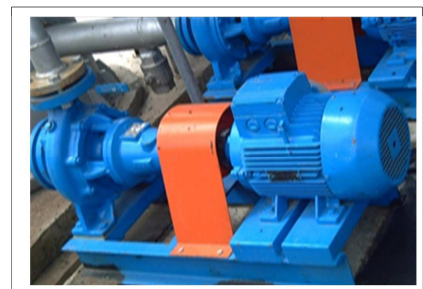


Figura 13: Bomba 3er efecto
Fuente: Produpes S.A.

4.3.3. Bombas de condensado limpio y sucio

Son bombas centrífugas unicelulares horizontales, de aspiración axial e impulsión radial construidas en sus dimensiones principales (Serie N / NE). Son equipos diseñados con impulsor cerrado, sello mecánico mono resorte, rodamientos auto-lubricados y que permite su mantención sin perder el alineamiento entre bomba y el motor. Adecuadas para el bombeo de fluidos limpios o ligeramente abrasivos.

Datos técnicos: (Appenzauser, Jorge, 2011)

Caudal:	hasta 700 m ³ /h
Altura:	hasta 80 m
Presión máxima:	hasta 10 bares
Presión de succión:	hasta 1 bar
Velocidad:	máx. 1750 rpm
Potencia condensado limpio:	4.0 hp
Potencia condensado sucio:	5.0 hp



Figura 15: Bomba de condensado sucio
Fuente Produpes S.A.

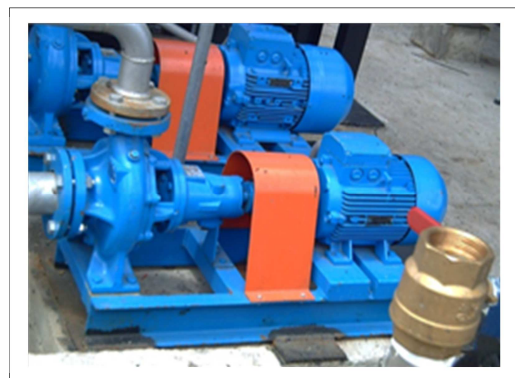


Figura 16: Bomba de condensado limpio
Fuente: Produpes S.A.

4.3.4. Bomba de agua de cola

Las bombas de aspiración axial e impulsión radial de voluta de la serie N/NE han sido diseñadas para el bombeo de materiales y efluentes grasosos a altas temperaturas. Estas bombas por su diseño de aspiración positiva se utilizan en este tipo de industria ya que pueden bombear a altas alturas a presiones constantes y sin pérdidas de flujo. Adecuadas para el bombeo de fluidos limpios o ligeramente abrasivos; o con partículas sólidas en suspensión.

Datos técnicos: (Appenzauser, Jorge, 2011)

Caudal:	hasta 700 m ³ /h
Altura:	hasta 100 m
Presión máxima:	hasta 10 bares
Presión de succión:	hasta 1 bar
Velocidad:	máx. 2900 rpm
Potencia:	4.0 hp
Densidad:	hasta 2 kg/dm ³

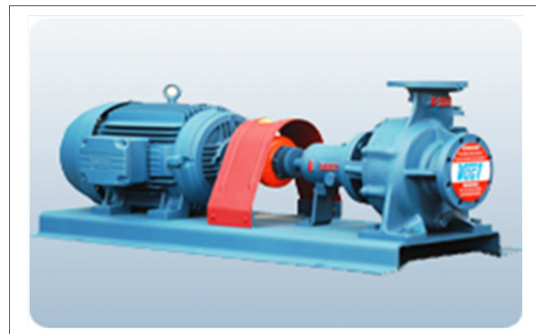


Figura 17: Bomba de agua de cola
Fuente: Produpes S.A.

4.3.5. Bomba de Vacío

“El vacío (del latín vacivus) es la ausencia total de materia en un determinado espacio o lugar, o la falta de contenido en el interior de un recipiente. Por extensión, se denomina también vacío a la cavidad cerrada donde la presión de aire es menor que la atmosférica” (Vacío, sf). En la planta evaporadora de agua de cola el vacío existente en los efectos de

concentración se logra inicialmente por la operación de la bomba de vacío y luego de estar en constante funcionamiento el condensador barométrico condensa los vahos residuales y a su vez genera vacío por el golpe del agua en los escalones adecuados en el sistema y genera un descenso en la presión, produciendo un mayor vacío en el sistema. “El término se refiere a cierto espacio lleno con gases a una presión total menor que la presión atmosférica, por lo que el grado de vacío se incrementa en relación directa con la disminución de presión del gas residual” (Vacío, sf).

Datos técnicos: (Appenzauser, Jorge, 2011)

Velocidad: máx. 3.600 rpm

Potencia: hasta 25 hp

Vacío: 29 In/Hg

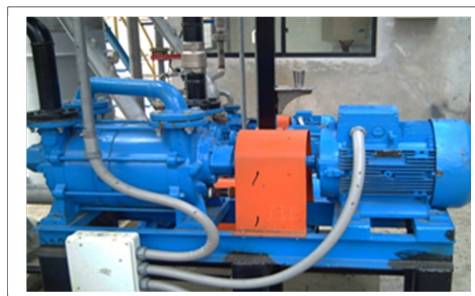


Figura 18: Bomba de vacío
Fuente: Produpes S.A.

4.3.6. Bomba de Soda Cáustica y Ácido Nítrico

Se deben de tomar las debidas precauciones cuando se trate de la manipulación de ácidos, estos producen efectos fuertes como corrosión de la piel y hay riesgos de salpicar a los ojos; se deben de tratar con todas las protecciones de seguridad industrial con la utilización de equipos seguros y adecuados; a continuación se detalla la limpieza con soda cáustica y ácido nítrico:

4.3.6.1. Limpieza con hidróxido de sodio

Se efectúa esta limpieza cada 75 horas de trabajo, primero con agua caliente (producto del aprovechamiento del condensado sucio) hasta que la planta esté limpia luego será llenada con una solución del 14% de hidróxido de sodio hasta el nivel normal de trabajo, se abre la válvula del tanque de soda cáustica y se recircula a través de la bomba del tanque de soda (fig. 19), se abre un poco la válvula de recirculación de vapor; después de transcurridas 1-2 horas de trabajo a 65°C, se detiene la bomba de llenado de agua de cola y la bomba de condensado limpio y la válvula de recirculación de vapor se cierra, la solución obtenida es vaciada al tanque de almacenamiento. “La planta después de ser lavada con hidróxido de sodio se enjuaga nuevamente con agua caliente” (Appenzauser, Jorge, 2011).

4.3.6.2. Limpieza con ácido nítrico

“La limpieza es efectuada después de 150-200 horas de operación, para obtener la posibilidad de usar varias veces la solución de ácido nítrico y a fin de evitar la formación de espuma” (Appenzauser, Jorge, 2011). Efectúese antes de la limpieza con ácido, una limpieza con agua caliente (producto del aprovechamiento del condensado sucio) un lavado de la planta en forma de cocción con una solución del 14% de hidróxido de sodio, se abre la válvula del tanque de soda cáustica y se recircula a través de la bomba del tanque de soda (fig. 19).

Después de ello la planta es rellenada con una solución del 5% de ácido nítrico hasta el nivel normal se abre la válvula de recirculación de vapor y se drena el condensado limpio por medio de las purgas; después de transcurridas 1-2 horas de trabajo a 65°C, se detiene la

bomba de llenado de agua de cola y la bomba de condensado limpio y la válvula de recirculación de vapor se cierra, la solución obtenida es vaciada al tanque de almacenamiento. La planta se enjuaga con agua caliente.

Datos técnicos: (Appenzauser, Jorge, 2011)

Caudal: 175 m³/h

Potencia: 1.0 hp

Velocidad: 3450 rpm



Figura 19: Bomba de soda y ácido nítrico
Fuente: Produpes S.A.

4.4. Montaje de Tablero Eléctrico

El tablero eléctrico está diseñado según los requerimientos para la industria o maquinas que se desee operar mediante mando electrónicos y eléctricos. Los operadores deben de conocer cada bomba o máquina acoplada a esta caja mediante señalización, las alarmas que se acoplan a este gabinete son de mucha utilidad ya que avisan a los operarios posibles fallas en los sistemas, cambio de giro de bombas, y demás instrumentos propios de funcionamiento de plantas. Las instalaciones y acoplamiento del tablero eléctrico en la empresa Productos Pesqueros Produpes S.A., cumple con los criterios de diseño y normativas internas de seguridad de la empresa.



Figura 20: Tablero Eléctrico
Fuente: Produpes S.A.

“El tablero general se acopló en la casa comercial de origen peruana, proveedora de los equipos para el funcionamiento de la planta evaporadora de agua de cola; en la empresa Produpes S.A. se la automatizó con válvulas electro-neumáticas (ver fig. 21) operadas en automático y manual desde el tablero de control” (Sifuentes, 2012) (p. 3). Las válvulas abren a una presión de 10 bares.



Figura 21: Válvula electro-neumática
Fuente: Produpes S.A.

4.5. Montaje de Equipo de Hidrólisis Enzimático

Las enzimas en la industria de elaboración de harina de pescado se aplican en la concentración de aguas de cola. La proteasa alcalina modifica las proteínas tanto en su tamaño como en su forma, cortando la cadena proteica a nivel de los peptídicos rompiendo los enlaces de aminoácidos. “Al efectuarse los cortes peptídicos se disminuye la viscosidad del líquido con sus diferentes etapas, y por ende se incrementan los coeficientes globales de transferencias de calor, con lo que se puede aumentar los niveles de evaporación y concentrado de sólidos en un evaporador existente” (Avendaño & Villa, Enzimas Antecedentes Técnicos, 2002). El equipo de hidrólisis enzimática montado en una planta evaporadora de agua de cola acelera sustancialmente los procesos de evaporación ya que con un correcto manejo y adición se podrá ahorrar en energía, rentabilizando la planta y las operaciones de secado y evaporación:

- **“Aumentos de capacidades de evaporación:** un apropiado diseño del sistema garantiza aumentos de 12-15% en la capacidad de evaporación nominal de un evaporador” (Avendaño & Villa, Enzimas Antecedentes Técnicos, 2002).
- **Ahorro energéticos:** siempre será más económico evaporar que secar.
- **“Aumento en niveles concentración:** dependiendo de las condiciones fisicoquímicas del agua de cola y de la dosificación de enzimas, es posible lograr concentraciones de salida del evaporador sobre 50%” (Avendaño & Villa, Enzimas Antecedentes Técnicos, 2002).
- **“Menor grado de ensuciamiento de los tubos en el evaporador:** al tener un agua de cola con menores niveles de viscosidad, se obtiene una mejor distribución y

escurrimiento de líquido sobre los tubos” (Avendaño & Villa, Enzimas Antecedentes Técnicos, 2002).

- **“Aumento de los niveles de proteína solubles:** uno de los parámetros más importantes de comercialización de harina de pescado lo constituye el contenido de solubles. Esto se debe a un mejor aprovechamiento de las aguas de cola, y al efecto propio de corte de cadenas proteicas que efectúa la enzima” (Avendaño & Villa, Enzimas Antecedentes Técnicos, 2002).
- **“Rango de temperaturas en la cual la enzima es activa:** su óptimo debe ser lo máximo posible, dada la aplicación se necesita enzimas con un máximo de actividad de en torno a los 65°C” (Avendaño & Villa, Enzimas Antecedentes Técnicos, 2002).

4.6. Montaje de torre de enfriamiento

(Appenzauser, Jorge, 2011) Se realizó:

Se levantaron 70 m³ de suelo arcilloso y se procedió a preparar el área de construcción compactando con lastre y rodillo cada 30 cm, luego se fundió la base que consta de seis plintos aislados de altura de columna variable con hormigón premezclado de Holcim (mixer) que es resistente a la compresión $F_c = 210\text{Kg/cm}^2$. Después de tener lista la base se continuó con la construcción de la cisterna que lleva una estructura de hormigón armado con malla electrozol R-84 con refuerzos de varilla de 8mm de diámetro cada 30 cm, para darle más resistencia a la estructura por el empuje del agua que se ejerce sobre las bases de la cisterna. La capacidad de la cisterna es de 80 m³.

La torre de enfriamiento consta de 6 divisiones de persianas a 55° con respecto a los ventiladores, para la libre circulación del aire y tener una mejor refrigeración del agua. El sistema básico de refrigeración del agua en la torre de enfriamiento es la disposición de libre cada del agua hacia la cisterna con aireación constante (ver fig. 22).

Máquinas y herramientas utilizadas en el montaje: (Appenzauser, Jorge, 2011)

- Grúa de carga de hasta 40 toneladas
- Tecele de 2 toneladas
- Montacargas de 4 toneladas
- Herramientas manuales y mano de obra calificada



Figura 22: Torre de Enfriamiento
Fuente: Produpes S.A.

Datos técnicos del motor de ventiladores: (Appenzauser, Jorge, 2011)

Velocidad:	1750 rpm
Potencia:	15 hp
Polea motriz:	4.5 pulgadas

4.7. Montaje de tanques

La planta está dotada de tanques de almacenamiento para el producto terminado así como para los productos de limpieza (ver fig.23). Entre los tanques dentro de la planta (Sifuentes, 2012) (p. 8) son:

- Tanque de agua de cola
- Tanque de concentrado
- Tanque de condensado sucio
- Tanque de soda y
- Tanque de ácido nítrico

4.7.1. Tanque de agua de cola

El tanque de agua de cola está provisto de alimentación de agua e indicación de nivel. La bomba de agua de cola bombea desde el fondo del tanque hasta la etapa III. El volumen del tanque es de 11 m³.

4.7.2. Tanque de concentrado

El tanque de acero inoxidable está provisto de indicación de nivel e instalación de tuberías hacia el secador de harina. El volumen del tanque es de 12 m³.

4.7.3. Tanque de condensado sucio

El tanque de condensado sucio está provisto de indicación de nivel, drenaje e instalación de tuberías para la limpieza de las etapas con agua caliente. El volumen del tanque es de 11 m³.

4.7.4. Tanque de soda caustica

El tanque de acero inoxidable está provisto de alimentación de agua e indicación de nivel. El volumen del tanque es de 12 m³.

4.7.5. Tanque de ácido nítrico

El tanque de acero inoxidable está provisto de alimentación de agua, indicación de nivel e instalación de tuberías hacia el tanque de disolución de soda caustica y ácido nítrico de volumen de 184 cm³. El volumen del tanque es de 12 m³.



Figura 23: Tanque de almacenamiento

V. CAPÍTULO

FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA EVAPORADORA DE PELÍCULA DESCENDENTE.

5.1. Etapa I

(Sifuentes, 2012) (p. 4) Consiste en:

- Un cuerpo de calentamiento;
- Un separador liquido/vapor;
- Un sistema de recirculación; y,
- Un sistema de entrada de agua cola.

5.1.1. Cuerpo de calentamiento

(Sifuentes, 2012) Declara:

El cuerpo de calentamiento es un haz de tubos verticales de acero inoxidable AISI-304 NORMA ASTM.- A 249. De 6 metros de longitud, 38 mm de diámetro y 1.5mm de espesor calefaccionado por vapor vivo de caldera, en el lado de la camisa. La entrada de vapor, situada encima de la camisa de vapor, está provista de una válvula reductora y reguladora automática de presión para gobernar la temperatura de calentamiento, así como una válvula de purga manual para controlar

el condensado que se genera en el sistema y evitar el golpe de ariete. Termómetro y sensor pt 100 de aguja. Ventilación de la camisa de vapor. Trampilla de vapor a la salida de condensado, provisto con transmisor de nivel que gobierna la válvula de salida de condensado. Bomba eléctrica para bombear el condensado de la trampilla de vapor. Tapas torisféricas para acceso al haz de tubos (como se muestra en la fig. 24) (p. 4).

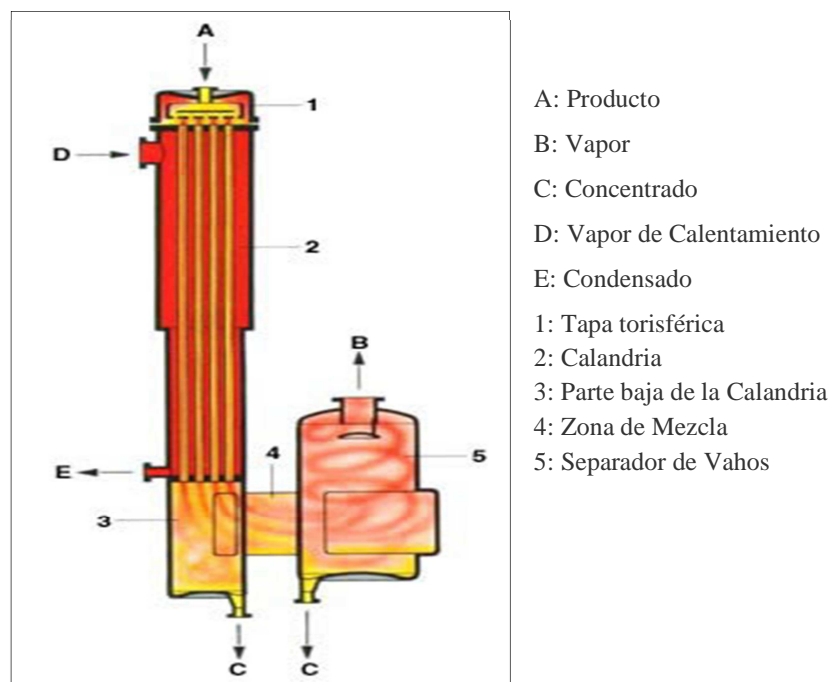


Figura 24: Evaporador de película descendente

Fuente: Internet

5.1.2. Sistema de recirculación

(Sifuentes, 2012) Declara:

El nivel de líquido de esta etapa se ve en la mirilla inferior del separador. La bomba de recirculación centrífuga unicelular horizontal, de aspiración axial e impulsión

radial, bombea el líquido desde la parte baja de la calandria a la parte superior del haz de tubos de la etapa 1. El sistema de distribución (spraying - systems) situado encima del haz de tubos hace posible que todos los tubos reciban la cantidad necesaria de líquido para mantener constantemente húmeda la superficie interior de los tubos por medio de una película líquida descendente. El transmisor del nivel instalado en el separador, gobierna la válvula automática para la entrada de líquido al evaporador (ver fig. 25) (p. 5).

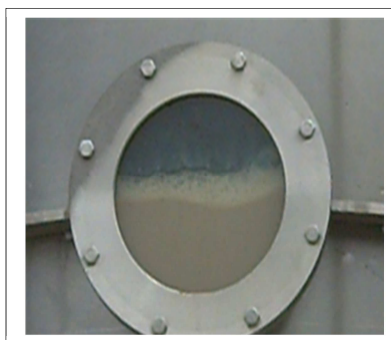


Figura 25: Visor de nivel
Fuente: Produpes S.A.

El termómetro del tubo de recirculación indica la temperatura del líquido (la temperatura de ebullición que es de 70°C en la etapa 1 por la acción del vacío). El manómetro en el tubo de circulación indica la presión de la bomba que es de 35 kg/cm².

5.1.3. Regulación de entrada

El agua de cola con cierta concentración es bombeada a la etapa 1, por la bomba de la etapa 2, (M-2). “La válvula de entrada esta contralado por un actuador neumático-eléctrico y un posicionador, gobernados por el flotador. Cuando vaporiza la válvula reguladora de

salida evacua concentrado, baja el nivel, entonces actúa la válvula reguladora de entrada” (Sifuentes, 2012) (p. 5).

5.2. Etapa II

Consiste en: cuerpo de calentamiento, separador liquido/vapor, sistema de recirculación y sistema de entrada de líquido.

5.2.1. Cuerpo de calentamiento

(Sifuentes, 2012) Declara:

El cuerpo de calentamiento es un haz de tubos verticales de acero inox. AISI-304 NORMA ASTM – A 249. De 6 metros de longitud, 38 mm de diámetro y 1.5mm de espesor montados en una camisa de vapor.

El vapor residual de la etapa 1, se introduce en la camisa de vapor alrededor de los tubos, calentándolos por condensación. La película de agua de cola hierve en la superficie interior de los tubos, y baja arrastrando el vapor residual, hasta llegar a la pieza intermedia, aquí se separa el vapor residual introduciéndolo en el separador liquido/vapor. El líquido separado volverá a la pieza intermedia y el vapor residual ira a calentar la etapa 3 (p. 6).

El condensado sucio de la etapa 2 pasa a la etapa 3.

5.2.2. Sistema de recirculación

(Sifuentes, 2012) Declara:

El nivel de líquido de esta etapa se ve en la mirilla inferior del separador. La bomba de recirculación centrífuga unicelular horizontal, de aspiración axial e impulsión radial, bombea el líquido desde la parte baja de la calandria a la parte superior del haz de tubos de la etapa 2.

El sistema de distribución (spraying - systems) situado encima del haz de tubos hace posible que todos los tubos reciban la cantidad necesaria de líquido para mantener constantemente húmeda la superficie interior de los tubos por medio de una película líquida descendente. El transmisor del nivel instalado en el separador, gobierna la válvula automática para la entrada de líquido al evaporador (ver fig. 25) (p. 5).

El termómetro del tubo de recirculación indica la temperatura del líquido (la temperatura de ebullición que es de 60°C en la etapa 2 por la acción del vacío). El manómetro en el tubo de recirculación indica la presión de la bomba que es de 25 kg/cm².

5.2.3. Regulación de entrada

“El agua de cola con cierta concentración es bombeada de la etapa 2 por la bomba de circulación de la etapa 3, (m-3). Cuando se realiza la evaporación o la válvula deja salir el concentrado para llenar la etapa 1, baja el nivel, la válvula de entrada se abre y deja pasar

agua de cola de la etapa 3” (Sifuentes, 2012) (p. 6), con lo que el nivel se mantiene constante.

La etapa 2 se llena con agua de cola de la etapa 3.

5.3. Etapa III

Consiste en cuerpo de calentamiento, separador liquido/vapor, sistema de recirculación, bomba de transporte y válvula de entrada de agua de cola.

5.3.1. Cuerpo de calentamiento

“El calentamiento procede del vapor residual de la etapa 2. El vapor residual de la etapa 3 va al condensador barométrico. El condensado sucio es evacuado por medio de la bomba (M-4)” (Sifuentes, 2012) (p. 7). Hasta el tanque de almacenamiento para limpieza o también previo enfriamiento es evacuado al mar o al sistema de regadío.

5.3.2. Sistema de recirculación

(Sifuentes, 2012) Declara:

El nivel de líquido de esta etapa se ve en la mirilla inferior del separador. La bomba de recirculación centrífuga unicelular horizontal, de aspiración axial e impulsión radial, bombea el líquido desde la parte baja de la calandria a la parte superior del haz de tubos de la etapa 3.

El sistema de distribución (spraying - systems) situado encima del haz de tubos hace posible que todos los tubos reciban la cantidad necesaria de líquido para mantener constantemente húmeda la superficie interior de los tubos por medio de una película líquida descendente. El transmisor del nivel instalado en el separador, gobierna la válvula automática para la entrada de líquido al evaporador (ver fig. 25) (p. 5).

El termómetro del tubo de recirculación indica la temperatura del líquido (la temperatura de ebullición que es de 50°C en la etapa 3 por la acción del vacío). El manómetro en el tubo de recirculación indica la presión de la bomba que es de 20 kg/cm².

5.3.3. Regulación de entrada

“La alimentación se realiza desde el tanque de agua de cola a través de la bomba (M-9). Cuando se vaporiza o la válvula deja pasar concentrado, para llenar la etapa 2, baja el nivel, la válvula de entrada se abre y deja pasar agua de cola desde el tanque de almacenamiento” (Sifuentes, 2012) (p. 7). Con lo que el nivel se mantiene constante.

5.4. Condensador con sistema de vacío

“El vapor residual de la etapa 3 es condensado con agua fría en el condensador barométrico. El agua se recircula a través de una torre de enfriamiento, que deberá mantener una temperatura de 35°C Max” (Sifuentes, 2012) (p. 7), el agua es bombeada a la parte superior de la condensador por la bomba de la torre de enfriamiento con un diámetro de entrada de 2 pulgadas, dentro del condensador hace una caída libre brusca debido a las

trampas que tiene provisto internamente, producto de este golpeteo se origina un efecto de vacío que es el que va a beneficiar en la planta por el arrastre que hace de los vahos residuales.

Se obtiene un vacío del 90% aprox. en el condensador, sacando el aire de la planta por medio de una bomba de vacío de anillo hidráulico (ver fig. 26).

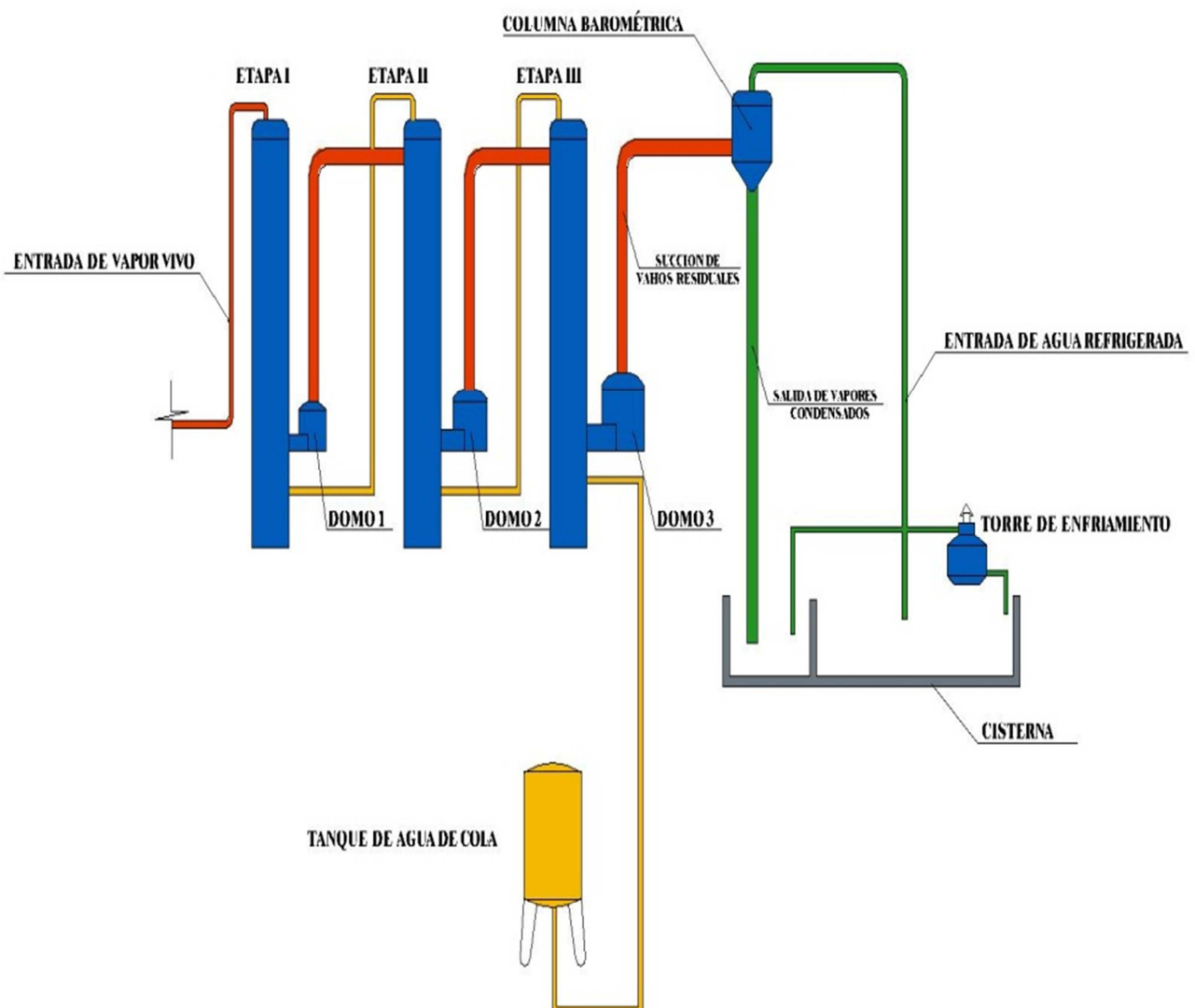


Figura 26: Columna Barométrica
Fuente: Elaboración autor

5.5. Puesta en funcionamiento

El operador debe verificar válvulas de entrada de las etapas 1-2-3 (Y1, Y2, Y3) estén puestas para el funcionamiento automático (conmutador del tablero de mandos), que las válvulas manuales de los sistemas de tubos estén en su posición correcta.

(Sifuentes, 2012) (p. 9, 10, 11) Muestra:

Verificar los ejes de las bombas (que estén suaves; se les hace girar con la mano), las bombas de circulación M-1, M-2, M-3, y la bomba de agua de cola M-9 están dotadas de empaquetadura doble árbol mecánico, lo que significa que pueden funcionar sin líquido. Purgar compresor de aire (sacar el agua del tanque ver fig. 27).



Figura 27: Compresor de aire
Fuente: Produpes S.A.

Dar arranque al compresor y abrir válvula principal para las válvulas electromecánicas hasta llegar a 60 psi. Que el tanque de agua de cola este lleno (suficiente para llenar la planta). Dar arranque a bomba de alimentación de agua de cola para llenar la etapa 3, y cuando es suficiente la cantidad de líquido, la bomba de

circulación de esta etapa bombeara el líquido a la etapa 2 a través de la válvula de entrada. Se sigue el mismo procedimiento de la etapa 2 a la etapa 1, abrir válvula desairadora para un mejor llenado.

Verificar llenado de las etapas 3, 2, 1. Para dar arranque a las bombas de recirculación se controla que el agua salga por la salida de agua de estanqueidad de cada bomba, después de lo cual se ponen en marcha. Dar arranque a bomba de agua de pozo. Dar arranque a ventiladores y bomba de captación. Arranque de bomba de vacío (M-8), se pone en marcha 1 bomba de agua de refrigeración, la bomba de recirculación y la bomba de vacío. Póngase la válvula W1 en la posición deseada del consumo de agua de refrigeración, el valor del vacío será de 26-29 pulgadas/Hg (90% de vacío aproximado).

Purgar condensado de la válvula de vapor principal a través de las válvulas C8 y C9, después de lo cual es abierta la válvula P1 de regulación de vapor, la camisa de vapor de etapa 1 es ventilada a través de las válvulas A1 y C5 hasta que fluye vapor limpio (sin aire), después de lo cual se cierra la válvula C5 y la válvula A1 se cierra de tal forma que solamente salga una pequeña cantidad de vapor.

Dependiendo de la capacidad y grado de limpieza de los tubos de cocción, normalmente la temperatura viene a ser de 75-85°C. El vapor tiene que estar en 5 Bares de presión y el manómetro de entrada en 10-20 libras de presión. Prender bomba de condensado limpio (M-5) y la válvula reguladora (Y4). Prender bomba de condensado sucio (M-4) y regular la salida. Verificar la concentración de agua de

cola después de 30minuto aprox. Con un instrumento llamado refractómetro llevar la concentración a 35% y agregar enzimas.

5.6. Chequear cada hora

Lectura de todos los termómetros y manómetros alojados en distintos puntos. Se somete al concentrado a una prueba mediante un refractómetro (caño de muestras), registrándose el porcentaje de sólidos.

Al mismo tiempo (Sifuentes, 2012) indica que se debe controlar lo siguiente:

La circulación de las etapas, observándose las mirillas. Se puede clasificar la viscosidad del concentrado que fluye de la placa del tubo inferior de la etapa. El nivel de líquido por la mirilla inferior. El agua de alimentación y de estanqueidad de las bombas. Debe haber un delgado chorro de agua constante. Los trasmisores de nivel (p. 11).

VI. CAPÍTULO

PROCESO DE LA PLANTA EVAPORADORA

6.1. Pruebas del proceso

En la producción de harina de pescado dentro de la planta Productos Pesqueros S. A., “Se han realizado pruebas por cada especie de pescado y se han observado diferentes resultados que van a influir directamente en la producción de concentrado dentro de la planta evaporadora de agua de cola” (Appenzauser, Jorge, 2011). Según las especies de pescado procesadas en la planta de producción de harina tenemos a continuación detalladas el proceso del atún, pesca de arrastre y el pescado entero:

- **Atún:** Dentro del proceso tenemos que el atún ya llega previamente cocinado puesto que ya ha entrado en la producción de enlatados, los residuos son los que llegan para la producción de harina (al desperdicio de atún se le denomina Scrap), el Scrap en la producción de harina bota menos agua de cola, pero mayor porcentaje de sólidos insolubles estando en el rango de entre el 9 – 10%.
- **Arrastres:** Dentro de estas especies tenemos desperdicios provenientes de: merluza, bonito, botellita entre otros, la pesca de arrastre dentro del proceso de harina bota más agua de cola pero menos sólidos insolubles estando dentro del 7%.
- **Entero:** El pescado entero que se procesa en esta planta es la pinchagua, en el proceso de harina bota más agua de cola que las anteriores pero manteniéndose en el rango del 6 – 7% de sólidos insolubles.

Debemos de tener en cuenta de que lo que se aprovecha para la producción de harina de las diferentes especies marinas es del 30%, el 70% restante es agua con residuos de sólidos insolubles que como detallamos anteriormente el porcentaje de estos es mayor para cada especie procesada. El agua de cola resultante del proceso de harina de pescado es la materia prima para la producción de concentrado dentro de la planta evaporadora. La capacidad de producción es de 5200 litros/hora.

6.2. Análisis del concentrado

Después de media hora de que la planta haya empezado con el proceso de concentrado, el operador debe verificar la viscosidad del producto con un instrumento llamado refractómetro (ver fig. 28), con la finalidad de tener un concentrado de 35° Brix que es la concentración necesaria que debe tener el producto terminado, para almacenarlo o a su vez bombearlo a la etapa previa de secado de harina y que se mezcle con la torta de prensado.



Figura 28: Refractómetro con vista interna de regleta
Fuente: Produpes S.A.

Luego de una normal operación de la planta evaporadora se empieza con la toma de muestras (ver fig. 29), para aquello lo hacemos en la primera etapa que es donde vamos a tener el producto terminado.



Figura 29: Muestra de concentrado
Fuente: Produpes S.A.

6.3. Resultados

Cuando se hayan tomado todas las muestras se procede a aplicar una gota del concentrado en la luna de medición del refractómetro para observar si se ha llegado a la medida deseada de concentración (ver fig. 30), en el refractómetro se observará la decoloración de la regleta por la refracción de la luz, lo que determina exactamente hasta donde es el corte.

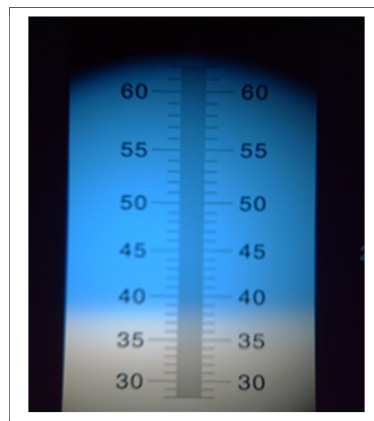


Figura 30: Medida del refractómetro
Fuente: Produpes S.A.

La medida muestra que el concentrado tiene 38° Brix, con esta lectura se bombea y se almacena para la etapa previa al secado de harina, que se mezcla con la torta de prensado y así sigue con el normal proceso de producción de harina. Los resultados más notables con la puesta en funcionamiento de la planta evaporadora de agua de cola esta dado en el aumento de la producción de harina siendo en el orden para cada proceso el siguiente:

Tabla 4: Procesos de la planta evaporadora

Procesos:	Sin planta evaporadora	Con planta evaporadora
Pesca de Arrastre	360 kg.	450 kg.
Scrap de Atún	650 kg.	680 kg.
Pescado Entero	460 kg.	560 kg.

Fuente: Elaboración Autor

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concluido el trabajo propuesto y emitido sus resultados, se pone a consideración de las autoridades pertinentes las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- **Conclusiones:**

- a. Los sólidos solubles e insolubles que se recuperaron en la planta evaporadora de agua de cola, se concentraron a 38° Brix en 30 minutos de trabajo, estos sólidos ya concentrados se pueden almacenar o transportarlos mediante bombas a la etapa previa de secado.
- b. Con la planta evaporadora de película descendente se recuperaron 50 Kg de harina de pescado en las aguas residuales, esto es un saco de harina de pescado por cada tonelada de materia prima trabajada, este rendimiento que se obtuvo mejoró sustancialmente el proceso productivo de la planta.
- c. El agua condensada que se obtuvo en la planta evaporadora de agua de cola es apta para la agricultura en la zona de Colorado – Montecristi o en su defecto poder verterla al sistema de alcantarillado sanitario por tener las siguientes características:
 - Sólidos Totales: 600 ppm
 - Dureza total: 21 ppm
 - PH: 9 (ácido)

Con todas las variables analizadas podemos concluir que la planta evaporadora de película descendente en la industria de elaboración de harina de pescado es esencial e imprescindible ya que mejora el rendimiento, reduce costos de producción y mitiga los efectos de contaminación en la zona sanitaria de las ciudades en donde se encuentren este tipo de industrias. Por estas razones es totalmente justificable por los resultados obtenidos y principalmente en el objetivo del proyecto en la disminución de los contaminantes nocivos (aguas residuales) que se envía a través de los efluentes, disminuyendo la contaminación ambiental y de esta manera procesar responsablemente.

- **Recomendaciones:**

- a. Para tener un mejor rendimiento y normal proceso de concentración se debe trabajar según las normas del fabricante y no bajar los tiempos de trabajo de concentración de sólidos en la Planta Evaporadora de agua de cola.
- b. Se recomienda a la empresa PRODUPES S.A. que efectúe cada 75 horas de trabajo una limpieza con una solución del 14% de hidróxido de sodio y cada 150-200 horas de operación una limpieza con una solución del 5% de ácido nítrico con un tiempo promedio de 1-2 horas de trabajo a 65°C.
- c. Luego de analizar y estudiar a las plantas evaporadoras para la concentración de sólidos en suspensión en las aguas residuales afluentes a las centrifugas del proceso de harina de pescado de la empresa PRODUCTOS PESQUEROS (PRODUPES S.A.), se recomienda la instalación y posterior funcionamiento de la Planta Evaporadora de Película Descendente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Appenzauser, Jorge. (2011). *Productos Pesqueros Produpes S.A.* Recuperado el 16 de Julio de 2012, de <http://www.productospesqueros.com>

Avendaño, C., & Villa, B. (11 de Noviembre de 2002). *Enzimas Antecedentes Técnicos.* Recuperado el Junio de 2014, de AZ Ingeniería y Máquinas Ltda.:
<http://www.azing.cl/Enzimas.pdf>

Caballero, D. (2013). *"Los desechos sólidos del astillero de Tarqui - Manta, su impacto en la actividad turística"*. Tesis de Grado, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ecuador: Manta. Recuperado el 30 de Noviembre de 2013

Cabrera, O., Chacón, P., López, C., Tapia, M., & Villalba, M. (12 de Junio de 2007). *Harina de Pescado.* Recuperado el 15 de Mayo de 2013, de Trabajo Grupal: Almacen y Control de Stock - 4º ciclo: <http://harinadepescado-grupo2.blogspot.com/2007/06/qu-es-harina-de-pescado.html>

Lope, F., & Sosa, L. (Febrero de 2013). *Agua de Cola.* Recuperado el 15 de Agosto de 2013, de BuenasTareas.com: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Agua-De-Cola/7249935.html>

Mariño, S., Sánchez, E., Suarez, G., & Rodriguez, J. (Noviembre de 2012). *Harina de Pescado.* Informe, Universidad Politécnica Territorial del edo. Portuguesa J.J. Montilla, Ing. Agroalimentaria, República Bolivariana de Venezuela: Acarigua. Recuperado el 23 de Enero de 2013

Merlucciidae. (sf). Recuperado el 12 de Marzo de 2013, de Wikipedia:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Merlucciidae>

Merluccius gayi. (sf). Recuperado el 15 de Noviembre de 2013, de Wikipedia:

http://es.wikipedia.org/wiki/Merluccius_gayi

Miranda, F. (2013). *Características Climáticas*. Recuperado el 27 de Enero de 2014, de

Tosagua: <https://tosagua.wordpress.com/autoria/>

Procesamiento para la producción de harina, a. (Marzo de 2011). *BuenasTareas.com*.

Recuperado el 7 de Septiembre de 2012, de

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Procesamiento-De-Pescado-Para-La-Produccion/1696324.html>

Sandbol, P. (8 de Noviembre de 1993). *NUEVA TECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE*

HARINA DE PESCADO PARA PIENSOS: IMPLICACIONES SOBRE LA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD. Recuperado el 15 de Junio de 2012, de

http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/2momento_alimentacionanimal_mariabelalcazar/Produccion_de_Hna_Pescado_FN.pdf

Según el artículo "Bombas para líquidos calientes". (2013). Recuperado el 21 de Enero de

2014, de Sterling Sihi GmbH: <http://www.sterlingsihi.com/cms/es/home/productos-y-servicios/bombas-de-liquidos/bombas-para-liquidos-calientes/para-aceite-caliente/en-diseno-eje-libre.html>

Según el artículo "Características Generales de la Actividad Pesquera en España". (Mayo de 2010). Recuperado el 21 de Julio de 2012, de Los Recursos Naturales:
<http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/CTMA/curiorecursos.html>

Según el artículo "Evaporadores de Multiple efecto". (30 de Mayo de 2008). Recuperado el 9 de Agosto de 2012, de Scribd:
<http://es.scribd.com/doc/3169438/EVAPORACION-Y-EVAPORADORES-DE-MULTIPLE-EFECTO>

(2001). *Según el artículo "Industria Pesquera y su Contaminación".* Monografía, Perú: Lima. Recuperado el Marzo de 2013, de
<http://www.monografias.com/usuario/perfiles/trinixx/monografias>

Según el artículo "Proceso de la Harina de Pescado". (11 de Junio de 2011). Recuperado el 18 de Noviembre de 2013, de Webcindario.com:
<http://oneprocso.webcindario.com/Proceso%20de%20la%20harina%20de%20pescado.pdf>

Según el artículo "Proceso de la Harina de Pescado". (2011 de Junio de 2011). Recuperado el 18 de Noviembre de 2013, de Webcindario.com:
<http://oneprocso.webcindario.com/Proceso%20de%20la%20harina%20de%20pescado.pdf>

Según el artículo "Proceso del agua de cola". (sf). Recuperado el 7 de Junio de 2012, de Mis Aplicaciones:

http://www.misaplicaciones.com/1/bnotas.php?tipo=ver&id_nota=11085&id_empresa=989

Según el artículo "Uso de los Evaporadores en las Diferentes Industrias". (25 de Octubre de 2014). Recuperado el 30 de Octubre de 2014, de Club Ensayos:

<http://www.clubensayos.com/Ciencia/Balance/2139686.html>

Sifuentes, N. (2012). *INSTRUCCIÓN para Planta de concentración de 3 - Escalones.*

Chimbote - Perú: Asset Ingeniería y Construcción SAC.

Susá, J., & Vásquez, G. (28 de Febrero de 2011). *Aplicación de agentes antimicrobianos orgánicos en la inhibición de Salmonella spp en harinas de pescado exportación.*

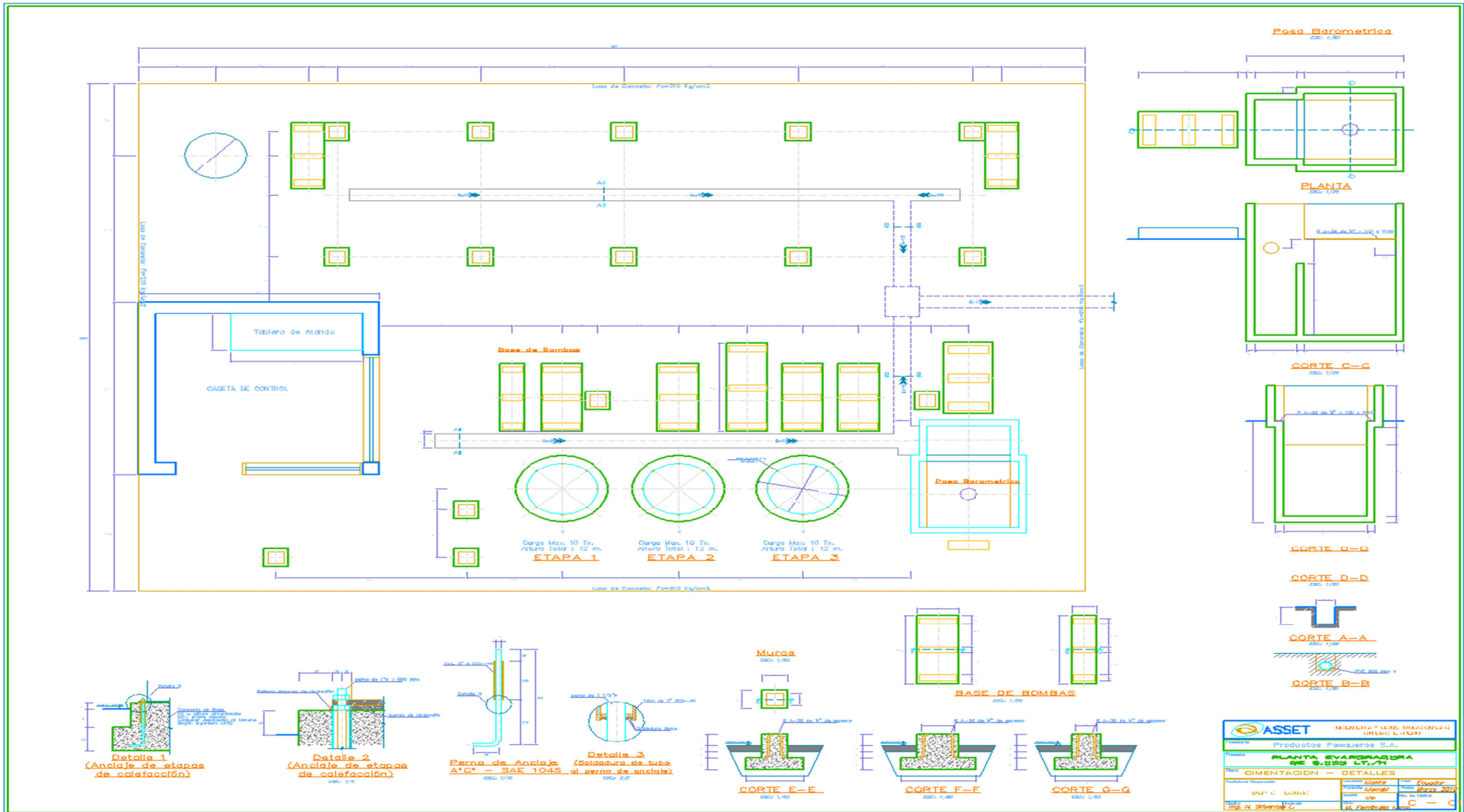
Artículo Informe Profesional, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil: Km. 30.5 vía Perimetral. Recuperado el Enero de 2013, de Escuela Superior Politécnica del Litoral :

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14798/1/%E2%80%9CAplicaci%C3%B3n%20de%20agentes%20antimicrobianos%20org%C3%A1nicos%20en%20la%20inhibici%C3%B3n%20de%20Salmonella%20spp%20en%20harinas%20de%20pescado%20expo.pdf>

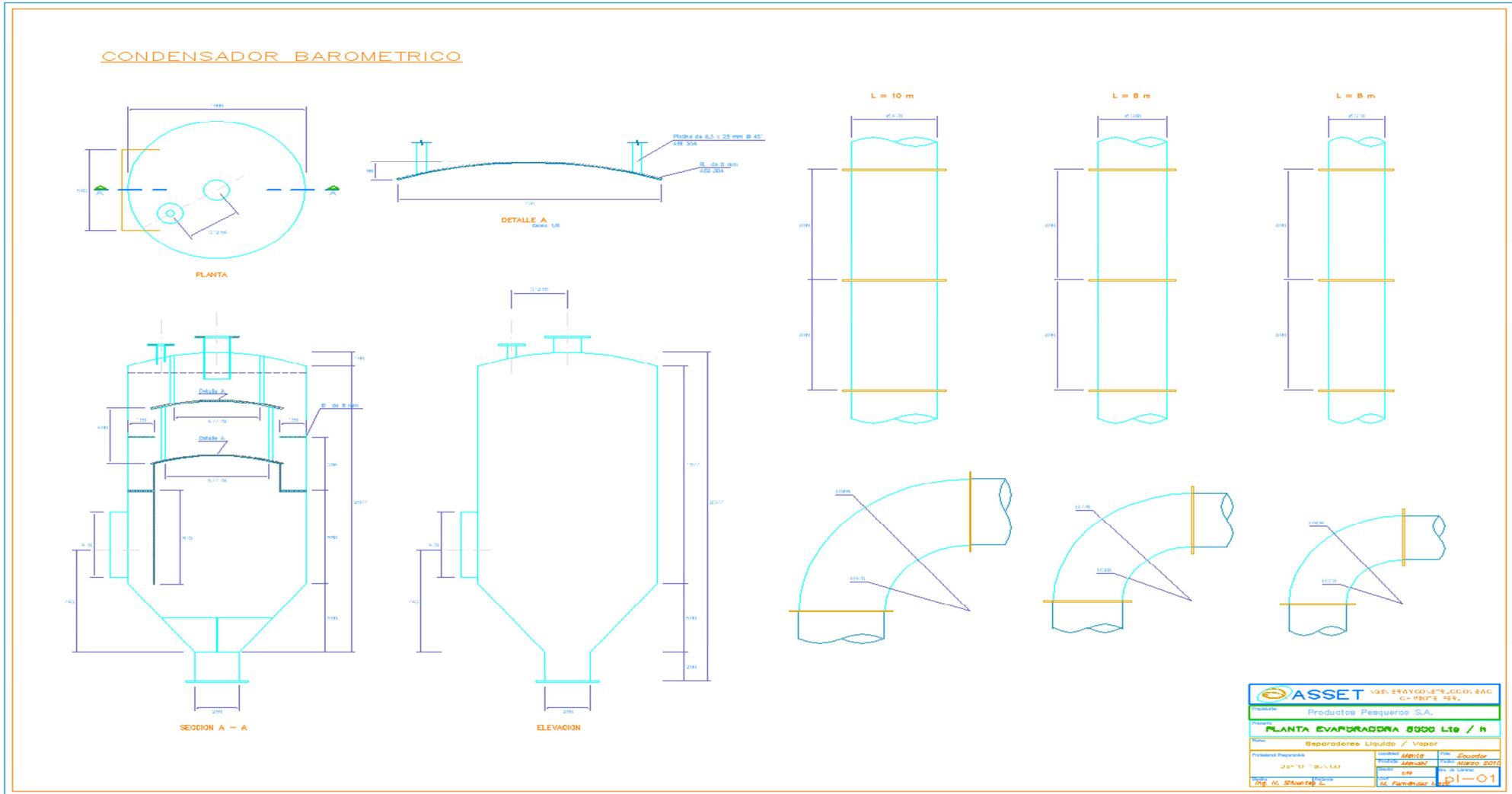
Vacío. (sf). Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de Wikipedia:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Vac%C3%ADo>

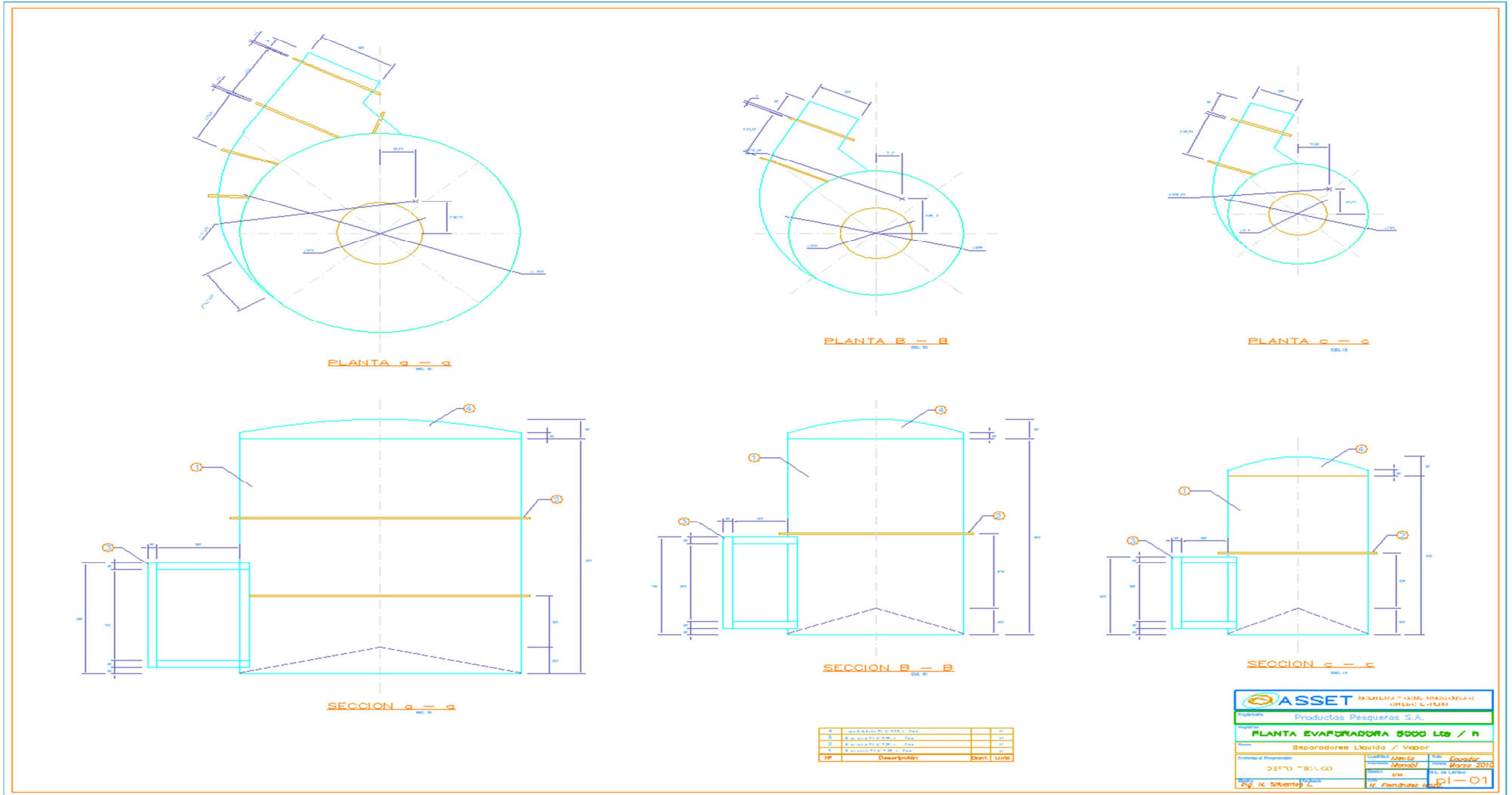
IX. ANEXO A (CIMENTACIÓN)



X. ANEXO B (CONDENSADOR BAROMÉTRICO)



XI. ANEXO C (SEPARADORES LÍQUIDO – VAPOR)



XII. ANEXOS D (INSTALACIONES PRODUPES S.A.)



**PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE PESCADO S.A.
FUENTE: PRODUPES S.A.**



**TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA
FUENTE: PRODUPES S.A.**



**DESCARGA DE LA MATERIA PRIMA (SARDINA ENTERA)
FUENTE: PRODUPES S.A.**



**POZAS DE RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA (SARDINA)
FUENTE: PRODUPES S.A.**



**DESCARGA DE LA MATERIA PRIMA (SCRAP DEL ATÚN)
FUENTE: PRODUPES S.A.**



**POZAS DE RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA (SCRAP DEL ATÚN)
FUENTE: PRODUPES S.A.**



POZA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA
(DESPERDICIO DE SARDINA)

FUENTE: PRODUPES S.A.



RECEPCIÓN DE DESPERDICIO DE DORADO,
ALBACORA Y MERLUZA

FUENTE: PRODUPES S.A.



SAGUANZA DE LAS POZAS DE RECEPCIÓN
DE MATERIA PRIMA

FUENTE: PRODUPES S.A.



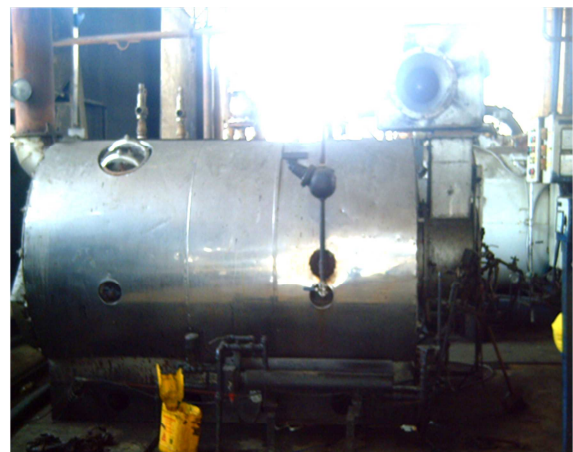
COCINA CON CAPACIDAD PARA 10 TON / HORA

FUENTE: PRODUPES S.A.



PRE-STRAINER

FUENTE: PRODUPES S.A.

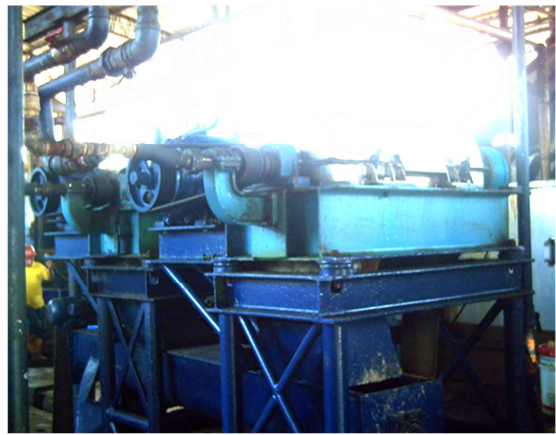


CALDERA DE 200 HP

FUENTE: PRODUPES S.A.



PRENSA DE LA MATERIA PRIMA
FUENTE: PRODUPES S.A.



SEPARADORAS DE ACEITE Y TORTA DE PRENSA
FUENTE: PRODUPES S.A.



CENTRÍFUGAS
FUENTE: PRODUPES S.A.



TANQUE DECANTADOR DE ACEITE
FUENTE: PRODUPES S.A.



DESCARGA DE BORRA
FUENTE: PRODUPES S.A.



DESCARGA DE ACEITE DE PESCADO
FUENTE: PRODUPES S.A.



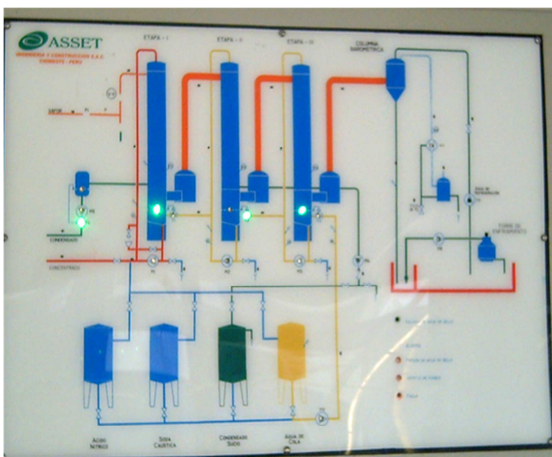
PLANTA EVAPORADORA DE AGUA DE COLA DE PELÍCULA DESCENDENTE

FUENTE: PRODUPES S.A.



TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE PESCADO

FUENTE: PRODUPES S.A.



TABLERO DE CONTROL AUTOMATIZADO

FUENTE: PRODUPES S.A.



BOMBAS DE OPERACIÓN DE PLANTA DE AGUA DE COLA

FUENTE: PRODUPES S.A.



EQUIPO DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICO

FUENTE: PRODUPES S.A.



TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE COLA

FUENTE: PRODUPES S.A.



TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE
CONCENTRADO

FUENTE: PRODUPES S.A.



TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE
CONDENSADO SUCIO

FUENTE: PRODUPES S.A.



TORRE DESODORIZADORA

FUENTE: PRODUPES S.A.



TORRE DE ENFRIAMIENTO CON PISCINA
DE RECEPCIÓN

FUENTE: PRODUPES S.A.



VISTA FRONTAL DEL SECADOR DE FUEGO
DIRECTO

FUENTE: PRODUPES S.A.



VISTA LATERAL DEL SECADOR DE FUEGO
DIRECTO

FUENTE: PRODUPES S.A.



MOLINO DE MARTILLOS
FUENTE: PRODUPES S.A.



SOPLADOR DE HARINA HACIA LA BODEGA
DE ALMACENAMIENTO
FUENTE: PRODUPES S.A.



HARINA
FUENTE: PRODUPES S.A.



LLENADO DE LA HARINA EN SACOS DE 50 KG
FUENTE: PRODUPES S.A.



PROCESO DE ESTIBADO EN PALETS
FUENTE: PRODUPES S.A.



BODEGA DE ALMACENAMIENTO
FUENTE: PRODUPES S.A.