

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA ZONA DE PENSADO Y SEPARACIÓN DE SÓLIDOS DE LA PLANTA DE HARINA DE PESCADO NEPESUR S.A. DE 50 TN/HORA DE CAPACIDAD”

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

FEDERICO FRANCISCO CHÁVEZ LIZAMA

PROMOCION 1979-II

LIMA - PERU

2006

DEDICATORIA

A mis padres: Federico Chávez Luyo y Olga Lizama Vda. De Chávez; quienes fueron los arquitectos de mi formación académica y humanística. ¡Gracias por sus días de desvelos, por estos años de felicidad!

A mi esposa por su constante apoyo y comprensión. Por ser compañera y amiga...

TABLA DE CONTENIDO

PROLOGO

CAPÍTULO 1

INTRODUCCION	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	4
1.3 OBJETIVO	4

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESO DE PRODUCCIÓN EN UNA PLANTA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO	5
2.1 LA MATERIA PRIMA	6
2.1.1 La Anchoveta	6
2.1.2 El Pescado como alimento	7
2.2 BOMBEO DEL PESCADO A LA PLANTA	9
2.3 RECEPCIÓN Y PESADO	10

2.4	ALMACENAMIENTO	13
2.5	LA COCCIÓN	18
2.5.1	La Cocina	18
2.5.2	El Pre-Strainer	20
2.6	EL PRENSADO	22
2.7	LA RECUPERACIÓN DE SÓLIDOS	26
2.7.1	Separadora	26
2.7.2	Centrífuga	30
2.7.3	El Agua de Cola	33
2.8	EL SECADO	39
2.8.1	Secado a fuego directo	39
2.8.2	Secado indirecto	40
2.9	LA MOLIENDA	45
2.10	EL ENSAQUE	45
2.11	LOS PRODUCTOS: LA HARINA Y EL ACEITE	49
2.11.1	La Harina	49
2.11.2	El Aceite	52
2.11.3	Proceso de la Harina de Pescado	55

CAPÍTULO 3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	58
3.1 GENERALIDADES	58
3.1.1 Terminología	58
3.1.1.1 Mantenimiento	58

3.1.1.2	Tipos de Mantenimiento	59
3.1.1.3	Mantenimiento Correctivo	59
3.1.1.4	Mantenimiento Preventivo	60
3.1.1.5	Gestión de Mantenimiento	62
3.1.1.6	Política de Mantenimiento	62
3.1.1.7	Estrategias de Mantenimiento	62
3.1.1.8	Fiabilidad	64
3.1.1.9	Mantenibilidad	64
3.1.1.10	Disponibilidad	65
3.1.2	Evolución del Mantenimiento	65
3.1.2.1	Primera Generación	65
3.1.2.2	Segunda Generación	65
3.1.2.3	Tercera Generación	67
3.1.2.4	Cuarta Generación	70
3.2	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	72
3.2.1	Organización	72
3.2.2	Personal actual asignado al Departamento de Mantenimiento	75
3.2.3	Informes de Mantenimiento	76
3.2.4	Formatos de Mantenimiento	76
3.2.5	Seguridad de las Actividades de Mantenimiento ..	77
3.2.6	Recursos Humanos	78
3.2.7	Mantenimiento Vigente	78

3.3	FORMULACIÓN DE LA ESTRATEGIA	78
3.3.1	Diagnóstico de la Empresa	79
3.3.1.1	Diagnóstico de los equipos críticos	79
3.3.1.2	Diagnóstico de los problemas así como de sus responsables	84
3.3.1.3	Diagnóstico de los indicadores de mantenimiento	88
3.3.2	Estrategias	88
3.3.3	Selección de la Estrategia	90
3.3.3.1	El Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM)	90
3.3.3.2	Mantenimiento en Producción (TPM) ..	93
3.3.3.3	Selección	99
3.3.4	Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP) Piloto	102
 CAPÍTULO 4		
	EVALUACIÓN ECONÓMICA	110
4.1	COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	110
4.2	COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	112
4.3	RENTABILIDAD.....	114
	 CONCLUSIONES	 116

RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXOS	123
ANEXO 1	124
CAPTURA EN TM DE ANCHOVETA, SARDINA Y JUREL	125
ANEXO 2	127
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SECADORES.....	128
ANEXO 3	130
EQUIPOS Y COMPONENTES.....	131

PRÓLOGO

Siendo el Perú un país pesquero por excelencia, el presente informe de suficiencia tiene como objetivo hacer un estudio preliminar para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo el cual se aplicará a una empresa típica del sector pesquero de 80Tn/h de capacidad que produce harina y aceite de pescado, con la finalidad de mostrar los diferentes problemas que se presentan así como para recomendar los lineamientos y estrategias a seguir de manera que nos permita obtener un plan de mantenimiento exitoso.

En el primer capítulo se presenta la localización y descripción general de la empresa NEPESUR S.A., así como el objetivo y alcance del trabajo.

En el segundo, se describe en forma detallada el proceso productivo para la fabricación de harina y aceite de pescado donde la sección de prensado y separación de sólidos es importante para la obtención de una harina de calidad óptima.

En el tercero, se describe brevemente la terminología del mantenimiento para uniformizar los términos y nombres que se emplean comúnmente asimismo se analiza la situación actual de la empresa haciéndose un diagnóstico de la misma y estableciendo las estrategias a seguir así como el alcance del programa de mantenimiento preventivo.

Finalmente, en el Capítulo IV, analizamos los costos por mantenimiento correctivo y preventivo comparándolos para justificar la implementación de un **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES:

NEPESUR S.A. es una empresa industrial con más de 30 años de antigüedad que perteneció durante muchos años a PESCA PERÚ siendo privatizada en 1995 donde adquiere el nombre que lleva actualmente.

Su tecnología es antigua, salvo algunos cambios no significativos realizados en el transcurso de los años, cuenta con 100 trabajadores y procesa aproximadamente 100,000 toneladas de pescado al año de las cuales 22000Tn se convierten en harina y 6,500 en aceite facturando \$ 11'000,000 y \$ 2'275,000 anuales, respectivamente.

1.2 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA:

NEPESUR S.A. se ubica en el distrito de Puerto Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima en un área de 12,000m² a orillas del mar siendo su principal materia prima la anchoveta.

Es un lugar estratégico por su cercanía a la carretera Panamericana Norte ya que permite el transporte ágil de su personal así como de materiales, equipos y en especial de la harina de pescado, además el 95% de su personal es lugareño.

Al tener las vías de comunicación tanto terrestre como marítima cercana a la Planta le permite abaratar sus costos tanto en la recepción del pescado así como en la distribución.

1.3 OBJETIVO:

Hacer un estudio preliminar y evaluación de la zona de prensado y recuperación de sólidos, elaborar un diagnóstico y proponer un plan de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA PLANTA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO

En este capítulo se describe el proceso de producción en forma detallada, desde la recepción de la materia prima, hasta la obtención del producto final, se muestra además fotos de la empresa NEPESUR S.A. con su maquinaria parada y en mantenimiento (época de veda); así como esquemas de algunos de sus equipos.

Todo esto más el balance de masas teórico y el esquema del proceso, mostrado al final del capítulo ayudará a ilustrar y entender el posterior análisis situacional de la empresa así como el diagnóstico y las propuestas respectivas.

2.1 LA MATERIA PRIMA:

2.1.1 La Anchoveta:

El Perú es un país privilegiado por la naturaleza, poseedor de un vasto territorio que baña el mar más rico del mundo en el que abundan infinidad de especies marinas por esta razón tomamos esos recursos, dentro de los cuales destaca principalmente la anchoveta, pez que pertenece a la familia de los Engraúlidos, su longitud y peso promedio es de 15cm y 40gr. respectivamente, se caracteriza por poseer la mandíbula inferior más corta que la superior, la boca es ventral. Su color es azul oscuro en el dorso, los lados y el vientre plateados, se encuentra en toda nuestra costa y gran parte del norte de Chile formando cardúmenes y haciendo vida plácida, aparecen con regularidad cronométrica en la superficie alrededor de las 16:00 y 22:00 horas. Además de esta migración vertical diaria realiza un anual horizontal con la que se aleja paulatinamente de las cercanías del litoral.

Su importancia económica es enorme, ya que por un lado es la parte alimenticia de las principales especies comerciales y aves guaneras y por otro lado es la principal materia prima para la elaboración de la harina de pescado.

Existen otras especies pelágicas (peces de superficie) como la sardina y el jurel que son menos utilizadas. En el **Anexo 1** se muestra la captura en toneladas métricas de estas especies en los últimos años así como la incidencia del fenómeno del niño.

2.1.2 El Pescado como Alimento:

El poder alimenticio del pescado depende fundamentalmente de sus proteínas y en menor escala de su valor calórico dependiente, a su vez, del contenido de grasas. Es importante también su contenido de vitaminas y composición de yodo, el contenido de hidratos de carbono no es tomado en cuenta ya que es insignificante y muy oscilante debido al estado de nutrición y fatiga del pez.

En términos generales el contenido del agua varía según la especie y la calidad, siendo mayor en los pescados magros (80% en promedio) que en los pescados grasos.

La grasa esta presente en todos los peces variando la cantidad y tipo de depósito en el cuerpo. El contenido de grasa depende de la edad del estado biológico del pez, su tipo de alimentación, estado de nutrición y temperatura del agua ya que la grasa no esta repartida uniformemente en

todo el cuerpo se dice que un pez es graso cuando un alto contenido de la grasa esta alojada en sus músculos en caso contrario se le dice pez magro.

La grasa contiene únicamente carbono, hidrógeno y oxígeno. La carne de pescado contiene proteínas que es el elemento energético de mayor valor, en general son una cadena de unidades químicas vinculadas unas a las otras para formar una molécula grande. Estas unidades, de las cuales hay aproximadamente 20 tipos, son llamados aminoácidos y son: Lisina, Lencina, Metionina, Triptofano, Treonina, Valina, Femilamina, Isofencina, Alamina, Anginina, Cistina, Glicina, Histidina, Prolina, Serina, Tirosina, Acido Glutámico, Hidroxilisina, Hidroxiprolina.

La composición aproximada de la proteínas del pescado en aminoácidos es semejante a la de la carne de mamíferos por lo que cubre las necesidades de aminoácidos tanto del hombre como de los animales.

Las enzimas se encuentran no sólo en el cuerpo sino también en sus órganos internos, por sí mismos no tienen valor alimenticio, pero actúan sobre el metabolismo de

más de 50 tipos de proteínas, carbohidratos y grasas, lo cual se relaciona con la calidad y condición del pescado desde el punto de vista tecnológico.

En el pescado se hallan todas las vitaminas, la grasa o aceite de pescado contiene las vitaminas liposolubles más importantes la A y la D.

La carne de pescado es parecida a la carne de mamíferos y aves en su contenido de minerales como el potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y cobalto, los no metálicos: fósforo, azufre, cloro y yodo.

2.2 BOMBEO DEL PESCADO A LA PLANTA:

Las embarcaciones con el pescado almacenado en sus bodegas llegan hasta unas plataformas flotantes llamadas chatas (ancladas aproximadamente entre 250 a 300m de la playa). Sobre las cuales están instaladas los sistemas de bombeo.

Para efectuar la operación se introduce agua a las bodegas de la embarcación tomándose una mezcla de 2 partes de agua por una de pescado, esta mezcla es tomada por la bomba absorbente y transportada a través de una tubería submarina de 15pulg. de diámetro hasta la playa en la que se encuentra el desagüador.

2.3 RECEPCIÓN Y PESADO:

Cuando la mezcla agua-pescado llega a la planta se separa el agua usando un desaguador rotativo (**Ver Figura 2.1**) y mediante un transportador-desaguador de malla (**Ver Figura 2.2**) es llevada al sistema de pesaje el cual se realiza por tolvas. El sistema consta básicamente de 2 tolvas en forma de torre, la tolva pulmón o superior esta fija a la estructura de la torre de pesaje, cumple la función de amortiguador del flujo de pescado que es necesario retener hasta que la tolva inferior o balanza se estabilice, registre el peso neto del pescado escurrido y vacíe rápidamente la carga a la poza de almacenamiento, quedando nuevamente en condición de recibir otra masa de pescado. Todo el ciclo de descarga de la embarcación es totalmente continua.

El equipo de operación consta de una bomba electro-neumática, temporizador, sensores de control y válvulas electro neumáticas que automatizarán totalmente el abrir y cerrar de las compuertas. Posteriormente un sistema de chutes distribuye el pescado a las 2 pozas.

FIGURA 2.1
DESAGUADOR ROTATIVO

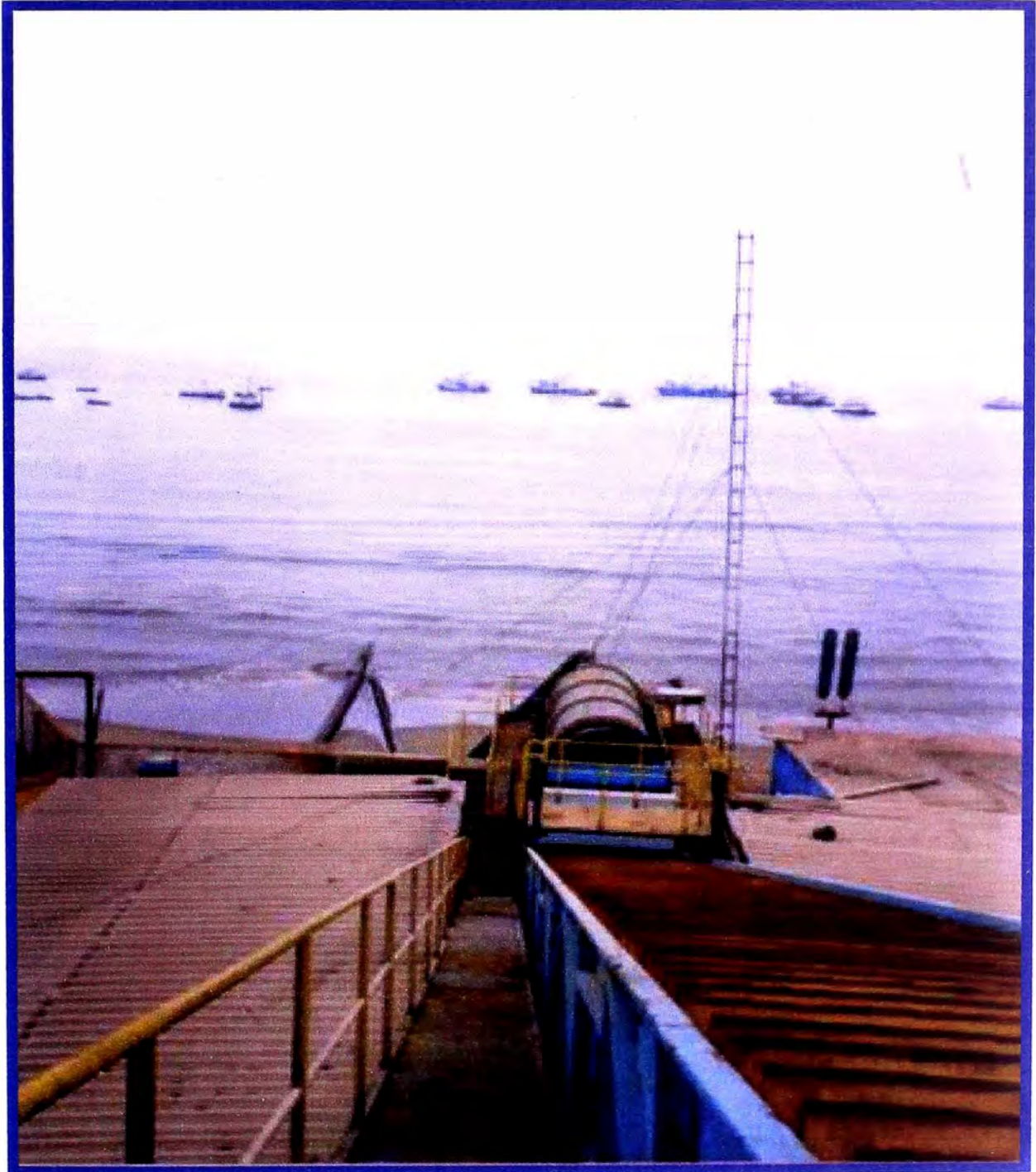


FIGURA 2.2
ELEVADOR DE MALLAS



2.4. ALMACENAMIENTO:

El pescado es almacenado en pozas de 300 TM de capacidad, las cuales cuentan con: Gusanos Transportadores en la parte inferior, drenajes para evacuación de líquidos, techado para preservar al pescado de los rayos del sol y algunas con sistema de refrigeración que le permite la conservación y almacenamiento por mayor tiempo **(Ver Figura 2.3 y 2.4).**

Tan pronto como el pez es extraído de su medio natural muere por asfixia, se rompe el equilibrio físico-químico del interior de sus tejidos y comienza a presentarse una serie de alteraciones que progresivamente causan la descomposición. El pescado en caso extremo se transforma en una pasta imposible de elaborar por tres razones principales:

a) La Acción Bacteriana:

El pescado tiene de por sí una flora bacteriana normal tanto en su superficie y agallas como en su intestino, esta invade los tejidos del pez cuando este muere originando cambios en la constitución celular de los tejidos y músculos con tal rapidez que en poco tiempo lo descompone, aquí juega un papel importante la temperatura, el tiempo transcurrido desde la muerte y los procedimientos sanitarios para reducir la acción bacteriana.

b) La Acción Enzimática:

El pez para lograr su crecimiento así como para obtener su energía para sus funciones vitales realiza una digestión donde los jugos gástricos presentan agentes de base proteica llamadas enzimas que atacan selectivamente a las grasas, carbohidratos o proteínas, una vez digerido el alimento pasa a los tejidos del cuerpo en donde otras enzimas lo transforman en energía que se usa para la atención de los tejidos y se almacena en forma de grasa. Cuando el pez muere las enzimas siguen actuando ya no sobre el alimento sino sobre los tejidos internos iniciándose la descomposición enzimática o autólisis.

La única forma de detener completamente la acción enzimática es con la refrigeración o congelación y en otros casos con la deshidratación.

c) Acción Oxidante:

La oxidación o rancidez puede ser causada por la acción de enzimas bacterianas, por la exposición al aire o por una mezcla de ambos.

Como el pescado viene a granel el oxígeno se halla ausente por lo tanto esta acción oxidante es de menor cuantía que las anteriores.

Para la conservación del pescado se emplean varios sistemas tales como el hielo, la refrigeración, el agua de mar pre-enfriada, etc. pero lo que más se emplea son los productos químicos en pequeñas cantidades tales como el Nitrato Sódico el cual reduce la alteración microbiana, también el formaldehído para endurecerlo un poco y facilitar el prensado.

La conservación es de vital importancia para evitar pérdidas en el rendimiento de la harina y en la cantidad y calidad del aceite.

FIGURA 2.3
POZA DE ALMACENAMIENTO



FIGURA 2.4
VISTA EXTERIOR DE LA POZA



2.5 LA COCCIÓN:

El proceso de cocción tiene por objeto la coagulación de las proteínas y la ruptura de las células de grasa. La manera como se efectúa así como su eficiencia, son de suma importancia para evitar problemas en el posterior prensado y separación del aceite.

2.5.1 La Cocina:

La cocina consiste generalmente en un tubo por el que pasa el pescado impulsado por un tornillo sin fin, en cuyo interior se le inyecta vapor directa o indirectamente, debe tener velocidad variable para ajustarse a los requerimientos de calidad (**Ver Figura 2.5**).

La cocción con vapor directo se realiza a presión atmosférica durante 10 a 15 minutos y a una temperatura de 90° a 100°C, siendo una desventaja el hecho de añadir 15% de agua al producto.

Una de las precauciones a tener en cuenta es que el proceso se realice en forma uniforme, si se cuece poco el producto pierde su eficiencia para eliminar líquidos y aceite, si la cocción es excesiva, el pescado es demasiado blando aumentando las partículas en suspensión en el líquido de prensado, dificultando el proceso posterior de evaporación

FIGURA 2.5

ZONA DE COCCIÓN



A la salida de la cocina, el pescado cocido acarrea líquidos que perjudican el prensado, por lo cual deben ser separados esta función la cumple el pre-strainer que es un separador rotativo con malla o tamices.

2.5.2 El Pre-Strainer:

Consiste en dos cilindros con malla perforada, que llevan internamente un helicoides que permite avanzar el producto. El fondo de la canoa del equipo está formado por una rejilla, bajo esta rejilla va un chute para recolectar el líquido drenado. Este equipo se ubica entre la cocina y la prensa siendo su función estrujar el pescado cocido para extraerle la mayor cantidad posible de líquido y así facilitar el prensado posterior. El líquido extraído es enviado a las separadoras. Su sistema de propulsión consta de dos moto reductores de 2HP, sus cilindros giran a 20RPM aproximadamente. La capacidad de procesamiento es de 33Tn/h de materia prima **(Ver Figura 2.6)**.

FIGURA 2.6

VISTA INTERIOR DEL PRE-STRAINER



2.6 EL PRENSADO:

La cocina esta colocada lo bastante elevada para que el pescado cocido caliente, después que atraviesa por el pre-strainer caiga directamente en la prensa por gravedad **(Ver Figura 2.7)**.

El objetivo del prensado es reducir el contenido de grasa y agua con el fin de lograr que la harina seca tenga un contenido de grasa suficientemente bajo, a la vez obtener la máxima cantidad de aceite como producto separado.

El tipo de prensa más común es la de tornillo continuo **(Ver figura 2.8)**, que puede ser de tornillo único o doble encerrados en un tambor con agujeros, el paso del tornillo (de la boca de entrada a la de salida) va de más a menos, por lo que el pescado al desplazarse sufre un incremento de presión, los líquidos que se liberan se denominan **LICOR DE PRENSA**.

Las Prensas de Tornillo Doble son las más usadas ya que las de tornillo único son muy ineficientes.

El producto sólido que sale de la prensa recibe el nombre de **TORTA DE PRENSA** el cual contiene 55% de humedad y un 3 a 4% de aceite aproximadamente **(Ver Figura 2.9)**.

FIGURA 2.7

COCINA EN MANTENIMIENTO Y PRE-STRAINER



FIGURA 2.8
PRENSA CONTINUA DE DOBLE TORNILLO

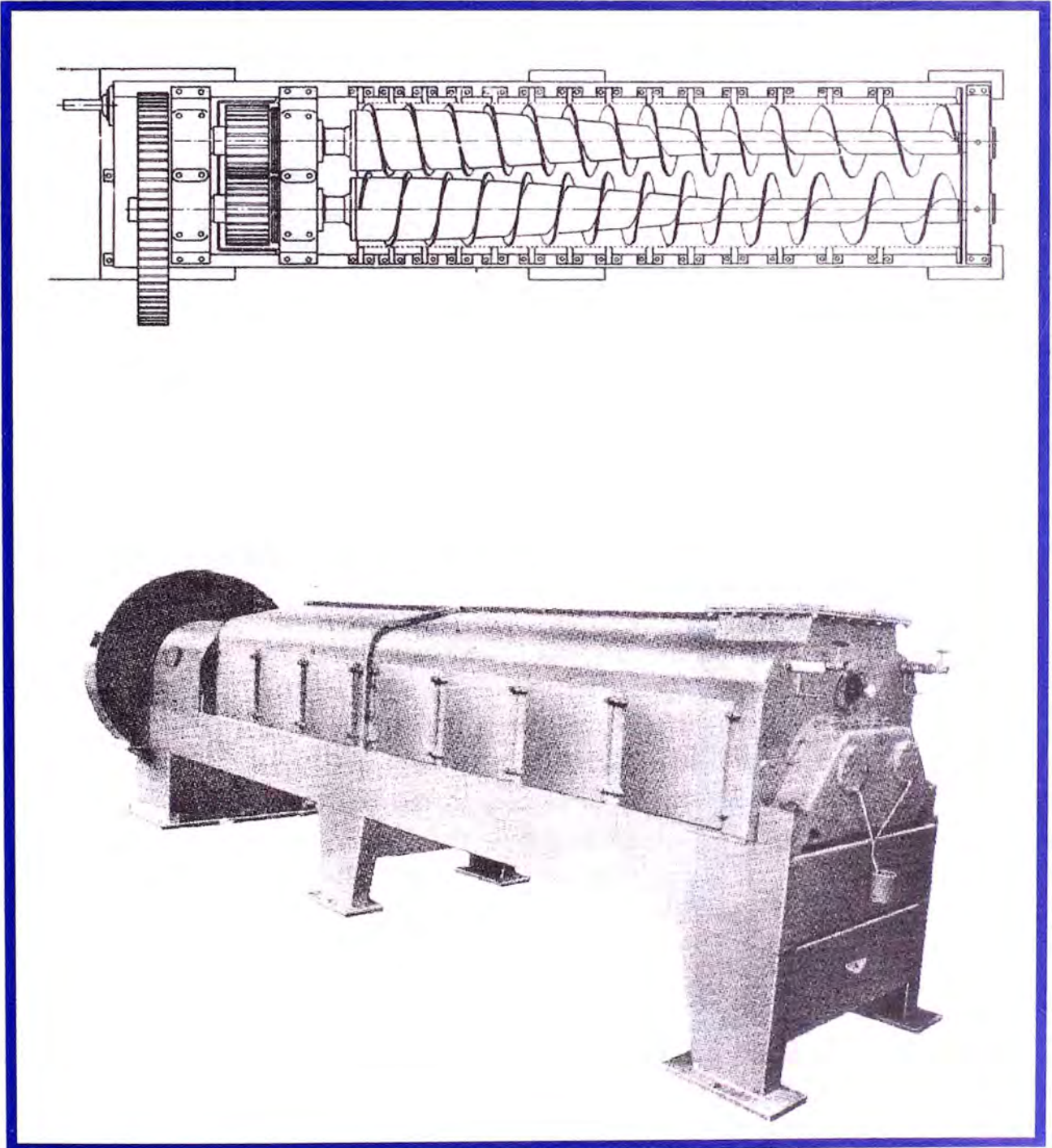
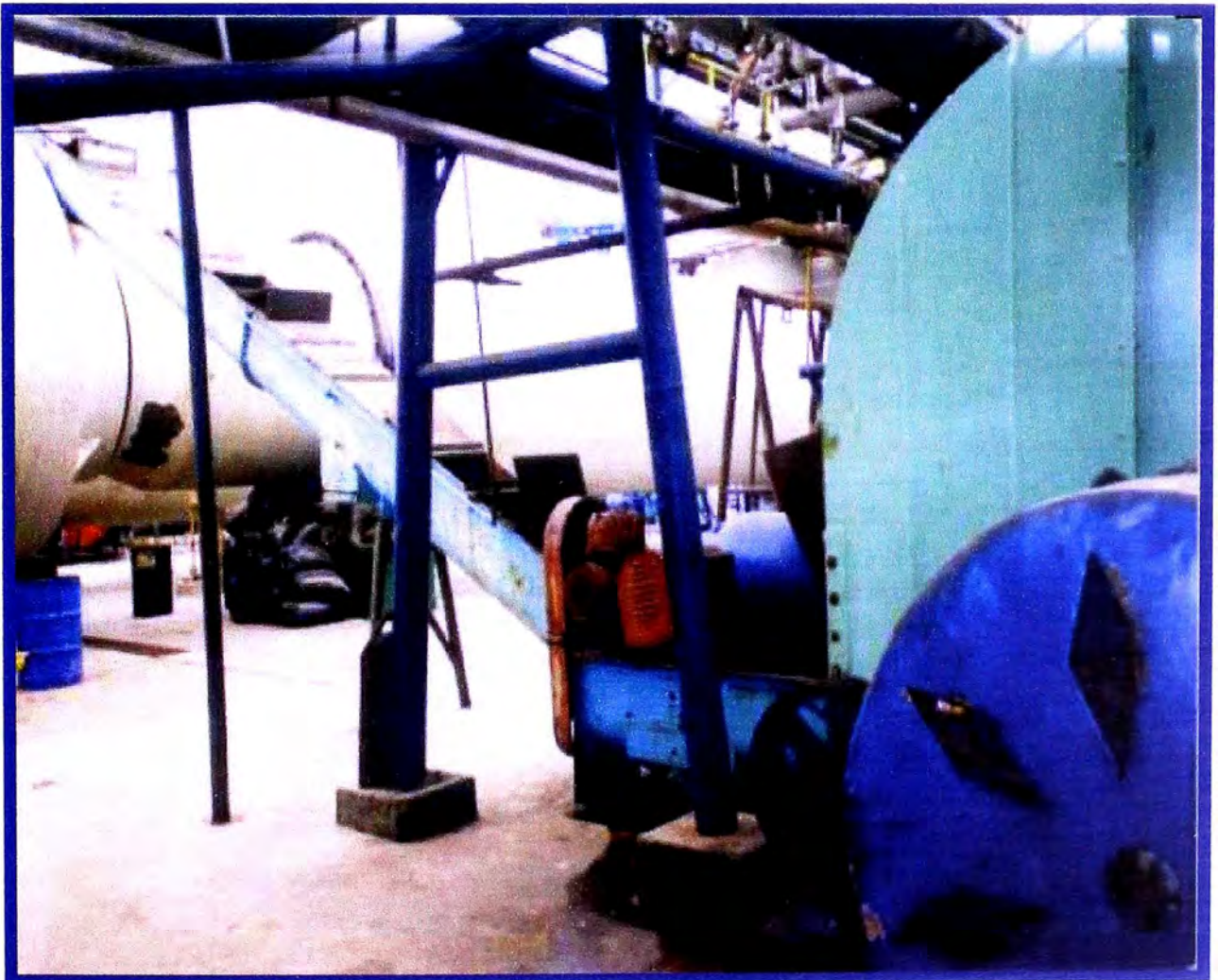


FIGURA 2.9

TORTA DE PRENSA ABASTECIENDO A SECADORA



2.7 LA RECUPERACIÓN DE SÓLIDOS:

A fin de recuperar los sólidos finos del licor de prensa y el licor proveniente del pre-strainer, éstos se bombean a las separadoras, previo calentamiento entre 80 y 85°C.

Los sólidos finos que se obtienen se juntan con la torta de prensa, el resto (licor de separadora) son bombeados a la centrífuga.

2.7.1 Separadora:

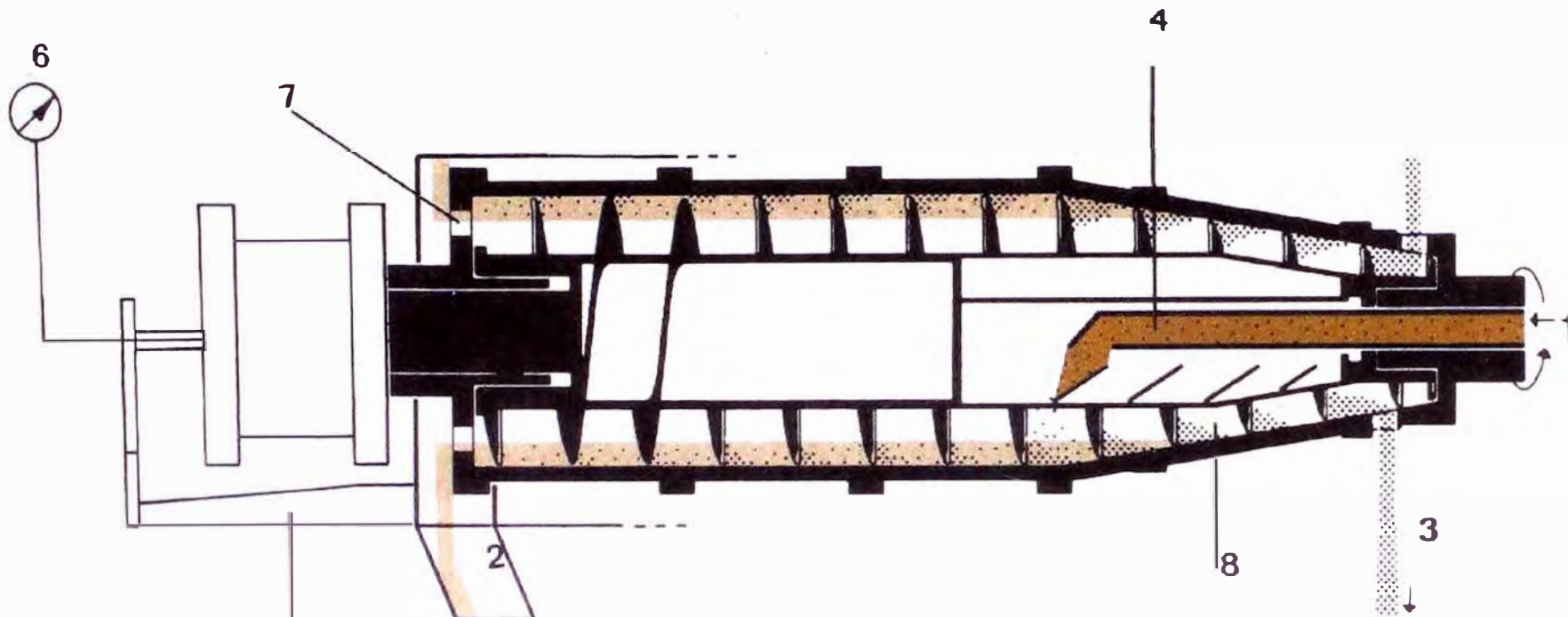
La separadora o decantador consiste en un rotor cilíndrico que posee interiormente un transportador helicoidal donde la fuerza centrífuga ejercida obliga al líquido a trasladarse a la periferia del rotor atravesándolo y pasando a la cara externa (**Ver Figura 2.10**). El transportador helicoidal gira con el rotor, pero a una velocidad ligeramente inferior y retira de forma continua los sólidos de la superficie. La separadora se halla dispuesta de tal forma que los sólidos se van eliminando continuamente por un extremo mientras que por el otro (con poca proporción de sólidos en suspensión) se elimina el líquido (**Ver Figura 2.11 y 2.12**). Los sólidos pueden ingresar de nuevo en el proceso secándose conjuntamente con la torta de prensado .

FIGURA 2.10
VISTA INTERIOR DE LA SEPARADORA



FIGURA 2.11

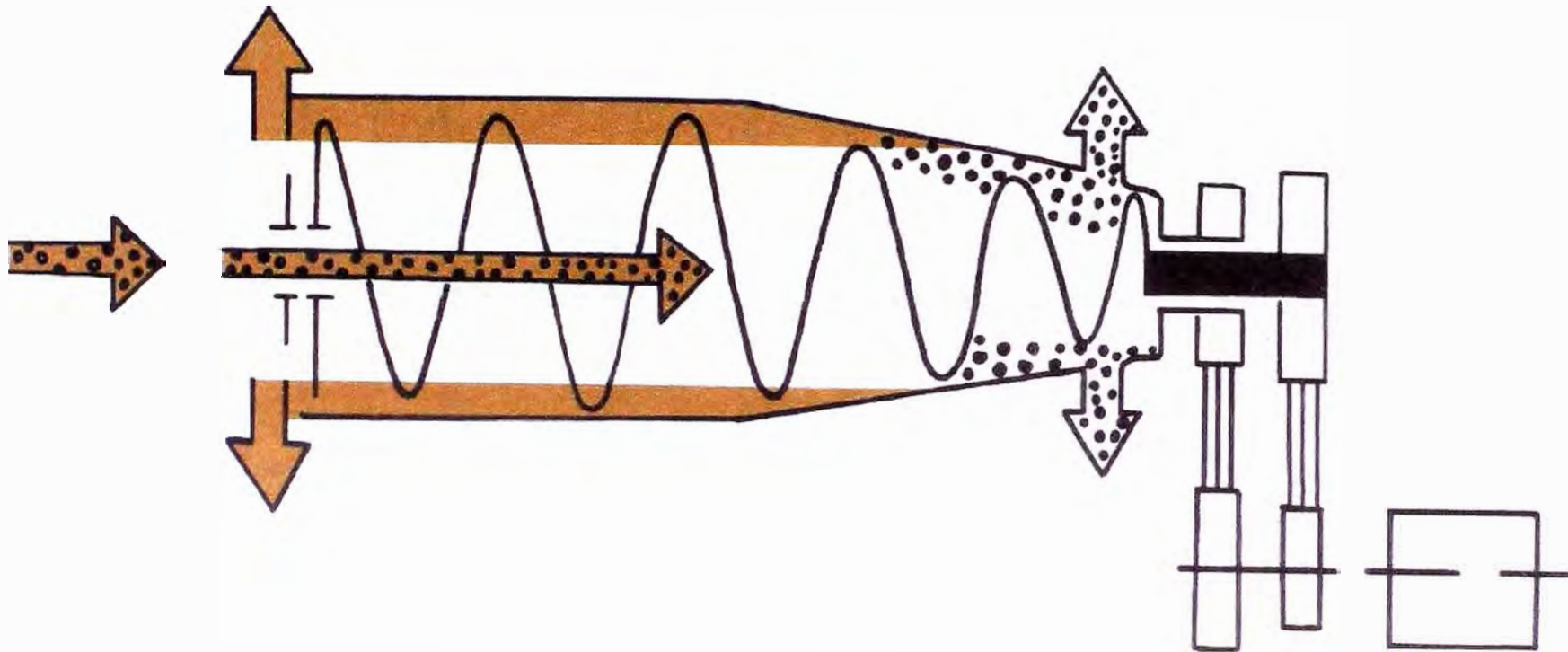
SEPARADORA CON ALIMENTACIÓN CON CONTRACORRIENTE



1. Entrada
2. Salida de fase de líquido
3. Salida de sólidos
4. Tubo de entrada ajustable
5. Dispositivo de protección de sobrecarga
6. Indicador de par de torsión del rotor
7. Disco regulador de nivel
8. Zona de secado

FIGURA 2.12

SEPARADORA CON ALIMENTACIÓN POR FLUJO CONCURRENTE



2.7.2 Centrífuga:

El líquido proveniente de la separadora (licor de separadora) es centrifugada obteniéndose: aceite y una fracción acuosa conocida como AGUA DE COLA (stickwater).

La separación del aceite y el agua pegajosa se realiza mediante una centrífuga continua generalmente del tipo de discos verticales. La centrífuga contiene una serie de discos cónicos perforados, superpuestos a una distancia entre ellos de 0,5 a 2mm. de tal forma que el líquido puede atravesarlos.

El líquido a centrifugar penetra en la centrífuga por el centro. Los aceites menos densos permanecen en el otro extremo, mientras que el agua de cola es desplazada hacia los conos.

La separación del agua y el aceite no es fácil porque el agua no es pura, es una solución acuosa conteniendo proteínas solubles e insolubles. Esta solución tiende a emulsificar parte del aceite, siendo la causa principal la presencia de proteínas. La centrífuga, puede mediante el ajuste del anillo de descarga o disco de gravedad, descargar la emulsión ya sea con la fase aceitosa o con la fase acuosa; lo importante es descargar la emulsión con la fase aceitosa, con la cual obtendríamos mayor

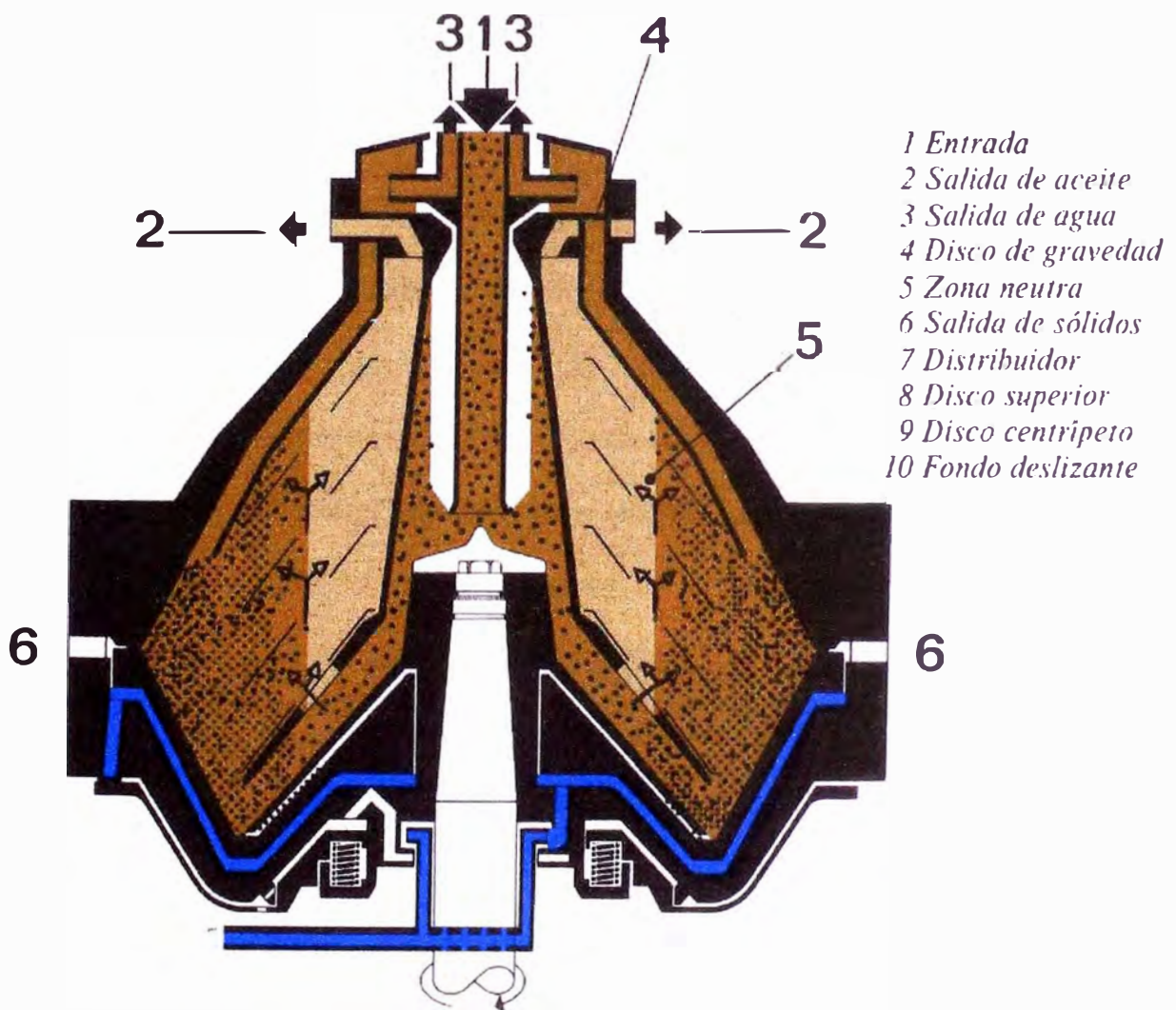
rendimiento de aceite; pero si la descarga de la emulsión de aceite, pasa con la fase agua a la planta de agua de cola se produciría:

- a) mayor contenido de aceite en la harina final, lo cual no es aconsejable porque trae como consecuencia la tendencia al enrranciamiento de la harina.

- b) Reduciría la capacidad de evaporación de la planta de agua de cola trayendo como consecuencia un mayor consumo de vapor.

En la **Figura 2.13** se muestra un esquema de la Centrífuga indicando sus partes principales.

FIGURA 2.13
CENTRÍFUGA



2.7.3 El Agua de Cola:

La separación del aceite del agua de cola debe ser eficiente. El agua de cola puede entrar rápidamente en putrefacción si se deja enfriar lo suficiente o si se mantiene sin precauciones en tanques de almacenamiento.

Cuando se vende como soluble de pescado es preciso añadirle algún conservador tal como ácido sulfúrico para reducir el pH. 4,5 impidiendo este grado de acidez el crecimiento de los microorganismos. Como el ácido sulfúrico se va consumiendo, el pH del agua de cola tratada debe controlarse frecuentemente. La concentración del agua de cola, mediante la evaporación se usa tanto para obtener "Solubles de Pescado" como un producto final distinto, o como un paso en la producción de harina integral.

Con respecto a la recuperación de los sólidos del agua de cola, solamente hay una manera de hacerlo y es mediante la evaporación del agua. Intentar separar los sólidos por medios químicos es una pérdida de tiempo. Aproximadamente el 20% de la harina final y un 35% de sólidos totales proviene del agua de cola por lo que vale la pena su recuperación.

El único problema importante que se puede presentar en la evaporación es la acumulación de sales en la superficie de los tubos, lo que da lugar a una considerable pérdida en la transferencia de calor y un aumento en el consumo de combustible; además una planta de agua de cola debe ser operada continuamente, de no ser así la limpieza puede resultar imposible.

Cuando son nuevos los evaporadores trabajan muy bien a la capacidad especificada para ellos, pero después de cierto tiempo disminuye su capacidad: porque en el lado del tubo por donde pasa el vapor, se forma una delgada película de agua condensada, la cual disminuye levemente la transferencia de calor. En la superficie del tubo que se halla en contacto con el líquido la formación de incrustaciones es también lenta porque la superficie del tubo no tiene poros, ni puntas donde puedan adherirse y acumularse las partículas.

Después de algún tiempo de uso los tubos de acero, si son ordinarios, se encuentran algo corroídos en su exterior por los vapores del agua de cola y en el interior por el agua de cola y por los agentes químicos o mecánicos empleados para eliminar las incrustaciones.

Por lo tanto en el lado del vapor tendremos en vez de una delgada película de condensado, una más gruesa llena de poros y quizás una capa de óxido que el calor tiene que atravesar. En el lado del líquido los nuevos poros y las rugosidades superficiales promoverán el crecimiento de incrustaciones. Es decir, los problemas comienzan mucho tiempo antes de que la corrosión perfora los tubos siendo este el momento adecuado para cambiarlos; por esta razón los separadores deben estar contruidos totalmente de acero inoxidable, lo que hace que sea más fácil la eliminación de las incrustaciones por medios químicos.

En las plantas evaporadoras se han realizado muchas avances tecnológicos tal como el de película descendente (Falling Film), que emplea un film de agua de cola descendente por las paredes interiores de los tubos de las calandrias y que debido al uso de vacío para la evaporación ésta se produce aproximadamente a 56°C logrando con esta baja temperatura una conservación excelente de los aminoácidos contenidos y proteínas solubles. También se ha producido una variación en el sistema de película descendente y consiste en nebulizar vía spray la alimentación del agua de cola a la evaporadora en vez del film para evitar el contacto de la película con la pared del

tubo y así evaporar por vacío y saturación. A continuación, en las **Figuras 2.14 y 2.15** se muestra un evaporador de triple efecto y la planta de agua de cola.

FIGURA 2.14

ESQUEMA DE UN EVAPORADOR DE TRIPLE EFECTO

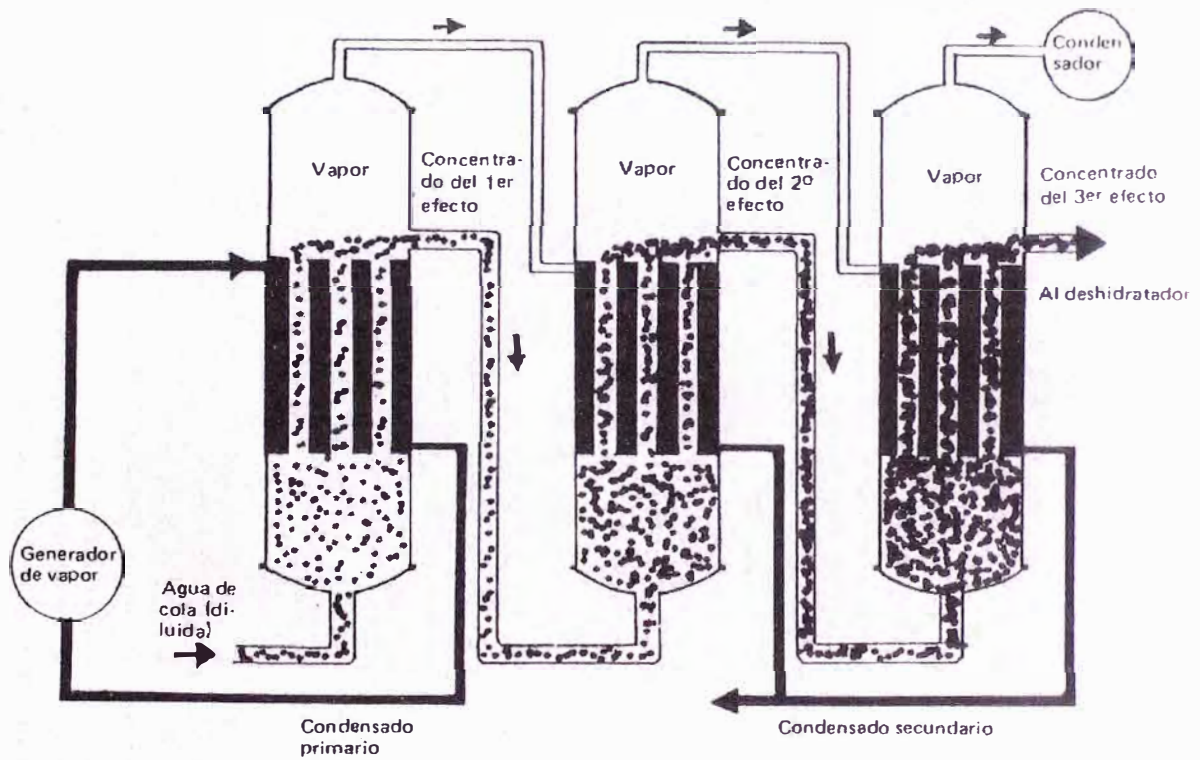


FIGURA 2.15
PLANTA DE AGUA DE COLA



2.8 EL SECADO:

El secado tiene como finalidad que la torta de prensa reduzca su humedad a 8 ó 10%, esta etapa del proceso define en gran medida la calidad de la harina (**Ver Figura 2.16 y 2.17**).

Existen dos tipos de secadores de harina de pescado, de fuego directo y de fuego indirecto, ambos tienen sus ventajas y desventajas.

2.8.1 Secado a fuego directo:

Consiste en un cilindro rotatorio que utiliza gases calientes de combustión mezclados con aire atmosférico en una cámara generadora de gases calientes, estos a su vez son impulsados a través de una cortina de torta de prensa, que se forma en el cilindro rotativo del secador a medida que gira este. El volteo de la torta se produce por el movimiento de rotación del secador y por la existencia en su cara interna de un helicoides a modo de repisa, que transporta la torta hasta la parte superior del cilindro, desde donde cae formando la cortina descrita anteriormente. El aire caliente y gases de combustión del petróleo (con temperatura entre 400° y 900°C) arrastran la humedad de la torta, secándola progresivamente a medida que avanza de un extremo a otro del cilindro rotativo, la velocidad de transferencia de calor es controlada por fenómenos

convectivos y tiempo de residencias muy bajos, pudiendo ser muy eficientes dependiendo de la velocidad de los gases, gradientes de temperatura, diámetro de partículas, etc.

Existe también un secado directo con generación de gases, el cual difiere principalmente del anterior por el mayor control de la combustión y en la mayor cantidad de aire utilizada en la misma (**Ver Figura 2.18**).

2.8.2 Secado Indirecto:

La solución tecnológica del secado a vapor indirecto nace como consecuencia de:

- a) Los problemas de contaminación atmosférica que se originan en los secadores de fuego directo, los cuales producen residuos que permanecen en la harina.

- b) Necesidades de ahorro de combustible.

- c) Requerimiento de mejor calidad de la harina.

El proceso de secado se realiza por intermedio de superficies calentadas interiormente (Método Conductivo) las que entran en contacto con las partículas húmedas a secar y/o por métodos convectivos de secado con aire caliente (sin gases de combustión y con temperatura controlada de aire con un máximo de 300°C). La velocidad de transferencia de calor en los métodos conductivos es más lenta que en los convectivos, por lo tanto es un secado más controlado.

Los tipos de secadores indirectos son, principalmente, éstos:

- a) Con rotatubos.
- b) Con rotadiscos.
- c) Mixtos (discos-tubos).
- d) De aire caliente, etc.

En el **Anexo 2** se muestra las Ventajas y Desventajas de los diferentes tipos de secadores.

FIGURA 2.16

SECADORAS

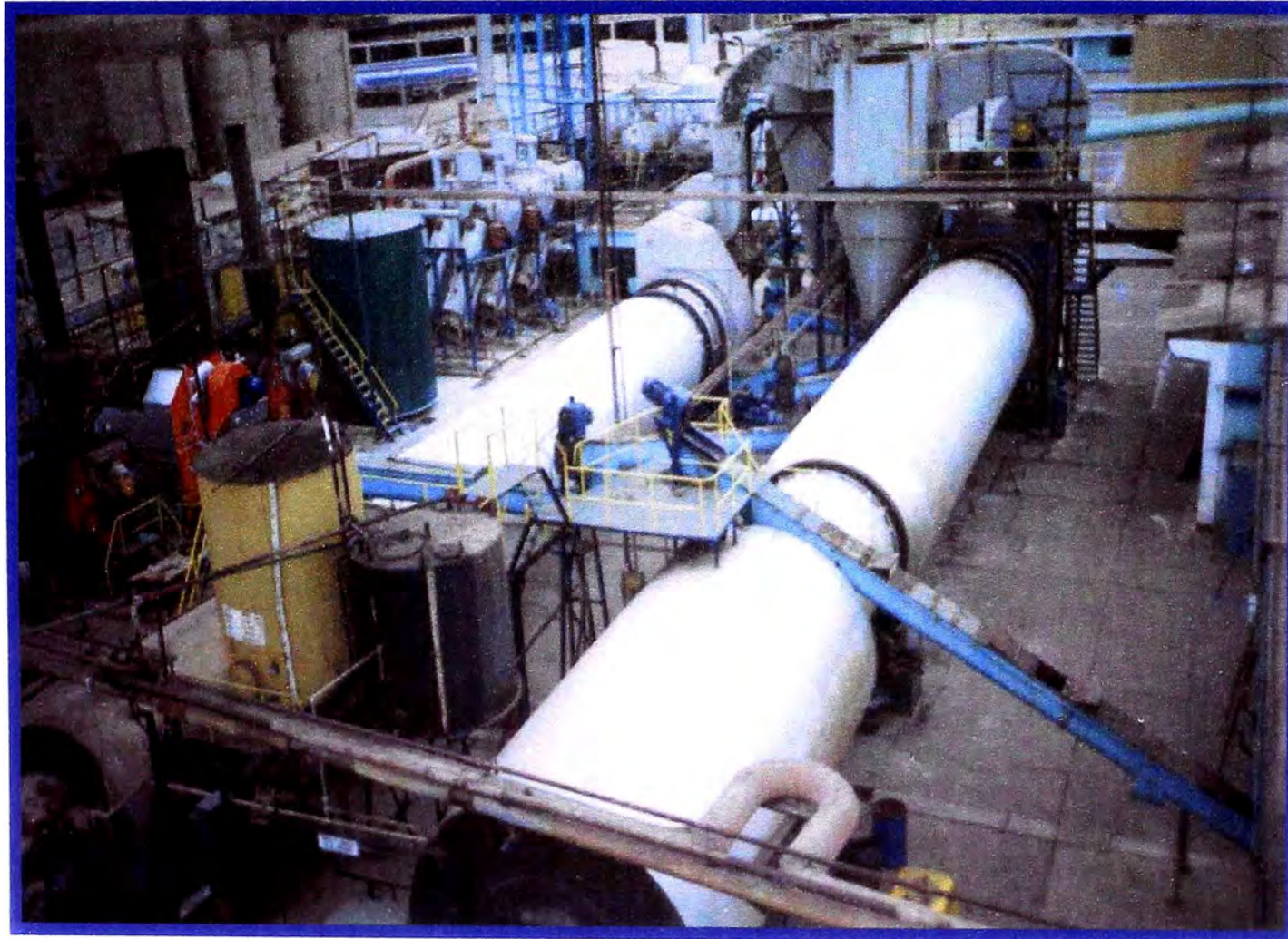
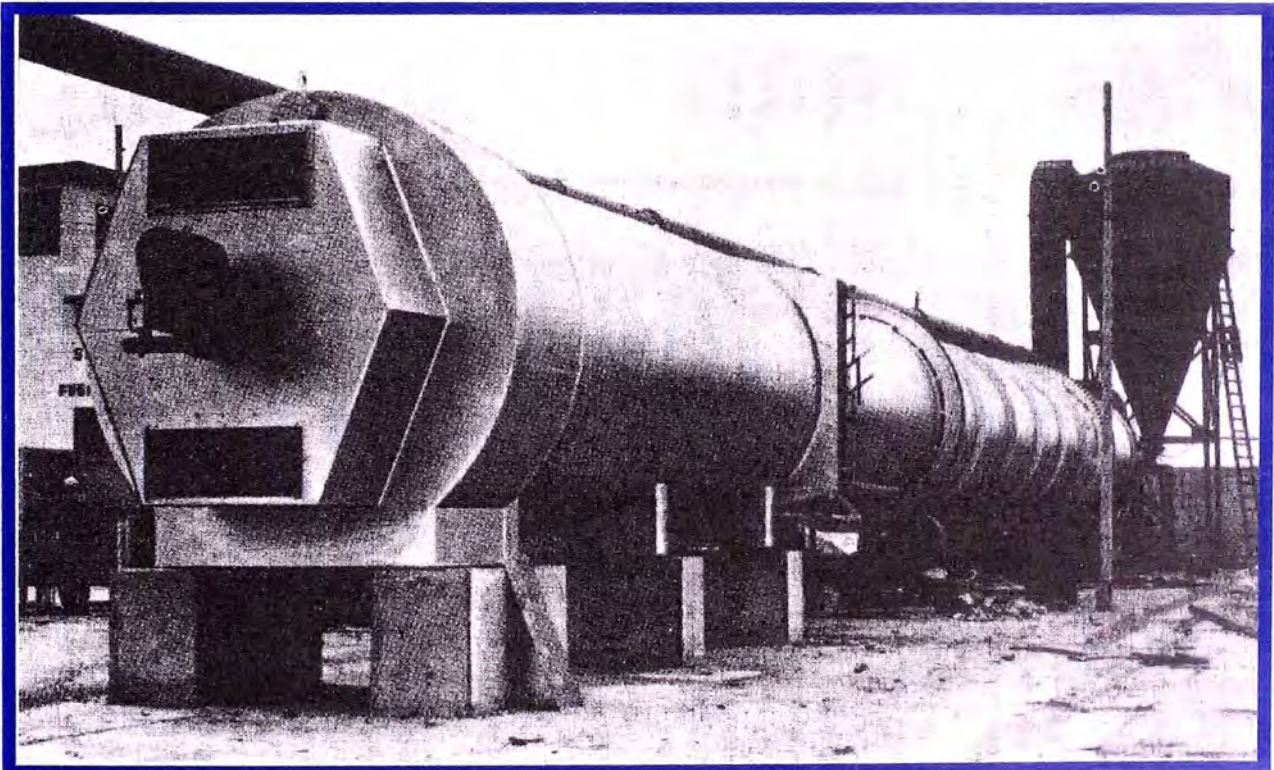


FIGURA 2.17
ACCIONAMIENTO DE LA SECADORA



FIGURA 2.18
SECADORA A FUEGO DIRECTO



2.9. LA MOLIENDA:

El producto que sale del secador en forma de harina seca es de diferentes tamaños, antes de llegar al molino seco pasa por un dispositivo magnético mediante el cual se eliminan los objetos metálicos tales como clavos, anzuelos, etc.

Cuando la harina llega al molino ésta es desmenuzada por martillos locos que giran a 1800RPM, aproximadamente, para luego pasa por mallas de 5/16 y 1/4 de pulgada las cuales retienen la harina por más tiempo lo cual permite uniformizar mejor el tamaño de las partículas de harina.

La harina posteriormente se traslada a la zona de ensaque a través de tuberías siendo impulsada por ventiladores **(Ver Figura 2.19)**.

2.10 EL ENSAQUE:

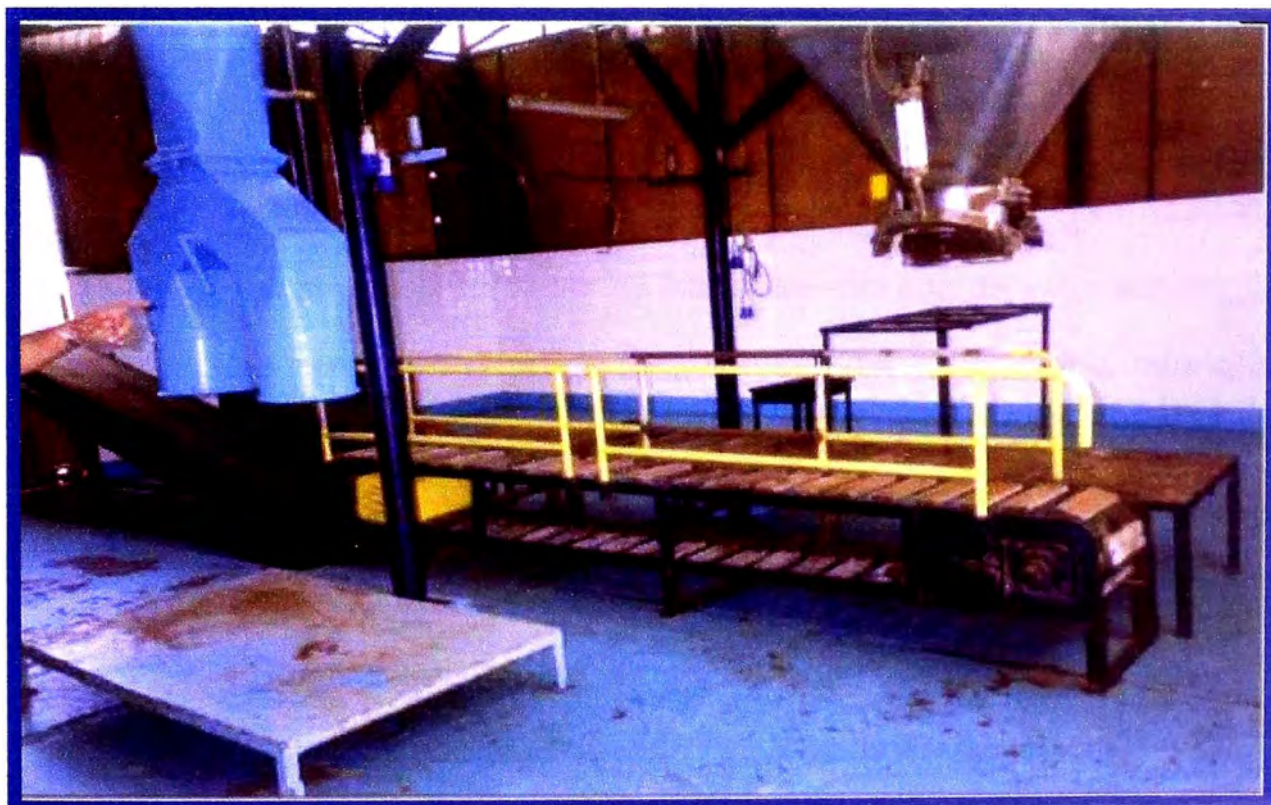
Inmediatamente después de la molienda por lo general se añade a la harina de pescado antioxidantes, y el más empleado es el Ethoxiquin cuya concentración oscila entre los 400 y 1000 gramos/toneladas. El antioxidante suele añadirse a la harina a través de dosificadores, para evitar que se oxiden los ácidos grasos insaturados, ya que puede generar una reacción exotérmica la cual podría combustionar la harina. Es un requisito indispensable para poder embarcar la harina que esta

tenga 150 ppm (partes por millón) como mínimo de antioxidante pero se le agrega aproximadamente 700ppm para poder almacenar dicha harina en pampa por 2 meses ya que el antioxidante se degradará hasta 100 a 150ppm, cantidad aceptable para el transporte. Si se piensa almacenar mayor tiempo, antes del embarque, es necesario agregarle más antioxidante **(Ver Figura 2.20)**.

FIGURA 2.19
CICLON DOSIFICADOR



FIGURA 2.20
ENSACADO AUTOMATICO Y MANUAL



2.11 LOS PRODUCTOS: LA HARINA Y EL ACEITE:

2.11.1 La Harina:

Anteriormente la harina de pescado se usaba como fertilizante, conforme pasó el tiempo los procesos fueron mejorando de tal manera que se empezó a tener un producto de calidad siendo esta la razón por la que empezaron a utilizarla en alimentos balanceados para animales.

Por experimentos realizados los nutricionistas saben que las sustancias proteínicas de origen animal son de valor superior a las de origen vegetal. Este mayor valor biológico se debe a la presencia de ciertos aminoácidos constituyentes de la proteína tales como son: la lisina, la metionina, vitaminas y minerales. También se descubrió en la harina de pescado el "Factor Proteínico Animal" en el que posteriormente se encontró que la vitamina B12 desempeñaba función primordial.

La harina de pescado al ser una fuente proteica animal presenta una adecuada composición de aminoácido (metionina y lisina) para su eficiente uso en dietas para animales. Se obtiene de la anchoveta, sardina, caballa, jurel, etc. las cuales son tratadas con operaciones básicas de cocción, prensado y secado. Existe una clasificación que las define como harinas estándares y harinas especiales o harina prime cuya diferencia

radica en las mejores características de esta última, determinada por el proceso de elaboración empleado (principalmente por el uso del secado a indirecto) y la utilización de tecnología moderna, que se dirige a elevar del nivel de proteínas y digestibilidad del pescado.

Una HARINA PRIME debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Debe tener un alto contenido de proteínas (superior a 68%).
- b) Alta digestibilidad en los animales.
- c) Bajo nivel de cloruros (menor al 3%), lo que es recomendable para alimento de aves.
- d) Ausencia de microorganismos patógenos (salmonelas, shigela, hongos, etc.)
- e) Ausencia de toxinas, para así evitar por ejemplo el vómito negro.
- f) Homogeneidad en sus propiedades.

- g) El producto debe autooxidarse en forma homogénea y en cantidad adecuada.
- h) Granulación uniforme.
- i) Elevado porcentaje de aminoácidos disponibles, tales como la lisina, metionina y cistina.
- j) Olor y color menor que las harinas convencionales.

En los últimos años la necesidad de mejorar la calidad de la harina ha llevado a establecer modificaciones en el proceso productivo, sustituyendo lo que se conocía como tecnología convencional por una tecnología más eficiente y moderna.

Esta se caracteriza principalmente por:

- a) Lograr una cocción más homogénea con una buena separación sólido-líquido y una mejor coagulación de las proteínas, así como un menor tiempo de residencia del producto.
- b) Se utiliza secado indirecto a vapor con la cual se evita el daño térmico al operarse a regímenes de temperatura

bajos. Se reducen además las pérdidas de harina por arrastre en incineración que se producía en el secado directo.

- c) El proceso de evaporación en la planta de agua de cola se realiza a baja temperatura (máximo 65°C) y se tiene un tiempo menor de residencia del producto (menor a 15 minutos). Además, los vapores fruto del secado pueden ser utilizados en este proceso con el consiguiente ahorro de vapor.
- d) La utilización en las distintas etapas del proceso de sistemas de control automático ha permitido realizar las correcciones más adecuadas al proceso en el menor tiempo posible, con la mejora de la calidad del producto que esto trae.
- e) Los sistemas de recuperación de sólidos se ha perfeccionado y han permitido incrementar la producción de harina en márgenes que justifican la inversión en ellos.

2.11.2 El Aceite:

Los aceites de pescado son productos químicos que pertenecen al grupo de los lípidos y están conformados por

glicéridos de ácidos grasos. En esta concepción general son similares a los aceites vegetales, las mantecas y grasas animales, diferenciándose en la composición de sus ácidos grasos que por lo general son más insaturados que los de otros aceites vegetales y animales. Tanto los aceites de origen vegetal, marinos y animales como las respectivas materias grasas, se pueden clasificar en:

a) Aceites Crudos y/o grasas crudas:

Corresponden a los lípidos extraídos de tejidos grasos de origen vegetal o animal, ya sea por medios mecánicos (prensado) o medios físico-químicos (extracción por disolventes). Estos productos corresponden al material base (lípidos) con todas las impurezas que se arrastran en los procesos anteriores. Estas impurezas son las siguientes:

- Gomas y mucílagos
- Acidez grasa
- Pigmentos
- Esteroles
- Peróxidos
- Agua
- Otras impurezas orgánicas.

En muchos casos la presencia de impurezas o productos extraños no permite el uso de aceites o grasas de origen animal o vegetal en la alimentación humana, ni el uso de este producto en procesos intermedios como el de hidrogenación (ya que las impurezas, acidez, productos sulfurados y peróxidos contribuyen a envenenar los catalizadores utilizados en los procesos de hidrogenación, generando la detención de la misma e impidiendo que el aceite pueda ser hidrogenado para su empleo en margarinas, mantecas y otros productos alimenticios).

Por esta razón se debe de someter el aceite crudo a operaciones y procesos de refinación (en el país o en el exterior), antes de ser usado en el consumo humano o en diversos procesos industriales.

b) Aceites y/o Grasas refinadas o semi-refinadas:

Se obtiene utilizando como material prima o insumo principal el aceite crudo, el que es sometido a diversas operaciones y procesos a fin de eliminar total o parcialmente las impurezas mencionadas en la definición de aceites y grasas crudas.

2.11.3 Proceso de la Harina de Pescado:

Para una mejor descripción, el Departamento de Producción de la empresa NEPESUR S.A. nos proporcionó:

- a) **Gráfico de Procesos (Figura 2.21)** donde figura los puntos de control para la obtención de una harina de pescado de calidad óptima.

- b) **Balance de Masas Teórico del Proceso de Harina y Aceite de Pescado (Figura 2.22)** donde podemos observar los porcentajes de Aceite, Grasa y Agua de la materia prima.

FIGURA 2.21
PROCESO DE LA HARINA DE PESCADO EMPRESA NEPESUR S.A.

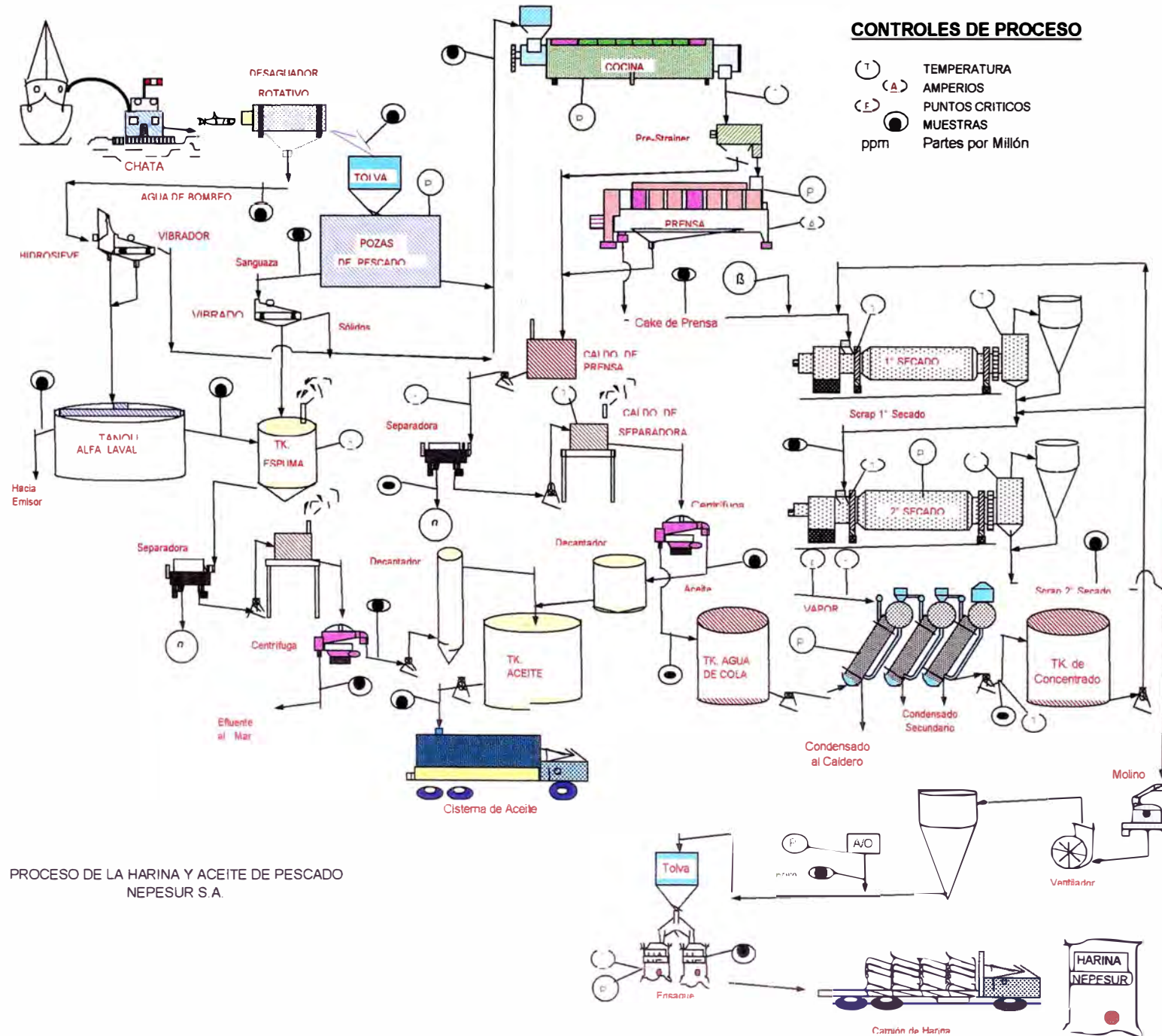
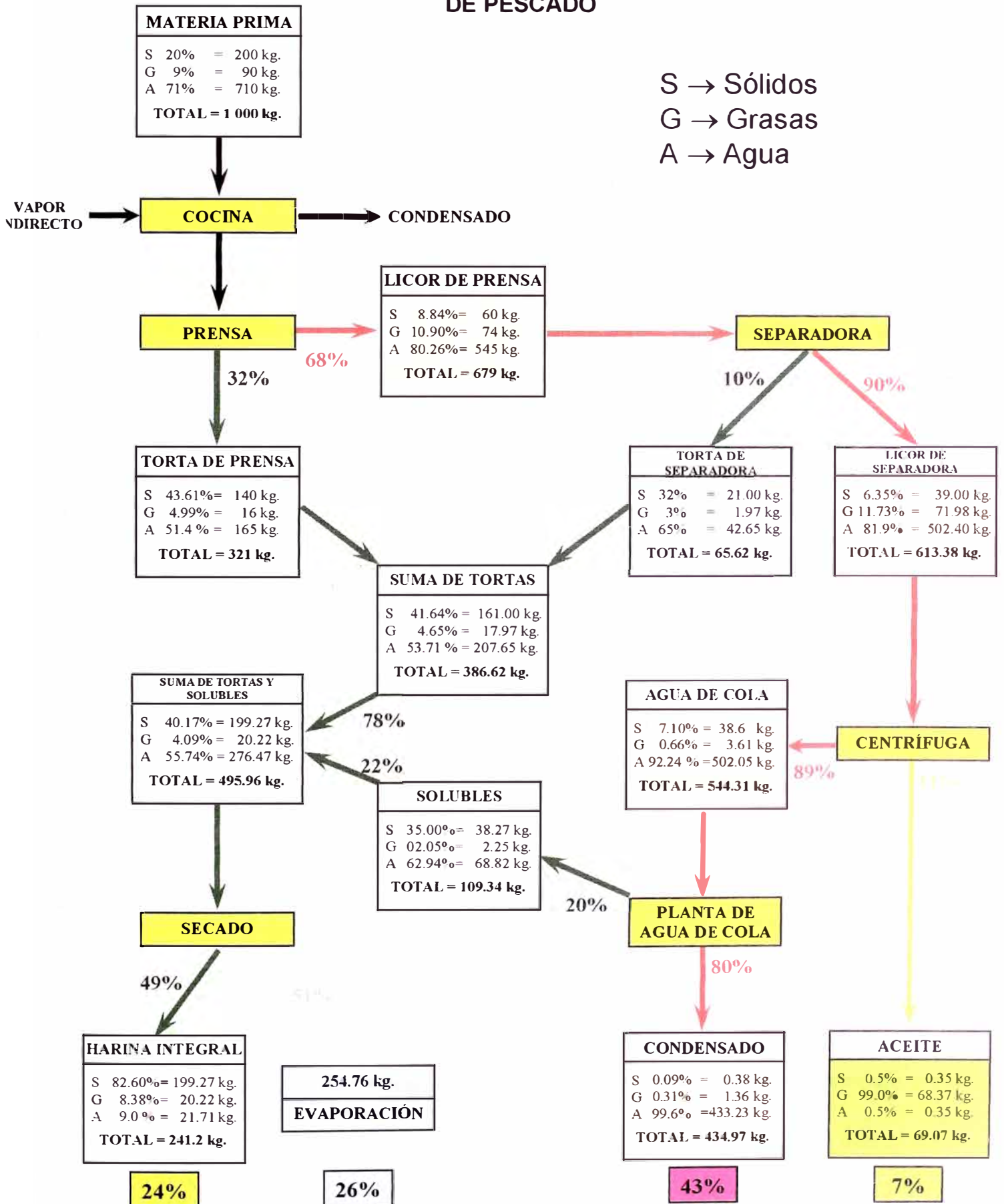


FIGURA 2.22
BALANCE DE MASAS TEÓRICO DEL PROCESO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO



CAPÍTULO 3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1 GENERALIDADES:

3.1.1 Terminología.

Debido a la enorme confusión y errores que existe en cuanto a términos y nombres de actividades de mantenimiento hemos considerado imprescindible dedicarle un apartado a la terminología del mantenimiento.

3.1.1.1 Mantenimiento (Maintenance)

Conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar o restituir un equipo en/a

las condiciones que le permitan desarrollar su función.

3.1.1.2 Tipos de Mantenimiento (Ver Figura 3.1)

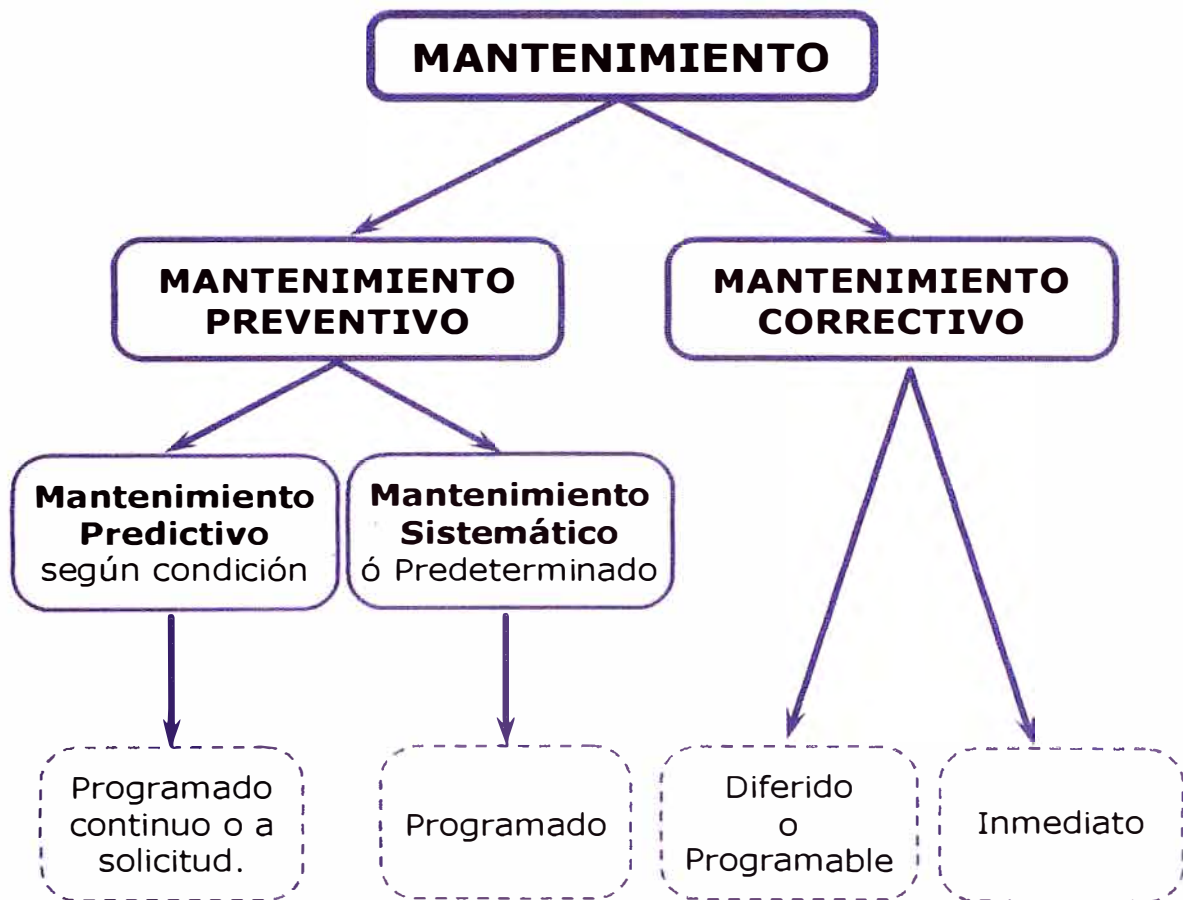


FIGURA 3.1

3.1.1.3 Mantenimiento Correctivo (Corrective maintenance)

Es el que se efectúa a un equipo cuando la avería ya se ha producido, restituyéndole a su condición

admisible de utilización. El mantenimiento correctivo puede o no puede ser planeado. También es conocido como Mantenimiento por avería (failure maintenance)

3.1.1.4 Mantenimiento Preventivo (preventive maintenance)

Mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones, o cambios de componentes o piezas, según intervalos de tiempo o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de un equipo. Siempre se planifica.

El mantenimiento preventivo se subdivide en:

a) Mantenimiento Sistemático (systematic maintenance)

Mantenimiento preventivo que se efectúa a intervalos predeterminados de tiempo, es decir se planifica intervenciones de forma constante y con base a una periodicidad concreta (un número de km, horas de funcionamiento, etc, pero siempre las mismas).

También se le conoce como:

Mantenimiento Programado (Schedule maintenance) ó Mantenimiento Rutinario (Routine maintenance).

b) Mantenimiento Predictivo (Predictive maintenance)

Mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de un equipo por medición periódica o continua de algún parámetro significativo, o por inspecciones.

No define ninguna periodicidad concreta como el mantenimiento preventivo sistemático sino que nos aconseja realizar una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional donde es inminente la falla catastrófica. También se le conoce como Mantenimiento según condición (condition based maintenance).

3.1.1.5 Gestión de Mantenimiento (Maintenance management)

Actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada.

3.1.1.6 Política de Mantenimiento (Maintenance policy)

Estrategia que rige las decisiones de la dirección de una organización de mantenimiento.

3.1.1.7 Estrategias de Mantenimiento

* **Reemplazo:** Estrategia que implica reemplazar el equipo en lugar de darle mantenimiento. Puede ser un reemplazo planeado o un reemplazo ante una falla.

* **Mantenimiento de Oportunidad:** Se lleva a cabo cuando surge la oportunidad. Tales oportunidades pueden presentarse durante los períodos de paros generales programados de un sistema en particular (como las épocas de veda en la industria pesquera). En estos períodos se realizan tareas conocidas de mantenimiento.

- * **Reparación General:** Es un examen completo y restablecimiento de un equipo o sus componentes principales a una condición aceptable.

- * **Mantenimiento Preventivo:** Que puede ser sistemático (con base en el tiempo o en el uso) ó predictivo (preventivo con base en las condiciones).

- * **Modificación del diseño:** Se lleva a cabo para hacer que un equipo alcance una condición que sea aceptable en ese momento. Esta estrategia implica mejoras y ocasionalmente expansión de fabricación y capacidad.

La modificación del diseño por lo general requiere una coordinación con el departamento de Ingeniería y otros departamentos dentro de la organización.

- * **Mantenimiento Correctivo:** Solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. Este caso se presenta cuando el costo adicional

de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. A esta estrategia se le conoce a veces como "estrategia de operación hasta que falle". Se aplica principalmente en los componentes electrónicos. También se le conoce como **Mantenimiento reactivo**.

* **Detección de Fallas:** Es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas.

* **Mantenimiento Proactivo:** En esta estrategia se identifica y corrige el origen de las fallas de la máquina de manera que se maximice su vida útil operativa de la misma.

3.1.1.8 Fiabilidad

Probabilidad durante un período de tiempo especificado de que un equipo realice su función sin averiarse.

3.1.1.9 Mantenibilidad

Probabilidad de que el equipo después de la avería

sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo determinado.

3.1.1.10 Disponibilidad

Porcentaje de equipo o sistemas útiles en un determinado momento con respecto al total de equipos o sistemas.

3.1.2 Evolución del Mantenimiento:

Existe diversa bibliografía sobre los tipos de mantenimiento a través del tiempo, pero muchos autores coinciden en establecer las siguientes etapas que a continuación detallamos:

3.1.2.1 Primera Generación: (de 1930 a 1950)

En esta época las actividades de mantenimiento se circunscribían a reparar lo que se averiaba, lubricación reengrase y limpieza periódica de los equipos.

3.1.2.2 Segunda Generación: (de 1950 a 1980)

El objetivo del mantenimiento era tener una mayor disponibilidad operacional de la planta así como mayor duración de los equipos e incremento de la fiabilidad.

Los medios para lograr estos objetivos son:

- * Las revisiones cíclicas de equipos, instalaciones y medios en general.

- * Optimización del mantenimiento preventivo rutinario y el correctivo mediante el uso de sistemas de planificación para actividades y control de trabajos realizados mediante las órdenes de trabajo:

Equipo, instalación o sistema afectado
(código).

Subsistema o componente averiado
(código)

Agentes que han realizado la
intervención.

Horas de trabajo que ha durado la
paralización.

Repuestos consumidos.

Costos.

Etc.

- * Uso de herramientas informáticas lo cual optimiza los sistemas de toma de decisiones.

3.1.2.3 Tercera Generación: (de 1980 al 2000)

Aparece como consecuencia del estancamiento del mantenimiento de segunda generación a pesar de la optimización de este último. El clásico trípode de la gestión global de mantenimiento se desequilibraba ante una merma o exceso de cualquiera de sus soportes (fiabilidad, costos y disponibilidad) **(Ver Figura 3.2)**.



FIGURA 3.2

Los objetivos de esta tercera generación son los mismos que la segunda generación, es decir, mayor disponibilidad y fiabilidad pero agrega nuevos objetivos que anteriormente no eran contemplados, así tenemos:

Aumento de la seguridad.

Aumento de la calidad en productos y servicios.

Protección del medio ambiente.

Mayor duración de los equipos.

Reducción de los costos; es decir el costo de inversión inicial, los costos financieros y los costos de operación, mantenimiento y reemplazo deben ser lo menos posible.

Los medios para el logro de estos objetivos son:

- * Incorporación de nuevos métodos donde se interviene solo cuando es necesario, es así como aparecen el mantenimiento según condición (mantenimiento predictivo) y algunas

técnicas organizativas como el RCM (Reliability Centered Maintenance), el TPM (Total Productive Maintenance), etc.

- * Es necesario contemplar en el diseño y proyecto del equipo o instalación: la fiabilidad y la mantenibilidad de manera que estas se incrementen.
- * Implementación del **análisis de riesgos** como una herramienta importante para las nuevas estrategias de mantenimiento, esto nos permitiría saber si el riesgo es mínimo cuando un equipo falla, de tal manera que a veces dejar que falle sea más rentable.
- * Se implantan sistemas expertos (autómata programable) en los equipos con el fin de memorizar determinados eventos digitales o analógicos que ayudan al mantenimiento.
- * Se descentraliza los sistemas de información, los sistemas expertos se incorporan a redes informáticas de control de plantas o

instalaciones permitiendo un análisis técnico y riguroso de los datos antes de emitir las órdenes de trabajo.

- * Se analiza la causa de la falla dentro de su contexto operacional (un mismo equipo podría fallar de forma distinta de un lugar a otro) y el efecto que esta produce.

- * Se aplican metodologías de participación, así por ejemplo los sistemas de calidad japoneses inyectan en las empresas la conveniencia técnica y táctica de involucrar y corresponsabilizar a los mandos y operarios en las decisiones de los equipos técnicos y directrices provocando un cambio en las relaciones humanas de los departamentos de mantenimiento.

3.1.2.4 Cuarta Generación: (a partir del 2000)

- * Existe la necesidad de integrar los nuevos conceptos de mantenimiento (RCM, TPM, etc.) que en los últimos decenios del siglo XX se han

planteado en forma aislada y en algunos casos hasta exclusiva.

- * Gestión de mantenimiento orientada a los clientes y no solamente a resultados técnicos, los cuales pueden ser excelentes pero a los que se debe adicionar por ejemplo la valoración que da el operario de la máquina con respecto a la limpieza de esta, fallas en la tolerancia, etc.
- * Aparece una nueva variable la contratación externa de actividades de mantenimiento en búsqueda de mejores costos y mejor servicio prestado con la filosofía "cuanto más ganas tú más gano yo" esto implicará una mayor motivación y compromiso con los resultados.
- * Se tiende a alcanzar certificaciones integrales en calidad en los servicios de mantenimiento (ISO 9000) y protección del medio ambiente (ISO 14000).
- * Se sigue profundizando en dar participación a los trabajadores y de informar de los

resultados, sus avances y retrocesos el Benchmarking se abordará a todos los niveles.

- * Análisis de riesgos y elaboración de nuevas consistencias.

- * Reingeniería permanente para la mejora de disponibilidad, fiabilidad y costos.

3.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA:

3.2.1 Organización:

La planta se encuentra definida por las siguientes áreas:

1. Producción
2. Mantenimiento
3. Logística
4. Laboratorio
5. Finanzas
6. Ventas
7. Contabilidad
8. Personal

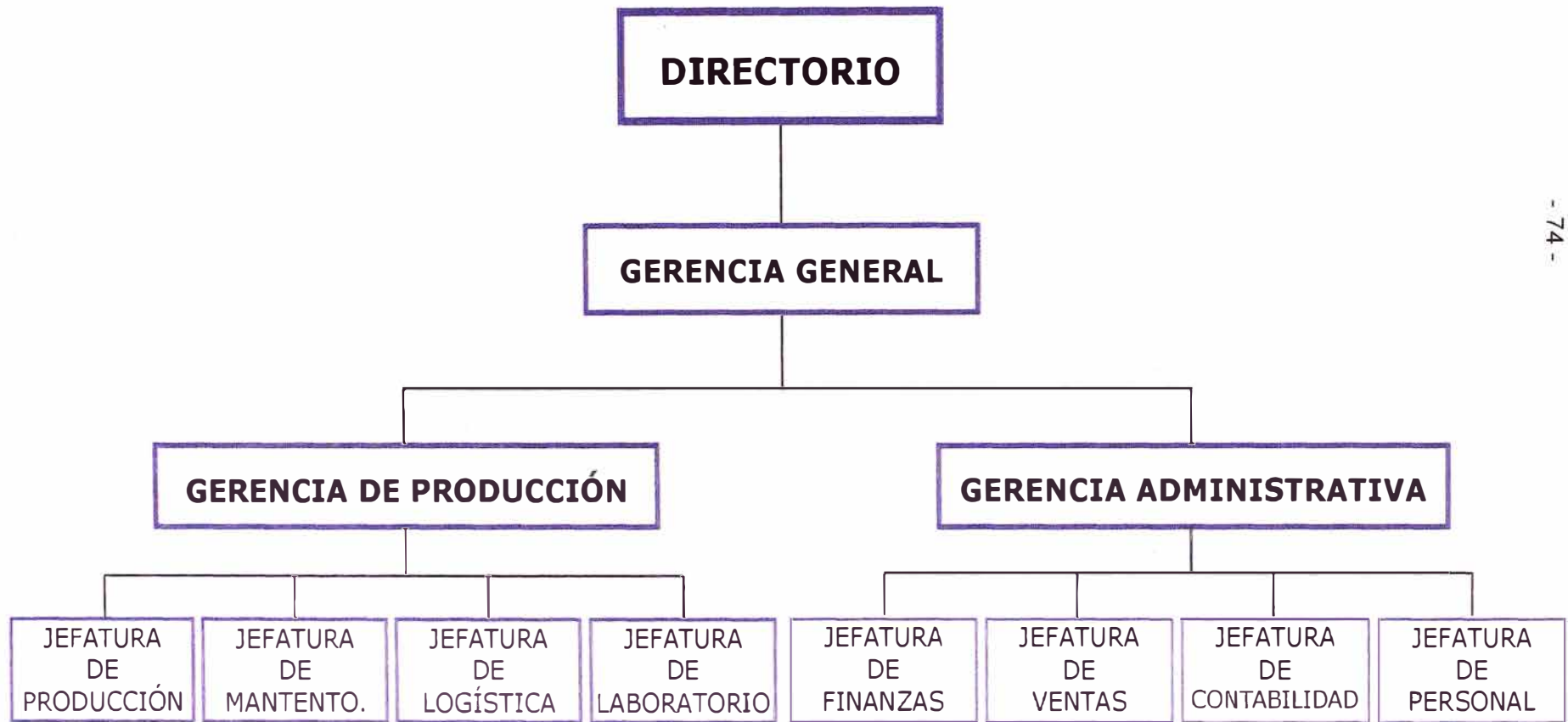
Todas estas áreas cuentan con sus respectivos jefes y personal, las cuatro primeras reportan a la Gerencia de Producción, las cuatro últimas reportan a la Gerencia Administrativa, estas dos gerencias a su vez reportan a la Gerencia General la cual a su vez reporta al directorio en la persona del Presidente del Directorio.

Todas se relacionan entre sí en sus funciones, es así como mantenimiento coordina con logística para el suministro de los repuestos y materiales de manera oportuna, el área de personal provee de trabajadores solicitados por otras áreas, producción es el cliente principal del área de mantenimiento ya que depende de este último para el logro de sus objetivos.

A continuación se muestra en la **Figura 3.3** el organigrama de la empresa NEPESUR S.A.

FIGURA 3.3

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA NEPESUR S.A.



3.2.2 Personal actual asignado al Departamento de Mantenimiento:

- * 1 Ingeniero Jefe de Mantenimiento
- * 2 Técnicos de mando medio:
 - Supervisor de Mantenimiento
 - Asistente de Mantenimiento
- * 4 Empleados:
 - Secretaria
 - Control de inventarios y repuestos
 - Control de mantenimiento preventivo
 - Diseño y dibujo
- * 11 Obreros distribuidos de la siguiente manera:
 - 2 Supervisores
 - 1 Jefe mecánico
 - 1 Jefe electricista
 - 3 Obreros mecánicos
 - 2 Obreros electricistas
 - 1 Mecánico de guardia (noche)
 - 1 Electricista de guardia (noche)

Todas estas personas realizan limitadamente las tareas de mantenimiento, inspecciones, mantenimiento preventivo, inventario de repuestos, diseño y dibujos.

3.2.3 Informes de Mantenimiento:

Su finalidad es mantener al jefe de mantenimiento actualizado de las actividades que realiza su personal de manera que puede controlar, evaluar y aplicar las correcciones necesarias para cumplir con sus planes propuestos en el tiempo establecido, se emiten dos tipos de informe:

- * **Informe diario:** Lo emite el supervisor al jefe de mantenimiento y en el que se resume las diferentes actividades de mantenimiento diarias.

- * **Informe semanal:** Emitido por el asistente al jefe de mantenimiento, en un resumen de actividades de la semana describiendo las tareas de mantenimiento por el tipo de actividad (mantenimiento mecánico, mantenimiento eléctrico, lubricación, limpieza).

3.2.4 Formatos de Mantenimiento:

- * **ORDEN DE TRABAJO** aquí se consigna el trabajo a realizar en forma clara y detallada de manera que sea fácil de ejecutar. Contiene fecha, prioridad, hora, costo aproximado de la acción debe estar visado por el supervisor respectivo.

* **REPORTE DE TRABAJO** Es un elemento de control de los trabajos efectuados y los que se encuentren en proceso de ejecución. Este tipo de reporte contiene:

a) **Datos generados:** Fecha, zona intervenida, número de orden de trabajo, descripción del trabajo.

b) **Actividad realizada:** Detalla los datos técnicos del equipo, cualidades y algunos componentes motivo de la inspección o actividad.

c) **Inspección:** Describe el tipo de inspección efectuada y sus características más importantes.

d) **Entrega del trabajo:** Consigna la fecha, hora y el nombre de la persona que hace acuse del recibo de la labor ejecutada.

3.2.5. **Seguridad de las Actividades de Mantenimiento:**

La empresa brinda las condiciones laborales óptimas a sus trabajadores tal como ropa de faena, botas especiales, guantes, cascos, mascarillas, lentes de protección, etc.

3.2.6 Recursos Humanos:

El Departamento de Mantenimiento cuenta con un Ingeniero Mecánico-Electricista y 2 técnicos egresados de SENATI y José Pardo, los supervisores y jefes electricistas tienen una capacitación adquirida por la experiencia.

3.2.7 Mantenimiento Vigente:

- a) Mantenimiento de oportunidad por parada programada, se efectúa durante las épocas de veda aproximadamente es un 20% del mantenimiento total.
- b) Mantenimiento correctivo definido anteriormente ocupa el 50% del mantenimiento total.
- c) Mantenimiento preventivo sistemático de limpieza y lubricación es un 30% de las horas - hombre disponible para el mantenimiento.

3.3 FORMULACIÓN DE LA ESTRATEGIA:

Para formular las estrategias a seguir debemos realizar inicialmente el diagnóstico de la situación actual de la empresa.

3.3.1 Diagnóstico de la Empresa:

3.3.1.1 Diagnóstico de los equipos críticos:

De acuerdo a los alcances indicados en la introducción de este informe nos limitaremos a establecer los equipos críticos de la zona de prensado y separación de sólidos.

a) Factores que nos permiten establecer los equipos críticos:

- * **Factor Producción:** Se analiza si al fallar el equipo afecta totalmente, parcialmente o no afecta a la producción.

- * **Valor técnico económico:** Es el costo de mantenimiento como consecuencia de la falla del equipo.

- * **Daños consecuenciales:** Son los daños que ocasiona el equipo: a la máquina en si, al proceso de producción, o al personal que la opera como consecuencia de una falla.

- * **Dependencia logística:** Aquí se considera extranjero cuando por lo menos un repuesto esencial del equipo es importado.

- * **Dependencia de mano de obra:** Se establece si se utiliza servicios de terceros o el propio.

- * **Fiabilidad:** Probabilidad de que el equipo no falle y funcione satisfactoriamente dentro de los límites establecidos en un tiempo determinado.

- * **Mantenibilidad:** Probabilidad de que el equipo sea puesto en funcionamiento en un tiempo determinado después de ocurrida la falla.

- * **Flexibilidad en el sistema:** Aquí se considera la forma como el equipo esta instalado en la línea de producción.

- * **Seguridad en el trabajo:** Mide en que condiciones realiza su trabajo el personal de mantenimiento.

b) Ponderación de los factores:

La **Tabla No. 3.1** muestra el puntaje correspondiente de cada factor.

# de Factor	Factores	Concepto	Puntaje				
1	Producción	La detiene	4				
		La reduce	2				
		No la detiene	0				
2	Valor técnico económico	Alto	4				
		Medio	2				
		Bajo	0				
3	Daños consecuenciales	Al equipo en sí	Si No	2 0			
		Al proceso	Si No	2 0			
		Al personal Operador	Riesgoso Sin riesgo	2 0			
		4	Dependencia logística	Extranjero local	2 0		
				5	Dependencia mano de obra	A terceros	2
						Propio	0
6	Fiabilidad	Alta	1				
		Baja	0				
7	Mantenibilidad (tiempo)	Alta	2				
		Baja	0				
8	Flexibilidad en el sistema	Simple	2				
		By Pass	1				
		Dual	0				
9	Seguridad en el trabajo	Condición insegura	1				
		Mínimas precauciones	0				

TABLA No. 3.1

c) Puntaje de cada equipo según los factores:

Según la ponderación anterior y en base a la información verbal del personal de mantenimiento y producción se dará puntaje a cada equipo tal como se muestra en la **Tabla No. 3.2.**

TABLA No. 3.2

EQUIPOS CRÍTICOS DE LAS ZONAS DE PENSADO Y RECUPERACIÓN DE SÓLIDOS

# de Factor \ Equipo (Cantidad)	Pre-Strainer (1)	Prensa (1)	Transportador helicoidal de descarga de torta de prensa (3)	Transportador helicoidal de alimentación y descarga del molino húmedo (2)	Transportador helicoidal de descarga de sólidos de separadora (1)	Molino Húmedo (1)	Bomba de Caldo de prensa (1)	Separadora (4)
1	4	4	4	4	0	4	2	0
2	2	2	0	0	0	0	0	0
3	4	4	2	2	2	6	2	4
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	0	0	0
7	2	2	0	0	0	2	2	2
8	2	2	2	2	2	2	1	1
9	0	1	0	0	0	0	0	0
TOTALES	15	16	9	9	9	14	7	7

d) Condición, Tipo de Mantenimiento y distribución de los equipos de acuerdo al puntaje total obtenido. (Ver Tabla 3.3)

PUNTAJE	CONDICIÓN	MANTENIMIENTO	No. DE EQUIPOS	%
19 o más	Crítica	Preventivo	0	0
de 13 a 19	Importante	Preventivo	3	21.5%
de 6 a 13	Conveniente	Correctivo	11	78.5%
de 0 a 6	Opcional	Correctivo	0	0

TABLA 3.3

3.3.1.2 Diagnóstico de los problemas de mantenimiento así como de sus responsables:

Para realizarlo se utilizó una de las herramientas de gestión, el diagrama de afinidad, donde se convocó a los responsables del área de mantenimiento y producción para expresar los factores que a su entender tienen influencia sobre los problemas de mantenimiento.

El recojo de datos verbales se hizo empleando el método de LLUVIA DE IDEAS (Brain Storming) proceso de identificación, análisis y solución de problemas cuya finalidad es:

- a) Eliminar todas las inhibiciones habituales que impiden el flujo de ideas tales como el deseo de no comprometerse, el temor a recibir críticas de otras personas, la falta de confianza en el propio juicio, etc.
- b) Genera un gran número de ideas, ya sea para identificar problemas, descubrir causas para los mismos y desarrollar soluciones.
- c) Estimula la creatividad.
- d) Permite aprender y practicar una nueva forma de pensar y hacerlo con economía de tiempo.

Las fases de una sesión de lluvia de ideas son:

- a) **Se presenta el tema y se indica claramente los límites del mismo.** Es importante que todos conozcan el objetivo de la reunión con la máxima precisión posible.

- b) **Generación de ideas.** Cada participante por turno da una idea que es registrada a la vista de todos por un anotador.

- c) **Clasificación y selección de ideas,** los criterios de selección son cualitativos y pueden ser: originalidad, realismo, eficacia, etc. La clasificación debe hacerse por grupo de ideas afines.

Para organizar estas ideas se hizo una categorización de los problemas de mantenimiento, donde se puede incluir que la problemática está circunscrita a los siguientes aspectos:

- a) **Aspecto Económico:** Existe un concepto generalizado de que el Departamento de Mantenimiento solo “genera gastos” se dice que es “un mal necesario”, existe un conformismo para no invertir en nuevas técnicas de mantenimiento. No existe política de incentivos para los trabajadores de menor jerarquía.

- b) Aspecto Capacitación de personal:** A pesar de tener un sistema informático el personal de mantenimiento no sabe cuanto cuesta una intervención, el costo que se produce por una falla o parada de planta, está poco comprometido, el personal no es calificado. El Ingeniero Jefe distribuye las labores de su personal, planifica el quehacer diario con su asistente sin un plan pre establecido ante la presión de la dirección que exige constantemente mejores resultados en costos, disponibilidad y fiabilidad.
- c) Aspecto cultura organizativa:** No hay una cultura fuerte, se carece de liderazgo, al personal le resulta difícil aplicar técnicas modernas (tecnológicas propiamente dicha o tecnologías organizativas de recursos humanos) ya que consideran que su jornada esta tan saturada que difícilmente piensan en la implantación de un sistema diferente de cualquier tipo.

3.3.1.3 Diagnóstico por los indicadores de mantenimiento:

Al no existir un control de la información de las actividades de mantenimiento los indicadores no se pueden evaluar y si se evaluaran no son referentes confiables, solo el Ingeniero Jefe de Mantenimiento esta en capacidad de evaluar dichos indicadores en base a su criterio y la experiencia obtenida a lo largo de los años en esta industria.

3.3.2 Estrategias:

Como se ha visto en el apartado anterior tenemos dos problemas principales:

- * Uno netamente técnico (diagnóstico de los equipos críticos) lo cual amerita utilizar una **metodología tecnológica (Mantecnología)** como herramienta la cual puede ser un plan de mantenimiento preventivo.

- * Un problema de organización diagnosticado por el método de **lluvia de ideas** donde necesariamente debe emplearse una técnica organizativa que puede ser el TPM (Mantenimiento en Producción) o también el RCM (Mantenimiento centrado en la fiabilidad).

Se hace necesario aclarar la diferencia entre **técnica organizativa** y **mantecnología** para lo cual citaremos un ejemplo:

“RCM es una técnica que nos ayuda a replantear todo nuestro mantenimiento con base en la fiabilidad o análisis de fallas y utiliza como táctica de mantenimiento tras el análisis de dichas fallas la tecnología del mantenimiento predictivo”.

Se habla mucho de las técnicas organizativas como la solución a los problemas de mantenimiento, esto no es cierto ya que los mantenimientos deben ser una mezcla de técnicas interrelacionadas e integradas donde cada empresa es un caso particular en la cual el jefe de mantenimiento tiene la responsabilidad de conocerlas y adecuarlas a una actividad concreta de mantenimiento.

Tomando en consideración lo anterior se ha propuesto las siguientes estrategias:

- a) Plan de Mantenimiento Preventivo usando RCM.
- b) Plan de Mantenimiento Preventivo usando TPM.

3.3.3 Selección de la Estrategia:

3.3.3.1 El Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM):

- * Analiza con una metodología rigurosa y auditable cada tipo de falla estudiando el modo y forma en que se producen las fallas y como estas se traducen en costos.
- * Mejora la productividad mediante una forma de trabajo más avanzada, proactiva y planificada.
- * Tras estudiar y definir la táctica es necesaria una auditoria imparcial antes de su implantación real.
- * Debe contar con el apoyo activo y la cooperación del personal de mantenimiento, producción, ingeniería y administrativo.

El RCM se implementa de la siguiente manera:

- 1°. Se examina las metas de productividad y mejoras de la Dirección, para precisar el o los parámetros (costos, fiabilidad, etc) a mejorar.

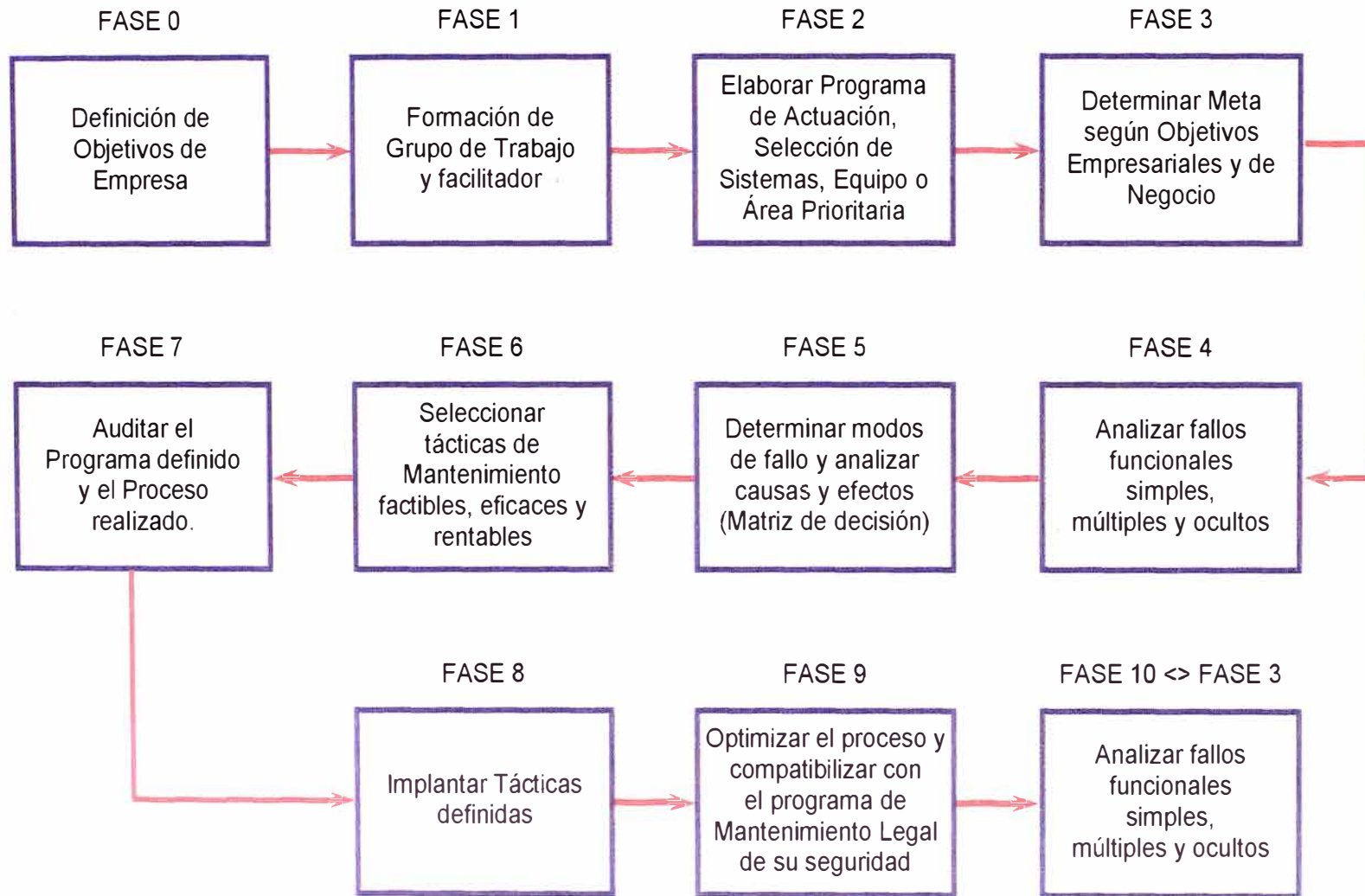
- 2°. Se evalúa las maneras y métodos para alcanzar dichas metas así como los efectos de las averías o fallas.

- 3°. Se investiga para obtener los modos de falla mas frecuentes y la manera de eliminarlos o reducir sus consecuencias.

Las fases de implementación de un RCM se muestra en la **Figura 3.4.**

FIGURA 3.4

FASES DE IMPLANTACIÓN REAL DE RCM



3.3.3.2 Mantenimiento en Producción (TPM):

El TPM es un sistema de gestión de mantenimiento basado en implantar un mantenimiento autónomo ejecutado por el operador del equipo lo que implica la creación de una cultura propia que estimula y motiva el trabajo en equipo entre producción y mantenimiento.

Las ventajas y mejoras como consecuencia de la implantación de un TPM son:

- * Reducción del número de averías que son reparadas por mantenimiento ya que el operario de producción asume las reparaciones pequeñas y cortas.

- * Reducción del tiempo de espera y preparación de los equipos de trabajo ya que el propio operario de producción subsana las pequeñas fallas y realiza las pequeñas revisiones o inspecciones.

- * Aumento del control de herramientas y equipos.

- * Conservación del medio ambiente y ahorro de energía que se producen al no haber tiempos muertos por el funcionamiento de la máquina en vacío.

- * Mayor formación y experiencia de los recursos humanos.

El TPM se basa según las definiciones japonesas en los principios de “las cinco S” que significan lo siguiente (**Ver Figura 3.5**):

- ◇ **Seiri** Organización y clasificación.

- ◇ **Seiton** Orden

- ◇ **Seiso** Limpieza e Inspección

- ◇ **Seiketsu** Estandarización o normalización

- ◇ **Shitsuke** Cumplimiento o disciplina



FIGURA 3.5

Las metas y objetivos que deben marcarse en una implantación de un TPM son:

1. Mejorar significativamente la eficiencia del conjunto de la empresa y la productividad del personal global de producción y mantenimiento.
2. Implantar un sentimiento de propiedad de los operarios de producción sobre sus equipos y sistemas, a través de un programa de formación y, especialmente, de implicación con la nueva técnica.

3. Promover la mejora continúa a través de grupos de trabajo que inculquen la idea de unión y coordinación entre producción, ingeniería y mantenimiento que tanta falta hace en muchas empresas.

Los problemas que se presentan para la implantación de un TPM son:

- * Debemos partir de la base de que la transferencia de actividades a producción se basa en que las operaciones de primer nivel que ellos deben realizar sean eficaces, si no es así es mejor no llevarlo a cabo.

TABLA No. 3.4

REPARTO POSIBLE DE ACTIVIDADES EN UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CON TPM			
ACTIVIDAD	TIPO	PERSONAL PRODUCCIÓN	PERSONAL MANTENIMIENTO
Producción	Preparación Ajustes Operación	■ ■ ■	
Mantenimiento Primer Nivel	Limpieza Engrase Reaprietes Inspecciones diarias	■ ■ ■ ■	
Mantenimiento Preventivo de Segundo Nivel	Inspecciones y MOC Operaciones de Seguridad y Normativa Grandes Operaciones		■ ■ ■
Mantenimiento Correctivo	Averías reparables desde el puesto de trabajo. Averías no reparables desde el puesto de trabajo.	■	■
Modificaciones y Mejoras	Operativas Automatizaciones Reflotamientos y actualizaciones	■	■ ■ ■

* Si el sistema de gestión de mantenimiento no es eficaz no se debe implementar el TPM, se debe planificar los mantenimientos que seguirán siendo asumido por mantenimiento así como los que se transferirán a producción tal como se ve en la **Tabla No. 3.4**.

* No implementar si existen carencias significativas en cuanto a repuestos, logística mantenibilidad y formación.

- * Producción entiende el proceso como un intento de obtener mayor productividad de ellos y lo rechaza.

- * El personal de mantenimiento ve en el proceso una pérdida de competitividad tecnológica y temen por su futuro en la empresa.

- * La Dirección duda del TPM por el proceso en si o por sus resultados, por esta razón es mejor elegir una pequeña sección o área de actividades en la que estemos absolutamente seguros del éxito de la iniciativa. Por ello antes debe realizarse un riguroso diagnóstico de la situación actual de la empresa informando de los puntos fuertes y débiles a la Dirección y anticiparnos a los problemas.

Si el proceso prototipo ha sido favorable, debemos exponerlo y “venderlo” proponiendo formalmente los siguientes pasos los cuales van a ser más complejos aún.

3.3.3.3 Selección:

Desecharemos la primera estrategia planteada en base al RCM por los siguientes motivos:

- * Ya que en proceso de implementación del RCM se forma grupos de trabajo conformado por personas que conocen el equipo o sistema y con una formación al menos básica de RCM el éxito del proceso depende de la capacidad de liderazgo del guía y de la predisposición al cambio y motivación de los participantes lo cual no existe en la empresa NEPESUR.

Se recomienda que estos grupos de trabajo estén conformados por: un guía, un técnico de ingeniería, un técnico de mantenimiento, los operarios y un técnico de producción.

- * Los trabajos son arduos y tediosos pues hay que analizar cada equipo, cada sub conjunto, sus formas de falla, las fallas múltiples las averías ocultas, etc.; la estrategia de implantación debe ser cuidadosa para no desmoralizar a los participantes.

- * Es necesario el conocimiento de la tecnología predictiva pues de lo contrario el grupo de trabajo caería con gran facilidad en volver a definir un nuevo plan solo preventivo sistemático.

Seleccionamos la segunda estrategia Plan de Mantenimiento preventivo usando TPM, para el desarrollo de la misma consideramos lo siguiente:

- * Siendo este trabajo un estudio preliminar y habiendo hecho el diagnóstico de la empresa en la cual la Dirección duda de la eficacia e implementación del TPM escogeremos una sección prototipo para implementarla.
- * El diagnóstico de los equipos críticos nos permite seleccionar dos de ellos con condición **IMPORTANTE** y uno con condición **CONVENIENTE** los cuales son:
El Prestrainer
La Prensa
Transportador Helicoidal de descarga de prensa.

- * Dejaremos para una segunda etapa la implementación del mantenimiento predictivo ya que no es un tipo de mantenimiento que se base en la intuición y en la experiencia solamente del operador o del técnico sino se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallas y a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema basándose en las condiciones presentes que estamos midiendo.

Este tipo de mantenimiento no es de inmediata aplicación ya que precisa un significativo tiempo de interiorización por el equipo técnico de mantenimiento y una adecuada formación del mismo.

Antes de aplicarse en una segunda etapa hay que analizar sobre todo por rentabilidad y eficacia la posibilidad de reemplazar al mantenimiento preventivo sistemático.

- * Se aplicará el plan de mantenimiento preventivo sistemático en una primera etapa a los equipos mencionados anteriormente estableciendo un plan prototipo con la finalidad de demostrar a los directivos de la empresa la rentabilidad del mismo.

3.3.4 Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP) Piloto:

a) Equipos a considerar en el PMP:

- * Prestrainer
- * Prensa
- * Transportador helicoidal de descarga de prensa.

b) Componentes / Partes / Sistemas:

Para realizarlo codificamos los equipos mediante un código alfanumérico el cual nos da las siguiente ventajas:

- * Identificación en forma rápida del equipo.
- * Permite llevar un control por subcomponente de un sistema mayor.
- * Agiliza la búsqueda de información mediante su código (repuestos, historial, costos).

- * Mediante el código se ubica fácilmente al equipo en el proceso productivo.

Ejemplo de codificación de un equipo:

PREN - 0502011

PREN	Representa la sigla nemotécnica del equipo (4 alfanuméricos)
05	Sección de la planta de harina (2 dígitos). Ver Anexo 3
02	Equipo: prensa de doble tornillo de 50tn/h (2 dígitos)
01	Componente: Variador de velocidad (2 dígitos)
1	Subcomponente: motor eléctrico (1 dígito)

A continuación procedemos a codificar los equipos a considerar en el PMP:

05 Sección de Prensado y Separación de Sólidos.

*** PRES-0501 PRE-STRAINER**

PRES-050101 Motor Reductor
PRES-0501011 Motor eléctrico
PRES-0501012 Reductor

PRES 050102 Transmisión de cadena

PRES 050103 Prestrainer propiamente dicho.
PRES 0501031 Chumaceras
PRES 0501032 Tambores y
malla perforada.

*** PREN-0502 PRENSA DE DOBLE TORNILLO DE 50Tn/h.**

PREN-050201 VARIADOR DE VELOCIDAD
PREN-0502011 Motor eléctrico
PREN-0502012 Variador propiamente dicho.

PREN-050202 SISTEMA DE FAJAS.

PREN-050203 PRENSA PROPIAMENTE DICHA.

PREN-0502031 Caja de Engranaje.

PREN-0502032 Sistema de lubricación forzada.

PREN-0502033 Retenes

PREN-0502034 Rodajes

PREN-0502035 Bocinas

PREN-0502036 Gusanos

PREN-0502037 Mallas

* **PREN-0503 TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE DESCARGA DE PRENSA.**

GUSA-050301 MOTOR ELÉCTRICO

GUSA-050302 REDUCTOR

GUSA-050303 TRANSMISIÓN DE FAJAS

GUSA-050304 CHUMACERAS

GUSA-050305 TRANSMISIÓN POR CADENAS

c) Actividades:

Las actividades clásicas son de tres tipos:

* **Operaciones (O)**

Son actividades breves de carácter inspectivo que no comprometen el funcionamiento del equipo, su duración es muy corta 15 minutos como máximo, este mantenimiento es barato, son típicamente inspectivas, son de alta frecuencia.

Ejemplo: Tomar una medición de temperatura.

* **Paradas (P)**

Son actividades que implican detener el equipo por un determinado tiempo que puede comprometer la producción dependiendo si hacemos o no un bypass. El tiempo utilizado es mayor que las inspectivas, más de 15 minutos, su frecuencia es menos intensa que la anterior.

Ejemplo: Realizar un cambio de filtro.

* **Renovación o Cambios de partes y piezas (R)**

Su ejecución es cíclica en función de la vida de sus elementos, la duración de su ejecución será igual al tiempo que requiera para ser desarmado, el tiempo es indeterminado detiene la producción.

d) Frecuencias y Definición de Tareas:

La frecuencia de ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo correspondientes a operaciones, paradas y renovación se encuentran indicadas en los cuadros de frecuencias y definición de tareas para el transportador helicoidal tal como se muestra en la **Tabla 3.5**.

TABLA 3.5
FRECUENCIA Y DEFINICIÓN DE TAREAS PARA EL TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE DESCARGA DE PRENSA

PMP EQUIPO	COMPONENTE	TAREA	FRECUENCIA	TIPO DE TAREA **	Tiempo Duración de Tarea	Tiempo	Tiempo parada de Planta	Costo de Materiales	Costo por Servicio a Terceros	Costo de Mano de Obra	Costo de Parada de Planta	COSTO TOTAL
						perde Obrero ***						
T R A N S P O R T A D O R H E L I C O I D A L	MOTOR ELÉCTRICO	Medición de Amperaje	15 días	O	15 min.	T: _____ A: 15 min.	0	--	0	0.5	0	0.5
		Medición de Temperatura	15 días	O	15 min.	T: _____ A: 15 min.	0	--	0	0.5	0	0.5
		Revisión, limpieza y Cambio de Rodajes	1 año	R	8 h.	T: 8 h. A: 8 h.	0*	60	0	48	0*	108
	REDUCTOR	Control de nivel de aceite de engranajes	1 día	O	15 min.	T: _____ A: 15 min.	0	--	0	0.5	0	0.5
		Control de Vibraciones	30 días	O	15 min.	T: _____ A: 15 min.	0	--	0	0.5	0	0.5
		Cambio de rodajes (4) y retenes	1 año	R	4 h.	T: 4 h. A: 4 h.	0*	160	0	24	0	184
		Control de nivel de ruido en engranajes	7 días	O	15 min.	T: _____ A: 15 min.	0	--	0	0.5	0	0.5
		Cambio de aceite	6 meses	P	1 h.	T: _____ A: 1 h.	0*	15	0	2	0	17
	TRANSMISIÓN POR FAJAS	Cambio de fajas	6 meses	P	1 h.	T: _____ A: 1 h.	0*	50	0	2	0	52
	TRANSMISIÓN POR CADENAS	Control de desgaste	6 meses	O	30 m.	T: _____ A: 30 m.	0	0	0	1	0	1
		Engrase	7 días	O	15 min.	T: _____ A: 15 min.	0	1	0	0.5	0	1.5
		Rueda motriz, verificación alineamiento	3 meses	O	30 m.	T: _____ A: 30 m.	0	5	0	1	0	6
		Rueda conducida, verificación de alineamiento	3 meses	O	30 m.	T: _____ A: 30 m.	0	5	0	1	0	6
	CHUMACERAS	Control de temp. Rod.	15 días	O	15 min.	T: _____ A: 15 min.	0	--	0	0.5	0	0.5
		Engrase chumacera	30 días	O	30 min.	T: _____ A: 30 min.	0	8	0	1	0	9
		Cambio y rodam. Y chumacera	1 año	R	2 h.	T: 2 h. A: 2 h.	0*	420	0	12	0*	452
		Lubricar rodamientos	3 meses	O	30 min.	T: _____ A: 30 min.	0	5	0	1	0	6
	GUSANO Y CARCASA	Inspección	1 día	O	15 min.	T: _____ A: 15 min.	0	--	0	0.5	0	0.5

* No se consideran costos por parada de planta por hacerse esta tarea en época de veda.

** O = Operación P = Parada R = Renovación

*** T = Técnico A = Ayudante

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La necesidad de un mantenimiento organizado y desarrollado con una base científica es el motivo del presente capítulo el cual pretende desterrar el concepto erróneo de tomar al mantenimiento como una actividad auxiliar que solamente produce gastos y convertirla en una actividad moderna donde es parte del proceso de producción y cuyo costo se acepta como un adicional a los costos de fabricación o producción.

4.1 COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

Se ha escogido tres meses como un lapso de tiempo prudencial para el levantamiento de información de las fallas ocurridas en los diferentes equipos de la zona de prensado y recuperación de sólidos así como

sus costos respectivos por mano de obra, materiales, servicio a terceros y costos por parada de planta los cuales se muestran en la **Tabla 4.1.**

TABLA 4.2
PÉRDIDA POR EQUIPO (TRIMESTRAL) OCASIONADO POR FALLAS

CÓDIGO	EQUIPO (Cantidad)	COSTO POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO				COSTO POR PARADA DE PLANTA						COSTO TOTAL	
		Mano de Obra	Materiales	Servicio a terceros	Total (\$)	Capacidad de Planta (%)	% deja de Producir	* Utilidad (\$/Hora)	Costo por dejar de Producir (\$/Hora)	Tiempo (Horas)	Total (\$)		
PRES-05014	Pre-Strainer (1)	84.50	337.80	0.00	422.30	50%	50%	1,000.00	500.00	2.00	1,000.00	1,422.30	
PREN-0502	Prensa (1)	111.46	445.84	0.00	557.30	0%	100%	1,000.00	1,000.00	2.50	2,500.00	3,057.30	
MOLI-0504	Molino Húmedo (1)	3.70	0.00	0.00	3.70	0%	100%	1,000.00	1,000.00	0.20	200.00	203.70	
GUSA-0503	Gusanos (5)	19.10	0.00	0.00	19.10	0%	100%	1,000.00	1,000.00	5.00	5,000.00	5,019.10	
SEPA-0505	Separadoras (4)	43.20	0.00	0.00	43.20	75%	25%	1,000.00	250.00	0.50	125.00	168.20	
BOCP-0506	Bomba de Caldo de Prensa (1)	47.85	113.95	0.00	161.80	0%	100%	1,000.00	1,000.00	3.00	3,000.00	3,161.80	
TACP-0507	Tanque de Caldo de Prensa (1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	100%	1,000.00	1,000.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO					1,207.40	TOTAL POR PARADA DE PLANTA						11,825.00	13,032.40

* La utilidad en \$ por hora se calcula así:

Utilidad por producir 1Tn. de harina de pescado $\frac{100\$}{\text{Tn de Harina}}$

Producción por hora de harina de pescado:
(La planta es de 50Tn de Pescado/hora de los 10 $\frac{\text{Tn de Harina}}{\text{Hora}}$ cuales el 20% se convierte en harina)

Utilidad: $\left(100 \frac{\$}{\text{Tn Harina}} \times 10 \frac{\text{Tn Harina}}{\text{Hora}} \right) = 1000 \frac{\$}{\text{Hora}}$

Extraemos de esta última tabla los costos por mantenimiento correctivo y parada de planta de los equipos seleccionados (**Ver Tabla 4.2**).

CÓDIGO	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO		
			Mantenimiento Correctivo \$	Parada de Planta \$	TOTAL \$
PRES-0501	Pre-strainer	1	422.30	1 000.00	1 422.30
PREN-0502	Prensa	1	557.30	2 500.00	3 057.30
GUSA-0503	Gusanos	5	19.10	5 000.00	5 019.10
TOTALES:			998.70	8 500.00	9 489.70

TABLA 4.2

4.2 COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

El presente cuadro se ha elaborado en base a la información brindada por el Jefe de Mantenimiento así como las averiguaciones personales a operarios y personal del área de mantenimiento (**Ver Tabla 4.3**).

TABLA 4.3
PÉRDIDA POR EQUIPO (TRIMESTRAL) OCASIONADO POR FALLAS CON PMP

CÓDIGO	EQUIPO (Cantidad)	COSTO POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO CON PMP				COSTO POR PARADA DE PLANTA CON PMP						COSTO TOTAL
		Mano de Obra	Materiales	Servicio a terceros	Total (\$)	Capacidad de Planta (%)	% deja de Producir	* Utilidad (\$/Hora)	Costo por dejar de Producir (\$/Hora)	Tiempo (Horas)	Total (\$)	
PRES-05014	Pre-Strainer (1)	45.50	158.50	0.00	204.00	50%	50%	1,000.00	500.00	0.40	200.00	404.00
PREN-0502	Prensa (1)	56.20	220.50	0.00	276.70	0%	100%	1,000.00	1,000.00	0.50	500.00	776.70
MOLI-0504	Molino Húmedo (1)	2.00	0.00	0.00	2.00	0%	100%	1,000.00	1,000.00	0.04	40.00	42.00
GUSA-0503	Gusanos (5)	10.10	0.00	0.00	10.10	0%	100%	1,000.00	1,000.00	0.50	500.00	510.10
SEPA-0505	Separadoras (4)	22.10	0.00	0.00	22.10	75%	25%	1,000.00	250.00	0.10	25.00	47.10
BOCP-0506	Bomba de Caldo de Prensa (1)	26.30	52.50	0.00	78.80	0%	100%	1,000.00	1,000.00	0.60	600.00	678.80
TACP-0507	Tanque de Caldo de Prensa (1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	100%	1,000.00	1,000.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO CON PMP					593.70	TOTAL POR PARADA DE PLANTA CON PMP					1,865.00	2,458.70

* La utilidad en \$ por hora se calcula así:

$$\text{Utilidad por producir 1Tn. de harina de pescado} = \frac{100 \$}{\text{Tn de Harina}}$$

Producción por hora de harina de pescado:
(La planta es de 50Tn de Pescado/hora de los 10 $\frac{\text{Tn de Harina}}{\text{Hora}}$ cuales el 20% se convierte en harina)

$$\text{Utilidad} = \left(100 \frac{\$}{\text{Tn Harina}} \times 10 \frac{\text{Tn Harina}}{\text{Hora}} \right) = 1000 \frac{\$}{\text{Hora}}$$

Extraemos de esta última tabla los costos por mantenimiento correctivo y parada de planta con PMP de los equipos seleccionados (**Ver Tabla 4.4**).

CÓDIGO	EQUIPO	CANTIDAD	C O S T O		
			Mantenimiento Correctivo \$	Parada de Planta \$	TOTAL \$
PRES-0501	Pre-strainer	1	204.00	200.00	404.00
PREN-0502	Prensa	1	276.70	500.00	776.70
GUSA-0503	Gusanos	5	10.10	500.00	510.10
TOTALES:			490.80	1 200.00	1 690.80

TABLA 4.4

4.3 RENTABILIDAD:

En la **Tabla 4.5** comparemos ambos costos obtenidos agregándole la inversión inicial por implementación del PMP en los siguientes rubros:

Herramientas	\$	400.00
Cursos de capacitación personal	\$	400.00
Material documentario	\$	100.00
Computadora	\$	900.00
Software	\$	300.00

INVERSIÓN TOTAL	\$	2,100.00
------------------------	-----------	-----------------

TABLA 4.5

COSTOS DETALLE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO (\$)	PARADA DE PLANTA (\$)	INVERSIÓN INICIAL (\$)	TOTAL \$
Sin PMP	998.70	8 500.00	===	9 489.70
Con PMP	490.80	1 200.00	2 100.00	3 790.80
BENEFICIO:				5 698.90

La relación $\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{5\ 698.50}{3\ 750.80} = 1.5$

La relación beneficio/costo está dentro de los valores recomendados para la implementación de un PMP pero hay que tomar en cuenta que esta rentabilidad puede incrementarse aún más con la aplicación en paralelo del TPM técnica organizativa que nos permitirá usar de inmediato la gerencia de check list la cual permite reducir en un 60% la rotura intempestiva de los equipos.

CONCLUSIONES

1. Gran parte de los fracasos en la implementación de un plan de mantenimiento radica en la exclusividad del uso de una sola técnica organizativa tal como el **TPM** (Mantenimiento en Producción) cada empresa es un caso particular donde el Jefe de Mantenimiento tiene la responsabilidad de conocer y seleccionar la o las técnicas para saber que aspecto de la misma se adecua a una parte concreta de su plan.
2. La selección de los equipos para el PMP piloto debe hacerse teniendo en cuenta su incidencia en la producción y por ende en los costos de mantenimiento, se recomienda diversificar entre equipos críticos y no

críticos de alta importancia tomando un 20 a 30% del total si se tiene la confianza de la Gerencia, en caso contrario disminuir este porcentaje a lo estrictamente necesario.

3. La implementación del PMP es factor importante ya que se basa en dos variables : el estado del equipo y el factor humano, este último es de suma importancia ya que muchos PMP han fracasado por esta razón, por eso se debe seleccionar al personal adecuado buscando que posean cultura laboral y una calificación óptima, por otro lado el estado de los equipos necesita de la información histórica del mismo, al no contar con este recurso dependeremos nuevamente de nuestro personal y de su experiencia; razón por la cual el éxito del PMP radica en el factor humano. Esto justifica una vez más el uso eficiente de las técnicas organizativas.

4. Operaciones, paradas y renovaciones son los tres tipos de actividades clásicas de mantenimiento siendo consideradas las primeras como la actividad mas importante.

Son de duración corta y alta frecuencia, obtenida esta última en base a la información del operador, manual del fabricante o experiencia del jefe de mantenimiento, lo cual nos permite establecer las tareas de inspección, limpieza, etc. Que bien ejecutadas disminuye en un 60% la rotura intempestiva de un equipo, a esto se denomina en el ámbito

laboral como la gerencia del check list la cual nos garantiza enormes beneficios entre los cuales destacamos la integración del operario a esta labor inspectiva, donde se encuentra comprometido con ella valorándola y responsabilizándose de su equipo, cualquier anomalía se plasma en un check list para su inmediata intervención.

5. El manejo de la relación BENEFICIO/COSTO es de vital importancia en el informe preliminar que generalmente realiza el jefe de mantenimiento con la finalidad de fundamentar a la gerencia de la rentabilidad que se produciría al implementar un PMP. Para la empresa NEPESUR SA se justifica ($\text{costo/beneficio} = 1.5$) pero podría darse el caso que no sea rentable ($\text{costo/beneficio} < 1$) lo cual implicaría continuar con el mantenimiento correctivo vigente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda instalar un **Plan de Mantenimiento Preventivo (PMP)** **piloto** de 3 meses en el cual se seleccione una muestra de equipos con un riguroso diagnóstico de la situación a fin de demostrar a los directivos de la empresa la rentabilidad del mismo mediante el método de análisis económico conocido como la razón **beneficio/costo**.

En una segunda etapa usar la técnica organizativa del TPM a fin de poder implantar la tecnología del mantenimiento preventivo en toda la planta.

En una tercera etapa se hace necesario e imprescindible acompañar al Plan de Mantenimiento Preventivo con una técnica organizativa adicional como el RCM seleccionando los equipos críticos importantes donde después de hacer un análisis de fallas se empleará como estrategia el mantenimiento predictivo.

2. El problema de “**improductividad latente**” es típico de la gran mayoría de empresas medianamente pequeñas de nuestro país, existe un significativo número de tiempo perdido en comparación con otras áreas, siendo necesario minimizarlo saturando las jornadas de trabajo con actividades de mantenimiento preventivo de manera que el personal se encuentre activo, para esto es necesario implantar eficientemente el uso de **órdenes de trabajo** (OT) automatizadas por sistemas informáticos en los que un trabajador termina una OT y automáticamente el sistema le encarga una labor pendiente, o una actividad de mantenimiento preventivo con márgenes de aplicabilidad suficientemente holgados para no paralizarla a la mitad del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANEACIÓN Y CONTROL

Duffuaa - Raouf - Dixon

Ed. LIMUSA WILEY

TEORÍA Y PRÁCTICA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL AVANZADO

Francisco Javier Gonzales Fernández

Ed. Fundación Confemetal

TPM EN INDUSTRIAS DE PROCESO

Editado por Tokutaro Suzuki

**AUDITORIA DE MANTENIMIENTO Y MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

Ing. Pedro Vargas Galvez

Colegio de Ingenieros del Perú

**MANUAL DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD EL ENFOQUE
JAPONÉS**

Editor principal Tetsuichi Asaka

Editor Kazuo Ozeki

COSTOS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Ed. CECSA

José Eliseo Ocampo

A N E X O S

A N E X O 1

CAPTURA EN TM DE ANCHOVETA SARDINA Y JUREL

ANEXO 1

CAPTURA EN TM DE ANCHOVETA SARDINA Y JUREL



Años en que se presentó el Fenómeno del Niño

E S P E C I E S (T M)				
AÑOS	ANCHOVETA	SARDINA	JUREL	TOTAL
1950	440	63	30	533
1951	12,000	1,000	89	13,089
1952	15,950	400	81	16,431
1953	37,113	111	69	37,293
1954	43,028	69	62	43,159
1955	58,707	48	138	58,893
1956	118,726	108	673	119,507
1957	325,624	305	366	326,295
1958	737,019	2,107	173	739,299
1959	1,942,386	4,414	448	1,947,248
1960	3,310,157	2,980	281	3,313,418
1961	5,010,930	2,710	174	5,013,814
1962	6,691,521	3,030	666	6,695,217
1963	6,634,836	2,201	1,954	6,638,991
1964	8,863,367	10,097	1,718	8,875,182
1965	7,242,394	7,419	2,561	7,252,374
1966	8,529,821	1,874	4,270	8,535,965
1967	9,824,624	2,138	3,071	9,829,833
1968	10,262,661	1,847	2,790	10,267,298
1969	8,960,460	1,121	4,176	8,965,757
1970	12,277,022	449	4,711	12,282,182
1971	10,276,833	6,051	9,189	10,292,073
1972	4,447,365	6,338	18,782	4,472,485
1973	1,512,976	132,252	42,781	1,688,009
1974	3,583,476	72,605	129,211	3,785,292
1975	3,078,810	62,851	37,899	3,179,560
1976	3,863,050	174,701	54,154	4,091,905
1977	792,106	870,903	504,992	2,168,001

1978	1,187,041	1,257,948	386,793	2,831,782
1979	1,362,763	1,727,031	151,591	3,241,385
1980	720,124	1,480,396	123,380	2,323,900
1981	1,225,168	1,284,452	37,875	2,547,495
1982	1,720,437	1,508,513	50,013	3,278,963
1983	118,441	1,047,472	76,825	1,242,738
1984	22,988	2,846,670	18,893	3,058,551
1985	844,255	3,069,107	79,370	3,992,732
1986	3,481,869	1,702,795	44,292	5,228,956
1987	1,764,635	2,321,486	38,099	4,124,220
1988	2,701,369	3,465,885	113,743	6,280,997
1989	3,720,173	2,306,371	133,671	6,160,215
1990	2,926,408	3,090,117	224,684	6,241,209
1991	3,080,992	2,762,300	234,110	6,077,402
1992	4,869,966	1,608,926	93,065	6,571,957
1993	7,009,534	1,206,382	121,309	8,337,225
1994	9,800,223	1,474,214	213,220	11,487,657
1995	6,558,108	1,584,325	385,386	8,527,819
1996	7,463,147	994,708	347,077	8,804,932
1997	5,927,599	642,691	348,294	6,918,584
1998	1,206,322	1,225,160	314,123	2,745,605
1999	6,610,183	325,663	82,541	7,018,387
2000	9,114,972	143,941	239,954	9,498,867
2001	6,051,027	45,165	774,962	6,871,154
2002	7,904,017	830	92,470	7,997,317
2003	5,128,492	360	134,678	5,263,530
2004	8,608,050	364	106,384	8,714,798
2005	8,580,728	6	46,769	8,627,503

FUENTE: IMARPE

A N E X O 2

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SECADORES

ANEXO 2

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SECADORES

(A1) SECADO DIRECTO A FUEGO	
VENTAJAS: <ul style="list-style-type: none">- Bajo costo de inversión- Fácil operación- Tiempos de secado bajos	DESVENTAJAS: <ul style="list-style-type: none">- Costo de operación mayores- Contaminación atmosférica por grandes volúmenes de gases- Producto poco homogéneo- Contaminante microbiológico- Posibilidad de daño térmico sobre la proteína.- Mayor oxidación de grasas- Posible formación de histamina

(A2) SECADO DIRECTO CON GENERACIÓN DE GASES	
VENTAJAS: <ul style="list-style-type: none">- Bajo costo de inversión- Fácil operación- Tiempos de secado bajos- Mayor control de la temperatura en el secado, comparativamente con el de fuego directo.	DESVENTAJAS: <ul style="list-style-type: none">- Costo de operación mayores- Contaminación atmosférica por grandes volúmenes de gases- Producto poco homogéneo- Contaminante microbiológico- Posibilidad de daño térmico sobre la proteína.- Mayor oxidación de grasas- Posible formación de histamina- En comparación a los secadores de fuego directo, las desventajas son menores, pero están presentes.

(B1) SECADO INDIRECTO CON ROTATUBOS	
VENTAJAS: <ul style="list-style-type: none">- Operan con bajos volúmenes de aire (fácil dehodorización)- Mínimos costos energéticos al usarse en conjunto con plantas evaporadoras tipo WHE.- Mínima probabilidad de contaminación microbiológica.- Producto de alta calidad.- Constituye el secado indirecto más económico tanto en costo de operación y de inversión.- Trabaja bien con humedades bajas.- No esponja la harina.	DESVENTAJAS: <ul style="list-style-type: none">- Altos tiempos de residencia- Pierde eficiencia con altas humedades de keke, principalmente por efecto del agua de cola.- La harina húmeda se pega a los tubos.

(B2) SECADO INDIRECTO CON ROTADISCOS

VENTAJAS:

- Operan con bajos volúmenes de aire (fácil dehodorización)
- Mínimos costos energéticos al usarse en conjunto con plantas evaporadoras tipo WHE.
- Mínima probabilidad de contaminación microbiológica.
- Producto de alta calidad.
- Trabaja bien con humedades altas. No se pega la harina al equipo.

DESVENTAJAS:

- Altos tiempos de residencia
- No trabaja bien con humectantes bajas, ya que por contacto puede quemarse la partícula de harina y hacerla muy esponjosa.
- Consume mayor energía eléctrica que un rotatubos.
- El costo de inversión es mayor que un rotatubos.

(B3) SECADO INDIRECTO CON ROTACOMBI

VENTAJAS:

- Operan con bajos volúmenes de aire (fácil dehodorización)
- Mínimos costos energéticos al usarse en conjunto con plantas evaporadoras tipo WHE.
- Mínima probabilidad de contaminación microbiológica.
- Producto de alta calidad.
- Eficiente con humedades altas al comienzo del secado.
- Eficiente con humedades bajas al final del secado.
- No esponja la harina

DESVENTAJAS:

- Altos tiempos de residencia
- Consume mayor energía eléctrica que un rotatubos.
- El costo de inversión es mayor que un rotatubos.

(B4) SECADO INDIRECTO CON ROTAPLATE

VENTAJAS:

- Operan con bajos volúmenes de aire (fácil dehodorización)
- Mínimos costos energéticos al usarse en conjunto con plantas evaporadoras tipo WHE.
- Mínima probabilidad de contaminación microbiológica.
- Producto de alta calidad.
- Mayor eficiencia que un rotadisc.

DESVENTAJAS:

- Altos tiempos de residencia
- No trabaja bien con humedades bajas, ya que por contacto puede quemarse la partícula de harina y hacerla muy esponjosa.
- Consume mayor energía eléctrica que un rotatubos.
- El costo de inversión es mayor que un rotadisc.

A N E X O 3

EQUIPOS Y COMPONENTES

ANEXO 3

CÓDIGO DE SECCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA SECCIÓN	EQUIPOS Y/O COMPONENTES
01	DESCARGA Y BOMBEO DE PESCADO	CHATA EQUIPO ABSORBENTE: 20TM/HR MOTOR DIESEL 240 HP MANGUERON DE SUCCIÓN 14" Diam. x 15m MANGUERON DE DESCARGA 14" Diam. x 20m. TUBERIA DE DESCARGA DE ACERO 18" Diam. x 600m TUBERÍA PARA AGUA 2" Diam. TUBERÍA PARA PETRÓLEO 3" Diam.
02	RECEPCIÓN ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	DESAGUADOR ROTATIVO DE PESCADO DESAGUADOR TRANSPORTADOR DE MALLA TOLVA DE RECEPCIÓN Y SISTEMA DE PESAJE ELECTRÓNICO POZAS DE PESCADO (4) TRANSPORTADORES HELICOIDALES DE PESCADO (5) ELEVADOR DE CANGILONES
03	RECUPERACIÓN DE SÓLIDOS DE AGUA DE BOMBEO	FILTRO ROTATIVO O TROMMEL BOMBA DE SÓLIDOS DESCARGA DE AGUA A EMISOR SUBMARINO
04	COCION	TOLVA ALIMENTADORA A COCINADOR COCINADOR A VAPOR, MIXTO: 50 TM/HR
05	PRENSADO Y SEPARACIÓN DE SÓLIDOS	DRENADOR ROTATIVO O PRESTEINER PRENSA DOBLE TORNILLO: 50TM/HR TRANSP. HELICOIDALES DESCARGA TORTA DE PRENSA (3) TANQUE COLECTOR CALDO DE PRENSA Y PRESTREINER TRANSP. HELIC. ALIMENTAC. A MOLINO HÚMEDO MOLINO HÚMEDO TRANSP. HELIC. DESCARGA DE MOLINO HÚMEDO BOMBA CALDO DE PRENSA Y PRESTREINER TANQUE DE ALIMENTACIÓN A SEPARADORES SEPARADORES DE SÓLIDOS (4) TRANSPORTADOR DESCARGA DE SÓLIDOS TANQUE COLECTOR CALDO DE SEPARADORES.
06	SECADO, MOLIENDA SECA Y ENFRIADO	TRANSP. HELICOIDAL A SECADOR PRIMERA ETAPA QUEMADOR Y CÁMARA DE COMBUSTIÓN SECADOR No. 1 SECADOR A FUEGO DIRECTO, No. 1: PRIMERA ETAPA CICLON TRANSP. HELIC. DESCARGA DE SECADOR No. 1 TRANSP. HELIC. ALIMENT. A SECADOR SEGUNDA ETAPA QUEMADOR Y CAMARA DE COMBUSITON SECADOR No. 2 SECADOR A FUEGO DIRECTO No. 2: SEGUNDA ETAPA CICLON (2) TRANSP. HELIC. DESCARGA DE SECADOR No. 2 TRANSP. HELIC. ALIMENT. A MOLINO SECO MOLINO SECO TRANSP. HELIC. DESCARGA MOLINO SECO VENTILADOR DUCTO DE TRANSPORTE Y ENFRIAMIENTO DE HARINA.

07	ENSAQUE DE HARINA Y DOSIF. ANTIOXIDANTE	CICLÓN DE ENSAQUE TRANSP. HELIC. ELEVADOR A EQUIPO ANTIOXIDANTE EQUIPO DOSIFICADOR DE ANTIOXIDANTE TRANSP. HELICOIDAL ALIMENTADOR A BALANZA BALANZA ELECTRÓNICA Y ENSACADORA TRANSPORTADOR DE SACOS COSEDOR DE SACOS ELEVADOR DE SACOS PARA CARGA A CAMIONES COMPRESOR DE AIRE
08	RECUPERACIÓN Y SEPARACIÓN DE ACEITE	BOMBA CALDO DE SEPARADORES TANQUE CALENTADOR Y ALIMENTACIÓN A CENTRIFUGAS CENTRIFUGAS (4) TANQUE COLECTOR Y BOMBA ACEITE TANQUE COLECTOR Y BOMBA DE AGUA DE COLA
09	EVAPORACIÓN DE AGUA DE COLA	TANQUE Y BOMBA DE ALIMENTACIÓN A P. EVAPORADORA PLANTA EVAPORADORA A VACÍO SISTEMA BOMBEO AGUA DE MAR: BOMBA Y TUBERÍA TANQUE Y BOMBA DE CONCENTRADO TANQUES Y BOMBAS DE SISTEMA DE LIMPIEZA QUÍMICA
10	SUMINISTRO DE AGUA DULCE	BOMBA DE POZO TANQUE O CISTERNA DE AGUA EQUIPO ABLANDADOR DE AGUA EQUIPO HIDRONEUMÁTICO BOMBA PARA DESPACHO DE AGUA DULCE A CHATA
11	GENERACIÓN DE VAPOR	CALDERO PIRO TUBULAR (3): 2,000 BHP TANQUE DESAEREADOR TANQUE DIARIO PETROLEO R-500
12	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y MANDOS ELÉCTRICOS GRUPO ELECTRÓGENO 550 KW GRUPO ELECTRÓGENO AUXILIAR 20KW TANQUE DIARIO PETRÓLEO D-2
13	RECEPCIÓN Y TRANSF. DE COMBUSTIBLE	BOMBA DE RECEPCIÓN DE PETRÓLEO RESIDUAL R-500 BOMBA DE RECEPCION DE PETRÓLEO D-2 BOMBA DE DESPACHO DE PETRÓLEO D-2 A CHATA
14	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	TANQUE PETRÓLEO RESIDUAL R-500 TANQUE PETRÓLEO D-2 TANQUE Y BOMBA DE ACEITE DE PESCADO
15	OFICINAS, LABORATORIO Y TALLERES	OFICINA DE PRODUCCIÓN LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD OFICINA DE MANTENIMIENTO TALLER DE MANTENIMIENTO MECÁNICO TALLER DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO