

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO
A SISTEMAS CRÍTICOS DE LOS EQUIPOS DE UNA
PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE
DE PESCADO 5TN/HORA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO NAVAL**

**JAIMES YEMIN ONEGLIO MAJINO
PROMOCIÓN 2009 - II**

LIMA-PERU

2013

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi madre por estar siempre apoyándome incondicionalmente y a Dios por darme la fortaleza.

TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO	1
CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN	
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 ALCANCES.....	5
1.5 LIMITACIONES	5
CAPITULO II.- ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA PLANTA.	
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	6
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	6
2.2.1 Proceso de obtención de la harina	7
CAPITULO III.- IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y DETERMINACIÓN DE LA HIPÓTESIS DEL TRABAJO.	
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA ESPECÍFICO.....	17
3.2 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS.....	18
CAPITULO IV.- MARCO TEÓRICO	
4.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	19
4.1.1 Evolución del mantenimiento	20
4.2 FILOSOFÍAS DE MANTENIMIENTO DISPONIBLE	22
4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO	23
4.4 ESTRATEGIAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	25
4.4.1 Análisis de criticidad de los equipos	25

II

4.4.2	Proceso de selección de las tareas	27
4.4.2.1	<u>Función</u>	27
4.4.2.2	<u>Fallas funcionales</u>	36
4.4.2.3	<u>Análisis de modo de falla</u>	37
4.4.3	Análisis de criticidad para definir las tareas del plan	39
4.4.4	Tareas del plan de mantenimiento	42
4.4.4.1	<u>Mantenimiento preventivo</u>	42
4.4.4.2	<u>Mantenimiento predictivo</u>	43

CAPITULO 5.- DESARROLLO DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

5.1	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL DE LOS EQUIPOS.....	45
5.1.1	Inventariado de los Equipos de la Planta.....	45
5.1.2	Análisis de criticidad de los equipos	48
5.1.3	Descripción de los sistemas de los equipos.....	51
5.1.4	Análisis de criticidad de los sistemas.....	53
5.2	DETERMINACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO A REALIZAR.....	56
5.2.1	Estrategia del plan de mantenimiento	56
5.2.1.1	<u>Análisis de modos de falla</u>	57
5.2.1.2	<u>Evaluación de tareas para modos de falla</u>	59
5.2.2	Tareas del plan de mantenimiento	60
5.2.2.1	<u>Descripción de las tareas del plan de mantenimiento</u>	60
5.3	ESTIMADO DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS	63
5.3.1	Costos en la ejecución de las actividades del plan de mantenimiento	64
5.3.2	Cálculo de retomo de inversión y beneficio	66

III

CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	72

PRÓLOGO

Los capítulos de este informe se desarrollan de la siguiente manera:

Capítulo 1.- Se indica los antecedentes que sirve como punto de partida al desarrollo del presente informe; seguidamente se traza objetivos principales así como la justificación de la implementación del plan de mantenimiento; para ello se establece hasta donde vamos a llegar con el alcance como toda una investigación se presentara las limitaciones en la implementación.

Capítulo 2.- Se describe la planta y se detalla los procesos de producción que se siguen para la obtención de la harina y el aceite de pescado; los principales equipos que intervienen en estos procesos.

Capítulo 3.- Se identifica los problemas actuales y se plantea la hipótesis del presente trabajo.

Capítulo 4.- Se detallan la bases teóricas en que se sustenta el plan de mantenimiento a realizar; definiciones como plan de mantenimiento, estrategias para seleccionar las tareas y por último definiciones de las tareas preventivas y predictivas

Capítulo 5.- Se enfoca la solución del problema encontrado, para dar una propuesta con el del plan de mantenimiento, se inicia con la codificación de los equipos críticos

y análisis de criticidad tanto a los equipo como a los sistemas de los equipos críticos de la planta para luego definir mediante estrategias las actividades del plan de mantenimiento en consecuencia describir las actividades, frecuencias y las personas involucradas.

Se efectúa el análisis de costo beneficio encontrado, y se determina la factibilidad de la propuesta, indicando el tiempo de recuperación de la inversión.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

Corporación Pesquera Hillary es una empresa en crecimiento comenzó con una embarcación de pesca artesanal y a la fecha cuenta con una flota y a finales de 2011 se inauguró una planta de conservas así como una planta de procesamiento de harina y aceite de pescado de 5 ton/hora.

La planta de procesamiento de harina y aceite de pescado cuenta con una variedad de equipos dirigido por la superintendencia de planta, y está organizado en 2 zonas, (1) zona húmeda conformado por la poza de recepción, elevador de cangilones, posa de almacenamiento, elevador de cangilones, cocina, prestrainer, prensa, separador de sólidos, centrifuga y otros; (2) zona seca conformado secador, enfriador, dosificador de antioxidante entre otros como gusanos, balanza de ensaque.

El personal involucrado como los operarios, eléctricos y mecánico están alertas a que los equipos fallen, algunos cambios rutinarios recomendadas por el fabricante y a realizar limpieza con hidrolabadora. Esta política conlleva a muchas horas de pérdidas en producción.

En la actualidad por el alto índice de competencia en la totalidad de los mercados, hace que las empresas sean más exigidas en programas de mantenimiento a fin de tener operativas sus máquinas y sus paradas sean las estrictamente necesarias, solo por mantenimiento y no por averías.

Para minimizar los efectos se propone implementar un plan de mantenimiento de tal manera que las tareas que se ejecuten sea lo suficientemente requerido por los equipos de la planta.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Principal

Implementar un plan de mantenimiento para los sistemas críticos de los equipos de la planta de procesamiento de harina y aceite de pescado 5tn/hora.

1.2.2. Objetivos secundarios

- Diagnosticar los sistemas críticos de los equipos de la planta.
- Determinar los planes de mantenimiento para los equipos críticos de la planta.
- Elaborar el flujo de caja.
- Calcular el beneficio económico en la implementación del plan de mantenimiento.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Esta implementación del plan de mantenimiento, traerá como resultado el aumento rentabilidad y optimización de Costos de Mantenimiento de los Equipos de Planta, así mismo también, el de disminuir las fallas, disminuirá las paradas imprevistas y de este modo la calidad del producto será mejorada ya que la materia prima procesada estará en las óptimas condiciones por la ausencia de paradas de producción.

La implementación del módulo de mantenimiento y el personal involucrado se encargará de la respectiva mejora, del área de mantenimiento Corporación Pesquera Hillary S.A.C.

1.4. ALCANCES

El plan de mantenimiento a implementar solo estará dirigido a los equipos con sus respectivos sistemas seleccionados de acorde a criterios de criticidad; siendo los equipos con su respectivo sistema seleccionados de la planta de procesamiento de harina y aceite de pescado los siguientes:

- ✓ Cocina; Sistema motorizado, transmisión, vapor.
- ✓ Secador; Sistema motorizado, transmisión, vapor.
- ✓ Prensa; Sistema motorizado, transmisión.

1.5. LIMITACIONES

La planta es nueva por lo que se dieron las siguientes inconvenientes:

- ✓ No se contó con catálogos de equipos.
- ✓ Se contó con historial de paradas de mantenimiento de solo 4 meses y se tuvo que recurrir a historial de experiencias de otras plantas.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA PLANTA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

CORPORACIÓN PESQUERA HILLARY S.A.C., planta de procesamiento de conservas y de Harina de Pescado y Aceite de pescado, ubicada en "Avenida Los Pescadores N° 1150, Mz. A, Lote 5, Zona Industrial 27 de Octubre; Distrito de Chimbote, Provincia de Santa, Departamento de Ancash", caracterizado por su compromiso y responsabilidad en la elaboración de sus productos y dentro de las perspectivas de los principios del Aseguramiento de la Calidad de un mercado internacional cada vez más competitivo y difícil; ha desarrollado un plan que permite conducir en términos estrictamente preventivos a sus procesos productivos, asegurando de este modo, un sistema de aseguramiento de calidad y su consecuente obtención de productos, seguros y adecuados.

Así mismo conscientes de la importancia del factor humano en el desarrollo de la Empresa, contamos con la presencia de personal capacitado y con experiencia en el rubro tanto en la parte directriz, técnica, como operativa.

Las instalaciones de la planta están debidamente sectorizadas con áreas comunes definidas, los equipos están instalados en línea (Layaos).

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.

La harina de pescado es fuente de proteínas de alta calidad, alto contenido energético y rica en minerales, vitaminas, y aminoácidos, empleada en alimentos balanceados para animales con la finalidad de incrementar el valor nutritivo.

2.2.1. Proceso de la obtención de la harina

La materia prima está compuesta por tres fracciones principales: sólidos (materia seca libre de grasa), aceite y agua.

El proceso de obtención de la harina de pescado sigue la siguiente secuencia:

a) Recepción de materia prima. La materia prima llega en volquetes o cámaras los cuales descargan en una poza de metal de 5 TM de capacidad.

Desde esta poza, mediante un transportador helicoidal, se traslada la materia prima hacia un transportador de cangilones que lo lleva a las pozas de almacenamiento la cual cuenta con 02 pozas de metal de 20 TM de capacidad, en estas pozas, se almacena la materia prima que posteriormente será procesada acorde a la capacidad de planta.

La materia prima ya almacenada es transportada a la tolva de la cocina mediante un transportador helicoidal que alimenta a un transportador de cangilones, cuya punto final de descarga es la tolva de la cocina.

En esta etapa de almacenamiento, se liberan sanguaza que se drena a una poza colectora para que luego, mediante una bomba se envíe a un filtro rotativo con malla Johnson de 0.5 mm para su tratamiento.



Figura 2.1. Poza metálica de recepción.

b) Cocinado. El proceso de reducción de la materia prima, comienza con la cocción del pescado en un cocinado tipo mixto marca FIM de 6 TMH de capacidad y en el cual la materia prima es sometida a temperaturas que oscilan entre 95 y 100° C por tiempos de 12 a 14 minutos de residencia, logrando coagular las proteínas del músculo de pescado y a su vez, romper las células adiposas de la materia prima, lo que permite que en la etapa de prensado se liberen en forma fácil la mayor parte de las grasas y el agua contenida en la materia prima.

Así mismo, en esta etapa se reduce la carga microbiana presente en el pescado a niveles aceptables.

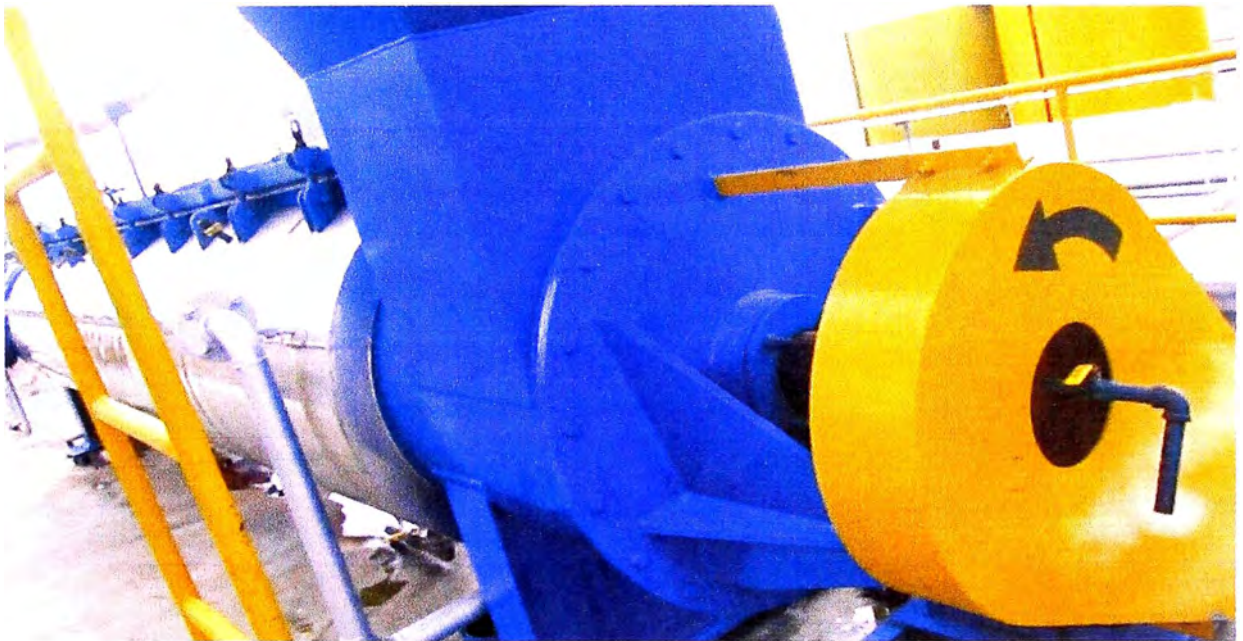


Figura 2.2. Cocina.

c) Pre Desaguado. Posteriormente el pescado cocido pasa a un sistema pre-strayner de 6 TMH, en el cual, se drena la mayor cantidad de líquido contenido en el pescado, derivándose dos productos, el licor de pre strayner y la masa húmeda sólida.



Figura 2.3. Pre strayner

d) Prensado. La masa húmeda que se deriva del prestrainer, es alimentada a una prensa. Aquí la operación de prensado consiste en exponer a la masa cocida a altas presiones y bajas velocidades de rotación para eliminar toda el agua posible mediante un prensado progresivo generando la separación mecánica de los sólidos y los líquidos como agua y grasa. De la Prensa se obtiene dos productos que son: la Torta de Prensa y el Licor de Prensa, esta última se junta con el licor de pre-strainer para ser tratados en una separadora de sólidos.

En Corporación Pesquera Hillary SAC, se utiliza una prensa de marca IFM mono tornillo de 7 TMH de capacidad accionado por un motor eléctrico mediante poleas y piñones.



Figura 2.4. Prensa

e) Separación de sólidos. El licor de prensa contiene además de agua, la mayor parte del aceite del pescado, proteínas disueltas, sales y partículas finas; las cuales son separadas en esta fase, por efectos de una fuerza centrífuga que separa sólido - líquido, el tratamiento se hace en una separadora ALFA LAVAL Modelo NX210 de 5,000 litros/hora de capacidad.

Previo calentamiento con vapor indirecto dándole al líquido una temperatura de 95°C, optimizando así la separación.

En esta etapa se producen dos tipos de corrientes:

La torta de separadora que junto con la torta de prensa ingresan al secador.

El licor de separadora que pasa a las centrífugas.

f) Centrifugación. El licor de separadoras es calentado en un tanque con vapor indirecto desde el cual se alimenta a una Centrífuga marca De Laval de 5000 litros /hora de capacidad cuya función es separar, por efectos de una fuerza centrífuga el aceite del agua, dejando por un lado un líquido con bajo % de grasa y sólidos designada "agua de cola" que se envía a la planta evaporadora. Y por otro lado el aceite que se envía a un tanque de almacenamiento de 35 TM de capacidad.

g) Evaporación. El Agua de Cola es sometida a un proceso de evaporación donde se concentran los sólidos solubles contenidos en este líquido desde un 7-8% a un 35-38%, para posteriormente ser adicionados al proceso.

El proceso de evaporación se lleva a cabo en un evaporador de tres efectos y del tipo de película descendente de alimentación en contra corriente.

La capacidad de PAC es de 2500 Kg de Agua evaporada por hora y está construida íntegramente en acero inoxidable, además posee un sistema CIP de limpieza.

Los sólidos provenientes del prensado y de las separadoras de sólidos se mezclan en el transportador helicoidal elevador alimentador al secador rotadisc, donde se adiciona el concentrado producido en la Planta Agua de Cola. Esta mezcla, debe contener una humedad que fluctúe entre 50 y 55%.

h) Secado. El proceso de secado se efectúa en 1 sola etapa por medio de un Secador de vapor indirecto del tipo Rotadisc. El equipo opera con vapor vivo a 6 bares, como medio de energía térmica y la transferencia de calor es de forma indirecta.

En esta etapa se reduce la humedad de la torta mixta desde 50-55% hasta 8 - 10 % de humedad con lo cual sale la carga del secador denominándose scrap del secador. El tiempo de secado es de 30 a 45 minutos, y es función del diseño y características de fabricación del equipo, la temperatura de secado fluctúa en el rango de 100 a 110 °C, lo que garantiza que la temperatura del scrap alcanza una temperatura \geq a 80 °C.

El proceso se realiza mediante la transferencia de calor durante el cual, el calor es transmitida por conducción desde la superficie de los discos del secador hacia la parte exterior del producto, para que progresivamente se vaya eliminando agua del producto hasta alcanzar la parte más interna.

Producto de ello, se genera vapor de agua que se conocen como vahos, el mismo que es utilizado en la planta de agua de cola como medio de calefacción.



Figura 2.5. Secador

i) Enfriamiento. El scrap saliente del rotadisc, es colectado mediante un transportador helicoidal que lo lleva a un enfriador rotativo para su enfriamiento.

En este equipo se consigue bajar la temperatura del scrap desde unos 80 °C hasta los 30 °C en promedio.

El enfriamiento en el equipo se genera a contracorriente, vale decir, que por un lado ingresa el scrap caliente y por el otro lado el aire frío succionado mediante un ventilador. Para evitar la expulsión y/o pérdida de finos al medio ambiente, el equipo está provisto de un sistema de mangas filtros controlados automáticamente mediante un PLC para su funcionamiento y limpieza de los mismos cuando estén saturados.

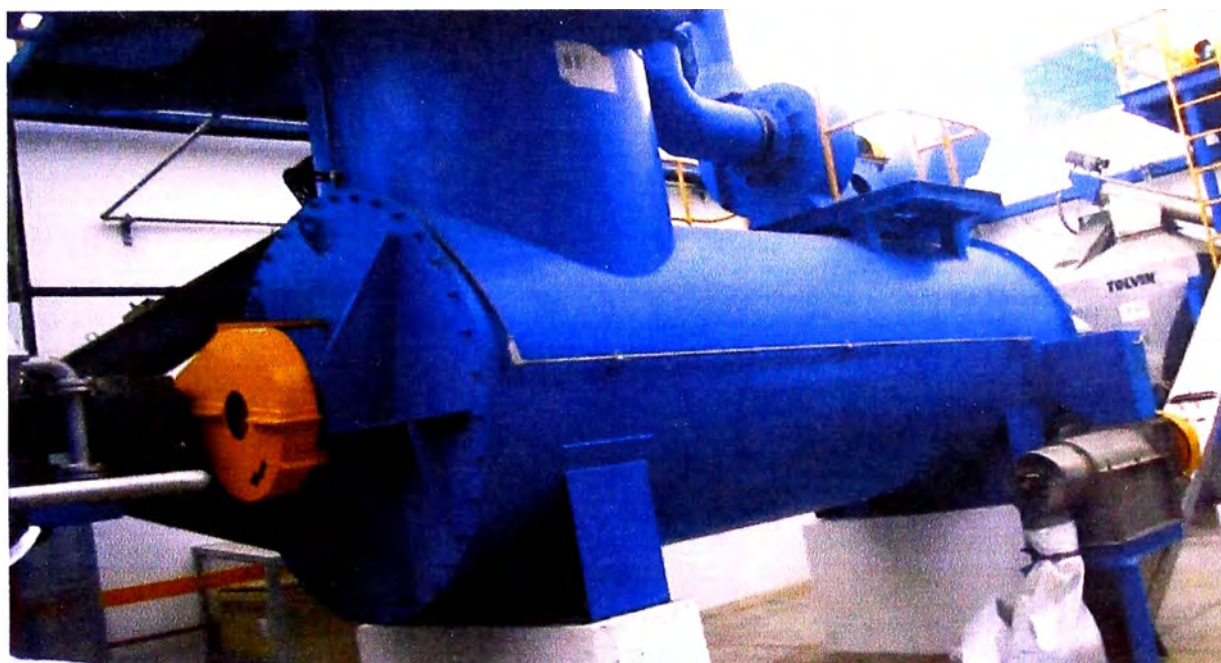


Figura 2.6. Enfriador

j) Molienda Seca. La etapa de molienda se realiza por medio de 01 Molino de martillos móviles asistido por aire y provisto de un sistema de filtros para el atrapado de finos. Asegurando con ello una operación libre de emisiones orgánicas al medio ambiente.

El molino tritura el scrap hasta reducirlo a un tamaño uniforme cuyo grado de molienda se determina mediante mallas Tyler N° 12 y 18.

k) Adición de a/o – Ensaque.

Al producto enfriado y triturado en partículas de tamaño homogéneo, se le denomina harina, a éste producto, se le debe de estabilizar en cuanto a su contenido graso para evitar la oxidación y se produzcan daños irreversibles en la harina.

Para evitar esta combustión de las grasas, se debe de agregar un antioxidante conocido como Etoxiquina a una razón de 500-650 ppm. El producto se mezcla con la harina en un transportador helicoidal mezclador en donde se logra una mezcla homogénea para luego mediante un transportador helicoidal se lleve hacia la balanza de pesaje y envasado.

Finalmente el producto es pesado en una Balanza automática y envasado en sacos de polipropileno laminados con pesos de 50 Kg. c/u. +/- 0.5 kg.

I) Almacenamiento de harina. El producto envasado es estibado en el almacén de productos terminados para su período de estabilización y posterior despacho.

II) Despacho. El producto terminado es despachado y transportado en unidades acondicionados para la carga de harina de pescado desde el almacén de productos terminados hasta su lugar de destino.

m) Almacenamiento de Aceite. El aceite obtenido de la centrífuga son almacenados primero en el tanque decantador de producción se deja en reposo para purgar las impurezas y agua. El área de Aseguramiento de la Calidad determinara el momento el cual será almacenado según el porcentaje de agua y sólido obtenido, para ello contamos con un tanque de almacenamiento cuya capacidad total es de 35 TM.

n) Despacho de Aceite. El aceite almacenado es despachado a los tanques cisternas previa coordinación con la gerencia y de acuerdo a los requerimientos del cliente, el cual puede ser en cisternas para el mercado nacional o a granel en bodegas de barcos.

El área de Aseguramiento de la Calidad realiza la inspección de los tanques cisternas y analiza la calidad del aceite para su despacho.

Anexo 1 Plano esquemático de la planta (Diagrama de flujo)

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y DETERMINACIÓN DE LA HIPÓTESIS DEL TRABAJO

Se determina el estado situacional actual la cual se identifica en los análisis altos costos en que involucra el no contar con un plan de mantenimiento. Lo que se plantea es una es una posible solución que contemple las pérdidas que se generan por no tener un plan de mantenimiento.

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA ESPECÍFICO.

En la actualidad la planta a analizar no cuenta con un plan de mantenimiento establecido la cual esperan que el equipo falle para tomar las acciones correctivas y esto trae como consecuencia horas en las cuales la planta deja de producir provocando que la materia prima pescado pierda sus propiedades y en consecuencia el producto final (harina) sea de baja calidad.

Para determinar las consecuencias que generan al no contar con un plan de mantenimiento; se recopiló información de los meses en producción y se identificó lo siguientes:

- ✓ Los altos costos que se generan cuando la planta deja de operar a consecuencia de que un activo no funcione(Figura. 3.1 y Figura. 3.2)
- ✓ Se determinó que las pérdidas en la producción por parada es considerable respecto al costo por mantenimiento(Figura. 3.1)

Figura 3.1 Perdidas en Producción vs Costos en mantenimiento

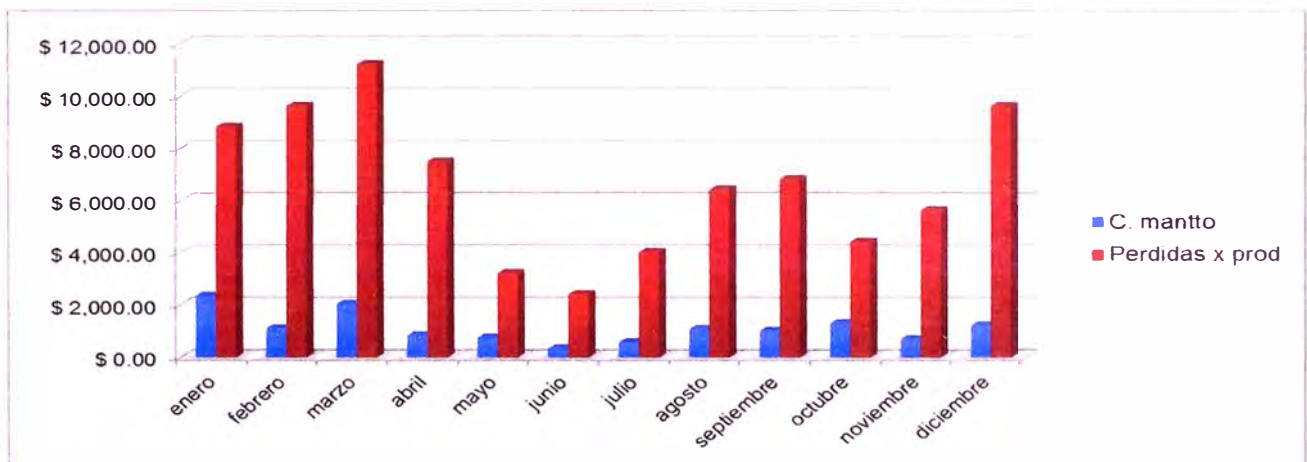
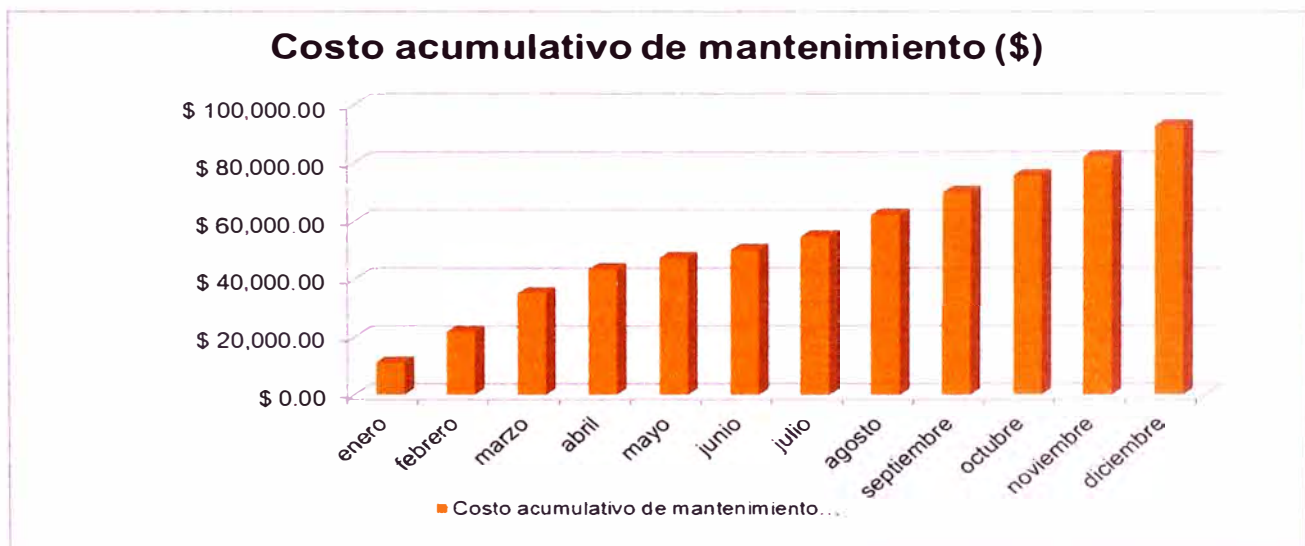


Figura. 3.2. Perdidas acumulativa



3.2. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS.

Implementando el plan de mantenimiento para los equipos con sus respectivos sistemas de acorde a criterio de criticidad a los equipos para la planta de procesamiento de harina y aceite de 5 ton/hora disminuirá las pérdidas por horas de producción y falla de los equipos; en consecuencia la rentabilidad incrementará.

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO.

4.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

La idea del mantenimiento está cambiando. Los cambios son debidos a un aumento de mecanización, mayor complejidad de la maquinaria, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades del mismo.

El mantenimiento está reaccionando ante nuevas expectativas. Estas incluyen una mayor importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se optimizan.

Frente a esta avalancha de cambios, el personal que dirige el mantenimiento está buscando un nuevo camino. Quiere evitar equivocarse cuando se toma alguna acción de mejora. Trata de encontrar un marco de trabajo estratégico que sintetice los nuevos avances en un modelo coherente, de forma que puedan evaluarlos racionalmente y aplicar aquellos que sean de mayor importancia para ellos y sus compañías.

Este informe introduce conceptos de las filosofías como mantenimiento centrado en confiabilidad y mantenimiento productivo total que provee justamente ese esquema de trabajo.

Si se aplica correctamente, las filosofías de mantenimiento transforma la relación entre el personal involucrado, la planta en sí misma, y el personal que tiene que hacerla funcionar y mantenerla. También permite poner en funcionamiento nueva maquinaria a gran velocidad, seguridad y precisión.

4.1.1 Evolución de mantenimiento

Como todo proceso en evolución, el dominio del mantenimiento ha seguido una serie de etapas cronológicas que se han caracterizado por una metodología específica

a) La Primera Generación. La primera Generación cubre el período hasta la II Guerra Mundial. Es esos días la industria no estaba muy mecanizada, por lo que los períodos de paradas ni importaban mucho. La maquinaria era sencilla y en la mayoría de los casos diseñada para un propósito determinado. Esto hacía que fuera confiable y fácil de reparar. Como resultado, no se necesitaban sistemas de mantenimiento complicados, y la necesidad de personal calificado era menor que ahora.

b) La Segunda Generación. Durante la Segunda Guerra Mundial las cosas cambiaron drásticamente. Los tiempos de la Guerra aumentaron la necesidad de productos de toda clase mientras que la mano de obra industrial bajó de forma considerable. Esto llevó a la necesidad de un aumento de mecanización. Hacia el año 1950 se habían construido equipos de todo tipo y cada vez más complejos. Las empresas habían comenzado a depender de ellas.

Al aumentar esta dependencia, el tiempo improductivo de una máquina se hizo más evidente. Esto llevó a la idea de que las fallas se podían y debían de prevenir, lo que dio como resultado el nacimiento del concepto del concepto del mantenimiento programado. En los años 60 esto se basaba primordialmente en la revisión completa del material a intervalos fijos.

El costo del mantenimiento comenzó también a elevarse mucho en relación con los otros costos de funcionamiento. Como resultado se comenzaron a implantar sistemas de control y planeación del mantenimiento. Estos han ayudado a poner el mantenimiento bajo control, y se han establecido ahora como parte de la práctica del mismo.

c) La Tercera Generación. Desde mediados de los años setenta, el proceso de cambio en las empresas ha tomado incluso velocidades más altas. Los cambios pueden clasificarse así:

- **Nuevas Expectativas.** El crecimiento continuo de la mecanización significa que los períodos improductivos tienen un efecto más importante en la producción, costo total y servicio al cliente. Esto se hace más claro con el movimiento mundial hacia los sistemas de producción justo a tiempo, en el que los reducidos niveles de inventario en curso hacen que pequeñas averías puedan causar el paro de toda una planta.

Esta consideración está creando fuertes demandas en la función del mantenimiento. Una automatización más extensa significa que hay una relación más estrecha entre la condición de la maquinaria y la calidad del producto. Al mismo tiempo, se están elevando continuamente los estándares de calidad. Esto crea mayores demandas en la función del mantenimiento.

Otra característica en el aumento de la mecanización es que cada vez son más serias las consecuencias de las fallas de una instalación para la seguridad y/o el medio ambiente.

- **Nueva Investigación.** Mucho más allá de las mejores expectativas, la nueva investigación está cambiando las creencias más básicas acerca del mantenimiento. En particular, se hace aparente ahora que hay una menor conexión entre el tiempo que lleva un equipo funcionando y sus posibilidades de falla.

4.2. FILOSOFÍAS DE MANTENIMIENTO DISPONIBLE.

Las empresas en este entorno cambiante están buscando permanentemente el mejoramiento de la confiabilidad de sus instalaciones de muchas maneras. El fortalecer las ventajas competitivas de las empresas requiere una estrecha compenetración con el negocio, a través del proceso de mejoramiento de la confiabilidad. Para ello son necesarios estrategias, métodos y herramientas exitosas y bien aplicadas.

Actualmente, existen decenas de conceptos y técnicas de mantenimiento, y en esa dinámica constante, surgen cada vez más enfoques del mismo. La elección adecuada conseguirá mejoras en las prácticas del mantenimiento y cuando la elección de la técnica no corresponda a las necesidades y problemas determinados, se contribuirá a agudizar las dificultades de la empresa.

Es posible utilizar transparentemente cualquier opción empresarial o combinación de Los mismos, para integrar las herramientas, metodologías o filosofías disponibles, cabe anotar que no es cierto que todas logren lo mismo.

A continuación se presenta dos metodologías o filosofías de las muchas que existen, y que se aplican en la industria.

a) RCM6 - Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento centrado en confiabilidad). Proceso estructurado que permite definir las estrategias de mantenimiento que deben hacerse, para que los activos continúen cumpliendo con sus funciones en su contexto operacional.

b) TPM 7- Total Productive Maintenance (Mantenimiento productivo total). Nació en la industria automotriz de Japón en la década de los 70 y luego fue importado e integrado en las fábricas de los EE.UU. por los grandes pensadores de calidad total, Edward Deming y J.M. Juran.

TPM abarca la integración de tres conceptos en la gestión de mantenimiento:

- ✓ Se involucra a los operadores de los equipos en los trabajos de mantenimiento;
- ✓ Se incorpora el concepto de control de calidad integral en los trabajos de mantenimiento realizados;
- ✓ Se promueve el concepto del “mantenimiento autónomo”, en el cual los operadores y mantenedores trabajan en equipo para resolver problemas de desempeño de los equipos sin la petición específica de los altos mandos encargados de mantenimiento.

La implantación de un programa TPM tiene como objetivo fundamental la obtención del máximo rendimiento y eficacia global de un sistema productivo.

4.3. PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas y predictivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

Como responsable de la definición de las actividades periódicas, agrupa trabajos detectivos, predictivos y preventivos, facilita por su contribución a la gestión de mantenimiento, la realización de presupuestos confiables, siempre y cuando no lleve

a la empresa a hacer más mantenimiento del que requiere y en el peor de los casos a introducir mortalidad infantil en las instalaciones.

El plan de mantenimiento influye de manera notable en la confiabilidad de un activo, ya que si es certero, adecuado y justificado está constituido por las tareas absolutamente necesarias, es decir no más actividades de las requeridas y no menos de las mismas y así el desperdicio, las tareas que se hacen sólo porque un equipo está detenido y los famosos "combos" o grupos de actividades que hacen bajo la premisa de "ya que el equipo paró, aprovechamos y hacemos esto..." no existen.

Una regla de oro en mantenimiento es aquella que dice que cualquier actividad correctiva, preventiva, detectiva o predictiva está justificada y es aplicable sólo si el equipo queda más confiable, es decir si mejora su desempeño a nivel de reducción de tiempo de parada, reducción de cantidad de fallas, reducción del riesgo, optimización del costo de operación, mejor comportamiento a nivel ambiental y reducción de las afectaciones al medio ambiente. Sino la tarea es totalmente superflua y desechable y hacerla puede incrementar las fallas o ser un franco desperdicio.

4.4. ESTRATEGIAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.4.1 Análisis de Criticidad de los Equipos

El sistema de criticidad clasifica a los equipos de acuerdo a su importancia en la planta o en caso de fallar, según los posibles daños o accidentes que pudiera ocasionar. El nivel de criticidad lo determina el personal de operaciones: mantenimiento y la gerencia, quienes determinarán la clasificación de prioridad para el Mantenimiento Preventivo y Predictivo. Existen muchas posibilidad de establecer un sistema de criticidad; a continuación presentamos en las tablas 4.1 los criterios y los niveles de ponderación usados en el presente informe.

Tabla 4.1 Criterios para selección de máquinas o equipos.

1. Efecto sobre el servicio que proporciona			
Grado de afectación al proceso productivo	Paraliza	4	Genera interrupción de la línea de proceso o afecta al medio ambiente.
	Reduce	2	
	No afecta	0	
2. Impacto económico			
Considera el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$ 20,000
	Medio	2	
	Bajo	1	Menos de US\$ 1,000
3 La avería afecta a			
3.1.- Al equipo en si	Si	1	¿Deteriora otras partes, sistemas o componentes?
	No	0	
4.2.- Al servicio	Si	1	¿Origina otros problemas a equipos?
	No	0	
4.3.- Al operador	Si	1	¿Posibilidad de accidente del operador?
	No	0	
4.4.- A la seguridad general en	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos cercanos.
	No	0	

Tabla 4.1 (Continuación)

4. Probabilidad de Falla (Confiabilidad)			
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite.
	Baja	0	
5. Flexibilidad del equipo en el sistema			
	Único	2	No existe otro igual o similar.
	BY Pass	1	El sistema puede seguir funcionando.
	Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado.
6. Dependencia logística			
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.
	Local/Ext	1	Algunos repuestos se compran localmente.
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.
7. Dependencia de la mano de obra			
	Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
8. Facilidad de reparación (mantenibilidad)			
	Baja	1	Mantenimiento difícil
	Alta	0	Mantenimiento fácil

Tabla 4.2. Escala de referencia de criticidad

A. CRITICA	16 a 20
B. IMPORTANTE	11 a 15
C. REGULAR	06 a 10
D. OPCIONAL	00 a 05

a) Nivel de criticidad. Crítico Es el nivel que se asigna al equipo que no debe fallar. Si este equipo fallara, para totalmente la planta y ello ocasionaría una gran pérdida económica. En ellos centraremos nuestros mayores esfuerzos.

b) Nivel de criticidad. Importante. Es el nivel que se asigna a los equipos que no deberían fallar. Continúa siendo un equipo importante, pero su parada

afecta a la planta disminuyendo la velocidad de proceso o deteniendo una línea. Caen en esta clasificación aquellos equipos que cumplan con esta característica pero que tienen un alto impacto económico básicamente.

c) Nivel de criticidad. Regular. Es el nivel que se asigna a los equipos que no deberían fallar. Continúa siendo un equipo importante, pero su parada afecta a la planta disminuyendo la velocidad de proceso o deteniendo una línea. En nuestro caso aplicaremos criterios como probabilidad de falla, dependencia logística, mantenibilidad.

d) Nivel de criticidad. Opcional. En esta categoría caen el resto de equipos. En caso que no haya tiempo para realizar una tarea de Mantenimiento Preventivo, no afectará la efectividad del programa.

4.4.2 Proceso de selección de las tareas.

Para el proceso de selección de tareas nos valdremos de la filosofía de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad las cuales revisaremos definiciones como:

- Función.
- Falla funcional.
- Modo de falla.

4.4.2.1 Función.

La descripción de una función debe consistir de un verbo, un objeto y un parámetro de funcionamiento deseado.

Antes de poder definir qué proceso aplicar para determinar que debe hacerse para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que hagan con un nivel de funcionamiento aceptable y en su contexto operacional, se necesita hacer dos cosas:

- ✓ Determinar qué es lo que sus usuarios quieren que haga.
- ✓ Asegurar que sea capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Por eso, el primer paso en el proceso de RCM es definir las funciones la cual consiste en que los usuarios esperan que sean realizados por cada activo en su contexto operacional, junto a los parámetros de funcionamiento deseado. En consecuencia vamos a definir algunos conceptos:

a) Funciones primaria. Las organizaciones adquieren activos físicos por una o más razones. Estas "razones" son definidas por la enunciación de funciones adecuadamente formuladas. Se conocen como funciones primarias por ser la razón principal por la que es adquirido el activo físico. Son las razones por las cuales existe el activo, por ello se debe cuidar de definir las tan precisamente como sea posible. Las funciones primarias son generalmente fáciles de reconocer. De hecho el nombre de la mayoría de los activos físicos industriales se basa en su función primaria. Por ejemplo la función primaria de una máquina empaquetadora es la de empaquetar objetos, y la de una trituradora es la de triturar, etc.

b) Funciones secundaria. Se pretende que la mayoría de los activos físicos cumplan una o más funciones adicionales además de la primaria. Estas se

conocen como funciones secundarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las siguientes siete categorías en las que se agrupan las funciones secundarias:

- Ecología - integridad ambiental.
- Seguridad.
- Control/confort/contención.
- Apariencia.
- Protección.
- Eficiencia/economía/Integridad estructural.

Aunque las funciones secundarias son usualmente menos obvias que las primarias, la pérdida de una función secundaria puede tener serias consecuencias, a veces hasta más serias que la pérdida de una función primaria. Como resultado, las funciones secundarias frecuentemente necesitan tanto o más mantenimiento que las funciones primarias, por lo que deben ser claramente identificadas.

Debe tenerse un especial cuidado para identificar las funciones de los dispositivos de protección. Estos trabajan de una de estas cinco maneras:

Llamar la atención a los operadores ante condiciones anormales;

- Detener el equipo ante una eventual falla.

- Eliminar o aliviar condiciones anormales que se dan luego de una falla y que podrían causar un daño más serio.
- Tomar control de una función que ha fallado.
- Prevenir que sucedan situaciones peligrosas desde un comienzo.

c) Parámetro de funcionamiento. Los límites entre las condiciones satisfactorias y las fallas están especificados por un parámetro de funcionamiento. Dado que éste se aplica a funciones individuales, se puede definir una falla funcional como: la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario.

El objetivo del mantenimiento es asegurarse de que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga. Esto se define con un parámetro mínimo de funcionamiento. Si se pudiese construir un activo físico capaz de rendir según este funcionamiento mínimo sin deteriorarse de ningún modo, ese sería el fin del asunto, la máquina funcionaría continuamente sin necesidad de mantenimiento.

Sin embargo el mundo real no es tan simple. Cualquier sistema organizado que es expuesto al mundo real se deteriorara. El resultado final de este deterioro es la desorganización total (también conocido como "caos" o "entropía"), a menos que se tomen acciones para frenar el proceso que esté causando el deterioro del sistema.

Entonces si el deterioro es inevitable, debe ser considerado. Esto significa que cuando cualquier activo físico es puesto en funcionamiento debe ser capaz de

rendir más que el parámetro mínimo de funcionamiento deseado por el usuario. Lo que el activo físico es capaz de rendir es conocido como capacidad inicial (o confiabilidad inherente). En la fig. 4.1 ilustra la relación correcta entre esta capacidad y el funcionamiento deseado.

Esto significa que el funcionamiento puede ser definido de las siguientes dos maneras:

- Funcionamiento deseado (lo que el usuario quiere que haga)
- Capacidad inherente (lo que puede hacer)

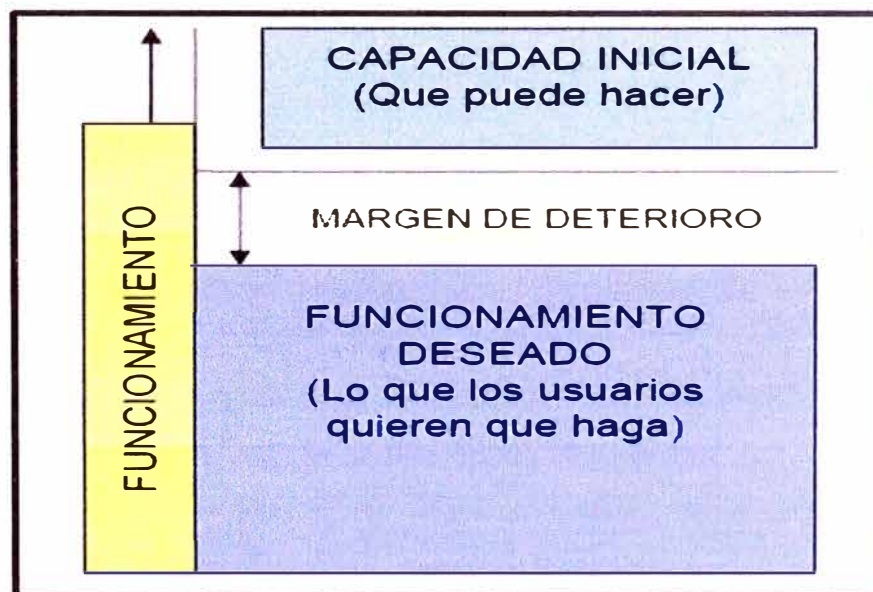


Figura. 4.1. Capacidad vs. Funcionamiento deseado de un activo físico.

Cuando por efecto de mantenimiento se esté restaurando un activo físico se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ La capacidad inicial de cualquier activo físico se establece por su diseño y por cómo está hecho.

- ✓ El mantenimiento sólo puede restituir al activo físico su nivel de capacidad inicial, no puede ir más allá.

Por otro lado si el funcionamiento deseado excede la capacidad inicial, ningún tipo de mantenimiento puede lograr este funcionamiento. En otras palabras, dichos activos físicos no son mantenibles, como lo muestra en la fig.4.1.

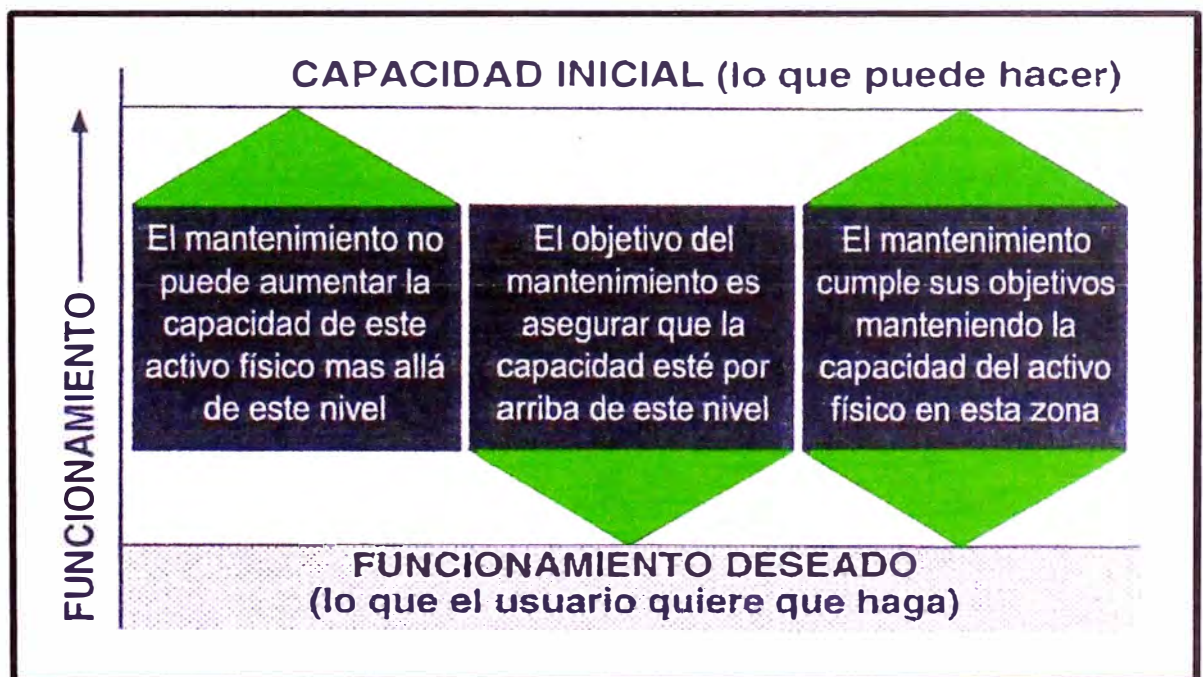


Figura 4.2 Un activo físico mantenible

De la figura 4.2. Se extraer las siguientes conclusiones:

- ✓ Para que un activo físico sea mantenible, el funcionamiento deseado debe caer dentro del margen de su capacidad inicial.
- ✓ Para determinar esto no sólo se debe conocer la capacidad inicial del activo físico, sino también cuál es exactamente el funcionamiento mínimo que el usuario está preparado a aceptar dentro del contexto en que se va a estar utilizando.

A continuación se describe los parámetros de funcionamiento:

Parámetros de funcionamiento múltiple; muchas descripciones de funciones incorporan más de un parámetro de funcionamiento, generalmente varios.

Parámetros de funcionamiento cuantitativos; los parámetros de funcionamiento deben ser cuantificados cuando fuese posible.

Parámetros cualitativos; más allá de la necesidad de ser precisos, a veces es imposible especificar parámetros de funcionamiento cuantitativos. Entonces se recae en los cualitativos. Ejemplo; la función primaria de algo pintado es usualmente la de “verse aceptable”

Parámetros de funcionamiento absolutos; una descripción que no indica ningún parámetro de funcionamiento, por lo general implica que se trata de un absoluto. Ejemplo; contener el líquido X, la ausencia de parámetros de funcionamiento sugiere que el sistema debe contener todo el líquido, y que cualquier pérdida da cuenta de una falla.

Parámetros de funcionamiento variables. Las expectativas de funcionamiento (o esfuerzo aplicado) a veces varían indefinidamente entre dos extremos. Se puede apreciar en la figura 4.3.

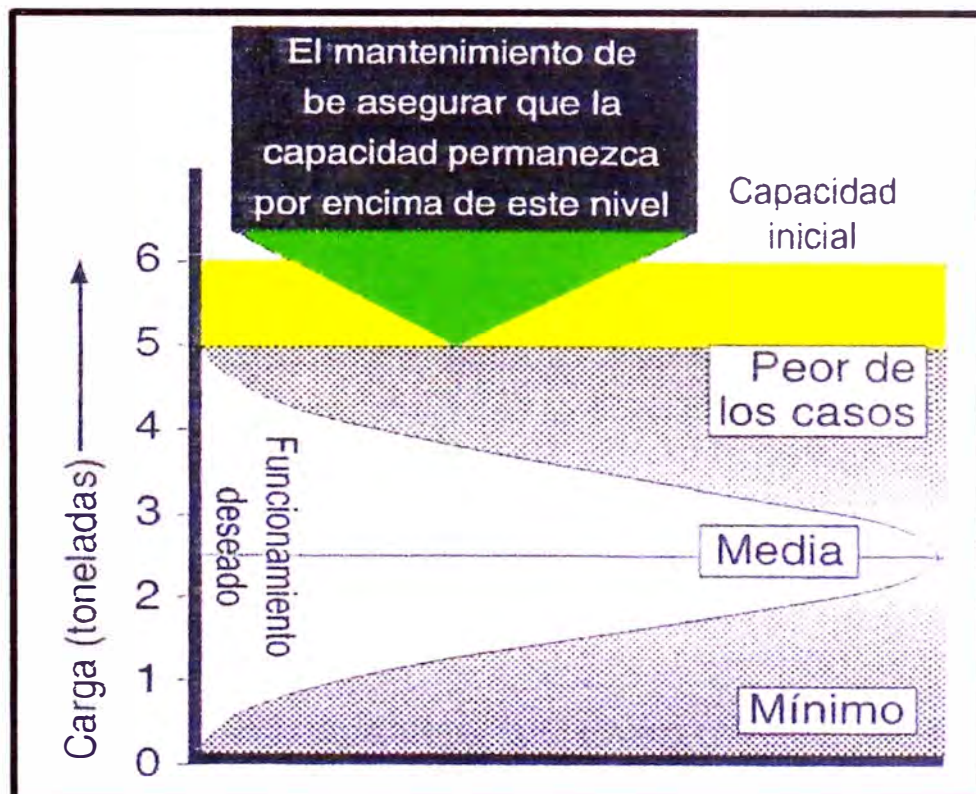


Figura 4.3 Parámetros de funcionamiento variable

Límites superiores e inferiores; contrastando con los parámetros de funcionamiento variable, algunos sistemas muestran capacidad variable. Estos son sistemas que no pueden llegar a funcionar exactamente según el mismo estándar cada vez que operan.

En la figura 4.4 Muestra que las variaciones de capacidad de esta naturaleza usualmente varían alrededor de una media. Con el objetivo de acomodar esta variabilidad, a los parámetros de funcionamiento deseados se incorpora un límite superior y otro inferior.

Los límites del funcionamiento deseado se conocen como límites de especificación superior e inferior. Los límites de capacidad de proceso son conocidos como límites de control superior e inferior.

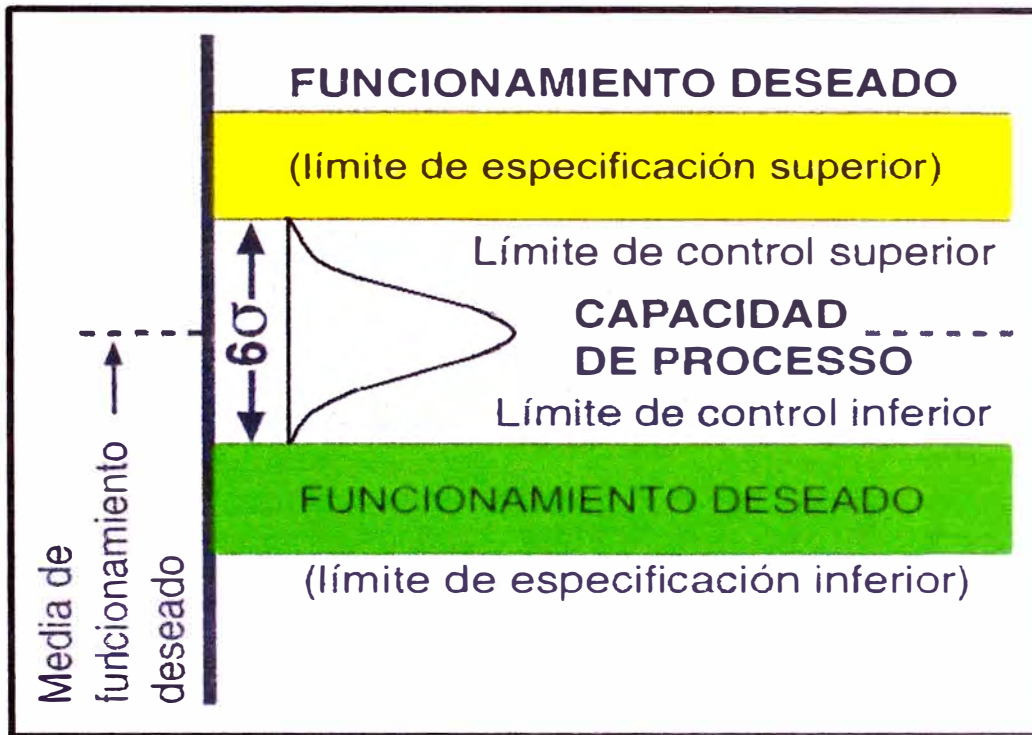


Figura 4.4. Límites superiores e inferiores de parámetros de funcionamiento

d) El contexto operacional. De acuerdo con la definición de RCM; "proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico en su contexto operacional".

El contexto afecta a todo el proceso de formulación de estrategias de mantenimiento, comenzando por la definición de funciones.

El contexto no sólo influye en gran modo las funciones y las expectativas de funcionamiento, sino que también afecta la naturaleza de los patrones de falla que pueden ocurrir, sus efectos y consecuencias, la periodicidad con la que pueden ocurrir y qué debe hacerse para manejarlos.

Algunos factores que deben ser considerados dentro del contexto operacional que influyen en el activo físico:

- ✓ Si el activo físico es parte de un proceso continuo o por lotes.

- ✓ La presencia de redundancia o modos de producción alternativa.
- ✓ Los parámetros de calidad que se requieren del producto terminado.
- ✓ El contexto operacional y los estándares ambientales.
- ✓ Riesgos para la seguridad.
- ✓ Turnos de trabajo.
- ✓ Volúmenes de almacén de productos terminados y de trabajo en proceso.
- ✓ Tiempo de reparación.
- ✓ Política de repuestos en almacén.
- ✓ Tendencias y fluctuaciones estacionales en la demanda del mercado, y/o el ingreso de materia prima.

Por todas estas razones es esencial asegurar que todos los involucrados en el desarrollo de programas de mantenimiento para cualquier activo físico comprendan claramente su contexto operacional, y la mejor manera de hacerlo es documentándola.

4.4.2.2 Fallas funcionales (estados de falla)

Los objetivos del mantenimiento son definidos por las funciones y expectativas de funcionamiento asociadas al activo en cuestión. ¿Cómo puede el mantenimiento alcanzar estos objetivos?

El único hecho que puede hacer que un activo no pueda desempeñar conforme a los parámetros requeridos por su usuario es alguna clase de falla. Esto sugiere que el mantenimiento cumple sus objetivos al aplicar un abordaje apropiado en el manejo de una falla. Sin embargo, antes de poder aplicar herramientas apropiadas para el manejo de una falla, necesitamos identificar qué fallas pueden ocurrir.

El proceso RCM lo hace en dos niveles:

- ✓ En primer lugar, identifica las circunstancias que llevan a la falla.
- ✓ Luego se pregunta qué eventos pueden causar que el activo falle.

En el mundo de RCM, los estados de fallas son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

Sumando a la incapacidad total de funcionar, esta definición abarca fallas parciales en las que el activo todavía funciona pero con un nivel de desempeño inaceptable (incluyendo las situaciones en las que el activo no puede mantener los niveles de calidad o precisión, estas son conocidas como fallas técnicas). Pero éstas solo pueden ser claramente identificadas luego de haber definido las funciones y parámetros de funcionamiento del activo.

4.4.2.3 Análisis de Modos de Falla

Un modo de falla podría ser definido como cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (o sistema o proceso). Para entender de mejor manera es necesario distinguir entre "una falla funcional" (un estado de

falla) y un "modo de falla" (un evento que puede causar un estado de falla). Esta distinción lleva a definir un modo de falla: como cualquier evento que causa una falla funcional.

La mejor manera de mostrar la conexión y la diferencia entre, estados de falla y los eventos que podrían causarlos es, primero, hacer un listado de fallas funcionales, y luego registrar los modos de falla que podrían causar cada falla funcional, la descripción del modo de falla debe consistir de un sustantivo y un verbo. La descripción debe contener los detalles suficientes para poder seleccionar una estrategia de manejo de falla apropiada, pero no demasiados dado que ya se pierden grandes cantidades de tiempo en el proceso de análisis por sí solo.

Una máquina puede fallar por diversos motivos. Un grupo de máquinas o un sistema como una línea de producción pueden fallar por cientos de razones. Para una planta entera, los números ascienden a miles, inclusive hasta decenas de miles. Se debe analizar el hecho de que el mantenimiento es realmente manejado al nivel de modo de falla. Por ejemplo:

- ✓ Las órdenes de trabajo o pedidos de trabajo surgen para cubrir modos de falla específicos.
- ✓ El planeamiento del mantenimiento día por día trata de hacer planes para abordar modos de falla específicos.

4.4.3 Análisis de criticidad para definir las tareas del plan

Para definir las tareas predictiva y preventivas de acuerdo a la evaluación de niveles de ocurrencia (tabla 4.3), detección o control (tabla 4.4.), nivel de severidad o impacto (tabla 4.5) que podría generar la ocurrencia de un modo de falla propuestas en el libro " The Basics of FMEA, Quality Resources, New York, USA - 1996. Pág.: 35".

Tabla 4.3. Escala que permite definir el nivel de ocurrencia de cada modo de falla en un determinado activo.

Nivel de ocurrencia	Descripción (frecuencia de ocurrencia)	Probabilidad de ocurrencia de la falla
10	Muy alta: falla que es casi inevitable	Más de una ocurrencia por día, o una probabilidad de más de tres ocurrencias en diez eventos
9		Una ocurrencia cada tres o cuatro días, o una probabilidad de tres ocurrencias en diez eventos
8	Alta: continuamente falla	Una ocurrencia por semana o una probabilidad de cinco ocurrencias en cien eventos
7		Una ocurrencia por mes, o una ocurrencia en cien eventos
6	Moderada: ocasionalmente falla	Una ocurrencia cada tres meses o tres ocurrencias en mil eventos
5		Una ocurrencia cada seis meses en un año, o una ocurrencia en diez mil eventos
4		Una ocurrencia por año o seis ocurrencias en cien mil eventos
3	Baja: relativamente falla poco	Una ocurrencia entre uno y tres años o seis ocurrencias en diez millones de eventos
2		Una ocurrencia entre tres y cinco años o dos ocurrencias en un billón de eventos
1	Remota: no es probable que falle	Una ocurrencia en más de cinco años, o menos de dos ocurrencias en un billón de eventos

Tabla 4.4. Escala que permite definir el nivel de detección o control actual que se tiene sobre los modos de fallas y/o los efectos que estos pueden producir en un contexto operacional definido

Nivel de Detección.	Descripción (Grado de control o detección)	Definición.
10	Absolutamente incierto	EL proceso y el producto no es controlado o inspeccionado, las anomalías por fallas no son detectados
9	Muy remoto	Se inspecciona solo el producto final a partir de un nivel aceptable de calidad
8	Remoto	Se inspecciona solo el producto final en base a un modelo previamente probado
7	Muy bajo	Se inspecciona solo el producto manualmente durante todo el proceso(no hay ayuda de equipos modernos de control)
6	Bajo	Se inspecciona solo el producto manualmente durante todo el proceso, usando pruebas de ensayo y error
5	Moderado	EL proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado al final del proceso en la línea de producción (25 % automatización)
4	Moderadamente alto	EL proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado en dos puntos del proceso en la línea de producción (50 % automatización)
3	Alto	EL proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado en más de dos puntos del proceso en la línea de producción (75 % automatización)
2	Muy alto	EL proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado durante todo el proceso en la línea de producción (100 % automatización)
1	Totalmente controlado	EL proceso se controla bajo técnicas estadísticas de control de procesos, y el producto es inspeccionado durante todo el proceso de la línea de producción (100 % automatización con calibración continua y mantenimiento preventivo de los equipos utilizados para controlar e inspeccionar el proceso y el producto

Tabla 4.5. Escala que permite definir el nivel de severidad o el impacto que podría generar la ocurrencia de un modo de falla.

Nivel de Severidad	Descripción (Nivel de severidad de la falla)	Efectos de las fallas.
10	Peligrosamente alto	Fallas que pueden causar pérdidas humanas
9	Extremadamente alto	Fallas que pueden crear complicaciones con regulaciones federales (leyes)
8		Fallas que hacen inoperables los equipos y provocan la pérdida de función para la que fueron diseñados.
7	Alto	Fallas que causan un alto grado de insatisfacción al cliente que recibe el servicio
6	Moderado	Fallas que afectan un subsistema y originan un mal funcionamiento de los equipos disminuyendo la calidad del servicio
5	Bajo	Fallas que provocan la pérdida de eficiencia y causan que el cliente se queje.
4		Fallas que pueden ser mejoradas con pequeñas modificaciones y su impacto sobre la eficiencia de los equipos es pequeña
3	Menor	Fallas que podrían crear mínimas molestias al cliente, molestias que el mismo cliente podría corregir en el proceso sin necesidad de perder eficiencia
2		Fallas que son difíciles de reconocer por el cliente y cuyos efectos serán insignificantes para el proceso
1	Ninguno	Fallas que no son identificables por el cliente y no afectan la eficiencia del proceso

Tabla 4.6. Ponderación de las tareas a realizar

Critico	25 a 30	Tarea de Mantenimiento Predictivo / Preventivo
Esencial	19 a 24	Tarea de Mantenimiento Preventivo
Necesario	12 a 18	Tarea de Mantenimiento Preventivo / Correctivo
Opcional	2 a 11	Tarea de Mantenimiento Correctivo o ningún mantenimiento

4.4.4 Tareas del plan de mantenimiento

4.4.4.1 El Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo es un método, basado en principios básicos que se adecua, diseña y aplica a las propias necesidades de cada usuario, según tipo de empresa de máquinas o equipos, siguiendo los siguientes principios:

- ✓ Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo.
- ✓ Actividades repetitivas de Inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.
- ✓ Programación de esas actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, etc.
- ✓ Programación de actividades repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas, siguiendo la programación de frecuencias de actividades, que deberán respetarse
- ✓ El Control de esas actividades repetitivas se realiza en base a los siguientes formatos:
- ✓ Ficha Técnica - Ordenes o Solicitud de Trabajo - Hoja de Vida o Registro Histórico - Programa de Inspección - Programa de Lubricación - Programa de Calibraciones – Programa de Operaciones – Programa de Renovaciones, etc.

4.4.4.2 El Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda (predecir), para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Está conformado por una serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar las fallas y defectos de maquinaria en sus etapas incipientes. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Ventajas más importantes del Mantenimiento Predictivo:

- ✓ Las fallas se detectan en sus etapas iniciales por lo que se cuenta con suficiente tiempo para hacer la planeación y la programación de las acciones correctivas (mantenimiento correctivo) en paros programados y bajo condiciones controladas que minimicen los tiempos muertos y el efecto negativo sobre la producción y que además garanticen una mejor calidad de Reparaciones.
- ✓ Las técnicas de detección del mantenimiento predictivo son en su mayor parte técnicas "on-condition" que significa que las inspecciones se pueden realizar con la maquinaria en operación a su velocidad máxima
- ✓ Reduce los tiempos de parada.

- ✓ Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo
- ✓ Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- ✓ La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- ✓ Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto. Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- ✓ Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos. Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- ✓ Facilita el análisis de las averías.
- ✓ Permite el análisis estadístico del sistema.

CAPÍTULO V

DESARROLLO DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

5.1. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA.

Para hacer un diagnóstico de los equipos de la planta procederemos de la siguiente manera.

- ✓ Primero se procede hacer un listado de equipos pero esto estará sujeto a un código y este código nos sirve para identificar en que zona se encuentra nuestro equipo y un número que nos indicara la posición en flujo de proceso.
- ✓ Segundo se realiza un análisis de criticidad al listado de equipos y selecciona los equipos críticos.
- ✓ Tercero los equipos importantes obtenidos se desglosan en sistemas, la cual se describe la importancia que tiene en el equipo.
- ✓ Cuarto se realiza un análisis de criticidad a los sistemas y seleccionaremos los sistema críticos.

Resultado del análisis situacional tenemos los siguientes equipos críticos (cocina, prensa, secador) y sus respectivos sistemas (transmisión, motorizado, vapor).

5.1.1 Inventariado de los Equipos de la Planta

Son todos los equipos que intervienen en la planta de procesamiento de harina y aceite de pescado, tal como se muestra en la siguiente tabla 5.1.

Donde la codificación se realizó de acuerdo a la zona y de acuerdo a su ubicación. Por ejemplo 02-HP-0001

- ✓ 02: Nos indica el número de planta.
- ✓ HP: Las iniciales H nos indica la zona húmeda y P al activo poza metálica
- ✓ 0001: Nos indica la ubicación.

Tabla 5.1. Relación de equipos de planta

CODIGO	EQUIPO
02-HP-0001	Poza metálica
02-HE-0002	Elevadores de cangilones poza de recepción a almacenamiento
02-HA-0003	Poza metálica
02-HE-0004	Elevadores de cangilones poza de recepción a almacenamiento
02-HC-0005	Cocinado indirecto
02-HD-0006	Prestrainer simple
02-HP-0007	Prensa de simple tornillo
02-HT-0008	Transportador helicoidal colector de prensa que alimenta al molino húmedo
02-HM-0009	Molino húmedo de martillos

Tabla 5.1. (Continuación)

CODIGO	EQUIPO
02-HS-0010	Separadora de sólidos
02-HC-0011	Centrifuga
02-HC-0012	Planta de evaporación de agua de cola
02-ST-0013	Transportador helicoidal alimenta a secador rota disco
02-SS-0014	Secador del tipo rota disco
02-ST-0015	Transportador helicoidal evacua de rota disco y alimenta al molino seco.
02-SE-0016	Enfriador estático de harina
02-ST-0017	Transportador helicoidal evacua del enfriador y alimenta al molino seco.
02-SM-0018	Molino seco de martillos
02-ST-0019	Transportador helicoidal evacua del molino seco y alimenta al purificador de harina.
02-SP-0020	Purificador de harina
02-ST-0021	Transportador helicoidal dosificador
02-SD-0022	Tolvin dosificador de antioxidante
02-ST-0023	Transportador helicoidal evacua de tolvin a/o y alimenta a balanza de harina.
02-SB-0024	Balanza
02-SC-0024	Caldera

5.1.2 Análisis de criticidad de los equipos

El análisis de criticidad clasifica a los equipos de acuerdo a su importancia en la planta o en caso de fallar, según los posibles daños o accidentes que pudiera ocasionar. Existen muchas posibilidad de establecer un análisis por criticidad; a continuación presentamos los criterios usados en el presente informe.

Se hacen los análisis a cada equipamiento de la planta teniendo en cuenta los siguiente variables

- Efecto sobre el servicio a operaciones y medio ambiente.
- Valor técnico económico.
- La falla afecta.
- Probabilidad de falla (confiabilidad).
- Flexibilidad del equipo en el sistema.
- Dependencia logística.
- Dependencia de la mano de obra.
- Facilidad de reparación.

Los cuales nos indica una escala de referencia que el equipo es crítico, importante, regular, opcional. En tabla 5.2. Podemos observar los equipos críticos las cuales son: cocina, secador y prensa.

Tabla 5.2. (Continuación)

ANÁLISIS DE CRITICIDAD				EQUIPOS															
ÍTEM	VARIABLE	CONCEPTO	PONDERADO	OBSERVACIÓN	COCINA	PRENSA	SECADOR	PRE STRAINER	ENFRIADOR	CENTRIFUGA	DESAGUADOR ROTATIVO	BALANZA ENSACADORA	SEPARADORA DE SOLIDOS	MOLINO SECO	GUSANO TRANSPORTADOR	PRENSA HASTA SECADOR	ELEVADOR DE CANGILONES	CALDERA	
5. FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA																			
	ÚNICO	2	No existe otro igual o similar																
	BY PASS	1	El sistema puede seguir funcionando	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	0		
	STAND BY	0	Existe otro igual o similar no instalado																
6. DEPENDENCIA LOGÍSTICA																			
	EXTRANJERO	2	Repuestos se tienen que importar																
	LOCAL/EX T.	1	Algunos repuestos se compran localmente	1	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	LOCAL	0	Repuestos se consigue localmente.																
7. DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA																			
	TERCEROS	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	PROPIA	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.																
8. FACILIDAD DE REPARACIÓN (MANTENIMIENTO)																			
	BAJA	1	Mantenimiento difícil	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1		
	ALTA	0	Mantenimiento fácil																
PUNTUACIÓN				17	18	18	8	6	15	9	8	15	7	8	12	15			

Tabla 5.2. (Continuación)

	PUNTUACIÓN	
A	CRITICA	16 A 20
B	IMPORTANTE	11 A 15
C	REGULAR	06 A 10
D	OPCIONAL	00 A 05

5.1.3 Descripción de los sistemas de los equipos críticos

Los sistemas que intervienen en los equipos críticos prensa, secador cocina lo podemos agrupar en los siguientes:

- ✓ Sistema mecánico.
- ✓ Sistema eléctrico.
- ✓ Sistema estructural.
- ✓ Sistema de vapor.

Sistema mecánico; Los sistemas mecánicos son aquellos sistemas constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.

Sistema eléctrico; Es una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos, tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes, y/o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.

Sistema estructural; El sistema estructural constituye el soporte básico, el armazón o esqueleto de la estructura total y él transmite las fuerzas actuantes a sus apoyos de tal manera que se garantice seguridad, funcionalidad de equipo.

Sistema de vapor; involucra generador de vapor, distribución de vapor, equipos y operaciones que utilizan el vapor, retorno de condensados este concepto de desglosar en sistemas es la conclusión de años de experiencia,

con el desglose de equipos en componentes o partes se pierde objetividad en el análisis, por este motivo es importante sistematizar los equipos.

Si falla un sistema atacaremos directamente al componente del sistema de igual modo aremos un plan de mantenimiento adecuado para los componentes del sistema y así prevenir , anticipar y buscar la falla para mejorar el desempeño de los sistemas de los cocina, prensa y secador.

a) Cocina. El cocinado o coagulación de la materia prima se realiza a 100°C con vapor indirecto con la finalidad de deshidratar el pescado, coagular la proteína y liberar los lípidos para facilitar las siguientes etapas del proceso:

La cocina se desglosa en los siguientes sistemas:

- ✓ **Sistema mecánico;** Moto reductor SEW de 7.5 hp, trifásico 220/440 voltios, 25 rpm de salida; Transmisión por cadena; Reductor engranajes fajas poleas
 - ✓ **Sistema eléctrico;** variador de frecuencia IP 20, 440V para el moto reductor, cableado trifásico, llave de fuerza en tablero de fuerza, contactores, llaves de fuerza en tablero de mando.
- Sistema de vapor;** válvula de vapor, junta jhoson, filtros de condensado, trampas
- Sistema estructural;** Carcasa, chaqueta y rotor en acero ASTM A-36: el rotor está formado por un tubo central helicoides los cuales son calentados por el vapor. Ejes (puntas rotor) en acero SAE 1045.

b) La prensa. Es un equipo que tiene elementos mecánicos que cumplen funciones como exprimir la materia prima para que ésta pierda agua y aceite las cuales dan como resultado dos corrientes, una sólida que es el queque de prensa y otra líquida que es el licor de prensa, el queque de prensa sale con una humedad de 45 a 48 %, mientras que el licor de prensa es una mezcla de sólidos, agua y aceite:

La prensa se desglosa en los siguientes sistemas:

- ✓ **Sistema mecánico;** Moto reductor de 20HP hp, trifásico 220/440 voltios, 30 rpm de salida; Transmisión por cadena; Reductor engranajes fajas poleas
- ✓ **Sistema eléctrico;** variador electrónico de velocidad para el moto reductor, cableado trifásico, llave de fuerza en tablero de fuerza, contactores, llaves de fuerza en tablero de mando.
- ✓ **Sistema de vapor;** válvula de vapor, junta jhoson, filtros de condensado, trampas
- ✓ **Sistema estructural;** Carcasa fabricado en de acero ASTM A-36 los rotores con gusanos cónicos de paso variables, ejes de acero SAE 1045; Chute de carga y descarga, mallas de acero inox. AISI 304

c) Secador. La razón principal para secar el queque de prensa es reducir la humedad del material a niveles que permitan el almacenamiento del producto, y que está humedad no permita el desarrollo de microorganismos y hongos. La humedad límite para el desarrollo de estos microorganismos es de 12% por lo que se recomienda tener un producto final con una humedad máxima de 10%:

5.1.4 Análisis de criticidad de los sistemas

Logrado ya los sistemas que componen a los equipos de cocina, prensa y secador vamos a clasifica a los sistemas de acuerdo a su importancia en el equipo o en caso de fallar, según los posibles daños o accidentes que pudiera ocasionar. Existen muchas posibilidades de

establecer un análisis por criticidad; a continuación presentamos los criterios usados en el presente informe.

Se hacen los análisis a cada sistema de los equipos (cocina, prensa, secador) teniendo en cuenta los siguiente variables

- ✓ Efecto sobre el servicio a operaciones y medio ambiente.
- ✓ Valor técnico económico.
- ✓ La falla afecta.
- ✓ Probabilidad de falla (confiabilidad).
- ✓ Flexibilidad del equipo en el sistema.
- ✓ Dependencia logística.
- ✓ Dependencia de la mano de obra.
- ✓ Facilidad de reparación (mantenibilidad).

Las cuales nos indica una escala de referencia que el sistema es crítico, importante, regular, opcional.

En la Tabla 5.3. Podemos ver las ponderaciones de los sistemas críticos de los equipos.

Tabla 5.3. Evaluación de los sistemas de equipos críticos

EQUIPO	SISTEMA	ANÁLISIS DE PRIORIDADES PARA EVALUAR LOS SISTEMAS											ESCALA DE REFERENCIA		
		1 EFECTO SOBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIO AMBIENTE	2 VALOR TÉCNICO ECONÓMICO	3. LA FALLA AFECTA				4 PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)	5 FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA	6 DEPENDENCIA LOGÍSTICA	7 DEPENDENCIA MANO DE OBRA	8 FACILIDAD DE REPARACIÓN (MANTENIBILIDAD)	PUNTAJE	DESCRIPCIÓN	
				3.1 .AL EQUIPO EN SI	3.2AL SERVICIO	3.3.AL OPERADOR	3.4.A LA SEGURIDAD EN GENERAL							A. CRITICO	16 a 20
COCINA	MECÁNICO	4	2	1	0	1	1	2	2	1	2	1	7	CRITICO	
	ESTRUCTURAL	2	3	1	1	1	1	0	2	0	2	0	3	IMPORTANTE	
	ELÉCTRICO	4	2	1	1	1	1	2	2	1	0	1	6	CRITICO	
	VAPOR	4	2	1	1	1	1	2	1	1	2	0	6	CRITICO	
SECADOR	MECÁNICO	4	2	1	0	1	1	2	2	1	2	1	7	CRITICO	
	ESTRUCTURAL	2	3	1	1	1	1	0	2	0	2	0	3	IMPORTANTE	
	ELÉCTRICO	4	2	1	1	1	1	2	2	1	0	1	6	CRITICO	
	VAPOR	4	2	1	1	1	1	2	1	1	2	0	6	CRITICO	
PRENSA DE TORNILLO	MECÁNICO	4	2	1	0	1	1	2	2	1	2	1	7	CRITICO	
	ESTRUCTURAL	2	3	1	1	1	1	0	2	0	2	0	3	IMPORTANTE	
	ELÉCTRICO	4	2	1	1	1	1	2	2	1	0	1	6	CRITICO	

5.2. DETERMINACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO A REALIZAR.

El plan de mantenimiento adecuado es aquel que da respuesta a tareas adecuadas a cada situación en que la planta necesite una atención y que esta sea lo necesario.

En los siguientes se explica en detalle las estrategias propuestas valiéndonos de conceptos de filosofías de mantenimiento y se realizaron lo siguiente:

- ✓ Se estableció funciones que cumplen cada sistema.
- ✓ Se determinó las falla funcionales (se valió de historiales de falla).
- ✓ Para cada falla funcionales se establecido diversos modos de falla.
- ✓ Las tareas de mantenimiento se determinó de acuerdo a un ponderado para cada modo de falla.

Las tareas del plan de mantenimiento se establecido una frecuencia de ejecución para cada tarea así como las personas involucradas.

5.2.1 Estrategia del plan de mantenimiento.

Las estrategias establecidas para implementar las tareas del plan de mantenimiento es analizar los modos que consiste a la respuesta de una falla funcional al sistema; para luego hacer una respuesta a los modos de falla con unas tareas sea predictiva o preventiva de acuerdo a un criterio de tabla de criticidad por modos de falla.

5.2.1.1 Análisis de Modos de falla

Para la aplicación del Análisis de Modos de Fallas se revisaron manuales de equipos, manuales de operaciones de la Planta de procesamientos de harina y aceite de pescado, textos técnicos. Además se entrevistó al personal de mantenimiento y operaciones.

Se diseñó una hoja para la evaluación de los modos de falla, en la figura 5.1 se muestran las características de la hoja diseñada y utilizada.

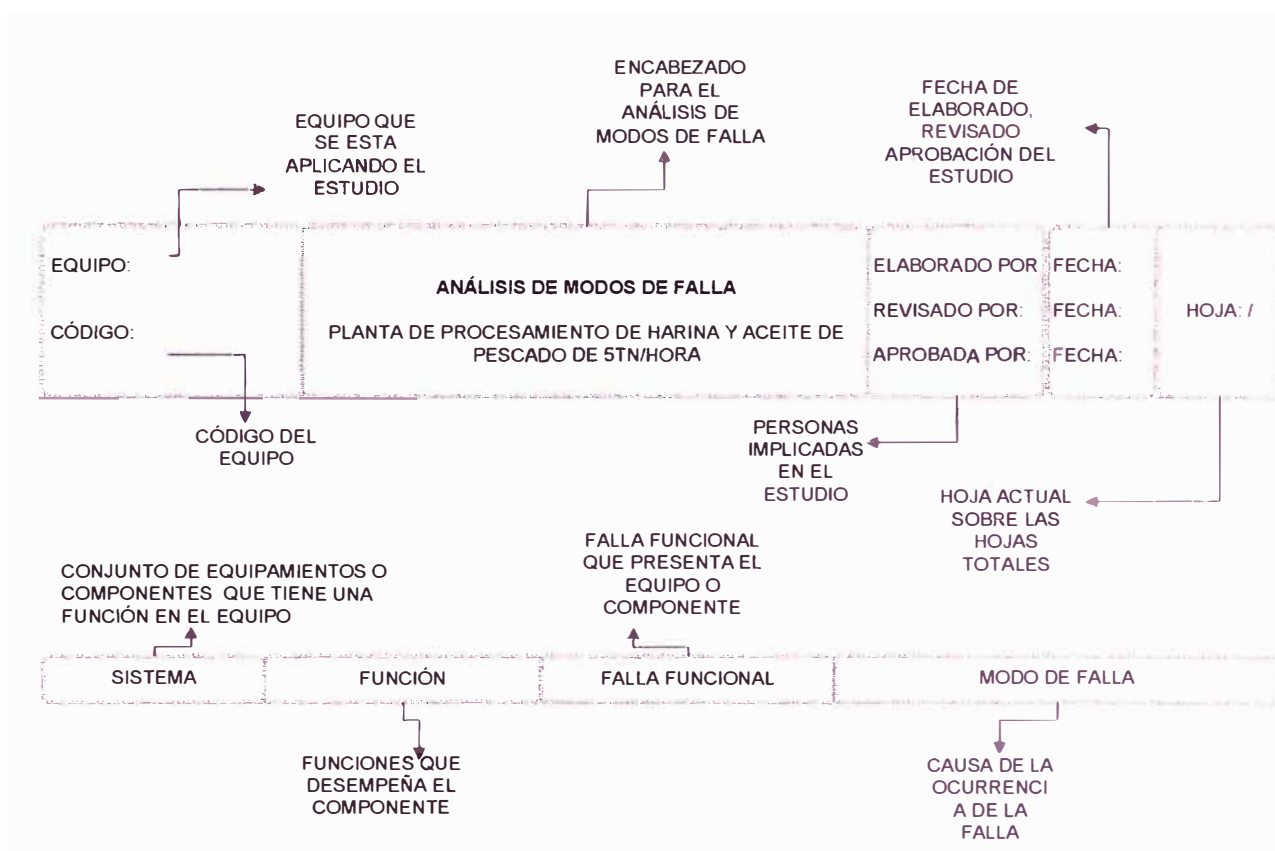


Figura 5.1. Formato Análisis de Modos de Falla

Fuente: Elaboración propia

La primera parte, muestra el encabezado de la hoja, así como los datos de información del equipo y del personal que realizó la compilación. La segunda parte, expresa la información del sistema, la función que cumple en el proceso productivo, falla funcional y modo de falla.

A partir de los equipos y elementos seleccionados para el AMF, se realizó una agrupación de elementos, con fines de mejorar la documentación, entendimiento y organización de esta etapa. Luego de rellenar la información del encabezado o información básica del elemento, se procedió a definir las funciones de los elementos estudiados, posteriormente las fallas funcionales y se determinó los modos de falla, sin embargo se tomaron solo los que cumplían con alguno de los siguientes parámetros:

- ✓ Modos de falla que han ocurrido alguna vez en este equipo.
- ✓ Mantenimiento actual por la ocurrencia de ese modo de falla.
- ✓ Modos de falla ocurridos en equipos similares.
- ✓ Modos de fallas que nunca han ocurrido, pero es muy probable que sucedan.

Se realizó el análisis para la cocina, prensa, secador tal como se muestra en el anexo 2. Como ejemplo se muestra en la siguiente tabla 5.4.

Tabla 5.4. Análisis de modos de falla.

EQUIPO: COCINA		ANALISIS DE MODOS DE FALLA		REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC	FECHA: 04/05/2012	HOJA 1/3	
CODIGO: 02-HC-0005		PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA		REVISADO POR: BACH.JAIMES ONEGLEO	FECHA: 08/06/2012		
SISTEMA		FUNCION	FALLA FUNCIONAL	APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ	FECHA: 16/06/2012		
2	ELECTRICO	A	TRANSFORMAR POTENCIA ELÉCTRICA DE 7.5HP TOMADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A 440V Y 60HZ EN POTENCIA	1	NO TRANSFORMAR POTENCIA ELÉCTRICA DE 7.5HP TOMADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A 440V Y 60HZ EN POTENCIA MECÁNICA PARA ACCIONAR LA COCINA A	D	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PRESENCIA DE CONTAMINANTES O ABRASIVOS EN LOS BOBINADOS.(MOTOREDUCTOR)

5.2.1.2 Evaluación de tareas para modos de falla

Para determinar el tipo de mantenimiento más adecuado para cada modo de falla, se recurrió a la tabla de criticidad por modos de falla cuyo autor es Mcdermott, Robin; Mikulak, Raimond y Beauregard, Michael." The Basics of FMEA" .Quality Resources, New York, USA - 1996. Pág.: 37.

Para asentar los datos reflejados por la tabla de criticidad se diseñó una hoja para la evaluación de modos de falla tal como se observa en la figura 5.2.

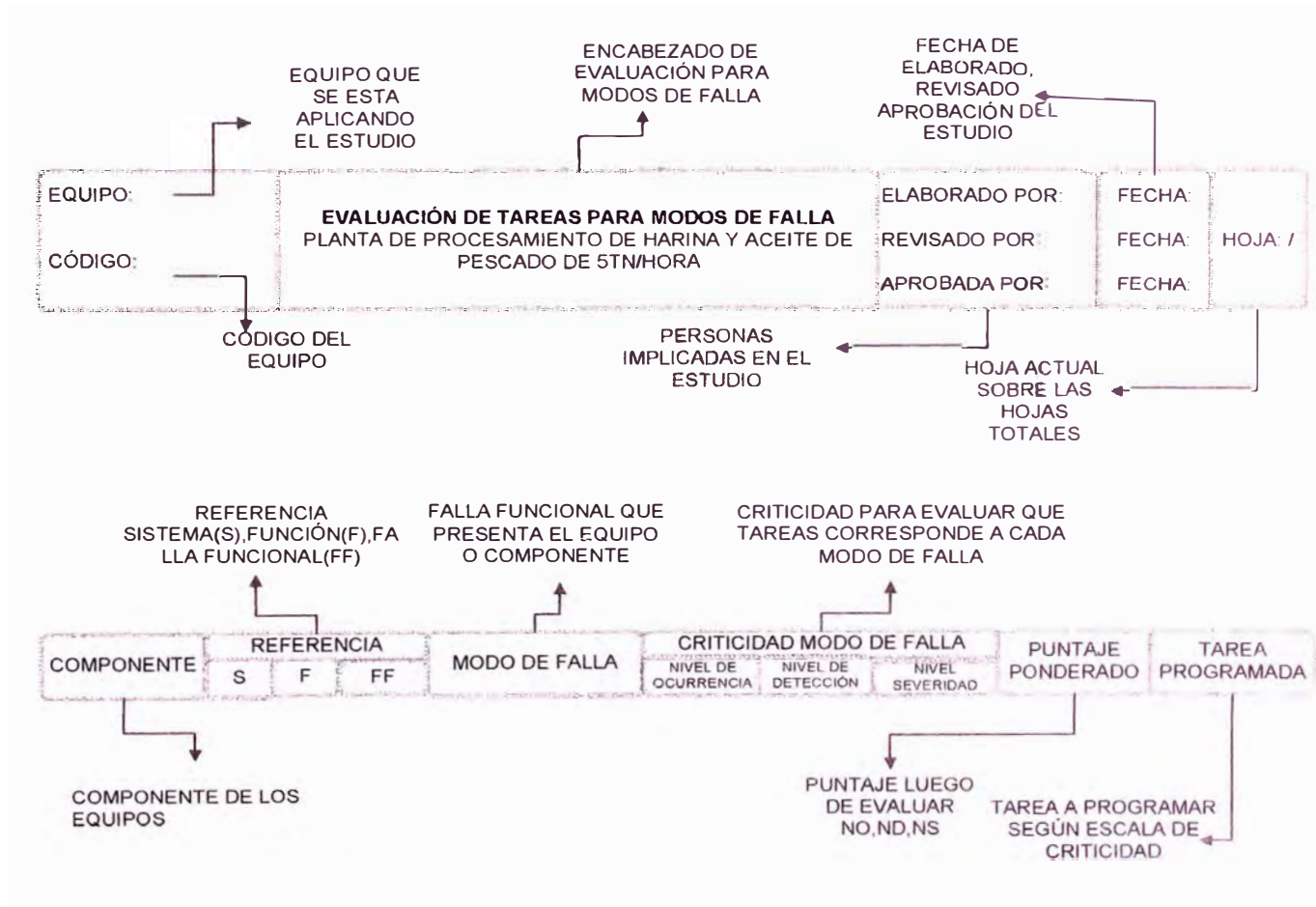


Figura. 5.2. Formato Evaluación de Tareas para Modos de Falla

Fuente: Elaboración propia

La primera parte, muestra el encabezado de la hoja, así como los datos de información del equipo y del personal que realizó la compilación. La segunda parte, expresa la información del AMF como identificación de cada modo de falla, posteriormente las repuestas de cada modo de falla, nivel de ocurrencia, nivel de detección, nivel de severidad. Seguidamente aparece el puntaje ponderado, así como como su respectiva tarea.

La evaluación de las tareas del plan se realizó para la cocina, prensa, secador tal como se muestra en el anexo 3. Como ejemplo se muestra en la siguiente tabla 5.5.

Tabla 5.5. Evaluación de tareas para modos de falla

COMPONENTE	REFERENCIA			MODOS DE FALLA	CRITIDAD DE LOS MODOS DE			PUNTAJE PONDERADO	TAREA A PROGRAMAR
	S	F	FF		NIVEL DE OCURRENCIA	NIVEL DE DETECCIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD		
EQUIPO:	COCINA			EVALUACIÓN DE TAREAS PARA MODOS DE FALLA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA	REALIZADO POR:		FECHA:	HOJA:1/3	
CODIGO:	HC-0005				REVISADO POR:		FECHA:		
					APROBADO POR:		FECHA:		
MOTOREDUCTOR	2	A	1	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PRESENCIA DE CONTAMINANTES O ABRASIVOS EN LOS BOBINADOS.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO

5.2.2 Tareas del plan de mantenimiento.

5.2.2.1 Descripción de las tareas del plan de mantenimiento

Para la descripción de las tareas del plan de mantenimiento se revisaron manuales de equipos, manuales de operaciones de la Planta de procesamientos de harina y aceite de pescado, textos técnicos, Además se entrevistó al personal de mantenimiento y operaciones.

Se diseñó una hoja para la descripción de las tareas del plan de mantenimiento, en la figura 5.3 se muestran las características de la hoja diseñada y utilizada.

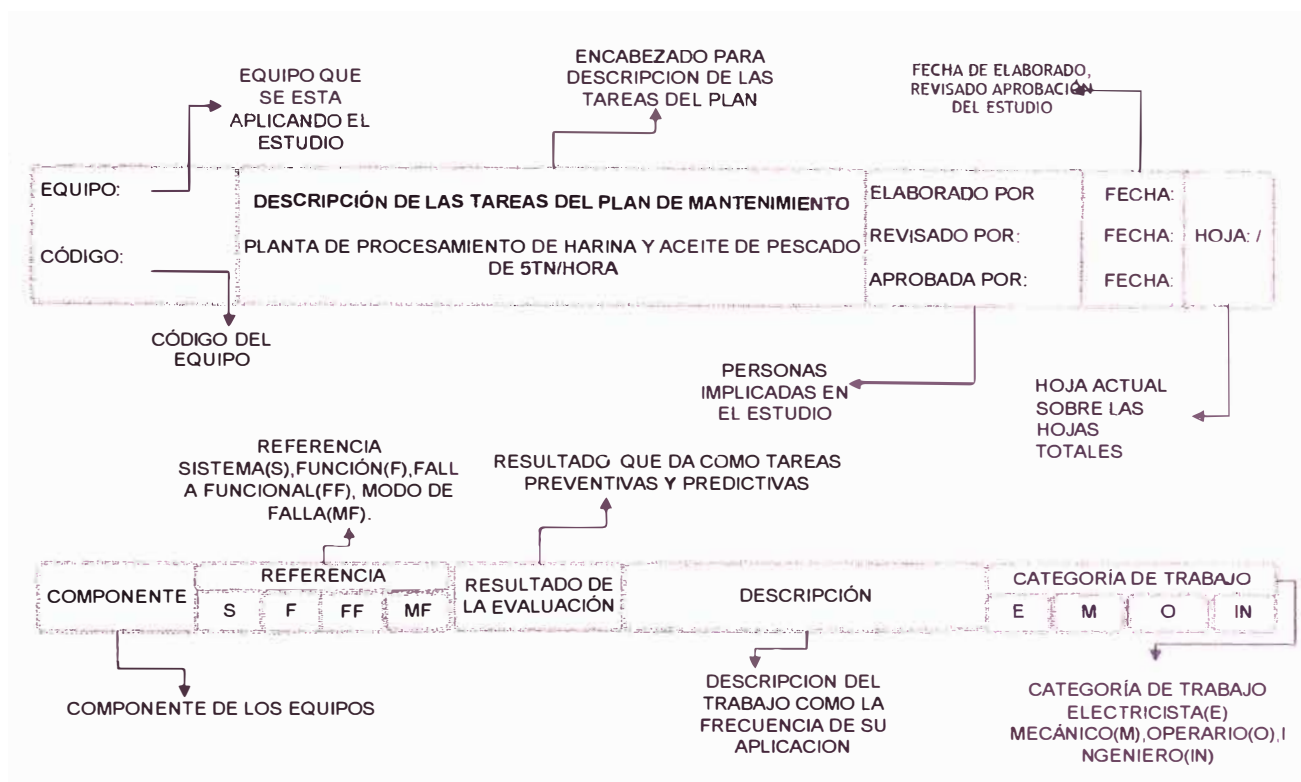


Figura. 5.3. Formato Descripción de las tareas del plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

La primera parte, muestra el encabezado de la hoja, así como los datos de información del equipo y del personal que realizó la compilación. La segunda parte, expresa la identificación del componente, referencia al estudio previo del modo de falla, resumen de resultado de la evaluación de la asignación de tareas, descripción de las tareas como la frecuencia de aplicación y categoría de trabajo.

Las tareas de las personas involucradas en las tareas de los equipos cocina, prensa secador es como sigue:

a) Tareas de operador (op).El operador es la persona que está todo el tiempo con el equipo para lo cual se designa roles.

Roles rutinarios actuales. Actualmente realiza los labores efectuar la limpieza del rotor y la cámara de la cocina, prensa, secador, utilizando la hidrolavadora.

Roles del plan de mantenimiento propuesto. Además de los roles rutinarios o que se está desarrollando se suma actividades para el operador como son; inspeccionar, engrasar.

b) Tareas del electricista (TE).El electricista es la persona que debe realizar tareas de mantenimiento preventivo y predictivo para lo cual se designa roles.

Roles rutinarios actuales. Actualmente realiza labores de estar en alerta a cualquier desperfecto eléctrico de los equipos

Roles del plan de mantenimiento propuesto. Además de los roles rutinarios o que se está desarrollando se suma actividades para el electricista como son inspeccionar, apoyo en el análisis de vibraciones en los equipos, medir los parámetros eléctricos.

c) Tareas del mecánico (TM).El mecánico es la persona que debe realizar tareas de mantenimiento preventivo y predictivo para lo cual se designa roles.

Roles rutinarios actuales. Actual mente realiza labores de estar en alerta a cualquier desperfecto mecánico de la cocina.

Roles del plan de mantenimiento propuesto. Además de los roles rutinarios o que se está desarrollando se suma actividades para el mecánico como son; apoyo en el análisis vibraciones a los equipos, medir la temperatura, limpieza mecánica.

Podemos ver en el anexo 4. La descripción detallada de las tareas del plan como se muestra en la siguiente tabla 5.6.

Tabla 5.6. Descripción de las tareas del plan de mantenimiento

EQUIPO: SECADOR		DESCRIPCION DE LAS TAREAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO				REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC		HOJA:3/3		
CODIGO: 02-SS-0014						PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA				REVISADO POR: BACH.JAIMES ONEGLIO
				APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ						
COMPONENTE	REFERENCIA				RESULTADO DE LA EVALUACION	DESCRIPCION	RESPONSABL			
	S	F	FF	MF			E	M	O	IN
MOTOREDUCTOR	2	A	1	D	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema.	X			

5.3. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS

La implementación del plan de mantenimiento, es importante desde el punto de vista económico para el dueño o directorio hacer que sus activos estén en buen estado pues esto se verá reflejado de manera positiva en la rentabilidad global de la planta; caso contrario las perdidas en producción se reflejarán principalmente en las horas de paradas de la planta debido a que los activos se deterioren o en todo caso necesite reemplazo.

Lo primero que se realiza son los cálculos de los costos del plan en seguida se calcula el flujo de caja en consiguiente el retorno de inversión como tiempo de recuperación del capital

En resumen se podrá verificar los beneficios que trae una implementación del plan de mantenimiento propuesto.

5.3.1 Costos en la ejecución de las actividades del plan de mantenimiento.

A continuación se detallan las herramientas que serán adquiridas para el plan propuesto y su respectivo análisis de costos unitario como se muestra en la tabla 5.7. Y tabla 5.8. Para luego calcular la inversión que se requiere en la en la ejecución de las actividades del plan de mantenimiento a los equipos definidos en el alcance.

Tabla 5.7. Análisis de costos unitarios. Herramientas.

Equipo	Costo USD	Vida útil (años)	Depreciación anual	Costo por uso mensual	Costo por vez x activo
Alineador laser	1,240	10	124	10.3	0.5
Analizador de vibraciones	5,850	10	585	48.8	2.4
Termómetro láser	360	10	36	3.0	0.2
Megohmetro	600	10	60	5.0	0.3

Las herramientas que Corporación Pesquera Hillary SAC. Tendrá uso en la flota, planta de conservas, planta de harina y aceite de pescado. Resultando como costo por vez de uso de las herramientas Alineador laser 0.5 USD, Analizador de vibración 2.4 USD, Termómetro laser 0.2 USD, Megohmetro 0.3 USD.

Para estimar la mano de obra se han considerado los siguientes ratios aproximados.

Tabla 5.8. Análisis de costos unitarios. Mano de Obra

Operario	1	USD/HR.
Mecánico	2	USD/HR.
Electricista	2	USD/HR.
Ingeniero	5	USD/HR.

El costo en la ejecución de las actividades del plan de mantenimiento a los equipos críticos podemos observar en detalle en el anexo 5. Sin embargo para aclarar el tema consideremos un ejemplo en la tabla 5.9.

Tabla 5.9. Costo de las actividades del plan de mantenimiento a los equipos

EQUIPO:		COCINA		COSTO DE LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO										REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC REVISADO POR: BACH.JAIMES ONEGLIO APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ		HOJA: 1/3	
CODIGO:		02-HC-0005		PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA													
COMPONENTE	REFERENCIA				TAREA PROGRAMADA A	ACTIVIDAD	EJECUTOR				FRECUENCIA	DURACION(MIN)	M.OBRA				
	S	F	FF	MF			E	M	O	IN							
MOTOREDUCTOR	2	A	1	D	PREDICTIVO	Tomar datos temperatura de operación del sistema	X				15D	15	0.5	0	0.2	0.7	16.8

Para esta tarea se usa termómetro laser cada 15 días, para hacer la inspección el equipo debe estar operando, medido en 15 minutos.

En este ejemplo se han contabilizado los costos de la siguiente manera:

Material-Herramienta.- Dado que se usará el equipo termómetro laser, con un costo unitario de 0.2 USD x equipo.

- ✓ Mano de Obra. El personal a cargo de esta inspección debe ser un eléctrico con un costos Unitario de 2 USD/H x 0.25 H = 0.5 USD.
- ✓ Hrs. Producción. Hacer esta inspección no necesita que el equipo esté parado = 0 USD.
- ✓ Subtotal = 0.2 + 0.5 + 0 = 0.7.
- ✓ Costo Anual = 0.7 x 24 veces al año = 16.8USD /año.

5.3.2 Calculo de retorno de inversión y beneficio

Para saber si la implementación del plan de mantenimiento va ser favorable desde punto de vista económico para ello se realizó cálculos como flujo de caja tanto flujo caja actual como el flujo de caja propuesto.

Para calcular el flujo de caja se valió de ratios que se maneja en la empresa que se expresa en USD /TM de harina de pescado además se calculó la inversión que se requiere para implementación del plan como se muestra en la tabla 5.10. La muestra los costos de las actividades del plan de mantenimiento, adquisición de equipos y finalmente en la capacitación del personal.

Tabla 5.10. Nivel de inversión requerida

ITEM	DESCRIPCION	SUB-TOTAL
1	COSTO EN LA EJECUCION DE LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO LAS ACTIVIDADES	10000
2	ADQUICION DE EQUIPOS	8050
3	CAPACITACION DEL PERSONAL	500
NIVEL DE INVERSION REQUERIDA		18550

En la actualidad el precio por tonelada en el mercado es de la harina súper prime 1700 USD/TM y la harina de calidad baja 800 USD/TM; el aceite cuesta 1200 USD/TM.

Cuando hay horas de parada a consecuencia de averías en los equipos se pierde la calidad de harina y en consecuencia el precio; para nuestro caso calculamos las horas totales anuales perdidos por averías en equipos y las horas totales de producción en consecuencia calculamos el precio promedio de harina de pescado como se muestra en la tabla 5.11.

Tabla 5.11. Precio promedio actual de harina al año

PLANTA	TIEMPO(HORAS)	USD/TM
INOPERATIVO	95.33	800
OPERATIVO	2849.67	1700
PRECIO PROMEDIO HARINA		1670.87

En la tabla 5.12. Se aprecia el comparativo de flujo de caja en donde se aprecia que el beneficio anual a consecuencia en la implementación del plan de mantenimiento es 72433 USD y además el tiempo de recuperación de la inversión en 3 meses.

Factor de Reducción: la cantidad de pescado necesario para elaborar la harina.

$$FACTOR.DE.REDUCCIÓN = \frac{PESO.MATERIA.PRIMA.PROCESADA}{PESO.HARINA.PRODUCIDA}$$

En el flujo actual:

$$FACTOR.DE.REDUCCIÓN = \frac{14725}{3505.95} = 4.2$$

En el flujo propuesto:

$$FACTOR.DE.REDUCCIÓN = \frac{14725}{3522.72} = 4.18$$

Tabla 5.12. Flujo de caja comparativo y benéfico económico

FLUJO DE CAJA ACTUAL			FLUJO DE CAJA PROPUESTO				
INGRESO	DESCRIPCION	años		INGRESO	DESCRIPCION	años	
		0	1			0	1
	HORAS TRABAJADAS(HORAS)		2945		HORAS TRABAJADAS(HORAS)		2945
	VELOCIDAD (TM/HORA)		5		VELOCIDAD (TM/HORA)		5
	MATERIA PRIMA PROCESADA		14725		MATERIA PRIMA PROCESADA		14725
	FACTOR DE REDUCCION		4.2		FACTOR DE REDUCCION		4.18
	RENDIMIENTO DE ACEITE		5.61%		RENDIMIENTO DE ACEITE		0.0561
	HARINA TM		3505.95		HARINA TM		3522.72727
	ACEITE TM		826.07		ACEITE TM		826.0725
	HARINA (\$/TM)		1670.87		HARINA (\$/TM)		1700
	ACEITE (\$/TM)		1200		ACEITE (\$/TM)		1200
	VALOR DE PESCA		\$6,849,277.7		VALOR DE PESCA		6979923.36
EGRESOS			EGRESOS				
DESCRIPCION	años		DESCRIPCION	años			
	0	1		0	1		
	COSTO VARIABLE(\$/TM)		329.63		INVERSION EN LA IMPLEMENTACION DEL	18550.00	
	COSTO FIJO(\$/TM)		146.6		COSTO VARIABLE(\$/TM)		329.63
	DEPRECIACION ACUMULADA(\$/TM)		50.4		COSTO FIJO(\$/TM)		146.6
	GASTO DE VENTA DE HARINA(\$/TM)		39.6		DEPRECIACION ACUMULADA(\$/TM)		50.4
	GASTO DE VENTA DE ACEITE(\$/TM)		25.8		GASTO DE VENTA DE HARINA(\$/TM)		39.6
	SUMA(\$/TM)		592.03		GASTO DE VENTA DE ACEITE(\$/TM)		25.8
	GASTOS ADMINISTRATIVOS(%DE LOS INGRESOS)		4.80%		SUMA(\$/TM)		592.03
	GASTOS FINANCIEROS(%DE LOS INGRESOS)		5.70%		GASTOS ADMINISTRATIVOS(%DE LOS INGRESOS)		4.80%
					GASTOS FINANCIEROS(%DE LOS INGRESOS)		5.70%
					DEPRECIACION		18550.00
	TOTAL EGRESOS		\$2,794,803.1		TOTAL EGRESOS	18550.00	\$2,837,002.2
	SALDO EN CAJA		\$4,064,474.6		SALDO EN CAJA	18550.00	\$4,142,921.2
	PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES -10%		\$405,447.5		PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES -10%		\$414,292.1
	IMPUESTO A LA RENTA -30%		\$1,216,342.4		IMPUESTO A LA RENTA -30%		\$1,242,876.4
	DEPRECIACION		\$176,700.0		DEPRECIACION		\$196,095.5
	FLUJO DE CAJA(USD)		\$2,609,384.7		FLUJO DE CAJA(USD)	18550.00	\$2,681,848.2
ESTIMACION RETORNO DE INVERSION							
	BENEFICIO ANUAL PROMEDIO		\$72,463.5				
	INVERSION		\$18,550.0				
	ROI		290.64%				
	PERIODO DE RECUPERACION(AÑOS)		0.26				
	PERIODO DE RECUPERACION(MESES)		3				

CONCLUSIONES

1. La aplicación de un plan de mantenimiento a los sistemas de los equipos críticos de una planta de procesamiento harina y aceite de pescado, constituye aseguramiento de una producción eficiente y eficaz de la planta, que se mide por la disminución de las pérdidas por paradas, así como la prolongación de la vida útil de la maquinaria.
2. Se identificó los equipos críticos que intervienen en el procesamiento de harina y aceite de pescado así como sus sistemas críticos, conocimiento útil para la aplicación de un plan de mantenimiento adecuado para conseguir la máxima operatividad de los equipos.
3. Con la aplicación del plan de mantenimiento propuesto se concluyó que cuando se cambian oportunamente los componentes desgastados de los sistemas de los equipos; se minimiza el número de paradas no programadas.
4. Se ha realizado un plan de mantenimiento ordenado, dándose tiempo para efectuar mejoras en los equipos. Permite un mejor desarrollo y capacitación

del personal técnico, al tener horarios de trabajo prácticamente definidos. Se prolonga la vida útil de los equipos

5. La ejecución del plan de mantenimiento ha generado un ahorro de US\$ 72463 recuperándose la inversión realizada en 0.26 años.

6. El retorno de la inversión en la implementación del plan de mantenimiento se da en 3 meses, debido a la disponibilidad de planta y a la mejora del factor de reducción de 4.2 a 4.18, quiere decir que al aumentar la disponibilidad positivamente en el mejoramiento del factor de reducción.

BIBLIOGRAFÍA

- ALADON. Reliability Centred Maintenance (Versión 2). Traducido por Ellmann, Sueiro y Asociados. Estados Unidos: Soporte y Cía. Ltda.1999.Mantenimiento Industrial. Oropeza López, Ignacio Carletti B.R.- Venezuela.
- Carlos Mario Pérez J. Definición de las frecuencias para un plan de mantenimiento.
- Jorge Rodríguez Araujo, Gestión del Mantenimiento.
- Keith Mobley Maintenance fundamentals, 2° ed. - R.
- MOUBRAY, John Miltchell, Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).Teoría y práctica del mantenimiento industrial. F. Monchy. Masson, Barcelona (1990).
- Planificación y programación del mantenimiento, Institución Tecsup , 2008, Lima- Perú.
- www.rcm2-soporte.com

ANEXOS

Anexo 1.

Plano esquemático de la planta (Diagrama de flujo)

Anexo 2.

Análisis de modo de falla de los equipos críticos cocina prensa y secador.

Anexo 3.

Evaluación de tareas para modos de falla de los equipos críticos.

Anexo 4.

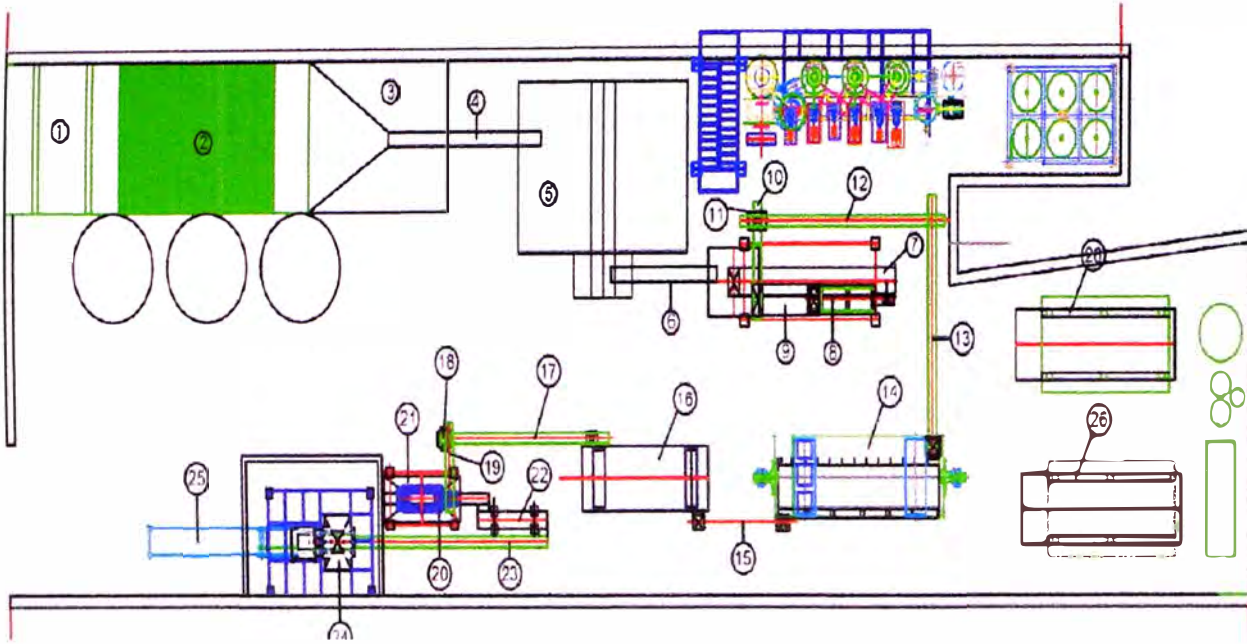
Descripción de las tareas del plan de mantenimiento.

Anexo 5.

Costo de las actividades de plan de mantenimiento.

Anexo 1

**Plano esquemático de la planta diagrama de
flujo**

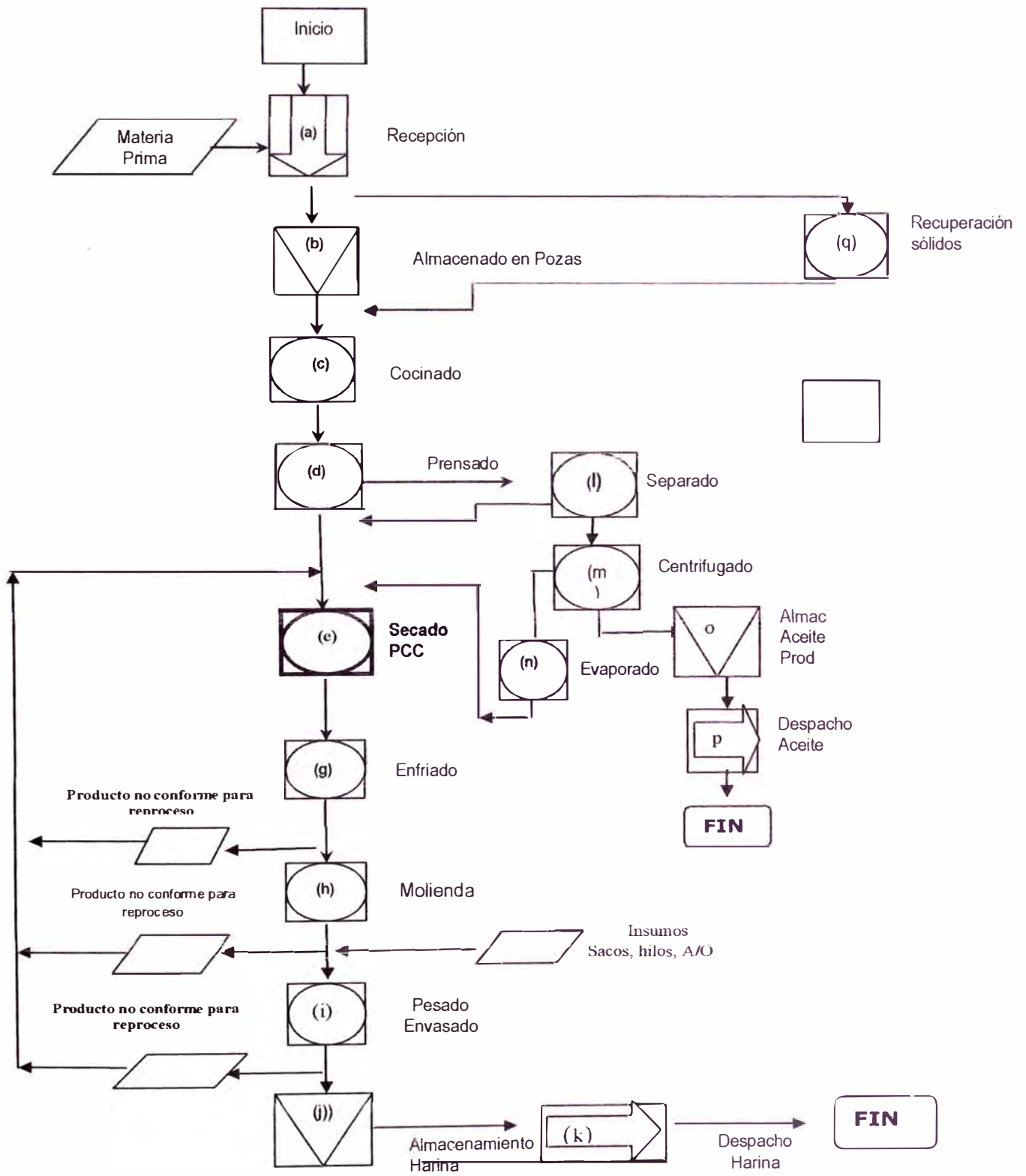


26	Base de caldera
25	Fajas transportadoras de sacos a camion
24	Balanza de ensaque
23	T.H alimenta a la balanza de ensaque
22	Mezclador
21	Tolva A/O
20	Purificador de harina
19	T.H Evacuador del molino seco que alimenta al Purificador
18	Molino seco
17	T.H Evacuador del enfriador que alimenta al molino seco
16	Enfriador de harina
15	T.H Evacuador de Rotadisco que alimenta al enfriador
14	Rotadisco
13	T.H alimentador de Rotadisco
12	T.H Evacuador de molino húmedo que alimenta al molino seco
11	Molino húmedo
10	T.H Evacuador de prensa que alimenta al molino húmedo
9	Prensa
8	Prestrainer
7	Cocinator
6	Elevador de cangilones
5	Poza metálica
4	Elevador de cangilones
3	Pieza de recepción
2	Rampa
1	Pediluvio

POS. DESCRIPCION

REV. 001	IFM
APRO. :	PESQUERA HILARI
REV. 002	LAYOUT DE PLANTA 5 TPH
	IFM

PLANO ESQUEMATICO DE LA PLANTA DIAGRAMA DE FLUJO



Anexo 2.

**Análisis de modo de falla de los equipos
críticos cocina prensa y secador.**

EQUIPO: COCINA		ANALISIS DE MODOS DE FALLA		REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC	FECHA: 04/05/2012	HOJA 1/3
CODIGO: 02-HC-0005		PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA		REVISADO POR: BACH.JAIMES ONEGLEC	FECHA: 08/06/2012	
				APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ	FECHA: 16/06/2012	
SISTEMA	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA			
2	ELECTRICO	A TRANSFORMAR POTENCIA ELÉCTRICA DE 7.5HP TOMADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A 440V Y 60HZ EN POTENCIA MECÁNICA PARA ACCIONAR LA COCINA A 5TPH	1 NO TRANSFORMAR POTENCIA ELÉCTRICA DE 7.5HP TOMADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A 440V Y 60HZ EN POTENCIA MECÁNICA PARA ACCIONAR LA COCINA A 5TPH	D	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PRESENCIA DE CONTAMINANTES O ABRASIVOS EN LOS BOBINADOS.(MOTOREDUCTOR)	
				E	PRESENCIA PUNTOS CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.(MOTOREDUCTOR)	
				F	PRESENCIA DE PUNTOS CALIENTES POR DEFECTOS EN LOS TERMINALES DE CONEXIÓN, POR TERMINALES INSTALADOS DE FORMA INADECUADA..	
	ELECTRICO	B BRINDAR PROTECCIÓN Y SEGURIDAD A LAS PERSONAS Y LOS EQUIPOS MINIMIZANDO LOS EFECTOS, DERIVADOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FALLA QUE PUEDAN PRODUCIRSE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO (CORTOCIRCUITOS, FALLAS A TIERRA, SOBRECARGAS, SOBREVOLTAJES)	1 EL SISTEMA DE PROTECCIONES NO BRINDA PROTECCIÓN Y SEGURIDAD A LAS PERSONAS Y A LOS SISTEMAS DE LA COCINA	A	PRESENCIA PUNTOS CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.	
				A	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR CORROSIÓN EN LOS ELEMENTOS, CONDUCTORES, ELECTRODOS, CONECTORES.	
					B	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES ROTOS
3	VAPOR	A COAGULAR LA MATERIA PRIMA DE 5TN/HORA CON VAPOR DE a 100°C	1 NO COAGULA BIEN LA MATERIA PRIMA	A	TUBERIA FLEXIBLE DAÑADO	
				B	TUBERIA DE ENTRADA CORROIDA	
				C	FALLA MECANICA DE LA VALVULA DE ENTRADA	
			2 LA TEMPERATURA ESTA POR DEBAJO DE 100°C	D	JUNTA JHONSON AVERIADO	
				E	CARBONES DE JUNTA JHOSON AVERIADO	
				A	FILTRO DE CONDENSADO TAPONEADO	
B	TRAMPA DE VAPOR OBTURADO					
C	VALVULA DE SALIDA DE CONDENSADO AVERIADO					

EQUIPO: PRENSA		ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA			REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC	FECHA: 04/05/2012	HOJA 2/3
CODIGO: 02-HP-0007					REVISADO POR: BACH.JAIMES ONEGLEC	FECHA: 08/06/2012	
					APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ	FECHA: 16/06/2012	
SISTEMA	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA				
1	MECANICO	A	SUMINISTRAR POTENCIA A 20HP	1	NO SUMINISTRA POTENCIA DE 20HP	A	DETERIORO DEL RODAMIENTO MOTOR
						B	FALTA DE ENGRASAMIENTO DEL MOTOR
						C	DESALINEAMIENTO DEL PIÑON Y CATALINA
		B	TRANSMITIR POTENCIA DE 20HP	2	NO TRANSMITE POTENCIA DE 20HP	A	DESALINEAMIENTO DEL PIÑON Y CATALINA
					B	FALTA DE ENGRASAMIENTO DELPIÑON	
					C	FALTA DE ENGRASAMIENTO DE LA CATALINA	
					D	FALTA ENGRASE DE LA CADENA	
		C	REDUCIR LA VELOCIDAD DEL MOTOR A 30RPM	3	NO REDUCE LA VELOCIDAD A 30RPM	A	FALTA EL ACEITE
					B	ACEITE DEGRADADO	
				C	RODAMIENTO AVERIADO		
				D	ENGRANAJE DAÑADO		
2	ELECTRICO	A	TRANSFORMAR POTENCIA ELÉCTRICA DE 20HP TOMADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A 440V Y 60HZ EN POTENCIA MECÁNICA PARA ACCIONAR LA COCINA A 5TPH	1	NO TRANSFORMAR POTENCIA ELÉCTRICA DE 20HP TOMADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A 440V Y 60HZ EN POTENCIA MECÁNICA PARA ACCIONAR LA COCINA A 5TPH	A	VIBRACIONES MECÁNICAS POR FISURA O ROTURA DE BARRAS DEL ROTOR.(MOTOREDUCTOR)
						B	PERDIDA DE AISLAMIENTO POR SOBRECARGA.(MOTOREDUCTOR)
						C	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PÉRDIDA DE UNA FASE O DESBALANCEO.(MOTOREDUCTOR)
						D	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PRESENCIA DE CONTAMINANTES O ABRASIVOS EN LOS BOBINADOS.(MOTOREDUCTOR)
						E	PRESENCIA PUNTOS CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.(MOTOREDUCTOR)
						F	PRESENCIA DE PUNTOS CALIENTES POR DEFECTOS EN LOS TERMINALES DE CONEXIÓN, POR TERMINALES INSTALADOS DE FORMA INADECUADA..
		B	BRINDAR PROTECCIÓN Y SEGURIDAD A LAS PERSONAS Y LOS EQUIPOS MINIMIZANDO LOS EFECTOS, DERIVADOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FALLA QUE PUEDAN PRODUCIRSE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO (CORTOCIRCUITOS, FALLAS A TIERRA, SOBRECARGAS, SOBREVOLTAJES)	1	EL SISTEMA DE PROTECCIONES NO BRINDA PROTECCIÓN Y SEGURIDAD A LAS PERSONAS Y A LOS	A	PRESENCIA PUNTOS CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.
				2	FALLA EN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	A	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR CORROSIÓN EN LOS ELEMENTOS, CONDUCTORES, ELECTRODOS, CONECTORES.
						B	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES ROTOS
						C	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES O CONEXIONES FLOJAS.

EQUIPO: secador		ANALISIS DE MODOS DE FALLA		REALIZADO POR: FREYD SAYRITUPAC	FECHA: 04/05/2012	HOJA 3/3	
CODIGO: 02-SS-0014		PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA		REVISADO POR: BACH.JAIMES ONEGLEC	FECHA: 08/06/2012		
				APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ	FECHA: 16/06/2012		
SISTEMA	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA				
1	MECANICO	A	SUMINISTRAR POTENCIA A 40HP	1	NO SUMINISTRA POTENCIA DE 40HP	A DETERIORO DEL RODAMIENTO MOTOR	
		B	TRANSMITIR POTENCIA DE 40HP	2	NO TRANSMITE POTENCIA DE 40HP	B FALTA DE ENGRASAMIENTO DEL MOTOR	
		C	REDUCIR LA VELOCIDAD DEL MOTOR 25RPM	3	NO REDUCE LA VELOCIDAD A 25 RPM	C DESALINEAMIENTO DEL PIÑON Y CATALINA	
	2	ELECTRICO	A	TRANSFORMAR POTENCIA ELÉCTRICA DE 7.5HP TOMADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A 440V Y 60HZ EN POTENCIA MECÁNICA PARA ACCIONAR LA COCINA A 5TPH	1	NO TRANSFORMAR POTENCIA ELÉCTRICA DE 7.5HP TOMADA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A 440V Y 60HZ EN POTENCIA MECÁNICA PARA ACCIONAR LA COCINA A 5TPH	A DESALINEAMIENTO DEL PIÑON Y CATALINA
							B FALTA DE ENGRASAMIENTO DELPIÑON
							C FALTA DE ENGRASAMIENTO DE LA CATALINA
							D FALTA ENGRASE DE LA CADENA
							A FALTA EL ACEITE
							B ACEITE DEGRADADO
C RODAMIENTO AVERIADO							
D ENGRANAJE DAÑADO							
2	ELECTRICO	A	BRINDAR PROTECCIÓN Y SEGURIDAD A LAS PERSONAS Y LOS EQUIPOS MINIMIZANDO LOS EFECTOS, DERIVADOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FALLA QUE PUEDAN PRODUCIRSE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO (CORTOCIRCUITOS, FALLAS A TIERRA, SOBRECARGAS, SOBREVOLTAJES)	1	EL SISTEMA DE PROTECCIONES NO BRINDA PROTECCIÓN Y SEGURIDAD A LAS PERSONAS Y A LOS SISTEMAS DE LA COCINA	A VIBRACIONES MECÁNICAS POR FISURA O ROTURA DE BARRAS DEL ROTOR.(MOTOREDUCTOR)	
						B PERDIDA DE AISLAMIENTO POR SOBRECARGA.(MOTOREDUCTOR)	
						C PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PÉRDIDA DE UNA FASE O DESBALANCEO.(MOTOREDUCTOR)	
						D PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PRESENCIA DE CONTAMINANTES O ABRASIVOS EN LOS BOBINADOS.(MOTOREDUCTOR)	
						E PRESENCIA PUNTOS CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.(MOTOREDUCTOR)	
						F PRESENCIA DE PUNTOS CALIENTES POR DEFECTOS EN LOS TERMINALES DE CONEXIÓN, POR TERMINALES INSTALADOS DE FORMA INADECUADA	
3	VAPOR	A	SECADO DE LA MATERIA PRIMA DE 5TN/HORA CON VAPOR DE a 100°C	1	EL SECADO NO ES HOMOGENIO	A TUBERIA FLEXIBLE DAÑADO	
						B TUBERIA DE ENTRADA CORROIDA	
						C FALLA MECANICA DE LA VALVULA DE ENTRADA	
3	VAPOR	A	SECADO DE LA MATERIA PRIMA DE 5TN/HORA CON VAPOR DE a 100°C	2	LA TEMPERATURA ESTA POR DEBAJO DE 100°C	D JUNTA JHONSON AVERIADO	
						E CARBONES DE JUNTA JHOSON AVERIADO	
						A FILTRO DE CONDENSADO TAPONEADO	
3	VAPOR	A	SECADO DE LA MATERIA PRIMA DE 5TN/HORA CON VAPOR DE a 100°C	2	LA TEMPERATURA ESTA POR DEBAJO DE 100°C	B TRAMPA DE VAPOR OBTURADO	
						C VALVULA DE SALIDA DE CONDENSADO AVERIADO	

Anexo 3.

Evaluación de tareas para modos de falla de los equipos críticos.

EQUIPO: COCINA		EVALUACIÓN DE TAREAS PARA MODOS DE FALLA					REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC	FECHA: 04/05/2012	HOJA: 1/3
CODIGO: HC-0005							PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA		
COMPONENTE	REFERENCIA			MODOS DE FALLA	CRITIDAD DE LOS MODOS DE			PUNTAJE PONDERADO	
	S	F	FF		NIVEL DE OCURRENCIA	NIVEL DE DETECCIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD		
MOTOREDUCTOR	1	A	1	DETERIORO DEL RODAMIENTO MOTOR	7	10	8	25	PREDICTIVO
	1	A	1	FALTA DE ENGRASAMIENTO DEL MOTOR	5	7	6	18	PREVENTIVO
	1	C	3	FALTA EL ACEITE	5	7	6	18	PREVENTIVO
	1	C	3	ACEITE DEGRADADO	5	9	6	20	PREVENTIVO
	1	C	3	RODAMIENTO AVERIADO	6	9	10	25	PREDICTIVO
	1	C	3	ENGRANAJE DAÑADO	6	9	9	24	PREDICTIVO
	2	A	1	VIBRACIONES MECÁNICAS POR FISURA O ROTURA DE BARRAS DEL ROTOR.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	A	1	PERDIDA DE AISLAMIENTO POR SOBRECARGA.(MOTOREDUCTOR)	5	10	10	25	PREDICTIVO
	2	A	1	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PÉRDIDA DE UNA FASE O DESBALANCEO.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	A	1	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PRESENCIA DE CONTAMINANTES O ABRASIVOS EN LOS BOBINADOS.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	A	1	PRESENCIA PUNTOS CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.(MOTOREDUCTOR)	6	9	9	24	PREVENTIVO
PIÑÓN	1	B	2	DESALINEAMIENTO DEL PIÑÓN Y CATALINA	5	10	10	25	PREDICTIVO
	1	B	2	FALTA DE ENGRASAMIENTO DEL PIÑÓN	6	3	10	19	PREVENTIVO
CATALINA	1	B	2	FALTA DE ENGRASAMIENTO DE LA CATALINA	6	3	10	19	PREVENTIVO
CADENA	1	B	2	FALTA ENGRASE DE LA CADENA	6	3	10	19	PREVENTIVO
CONDUCTOR	2	A	1	DEFECTOS EN LOS TERMINALES DE CONEXIÓN, POR TERMINALES INSTALADOS DE FORMA INADECUADA.	4	7	10	21	PREVENTIVO
INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	2	B	1	PRESENCIA PUNTOS CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.	6	10	10	26	PREVENTIVO
CONECTORES	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR CORROSIÓN EN LOS ELEMENTOS, CONDUCTORES ELECTRODOS CONECTORES	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES ROTOS	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES O CONEXIONES FLOJAS	6	10	10	26	PREDICTIVO
TUBERÍA FLEX	3	A	1	TUBERÍA FLEXIBLE DAÑADO	2	9	5	16	PREVENTIVO
TUBERÍA ENTR	3	A	1	TUBERÍA DE ENTRADA CORROÍDA	2	8	5	15	PREVENTIVO
VÁLVULA	3	A	1	FALLA MECÁNICA DE LA VÁLVULA DE ENTRADA	2	9	5	16	PREVENTIVO
JUNTA JHONSON	3	A	1	JUNTA JHONSON AVERIADO	3	9	5	17	PREVENTIVO
	3	A	1	CARBONES DE JUNTA JHONSON AVERIADO	4	9	6	19	PREVENTIVO
FILTRO	3	A	2	FILTRO DE CONDENSADO TAPONADO	4	9	6	19	PREVENTIVO
TRAMPA DE V	3	A	2	TRAMPA DE VAPOR OBTURADO	3	9	6	18	PREVENTIVO
VÁLVULA DE S	3	A	2	VÁLVULA DE SALIDA DE CONDENSADO AVERI	4	9	5	18	PREVENTIVO

EQUIPO: SECADOR		EVALUACIÓN TAREAS PARA MODOS DE FALLA					REALIZADO POR:	FECHA:	HOJA. 2/3
CODIGO: 02 SS-0014							PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA	REVISADO POR:	
			APROBADO POR:	FECHA:					
			ING.CESAR DIAZ	16/06/2012					
COMPONENTE	REFERENCIA			MODOS DE FALLA	CRITIDAD DE LOS MODOS DE FALLA			PUNTAJE PONDERADO	TAREA A PROGRAMAR
	S	F	FF		NIVEL DE OCURRENCIA	NIVEL DE DETECCIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD		
MOTOREDUCTOR	1	A	1	DETERIORO DEL RODAMIENTO MOTOR	7	10	8	25	PREDICTIVO
	1	A	1	FALTA DE ENGRASAMIENTO DEL MOTOR	5	7	6	18	PREVENTIVO
	1	C	3	FALTA EL ACEITE	5	7	6	18	PREVENTIVO
	1	C	3	ACEITE DEGRADADO	5	9	6	20	PREVENTIVO
	1	C	3	RODAMIENTO AVERIADO	6	9	10	25	PREDICTIVO
	1	C	3	ENGRANAJE DAÑADO	6	9	9	24	PREDICTIVO
	2	A	1	VIBRACIONES MECÁNICAS POR FISURA O ROTURA DE BARRAS DEL ROTOR.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	A	1	PERDIDA DE AISLAMIENTO POR SOBRECARGA.(MOTOREDUCTOR)	5	10	10	25	PREDICTIVO
	2	A	1	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PÉRDIDA DE UNA FASE O DESBALANCEO.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	A	1	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PRESENCIA DE CONTAMINANTES O ABRASIVOS EN LOS BOBINADOS.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
PIÑÓN	2	A	1	PRESENCIA PUNTO CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.(MOTOREDUCTOR)	6	9	9	24	PREVENTIVO
	1	B	2	DESALINEAMIENTO DEL PIÑÓN Y CATALINA	5	10	10	25	PREDICTIVO
	1	B	2	FALTA DE ENGRASA MIENTO DEL PIÑÓN	6	3	10	19	PREVENTIVO
CATALINA	1	B	2	FALTA DE ENGRASA MIENTO DE LA CATALINA	6	3	10	19	PREVENTIVO
CADENA	1	B	2	FALTA ENGRASE DE LA CADENA	6	3	10	19	PREVENTIVO
CONDUCTOR	2	A	1	DEFECTOS EN LOS TERMINALES DE CONEXIÓN, POR TERMINALES INSTALADOS DE FORMA INADECUADA.	4	7	10	21	PREVENTIVO
INTERUPTOR AUTOMATICO	2	B	1	CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.	6	10	10	26	PREVENTIVO
CONECTORES	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR CORROSIÓN EN LOS ELEMENTOS, CONDUCTORES, ELECTRODOS, CONECTORES.	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES ROTOS	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES O CONEXIONES FLOJAS	6	10	10	26	PREDICTIVO

EQUIPO: COCINA		EVALUACIÓN DE TAREAS PARA MODOS DE FALLA					REALIZADO POR:	FECHA:	HOJA:3/3
CODIGO: 02-HC-0005							PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA	REVISADO POR:	
			BACH.JAIMES ONEGLIC	08/06/2012	APROBADO POR:	FECHA:			
			ING.CESAR DIAZ	16/06/2012					
COMPONENTE	REFERENCIA			MODOS DE FALLA	CRITICIDAD DE LOS MODOS DE FALLA			PUNTAJE PONDERADO	TAREA A PROGRAMAR
	S	F	FF		NIVEL DE OCURRENCIA	NIVEL DE DETECCIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD		
MOTOR-REDUCTOR	1	A	1	DETERIORO DEL RODAMIENTO MOTOR	7	10	8	25	PREDICTIVO
	1	A	1	FALTA DE ENGRASAMIENTO DEL MOTOR	5	7	6	18	PREVENTIVO
	1	C	3	FALTA EL ACEITE	5	7	6	18	PREVENTIVO
	1	C	3	ACEITE DEGRADADO	5	9	6	20	PREVENTIVO
	1	C	3	RODAMIENTO AVERIADO	6	9	10	25	PREDICTIVO
	1	C	3	ENGRANAJE DAÑADO	6	9	9	24	PREDICTIVO
	2	A	1	VIBRACIONES MECÁNICAS POR FISURA O ROTURA DE BARRAS DEL ROTOR.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	A	1	PERDIDA DE AISLAMIENTO POR SOBRECARGA.(MOTOREDUCTOR)	5	10	10	25	PREDICTIVO
	2	A	1	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PÉRDIDA DE UNA FASE O DESBALANCEO.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	A	1	PÉRDIDA DE AISLAMIENTO POR PRESENCIA DE CONTAMINANTES O ABRASIVOS EN LOS BOBINADOS.(MOTOREDUCTOR)	6	10	10	26	PREDICTIVO
PIÑÓN	1	B	2	DESALINEAMIENTO DEL PIÑÓN Y CATALINA	5	10	10	25	PREDICTIVO
	1	B	2	FALTA DE ENGRASA MIENTO DEL PIÑÓN	6	3	10	19	PREVENTIVO
CATALINA	1	B	2	FALTA DE ENGRASA MIENTO DE LA CATALINA	6	3	10	19	PREVENTIVO
CADENA	1	B	2	FALTA ENGRASE DE LA CADENA	6	3	10	19	PREVENTIVO
CONDUCTOR	2	A	1	PRESENCIA DE PUNTOS CALIENTES POR DEFECTOS EN LOS TERMINALES DE CONEXIÓN, POR TERMINALES INSTALADOS DE FORMA INADECUADA.	4	7	10	21	PREVENTIVO
INTERRUPTOR AUTOMATICO	2	B	1	PRESENCIA PUNTOS CALIENTES POR CONEXIONES FLOJAS POR LA VIBRACIÓN DEL SISTEMA O CONEXIONES MAL AJUSTADAS.	6	10	10	26	PREVENTIVO
CONECTORES	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR CORROSIÓN EN LOS ELEMENTOS, CONDUCTORES, ELECTRODOS, CONECTORES.	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES ROTOS	6	10	10	26	PREDICTIVO
	2	B	2	DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA POR DAÑO EN CONECTORES O CONEXIONES FLOJAS	6	10	10	26	PREDICTIVO
TUBERÍA FLEX	3	A	1	TUBERÍA FLEXIBLE DAÑADO	2	9	5	16	PREVENTIVO
TUBERÍA ENTR	3	A	1	TUBERÍA DE ENTRADA CORROÍDA	2	8	5	15	PREVENTIVO
VÁLVULA	3	A	1	FALLA MECÁNICA DE LA VÁLVULA DE ENTRADA	2	9	5	16	PREVENTIVO
	3	A	1	JUNTA JHONSON AVERIADO	3	9	5	17	PREVENTIVO
JUNTA JHONSON	3	A	1	CARBONES DE JUNTA JHONSON AVERIADO	4	9	6	19	PREVENTIVO
FILTRO	3	A	2	FILTRO DE CONDENSADO TAPONADO	4	9	6	19	PREVENTIVO
TRAMPA DE V	3	A	2	TRAMPA DE VAPOR OBTURADO	3	9	6	18	PREVENTIVO
VÁLVULA DE S	3	A	2	VÁLVULA DE SALIDA DE CONDENSADO AVERI	4	9	5	18	PREVENTIVO

Anexo 4.

**Descripción de las tareas del plan de
mantenimiento.**

EQUIPO: COCINA		DESCRIPCION DE LAS TAREAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO				REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC		HOJA:1/3			
CODIGO: 02-HC-0005						PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA					
				APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ							
COMPONENTE	REFERENCIA				RESULTADO DE LA EVALUACION	DESCRIPCION	RESPONSABLE				
	S	F	FF	MF			E	M	O	IN	
MOTOREDUCTOR	2	A	1	D	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema.	X				
	2	A	1	E	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones en las borneras del motor.	X				
PIÑON	1	B	2	A	PREDICTIVO	alinear despues de un montaje y cuando se detecta con el analizador de vibracion		X			
	1	B	2	B	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		
CATALINA	2	B	1	C	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		
CADENA	2	B	1	D	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		
CONDUCTOR	2	A	1	F	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones de conductor	X				
INTERRUPTOR AUTOMATICO	2	B	1	A	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones del interruptor de circuito.	X				
CONECTORES	2	B	2	A	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				
	2	B	2	B	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				
	2	B	2	C	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				
TUBERÍA FLEXIBLE	3	A	1	A	PREVENTIVO	revisión de tubería flexible y cambio		X			
TUBERÍA ENTRADA	3	A	1	B	PREVENTIVO	calibración de espesores		X			
VÁLVULA	3	A	1	C	PREVENTIVO	inspección y cambio		X			
	3	A	1	D	PREVENTIVO	revisión junta jhpson		X			
JUNTA JHONSON	3	A	1	E	PREVENTIVO	cambio de carbones junta jhazon		X			
	3	A	2	A	PREVENTIVO	revisión y cambio de filtro		X			
FILTRO	3	A	2	A	PREVENTIVO	revisión y cambio de filtro		X			
TRAMPA DE VAPOR	3	A	2	B	PREVENTIVO	revisión y cambio de la trampa de vapor		X			
VÁLVULA DE SALIDA	3	A	2	C	PREVENTIVO	inspección y cambio de la válvula de salida		X			

EQUIPO: PRENSA		DESCRIPCION DE LAS TAREAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO				REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC		HOJA.2/3			
CODIGO: HP-0007						PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA					
				APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ							
COMPONENTE	REFERENCIA				RESULTADO DE LA EVALUACION	DESCRIPCION	RESPONSABL				
	S	F	FF	MF			E	M	O	IN	
MOTOREDUCTOR	1	A	1	A	PREDICTIVO	analisis vibracional		X		X	
	1	A	1	B	PREVENTIVO	engrasar los rodamiento	X				
	1	C	3	A	PREVENTIVO	verificar el nivel de aceite y rellenar cuando sea necesario		X			
	1	C	3	B	PREVENTIVO	cambio de aceite		X			
	1	C	3	C	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro para luego analizarlos sie es necesario el cambio		X		X	
	1	C	3	D	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro		X		X	
	2	A	1	A	PREDICTIVO	Realizar medición de vibraciones con espectro al motor.	X			X	
	2	A	1	B	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema. Realizar medición de aislamiento.	X				
	2	A	1	C	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema. Realizar medición de aislamiento.	X				
	2	A	1	D	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema.	X				
	2	A	1	E	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones en las borneras del motor.	X				
PIÑON	1	B	2	A	PREDICTIVO	alinear despues de un montaje y cuando se detecta con el analizador de vibracion		X			
	1	B	2	B	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		
CATALINA	2	B	1	C	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		
CADENA	2	B	1	D	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		
CONDUCTOR	2	A	1	F	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones de conductor	X				
INTERRUPTOR AUTOMATICO	2	B	1	A	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones del interruptor de circuito.	X				
CONECTORES	2	B	2	A	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				
	2	B	2	B	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				
	2	B	2	C	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				

EQUIPO: SECADOR		DESCRIPCION DE LAS TAREAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO				REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC		HOJA:3/3			
CODIGO: 02-SS-0014						PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA					
				APROBADO POR: ING.CESAR DIAZ							
COMPONENTE	REFERENCIA				RESULTADO DE LA EVALUACION	DESCRIPCION	RESPONSABL				
	S	F	FF	MF			E	M	O	IN	
MOTOREDUCTOR	1	A	1	A	PREDICTIVO	analisis vibracional		X		X	
	1	A	1	B	PREVENTIVO	engrasar los rodamiento	X				
	1	C	3	A	PREVENTIVO	verificar el nivel de aceite y rellenar cuando sea necesario		X			
	1	C	3	B	PREVENTIVO	cambio de aceite		X			
	1	C	3	C	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro para luego analizarlos sie es necesario el cambio		X		X	
	1	C	3	D	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro		X		X	
	2	A	1	A	PREDICTIVO	Realizar medición de vibraciones con espectro al motor.	X			X	
	2	A	1	B	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema. Realizar medición de aislamiento.	X				
	2	A	1	C	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema. Realizar medición de aislamiento.	X				
	2	A	1	D	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema.	X				
2	A	1	E	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones en las borneras del motor.	X					
PIÑON	1	B	2	A	PREDICTIVO	alinear despues de un montaje y cuando se detecta con el analizador de vibracion		X			
	1	B	2	B	PREVENTIVO	limpieza y engrase				X	
CATALINA	2	B	1	C	PREVENTIVO	limpieza y engrase				X	
CADENA	2	B	1	D	PREVENTIVO	limpieza y engrase				X	
CONDUCTOR	2	A	1	F	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones de conductor	X				
INTERRUPTOR AUTOMATICO	2	B	1	A	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones del interruptor de circuito.	X				
CONECTORES	2	B	2	A	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				
	2	B	2	B	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				
	2	B	2	C	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				
TUBERÍA FLEXIBLE	3	A	1	A	PREVENTIVO	revisión de tubería flexible y cambio		X			
TUBERÍA ENTRADA	3	A	1	B	PREVENTIVO	calibración de espesores		X			
VÁLVULA	3	A	1	C	PREVENTIVO	inspección y cambio		X			
JUNTA JHONSON	3	A	1	D	PREVENTIVO	revisión junta jhpson		X			
	3	A	1	E	PREVENTIVO	cambio de carbones junta jhpson		X			
FILTRO	3	A	2	A	PREVENTIVO	revisión y cambio de filtro		X			
TRAMPA DE VAPOR	3	A	2	B	PREVENTIVO	revisioo y cambio de la trampa de vapor		X			
VÁLVULA DE SALIDA	3	A	2	C	PREVENTIVO	inspección y cambio de la válvula de salida		X			

Anexo 5.

**Costo de las actividades de plan de
mantenimiento.**

EQUIPO: COCINA		COSTO DE LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO										REALIZADO POR: FREDY SAYRITUPAC		HOJA: 1/3			
CODIGO: 02-HC-0005		PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA										REVISADO POR: BACH JAI MES					
												APROBADO POR: ING. CESAR DIAZ					
COMPONENTE	REFERENCIA				TAREA PROGRAMADA	ACTIVIDAD	EJECUTOR				FRECUENCIA	DURACION(MIN)	MOBILIDAD	H. PRODUCTIVO	MATERIAL	SUB TOTAL	AÑO
	S	F	FF	MF			E	M	O	IN							
MOTOREDUCTOR	1	A	1	A	PREDICTIVO	analisis vibracional		X		X	1M	30	3.5	0	2.4	5.9	70.8
	1	A	1	B	PREVENTIVO	engrasar los rodamiento	X				15D	20	0.7	0	2	2.7	64.0
	1	C	3	A	PREVENTIVO	verificar el nivel de aceite y rellenar cuando sea necesario		X			1M	30	1	0	5	6.0	72.0
	1	C	3	B	PREVENTIVO	cambio de aceite		X			6M	15	0.5	0	20	20.5	41.0
	1	C	3	C	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro para luego analizarlos si es necesario el cambio		X		X	1M	15	1.8	0	2.4	4.2	49.8
	1	C	3	D	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro		X		X	1M	15	1.8	0	2.4	4.2	49.8
	2	A	1	A	PREDICTIVO	Realizar medición de vibraciones con espectro al motor	X			X	1M	15	0.5	0	2.4	2.9	34.8
	2	A	1	B	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema Realizar medición de aislamiento	X				7D	15	0.5	0	0.2	0.7	36.0
	2	A	1	C	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema Realizar medición de aislamiento	X				15D	15	0.5	0	0.2	0.7	16.8
	2	A	1	D	PREDICTIVO	Tomar datos temperatura de operación del sistema.	X				15D	15	0.5	0	0.2	0.7	16.8
	2	A	1	E	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones en las borneras del motor.	X				1M	15	0.5	0	0.2	0.7	8.4
PIÑON	1	B	2	A	PREDICTIVO	alinear despues de un montaje y cuando se detecta con el analizador de vibracion		X			1M	30	3.5	0	0.5	4.0	48.0
	1	B	2	B	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	0.5	0	0.2	0.7	36.0
CATALINA	2	B	1	C	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	0.5	0	0.2	0.7	36.0
CADENA	2	B	1	D	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	0.5	0	0.2	0.7	36.0
CONDUCTOR	2	A	1	F	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones de conductor	X				1M	20	0.7	0	0.3	1.0	11.6
INTERRUPTOR AUTOMATICO	2	B	1	A	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones del interruptor de circuito.	X				7D	20	0.7	0	0.3	1.0	49.7
CONECTORES	2	B	2	A	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				3M	45	1.5	0	0.3	1.8	7.2
	2	B	2	B	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra	X				3M	45	1.5	0	0.3	1.8	7.2
	2	B	2	C	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra	X				3M	45	1.5	0	0.3	1.8	7.2
TUBERÍA FLEXIBLE	3	A	1	A	PREVENTIVO	revisión de tuberia flexible y cambio		X			6M	60	2	0	300	302.0	604.0
TUBERÍA ENTRADA	3	A	1	B	PREVENTIVO	calibración de espesores		X			A	15		0		0.0	0.0
VÁLVULA	3	A	1	C	PREVENTIVO	inspección y cambio		X			6M	45	1.5	0	250	251.5	503.0
JUNTA JHONSON	3	A	1	D	PREVENTIVO	revisión junta jhonzon		X			3M	120	4	0	4.0	4.0	16.0
	3	A	1	E	PREVENTIVO	cambio de carbones junta jhonzon		X			6M	120	4	0	100	104.0	208.0
FILTRO	3	A	2	A	PREVENTIVO	revisión y cambio de filtro		X			6M	30	1	0	200	201.0	402.0
TRAMPA DE VAPOR	3	A	2	B	PREVENTIVO	revisión y cambio de la trampa de vapor		X			6M	45	1.5	0	250	251.5	503.0
VÁLVULA DE SALIDA	3	A	2	C	PREVENTIVO	inspección y cambio de la valvula de salida		X			6M	45	1.5	0	250	251.5	503.0

EQUIPO:		COCINA		COSTO DE LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO										REALIZADO POR: FREDDY SAYRITUPAC		HOJA: 1/3	
CODIGO:		02-HC-0005		PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA										REVISADO POR: BACH JAIMES			
														APROBADO POR: ING. CESAR DIAZ			
COMPONENTE	REFERENCIA				TAREA PROGRAMADA	ACTIVIDAD	EJECUTOR				FRECUENCIA	DURACION (M)	MAOBRA	H. PRODUCTO	MATERIAL	SUB TOTAL	AÑO
	S	F	FF	MF			E	M	O	IN							
MOTOREDUCTOR	1	A	1	A	PREDICTIVO	analisis vibracional		X		X	1M	30	3.5	0	2.4	5.9	70.8
	1	A	1	B	PREVENTIVO	engrasar los rodamiento	X				15D	20	0.7	0	2	2.7	64.0
	1	C	3	A	PREVENTIVO	verificar el nivel de aceite y rellenar cuando sea necesario		X			1M	30	1	0	5	6.0	72.0
	1	C	3	B	PREVENTIVO	cambio de aceite		X			6M	15	0.5	0	20	20.5	41.0
	1	C	3	C	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro para luego analizarlos sie es necesario el cambio		X		X	1M	15	1.8	0	2.4	4.2	49.8
	1	C	3	D	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro		X		X	1M	15	1.8	0	2.4	4.2	49.8
	2	A	1	A	PREDICTIVO	Realizar medición de vibraciones con espectro al motor	X			X	1M	15	0.5	0	2.4	2.9	34.8
	2	A	1	B	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema. Realizar medición de aislamiento	X				7D	15	0.5	0	0.2	0.7	36.0
	2	A	1	C	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema. Realizar medición de aislamiento	X				15D	15	0.5	0	0.2	0.7	16.8
	2	A	1	D	PREDICTIVO	Tomar datos temperatura de operación del sistema.	X				15D	15	0.5	0	0.2	0.7	16.8
	2	A	1	E	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones en las borneras del motor	X				1M	15	0.5	0	0.2	0.7	8.4
PIÑON	1	B	2	A	PREDICTIVO	alinear despues de un montaje y cuando se detecta con el analizador de vibracion		X			1M	30	3.5	0	0.5	4.0	48.0
	1	B	2	B	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	0.5	0	0.2	0.7	36.0
CATALINA	2	B	1	C	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	0.5	0	0.2	0.7	36.0
CADENA	2	B	1	D	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	0.5	0	0.2	0.7	36.0
CONDUCTOR	2	A	1	F	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones de conductor	X				1M	20	0.7	0	0.3	1.0	11.6
INTERRUPTOR AUTOMATICO	2	B	1	A	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones del interruptor de circuito.	X				7D	20	0.7	0	0.3	1.0	49.7
CONECTORES	2	B	2	A	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				3M	45	1.5	0	0.3	1.8	7.2
	2	B	2	B	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				3M	45	1.5	0	0.3	1.8	7.2
	2	B	2	C	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra.	X				3M	45	1.5	0	0.3	1.8	7.2
TUBERÍA FLEXIBLE	3	A	1	A	PREVENTIVO	revisión de tubería flexible y cambio		X			6M	60	2	0	300	302.0	604.0
TUBERÍA ENTRADA	3	A	1	B	PREVENTIVO	calibración de espesores		X			A	15		0		0.0	0.0
VÁLVULA	3	A	1	C	PREVENTIVO	inspección y cambio		X			6M	45	1.5	0	250	251.5	503.0
JUNTA JHONSON	3	A	1	D	PREVENTIVO	revisión junta jhomon		X			3M	120	4	0	0	4.0	16.0
	3	A	1	E	PREVENTIVO	cambio de carbones junta jhomon		X			6M	120	4	0	100	104.0	208.0
FILTRO	3	A	2	A	PREVENTIVO	revisión y cambio de filtro		X			6M	30	1	0	200	201.0	402.0
TRAMPA DE VAPOR	3	A	2	B	PREVENTIVO	revisión y cambio de la trampa de vapor		X			6M	45	1.5	0	250	251.5	503.0
VÁLVULA DE SALIDA	3	A	2	C	PREVENTIVO	inspección y cambio de la válvula de salida		X			6M	45	1.5	0	250	251.5	503.0

EQUIPO:		SECADOR		COSTO DE LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO										FREDY SAYRITUPAC		HOJA 3/3	
CODIGO:		02-SS-0014		PLANTA DE PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 5 TN/HORA										REVISADO POR: BACH JAMES			
														APROBADO POR ING CESAR DIAZ			
COMPONENTE	REFERENCIA				TAREA PROGRAMADA	ACTIVIDAD	EJECUTOR				FRECUENCIA	DURACION (MIN)	M.OBRA	H.PROD	MATERIALES	SUB TOTAL	AÑO
	S	F	FF	MF			E	M	O	IN							
MOTOREDUCTOR	1	A	1	A	PREDICTIVO	analisis vibracional		X		X	1M	30	35	0	24	59	708
	1	A	1	B	PREVENTIVO	engrasar los rodamiento	X				15D	20	07	0	2	27	640
	1	C	3	A	PREVENTIVO	verificar el nivel de aceite y rellenar cuando sea necesario		X			1M	30	1	0	5	60	720
	1	C	3	B	PREVENTIVO	cambio de aceite		X			6M	15	05	0	20	205	410
	1	C	3	C	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro para luego analizarlos si es necesario el cambio		X		X	1M	15	18	0	24	42	498
	1	C	3	D	PREDICTIVO	verificar con el vibrometro		X		X	1M	15	18	0	24	42	498
	2	A	1	A	PREDICTIVO	Realizar medición de vibraciones con espectro al motor	X			X	1M	15	05	0	24	29	348
	2	A	1	B	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema Realizar medición de aislamiento	X				7D	15	05	0	02	07	360
	2	A	1	C	PREDICTIVO	Tomar datos de tensiones, corrientes y temperatura de operación del sistema Realizar medición de aislamiento	X				15D	15	05	0	02	07	168
	2	A	1	D	PREDICTIVO	Tomar datos temperatura de operación del sistema	X				15D	15	05	0	02	07	168
2	A	1	E	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones en las borneras del motor.	X				1M	15	05	0	02	07	84	
PIÑÓN	1	B	2	A	PREDICTIVO	alinear despues de un montaje y cuando se detecta con el analizador de vibracion		X			1M	30	35	0	05	40	480
	1	B	2	B	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	05	0	02	07	360
CATALINA	2	B	1	C	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	05	0	02	07	360
CADENA	2	B	1	D	PREVENTIVO	limpieza y engrase			X		7D	20	05	0	02	07	360
CONDUCTOR	2	A	1	F	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones de conductor	X				1M	20	07	0	03	10	116
INTERRUPTOR AUTOMATICO	2	B	1	A	PREVENTIVO	Tomar datos de temperaturas en puntos de conexión, realizar limpieza y ajuste de conexiones del interruptor de circuito	X				7D	20	07	0	03	10	497
CONECTORES	2	B	2	A	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra	X				3M	45	15	0	03	18	72
	2	B	2	B	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra	X				3M	45	15	0	03	18	72
	2	B	2	C	PREDICTIVO	Medir resistencia de puesta a tierra	X				3M	45	15	0	03	18	72
TUBERÍA FLEXIBLE	3	A	1	A	PREVENTIVO	revison de tubería flexible y cambio		X			6M	60	2	0	300	3020	6040
TUBERÍA ENTRADA	3	A	1	B	PREVENTIVO	calibracion de espesores		X			A	15		0		00	00
VÁLVULA	3	A	1	C	PREVENTIVO	inspeccion y cambio		X			6M	45	15	0	250	2515	5030
JUNTA JHONSON	3	A	1	D	PREVENTIVO	revison junta jhason		X			3M	120	4	0	0	40	160
	3	A	1	E	PREVENTIVO	cambio de carbones junta jhazon		X			6M	120	4	0	100	1040	2080
FILTRO	3	A	2	A	PREVENTIVO	revison y cambio de filtro		X			6M	30	1	0	200	2010	4020
TRAMPA DE VAPOR	3	A	2	B	PREVENTIVO	revison y cambio de la trampa de vapor		X			6M	45	15	0	250	2515	5030
VÁLVULA DE SALIDA	3	A	2	C	PREVENTIVO	inspeccion y cambio de la válvula de salida		X			6M	45	15	0	250	2515	5030