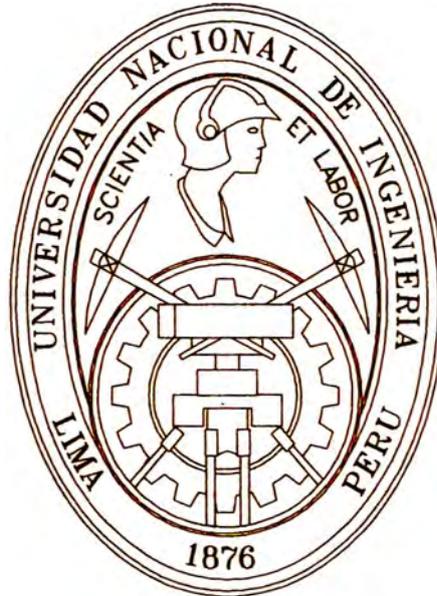


Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO
APLICADO A LOS EQUIPOS CRITICOS DE UNA PLANTA
DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO DE 138 TPH**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

PRESENTADO POR:

JORGE LUIS LEÓN ACUÑA

**PROMOCIÓN
2002 - II
LIMA – PERÚ
2008**

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I

1. Introducción

1.1	Descripción del complejo industrial	2
1.2	Planteamiento del problema	6
1.3	Justificación e importancia del estudio	7
1.4	Objetivo general	7
1.5	Alcance	7
1.6	Limitaciones	8

CAPITULO II

2. Procesamiento de la Harina y Aceite de pescado

2.1	Proceso de obtención de la harina	9
2.2	Proceso de obtención del aceite	14
2.3	Equipos que intervienen en el proceso de producción	
2.4	Mantenimiento aplicado a la planta	24
2.5	Bases sobre la gestión del mantenimiento	
2.5.1	Definiciones internacionales sobre el concepto actual de mantenimiento	26
2.5.2	Tipos de mantenimiento	27
2.5.3	Indicadores de mantenimiento	31

CAPITULO III**3. Diagnostico del sistema actual de mantenimiento**

3.1	Organización actual	34
3.2	Modelos de análisis	40
3.2.1	Enfoque sistémico	40
3.2.2	Diagrama de afinidad aplicado al personal	42
3.3	Resultado del diagnostico	42

CAPITULO IV**4. Propuesta de un sistema integral de mantenimiento preventivo y predictivo**

4.1	Alcances del mantenimiento preventivo	45
4.2	Alcances del mantenimiento predictivo	60

CAPITULO V

5.	Estructura de costos	85
	Conclusiones	91
	Bibliografía	93
	Anexos	

PROLOGO

El presente informe presenta el Plan de mantenimiento preventivo y predictivo propuesto a aplicarse a los equipos críticos de una planta de Harina y Aceite de pescado, justificándose la propuesta en que constituye una alternativa para hacer más eficiente la producción de la planta.

En el primer capítulo se describen los antecedentes, alcances y limitaciones que contempla el presente informe.

En el segundo capítulo se detallan 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, describiéndose además el mantenimiento que anteriormente se realizaba en la planta.

En el tercer capítulo se detallan la bases teóricas en que se sustenta la gestión del mantenimiento; definiciones y tipos de mantenimiento, y los principales indicadores de mantenimiento.

En el cuarto capítulo se detalla el diagnóstico actual del sistema de mantenimiento seguido en la planta; la organización, el modelo de análisis y resultados.

En el quinto capítulo se detallan los alcances del mantenimiento preventivo y predictivo.

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

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO INDUSTRIAL

1.1.1 Historia de SIPESA

El Grupo Sindicato Pesquero del Perú (Sipesa) fue una empresa dedicada a la captura de especies hidrobiológicas, su transformación en harina y aceite de pescado y su comercialización, orientada básicamente para el mercado externo; en abril del 2006 Isaac Galsky, principal accionista de Sipesa, vendió la empresa a Tecnológica de Alimentos, del Grupo Brescia, creándose el mayor conglomerado pesquero a nivel mundial.

SIPESA contaba en el 2006 hasta el primer trimestre con ocho plantas de harina y aceite de pescado, ubicadas en Paita, Chicama, Chimbote, Végueta, Pisco, Atico, Matarani y Mollendo. Cinco elaboran harina FAQ (582 TM/hora en conjunto) y tres hacen harinas especiales (379 TM/hora en total).

En año 2005 Sipesa suscribió con Pesca Perú Callao Sur un contrato de arrendamiento de una planta harinera en el Callao, por un plazo de 10 años; suscribiendo además un contrato para usar las instalaciones productivas de la empresa Cridani, bajo la modalidad de maquila, en Chimbote.

Así, Tasa asume las operaciones de las ocho plantas harineras de Sipesa, así como el contrato de arrendamiento operativo que se mantenía con Pesca-Perú Callao Sur y su flota pesquera, formada por 51 embarcaciones de cerco (con una capacidad de bodega de 16.360 TM) cuatro multipropósito y una arrastrera.

1.1.2 Ubicación geográfica

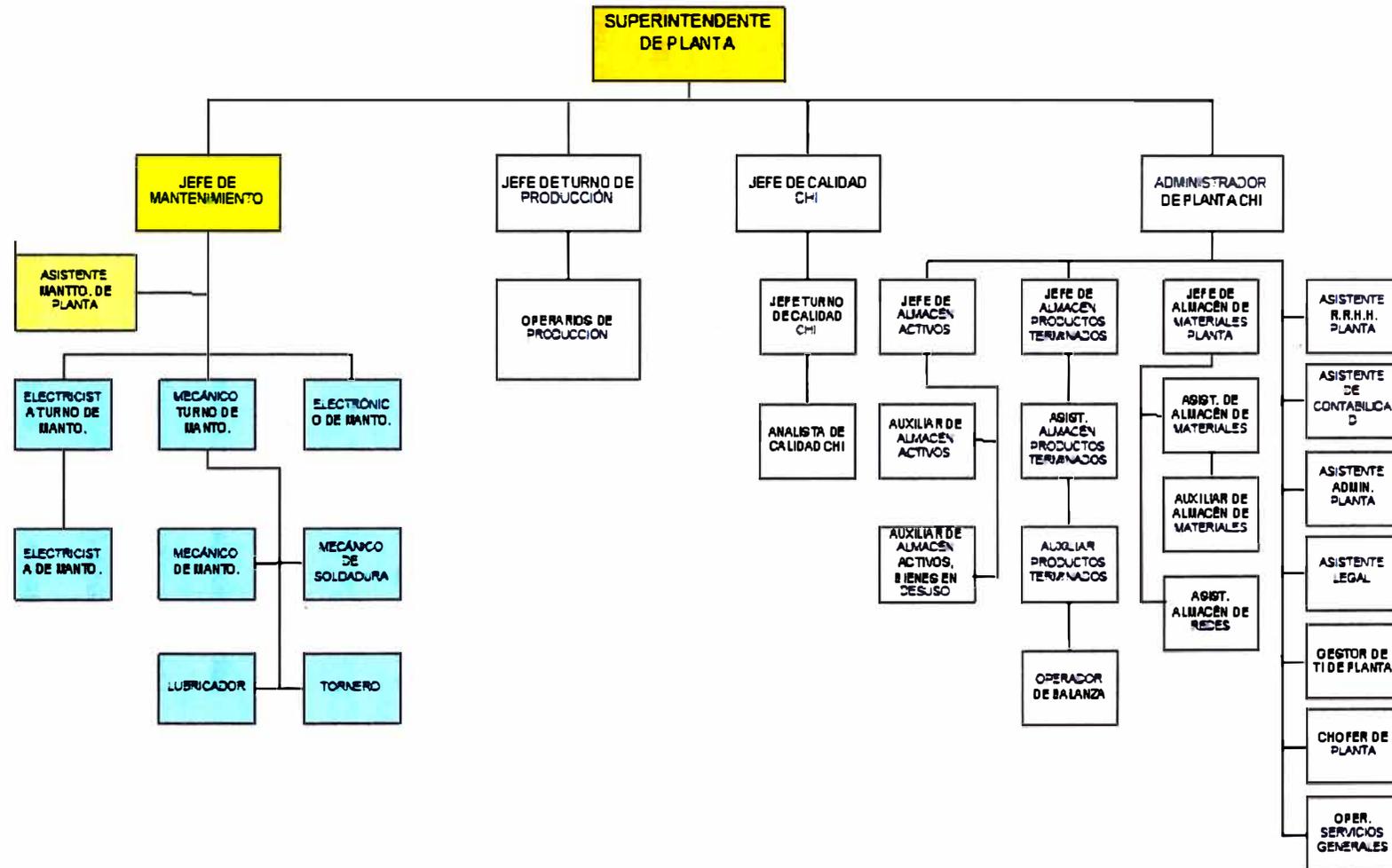
Ahora la planta TASA Chimbote Norte se encuentra ubicado en el Barrio de La Florida Baja del Distrito de Chimbote, provincia del Santa, Departamento de Ancash a 440 Km. al norte de la ciudad de Lima.



Fig. 1.1 Ubicación geográfica de la Planta Chimbote norte

1.1.3 Organización de TASA

ORGANIGRAMA DE PLANTA TASA CHIMBOTE NORTE



1.1.3.1 Materia prima

La materia prima empleada en esta industria es la anchoveta, anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*), recurso renovable mediante su caza racional se permite la reproducción de la especie, esto esta controlado por el Ministerio de la Producción.

1.1.3.2 Proceso de producción

- Extracción de materia prima: empieza con la captura de materia prima con las embarcaciones.
- Recepción de la materia prima: proceso mediante el cual se recibe la materia prima, enviada desde la Chata hasta su almacenamiento en las pozas.
- Recuperación secundaria: mediante el procesamiento de la sanguaza tratada en las Trampas de grasa, Celdas de flotación, separadora, centrifuga y pulidora de recuperación se obtiene el aceite de recuperación.
- Almacenamiento del pescado: se realiza en pozas de concreto y desocupándolas llevando un orden para su posterior procesamiento.
- Cocinado y prensado: la materia prima es transportada mediante elevadores de cangilones hasta su distribución a las cocinas, desaguando la materia cocida y prensado hasta una humedad adecuada.

- **Secado:** este proceso se realiza en dos etapas: pre secado y secado final, al final obteniéndose harina con humedad y temperatura adecuada
- **Molienda y ensaque:** en molienda se obtiene la granulación óptima y se envía la harina a través de un sistema neumático hasta ensaque donde se envasa la harina.
- **Tratamiento de caldos:** aquí todos los caldos obtenidos después del cocinado son enviados a separadoras de sólidos, centrífuga y pulidoras de producción obteniéndose aceite de producción.
- **Planta de vapor:** se produce el vapor necesario para los procesos de producción, a través de calderos.
- **Planta de fuerza:** se produce energía eléctrica necesaria para garantizar una producción continua.

1.1.3.3 Productos terminados

Los productos obtenidos son la harina y aceite de pescado, la harina es almacenada en rumas de 1000 sacos cada una y el aceite almacenado en tanques.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática nace de la necesidad de optimizar el Mantenimiento Preventivo ya implantado, siendo puntuales en la implantación del Mantenimiento Preventivo y Predictivo de los equipos críticos de la planta y así enfocarnos en la operatividad de estos.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El presente informe que se realiza es muy necesario ante la falta de aplicación correcta del mantenimiento preventivo y escasa aplicación del mantenimiento predictivo, motivado ante esa situación se realiza y prepara el siguiente informe.

El estudio amplía la visión sobre la industria pesquera y su importancia radica en el campo de acción, así como la ingeniería aplicada en el mantenimiento de sus equipos.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para los equipos críticos en una planta de Harina y Aceite de pescado.

1.4.1 Objetivos específicos

- Identificación de los equipos críticos dentro del proceso productivo de la planta.
- Diseño del mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos críticos en el proceso de obtención de la harina de pescado.
- Diseño del mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos críticos en el proceso de obtención del aceite de pescado.

1.5 ALCANCE

El presente informe está encaminado a proponer la optimización del mantenimiento proponiendo la implementación del mantenimiento preventivo y predictivo en la Planta TASA Chimbote Norte.

Esta implementación surge al encontrar problemas en la aplicación óptima del mantenimiento. Asimismo, otras de las finalidades es incrementar la disponibilidad de planta al tener lo equipos operativos.

1.6 LIMITACIONES

El presente informe se encuentra limitado por la antigüedad de algunos equipos y por el acceso a la información actual de esos equipos.

Además que todas las técnicas no pueden ser aplicadas a los equipos críticos de los procesos de producción.

CAPITULO II

PROCESAMIENTO DE LA HARINA Y ACEITE DE PESCADO

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.

2.1 PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE LA HARINA

La materia prima esta 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:

Recepción de Materia Prima

Las embarcaciones cargadas con la pesca se acoderan a la Chata Tamakún, la cual tiene un casco de acero, eslora de 18.91 pies, manga 9.10 pies y puntal 10 pies, la cual se encuentra fondeada a una distancia de 500 m de la Planta o del Muelle el Sol y se encuentra equipada con 03 equipos absorbentes 02 de marca Hidrostal de 200 TM/h y 01 Sistema Iras al vacío de 160 TM/h con sus respectivos manguerones de succión y descarga, los mismos que están conectadas a 03 tuberías submarinas, permitiendo de esta manera lanzar el pescado hacia la planta a un sistema de predesaguado constituido por desaguadores rotativos y transportadores de mallas, que entregan el pescado a 02 tolvas electrónicas de pesaje, las cuales descargan en 05 pozas de concreto: 200, 250, 300, 400, 420 TM

de capacidad cada uno, cuentan con techo y piso inclinado con un transportador helicoidal central por poza.

Dentro de la industria pesquera, un Sistema de Bombeo efectivo es aquel que logra descargar el máximo de pescado en un tiempo determinado con el menor daño posible a la materia prima, condición que dependerá directamente de la calidad de la materia prima y de las horas de captura que tenga.

Recuperación Secundaria

Para trasladar el pescado desde las embarcaciones hasta las pozas, se emplean bombas centrifugas Hidrosta; el agua de mar absorbida por estos equipos, se encuentra en una proporción de dos a uno con respecto al pescado, a esta agua se le llama agua de bombeo. El agua de bombeo luego de la descarga arrastra consigo sólidos y grasa, mediante 4 recuperadores de sólidos rotativos. Los sólidos son recuperados y derivados hacia las pozas de pescado, mientras que el agua de bombeo sin sólidos es dirigida a 3 equipos recuperadores de grasas, 2 Trampas de Grasa y 1 Celda de Flotación Fima Denver; la grasa recuperada se adiciona a la línea de producción para la obtención del aceite de pescado y el líquido clarificado es evacuado con un emisor submarino a 1700 m de la playa. La recuperación secundaria influirá directamente en dos aspectos, primero en la optimización de los rendimientos y el segundo en la protección del medio ambiente, mas aun si la materia prima descargada tuviera varias horas de captura.

Almacenamiento de Pescado

El pescado almacenado en las pozas es evacuado por transportadores helicoidales y entregado a los cocinadores a través de 2 elevadores de cangilones de pescado.

La sanguaza producida durante el almacenamiento del pescado en pozas es tratada por las separadoras y centrifugas luego del tratamiento térmico respectivo para su coagulación. Durante el almacenamiento se debe tratar de evitar lo siguiente:

- Muchas horas de almacenamiento, lo cual implicaría un mayor deterioro de la materia prima, mayor cantidad de sólidos y grasas en la sanguaza.
- Mezclar pescas con muchas horas de diferencia luego de su captura, esta condición de la materia prima produce problemas durante el proceso de producción, en cuanto al control de los parámetros se refiere.

Cocinado y Prensado

El cocinado o coagulamiento de la materia prima se realiza a 100°C con vapor indirecto y/o directo con la finalidad de deshidratar el pescado, coagular la proteína y liberar los lípidos para facilitar las siguientes etapas del proceso. Es en esta etapa del proceso donde se detiene por acción del calor la degradación del pescado por una acción enzimático y microbiológico.

Si el cocinado es adecuado, la eficiencia del prensado será mayor y por consiguiente la operación de secado se verá facilitada más aun si tenemos en cuenta que el queque de prensa recibirá los sólidos recuperados por la separadoras de sólidos y el concentrado de las plantas de agua de cola.

Para el cocimiento de la materia prima se utilizan tres cocinadotes la carga sale a una temperatura de 95°C a 100°C la misma que pasa por un sistema de preseparación de caldos o prestrainers, para luego pasar por 03 prensas.

El prensado tiene por objeto exprimir la materia prima para que ésta pierda agua y aceite. Luego del prensado se producen 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.

Secado

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 esta 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%.

El queque de las prensas es transportado mediante transportadores helicoidales a dos secadores de fuego directo, estos alimentan a otro secador de gases calientes Ergisa, de 60 TM/h de capacidad cada uno, el secado se realiza en dos etapas: el presecado en dos secadores de fuego directo y el secado final en el otro secador de gases calientes a una temperatura de gases en caja de humos de (75° a 115°C).

Es en esta etapa donde el queque de prensa recibe la adición de los sólidos recuperados por las separadoras de sólidos y el concentrado obtenido por la planta de agua de cola. La humedad con que ingrese la materia al secador será un factor limitante para la capacidad de los secadores ya que a mayor humedad del material a secar, se requeriría mayor evaporación en los secadores. Con el consecuente deterioro de los cilindros rotatorios y de las cámaras de fuego.

Molienda y Ensaque

En esta etapa del proceso se acondiciona el producto, con una Granulometría máxima retenida de 95% en malla N° 200.

El Scrap es molido por 3 molinos del tipo martillos locos, (02) 12 TM/HR y (01) 18 TM/HR, esta harina pasa a 3 Ventiladores centrífugos de 20 TM/HR, los cuales la envían a través de 3 transportadores neumáticos hacia el ensaque, donde pasa a un Sistema Dosificador de Antioxidante de 30 TM/HR de capacidad con sus respectivas bombas dosificadores ZENITH. Posteriormente es transportada por transportadores helicoidales hacia dos balanzas de pesaje Precisión Perú, de 8 sacos /min. cada una, donde la harina es recibida en envases de polipropileno de 50 kg. Los mismos que son cosidos y luego transportados por camiones de plataforma hacia los almacenes de harina para formar rumas de 1,000 sacos cada una. El producto final debe tener las siguientes características al momento de su envase:

Temperatura: 35°C

Humedad: 7% a 10%

Antioxidante: 700 ppm, en función al contenido de grasa del producto

Granulometría: 95-99%

Plantas de Agua de Cola

En las plantas de agua de cola, el agua de cola elimina grandes cantidades de agua por ebullición y al vacío, produciéndose el concentrado que luego es añadido al queque de prensa. Este concentrado generalmente es producido a 30-32 %, el concentrado es dosificado en el presecado y en el secado final.

Planta de Vapor

La planta de vapor es la que proporciona el vapor necesario para cocinar el pescado, calentar los caldos, y para el funcionamiento de las plantas de agua de cola. La planta de vapor consta de siete calderos.

Planta de Fuerza

Es la que proporciona la energía necesaria para el funcionamiento de los diversos equipos instalados.

Para el suministro de energía eléctrica de Hidrandina, la Planta cuenta con tres (03) transformadores y para la autogeneración consta de 7 grupos electrógenos.

2.2 PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ACEITE

Tratamiento de Caldos

Los caldos son una mezcla de varias corrientes de fluidos que se van generando durante el proceso de producción, estos son sanguaza, grasas de la recuperación secundaria, licor de pre-strainer y licor de prensas. Esta mezcla mientras este en tratamiento deberá tener como mínimo una temperatura 90 °C para facilitar la separación de fases en las separadoras de sólidos y centrifuga.

En muchas plantas hay precalentadores de caldo o simplemente se inyecta vapor directo para elevar la temperatura pero siempre hay que tener cuidado en no sobrepasar los 99°C ya que esto influirá directamente en la elaboración del aceite factor importante para comercialización.

Los caldos o licores están compuestos por sólidos, grasa y agua en mayor proporción. El tratamiento de caldos se centra precisamente en la separación de estos componentes o fases de la siguiente manera:

- Recuperación de los sólidos por las separadoras de sólidos.
- Obtención del aceite por las Centrifugas.
- Eliminación de humedad remanente por las pulidoras.
- Recuperación de los solubles del agua de cola por los evaporadores o planta de agua de cola.
- Reciclado de lodos de las centrifugas automáticas o dosificarlos durante el secado.

En esta etapa del proceso los caldos son tratados por equipos centrífugos preparados para separar los sólidos, grasas y agua por medio de la fuerza centrífuga, los caldos de los pre-strainers, de las prensas y de la recuperación secundaria, son tratados por 5 Separadoras: 3 Separadoras Westfalia de 40,000 Lt/h, 2 Separadoras Alfa Laval (estas dos últimas de recuperación secundaria).

Los sólidos o queque de separadoras se mezclan con el queque de prensas y pasan al secado primario, los caldos pasan por 2 centrifugas de 40,000 Lt/h, 1 centrifuga de 30,000 Lt/h y 2 centrifugas 20,000 Lt/h (las dos últimas son de recuperación secundaria). Previamente el aceite antes de su almacenamiento es tratado por 2 pulidoras mejorando la calidad de este. El aceite crudo es enviado a 3 tanques de almacenamiento de 1,490 TM cada uno.

2.3 EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

A continuación se indican los equipos que intervienen en los procesos productivos, de Harina y Aceite de pescado.

Equipos en el proceso productivo de harina de pescado

Recepción de materia prima

- Desaguador rotativo descarga N° 1

Marca: FABTECH

Modelo: DR-SD-1536-15-1S

Capacidad: 300 TPH

- Desaguador rotativo descarga N° 2

Marca: FABTECH

Modelo: DR-SD-1536-15-1S

Capacidad: 300 TPH

Almacenamiento de materia prima

- Poza de almacenamiento N° 1

Capacidad: 200 TM

Dimensiones: 2.50 m x 6.35 m x 17.5 m

- Poza de almacenamiento N° 2

Capacidad: 250 TM

Dimensiones: 2.30 m x 8.40 m x 13.5 m

- Poza de almacenamiento N° 3

Capacidad: 300 TM

Dimensiones: 3.62 m x 6.18 m x 14.8 m

- **Poza de almacenamiento N° 4**

Capacidad: 400 TM

Dimensiones: 4.65 m x 9.75 m x 14.2 m

- **Poza de almacenamiento N° 5**

Capacidad: 400 TM

Dimensiones: 4.65 m x 9.75 m x 14.2 m

Cocinado

- **Cocina N° 1**

Marca: Hetland Famia

Modelo: HIK 1616

Capacidad: 50 TM/Hr

- **Cocina N° 2**

Marca: Atlas Fima

Modelo: AF 50

Capacidad: 50 TM/Hr

- **Cocina N° 3**

Marca: Atlas Fima

Modelo: AF 50

Capacidad: 50 TM/Hr

Prensado

- **Prensa N° 1**

Marca: Stord Bartz

Modelo: BS 64F

Capacidad: 50 TM/Hr

- Prensa N° 2

Marca: Stord Bartz

Modelo: RS 64 SF

Capacidad: 50 TM/Hr

- Prensa N° 3

Marca: Stord Bartz

Modelo: RS 64 SF

Capacidad: 50 TM/Hr

Secado

- Secador N° 1

Tipo: Fuego Directo

Capacidad: 60 TM/Hr

- Secador N° 2

Tipo: Gases calientes

Capacidad: 60 TM/Hr

- Secador N° 3

Tipo: Fuego Directo

Capacidad: 60 TM/Hr

Molienda

- Molino N° 1

Tipo: Martillo loco

Cantidad martillos: 58

Capacidad: 12 TM

- Molino N° 2

Tipo: Martillo loco

Cantidad martillos: 108

Capacidad: 18 TM

○ Molino N° 3

Tipo: Martillo loco

Cantidad martillos: 76

Capacidad: 12 TM

Ensaque

○ Balanza ensacadora N° 1

Marca: Precisión Perú

Modelo: CB-780

Capacidad: 8 Sac/Min

○ Balanza ensacadora N° 2

Marca: Precisión Perú

Modelo: CB-780

Capacidad: 8 Sac/Min

Equipos en el proceso productivo de aceite de pescado

Recuperación secundaria

○ Filtro rotativo N° 1

Marca: Nahuelco

Modelo: RT-1540 REGAINER

Capacidad: 300 TN/HR

Tipo malla: Johnson

- **Filtro rotativo N° 2**

Marca: Famia
Modelo: VP-1560
Capacidad: 600 TN/HR
Tipo malla: Johnson

- **Filtro rotativo N° 3**

Marca: Nahuelco
Modelo: RT - 1540 REGAINER
Capacidad: 300 TN/HR
Tipo malla: Johnson

- **Filtro rotativo N° 4**

Marca: Famia
Modelo: VT-1560
Capacidad: 600 TN/HR
Tipo malla: Jonson

- **Trampa de grasa (2)**

Marca: FabTech
Modelo: TR-GR-520-AC-FI-CFA

- **Celda de flotación (2)**

Marca: Fima Denver
Modelo: WT-500
Capacidad: 1,200 TN/HR

Planta de aceite

- **Separadora de sólidos N° 1 (Westfalia)**

Modelo: CC 458-00-02

- Capacidad: 40,000 Lt/HR
- Separadora de sólidos N° 2 (Westfalia)
Modelo: CC 458-00-02
Capacidad: 40,000 Lt/HR
 - Separadora de sólidos N° 3 (Westfalia)
Modelo: CC 458-00-02
Capacidad: 40,000 Lt/HR
 - Centrifuga N° 1 (Westfalia)
Modelo: SA 100-33-177
Capacidad: 40,000 Lt/HR
 - Centrifuga N° 2 (Westfalia)
Modelo: SA 100-33-177
Capacidad: 40,000 Lt/HR
 - Centrifuga N° 3 (Alfa Laval)
Modelo: AFPX517
Capacidad: 30,000 Lt/HR
 - Pulidora N° 1 (Alfa Laval)
Modelo: AFPX213
Capacidad: 4,000 Lt/HR
 - Pulidora N° 2 (Alfa Laval)
Modelo: AFPX213
Capacidad: 4,000 Lt/HR

Equipos auxiliares en los procesos productivos

Planta de vapor

- **Caldero N° 1** (Power Master)
Tipo: Piro tubolar
Modelo: 3W-ABS-900-150
Capacidad: 900 BHP
- **Caldero N° 2** (Clever Brooks)
Tipo: Piro tubolar
Modelo: CB-600-800
Capacidad: 800 BHP
- **Caldero N° 3** (Power Master)
Tipo: Piro tubolar
Modelo: 3HWBS-700-200
Capacidad: 700 BHP
- **Caldero N° 4** (Power Master)
Tipo: Piro tubolar
Modelo: 3HWBS-700-150
Capacidad: 700 BHP
- **Caldero N° 5** (Power Master)
Tipo: Piro tubolar
Modelo: 3HWBS-800-150
Capacidad: 800 BHP
- **Caldero N° 6** (Power Master)
Tipo: Piro tubolar
Modelo: 3HWBS-600-200

- Capacidad: 600 BHP
- **Caldero N° 7 (Cleaver Brooks)**
Tipo: Piro tubular
Modelo: CB-2626-600
Capacidad: 600 BHP

Planta de fuerza

- **Grupo electrógeno N° 1 (Caterpillar)**
Modelo: 3406
Potencia generador: 320 Kw

- **Grupo electrógeno N° 2 (Caterpillar)**
Modelo: 3406
Potencia generador: 320 Kw

- **Grupo electrógeno N° 3 (Caterpillar)**
Modelo: 3406
Potencia generador: 320 Kw

- **Grupo electrógeno N° 4 (Caterpillar)**
Modelo: 3406
Potencia generador: 320 Kw

- **Grupo electrógeno N° 5 (Caterpillar)**
Modelo: 3406
Potencia generador: 320 Kw

- **Grupo electrógeno N° 6 (Caterpillar)**
Modelo: 3508
Potencia generador: 660 Kw

2.4 MANTENIMIENTO APLICADO A LA PLANTA

La aplicación del mantenimiento en la planta esta dividido en tres tipos de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo.

- **Mantenimiento Correctivo:** se aplica principalmente durante el proceso de producción, cuando se tiene que atender fallas repentinas que se producen en los equipos de la planta, en ese momento se tiene que corregir cualquier problema en el menor tiempo que sea posible. La atención tiene que ser inmediata, cualquier demora trae como consecuencia perdida en la producción.

El registro del mantenimiento correctivo se realiza en el sistema SAP, primero se crea un Aviso de Avería para luego registrar el mantenimiento correctivo.

- **Mantenimiento Preventivo:** se realizan en las temporadas de veda siguiendo un plan de mantenimiento, se aperturan Órdenes de Mantenimiento Preventivo en el sistema integrado SAP, en estas órdenes se van cargando los materiales requeridos y los servicios ejecutados por terceros.

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda SAP

Modificar Mantenimiento Preventivo. 80040021: Cabecera central

Cierre comercial

Orden: TH02 80040021 VJ REPARACIÓN DE BOMBA DE EMISOR 1
 Statist: LIB. MACO MOVH NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control

Responsable
 Gpo.plan. PL7 / FS17 Planif.Pita.Pesq.
 Rs.pto.tr. RECPLAB / FS17 Mecánico de Plan.
 Responsa. _____

Aviso 18117329
 Costes 0.00 PEN
 ClacN.PM 882 Mantenimiento
 Estdinstal _____
 Dirección _____

Fechas
 Inic.estr. 01.09.2007
 Fin.estr. 05.09.2007
 Prioridad 3-medio
 Revisión CHIV2 Orden en la 2a Veda CHI

Objeto de referencia
 Ubit. técn. CH0705-0102 Bomba de emisor submarino 1
 Equipo _____
 Conjunto _____

Datos avería Sintoma/Avería Fecha: aviso

Ini. desead 01.09.2007 14:44:28 Autor del aviso JMANSB
 Fin. desead 05.09.2007 14:44:28 Fecha de aviso 29.08.2007 14:44:28

Primera operación
 Operación VJ REPARACIÓN DE BOMBA DE EMISOR ChCá Calcular trabajo

Fig. 2.1 Apertura de orden de mantenimiento preventivo

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda SAP

Modificar Mantenimiento Preventivo. 80040021: Resumen de componentes

Cierre comercial

Orden: TH02 80040021 VJ REPARACIÓN DE BOMBA DE EMISOR 1
 Statist: LIB. MACO MOVH NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control

Po...	Componente	Denomin.	TE	Ctd.neces.	UM	TP	Ce.	Op.	Tipo aprovis.	Destinat...	Puesto descarga
0010	281394	OXIGENO INDUSTRIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	10	008	M3	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	E. SAUCEDO
0020	266411	PERNO HEX 3/4" X 2 1/2" FE.NE	<input checked="" type="checkbox"/>	3	PZA	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	B. NUÑEZ	
0030	275035	PERNO HEX 5/8" X 2 1/2" GRADO 5	<input checked="" type="checkbox"/>	3	PZA	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	B. NUÑEZ	
0040	293570	GRASA MOBILITH SHC 100 (LBS)	<input checked="" type="checkbox"/>	4	LB	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	B. NUÑEZ	
0050	276100	TRAPO INDUSTRIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	1	000	KG	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	B. NUÑEZ
0060	271403	LOCTITE N° 495 - PARA ORINGS	<input checked="" type="checkbox"/>	1	PZA	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	E. SAUCEDO	
0070	291903	EMPAQ ESTILO MG-970 5/8" GRAFITO EX.	<input checked="" type="checkbox"/>	1	940	KG	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	B. NUÑEZ
0080	291903	EMPAQ ESTILO MG-970 5/8" GRAFITO EX.	<input checked="" type="checkbox"/>	0	030	KG	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	B. NUÑEZ
0090	207725	BARRA AC CUADRADA SAE 1020 1/2" X 6.	<input checked="" type="checkbox"/>	2	PZA	L	FS17 0010	Reserva para orden	JMANSB	B. NUÑEZ	
0100	267016	SOLDADURA ACERO INOX AW 3/32"	<input checked="" type="checkbox"/>	1	000	KG	L	FS17 0020	Reserva para orden	JMANSB	SEGUNDO BALTODANO
0110	276100	TRAPO INDUSTRIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	0	500	KG	L	FS17 0020	Reserva para orden	JMANSB	SEGUNDO BALTODANO
0120											
0130											
0140											
0150											
0160											
0170											

Det. graf. Compras Lista Gráf. Conj. Ubitz material Rec. Catál.

Fig. 2.2 Apertura de orden de mantenimiento preventivo

- **Mantenimiento Predictivo:** se ha centrado únicamente en atender el análisis vibracional de algunos equipos principales de la planta, no teniendo en cuenta la criticidad de los mismos, esta actividad se realiza en las dos temporadas de producción de la planta.

El servicio es ejecutado por una empresa particular especializada dedicada al balanceo estático, dinámico y análisis vibracional de equipos.

2.5 BASES SOBRE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

2.5.1 Definiciones internacionales sobre el concepto actual de mantenimiento

“El mantenimiento procura contribuir por todos los medios disponibles a reducir en lo posible, el costo final de la operación de la Planta. De este fin se desprende un objetivo técnico, cual es el de conservar en condiciones de funcionamiento seguro y eficiente todo el equipo, maquinaria y estructuras de tratamiento”.

(Ing. Emilio Alpizar – Consultor)

“Un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida de forma rentable”.

(Lic. Manuel Escorza – Maquinas Térmicas)

“La función del mantenimiento ha sido históricamente considerada como un costo necesario en los negocios. Las nuevas tecnologías y prácticas innovadoras están colocando a la función del mantenimiento como una parte integral de la utilidad total en muchos negocios. Las técnicas de mantenimiento y su sentido práctico tienen el potencial para incrementar significativamente las ventajas en el mercado global”.

(SMRP – Society for Maintenance & Reliability Professionals)

2.5.2 Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Correctivo

No Planificado: Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no ha habido una antelada planificación. Esta forma de Mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural.

Este tipo de Mantenimiento Correctivo No Planificado consiste en la habitual reparación urgente tras una avería, la cual, que obliga a detener el equipo o máquina dañada.

Planificado: consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo y la reparación ha sido prevista.

Mantenimiento Preventivo

Es el tipo de mantenimiento en el cual las inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica pre-establecida en base a normas del fabricante y/o historia de las máquinas. También es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado-MPP.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtienen experiencias en cuanto a la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como en la definición de puntos débiles de instalaciones, y máquinas.

Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento basado fundamentalmente en el estado y síntomas de los equipos, estudiados mediante instrumentos que según el caso controlan vibraciones, ruido, espesores, metalografía, temperatura, análisis de lubricantes, rigidez dieléctrica, termografía, resistencia ohmica, análisis d corriente.

Su objetivo es detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo.

Mantenimiento Proactivo

El Mantenimiento Proactivo, es una filosofía de mantenimiento, es una forma de aplicación de la Reingeniería en el Mantenimiento, se estudian y analizan las fallas ó se estudian los equipos que ocasionan un alto costo de mantenimiento y/o una muy alta frecuencia de intervención.

El Mantenimiento Proactivo, establece una técnica de detección temprana, monitoreando el cambio en la tendencia de los parámetros considerados como causa de falla, para tomar acciones que permitan al equipo regresar a las condiciones establecidas que le permitan desempeñarse adecuadamente por mas tiempo, está dirigido fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. La longevidad de los componentes del sistema depende de que los parámetros de causas de falla sean mantenidos dentro de límites aceptables, utilizando una práctica de "detección y corrección" de las desviaciones según el programa de Mantenimiento Proactivo. Límites aceptables, significa que los parámetros de causas de falla están dentro del rango de severidad operacional que conducirá a una vida aceptable del componente en servicio.

Mantenimiento Productivo Total

En la actualidad es uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad, supone elevar unánimemente y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción.

El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos lo podemos definir como llegar a un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene; por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que la maquinaria está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

El primero de dichos factores recibe el nombre de fiabilidad, el cual es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación. Se mide por el tiempo medio entre averías.

El segundo factor denominado mantenibilidad se expresa por la bondad del diseño de las instalaciones y por la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de la reparación de una avería. En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

2.5.3 Indicadores de mantenimiento

Indicador de mantenimiento: Viene a ser la expresión cuantitativa que nos indica el estado del sistema de gestión de mantenimiento, respecto a un nivel de referencia: histórico, estándar o promedio general.

Primero se evalúan las mejoras en la fiabilidad y conservación del equipo y se comprueban cómo ayudan a elevar la eficacia de la producción de la planta y la calidad del producto. En segundo lugar se evalúa la eficiencia del trabajo de mantenimiento. En las industrias de proceso es importante sistematizar y acelerar el mantenimiento con parada, y lograr un arranque suave y rápido eliminando los problemas de éste. Para valorar la eficacia en la utilización del presupuesto de mantenimiento se analiza si el trabajo se está realizando mediante la utilización de los mejores y más económicos métodos.

Avería: daño, deterioro que impide el funcionamiento de algo.

Avería "A": cuando el daño ocasiona la parada total de la planta.

Avería "B": cuando el daño afecta el proceso normal de producción

Avería "C": cuando no afecta la producción

Tabla 2.1 Tipos de averías

A	PARADA DE PLANTA
B	AFECTA PRODUCCIÓN
C	NO AFECTA PRODUCCIÓN

Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo.prom.entre.fallas}}{\text{Tiempo.prom.entre.fallas} + \text{Mantenibilidad}} = \frac{MTBBF}{MTBF + MTTR}$$

La definición que se maneja en TASA es:

$$Disponibilidad = \frac{\text{Horas.de.produccion}}{\text{Horas.de.produccion} + \text{Horas.de.averia}}$$

Significa el porcentaje de tiempo de buen funcionamiento del sistema productivo. Para el cálculo de disponibilidad, las horas de avería se calculan: considerando que: las averías del tipo A pesan como uno, las averías del tipo B pesan como (0.5, 0.33 o 0.25) según el número de líneas de cocido; y las averías del tipo C pesan cero. Estos factores serán motivo de análisis para mejorar modelo de DISPONIBILIDAD (un modelo creado para que al menos tengamos un número que nos permita medirnos y compararnos); este modelo merece ser analizado, para tener algo mas cercano a la realidad.

Producción por cada avería

$$Produccion.por.cada.averia = \frac{\text{Acumulado.de.produccion}}{\text{N}^\circ.\text{de.Averias}}$$

Es decir cada cuántas toneladas de Harina ocurre una avería.

Tiempo medio entre fallas

$$\text{Tiempo.medio.entre.fallas} = \frac{\text{Horas.de.produccion}}{\text{N}^\circ \text{ Averias}}$$

Es decir cada cuántas horas de producción ocurre una avería tipo A o B.

Mantenibilidad

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{Horas.de.parada}}{\text{N}^\circ \text{ Averias}}$$

Facilidad relativa para intervenir un equipo cuando ocurre una avería tipo A o B; las horas de parada son las horas reales totales que pararon los equipos.

Indisponibilidad por producción

$$\text{Indisponibilidad.por.producción} = \frac{\text{Horas.parada}}{\text{Acumulado.producción}} \times 1000$$

Por cada 1000 Ton de Harina producida cuantas horas paramos por avería (tipo A o B); las horas de parada son las horas reales totales que pararon los equipos.

Ratio de costo de mantenimiento

$$\text{Ratio.de.cos.to.de.mantenimiento} = \frac{\text{Gasto.mantenimiento(\$)}}{\text{Acumulado.de.producción}}$$

Cuantos dólares gastamos por cada tonelada de harina producida.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE MANTENIMIENTO

3.1 ORGANIZACIÓN ACTUAL

Los niveles jerárquicos de las áreas de la empresa se encuentran estructurados según el organigrama de la misma, en donde se puede apreciar cómo interactúan entre ellas, podemos plantearnos algunas preguntas y sugerencias o respuestas al respecto. Mas adelante se tratarán estos cuestionamientos, cuando se desarrolle el análisis para la optimización de la Gestión del Mantenimiento en el presente capítulo.

Definir las funciones es muy importante para el Área de Mantenimiento de la Planta porque permite establecer todos los requisitos que se deben satisfacer para conformarse un equipo de trabajo.

Jefe de Mantenimiento de Planta

Objetivo del puesto:

Organizar, gestionar y supervisar las actividades del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los equipos de la planta con el fin de asegurar el óptimo funcionamiento de la misma así como del resto de las instalaciones de la planta.

Responsabilidades:

- Revisión y dar cumplimiento al Plan de Mantenimiento aprobado por la Jefatura de Planificación y Control de Mantenimiento de Planta.

- Mantenimiento de la óptima funcionalidad y operatividad de los equipos, componentes de la planta, así como las instalaciones de las oficinas administrativas.
- Aprobación del presupuesto anual del área y presupuesto de veda para su posterior aprobación.
- Administración de los recursos económicos, materiales y humanos asignados al área de mantenimiento.
- Administración del modulo de Mantenimiento del Sistema SAP (Systeme, Anwendungen und Produkte - Sistemas, Aplicaciones y Productos).
- Aprobación y cierre de las Órdenes de Mantenimiento, Reservas de materiales, Hojas de Entrada, Solicitudes de Servicios de Terceros y Solicitudes de Pedidos (Compras).
- Reporte a la Superintendencia y Gerencia de Operaciones CHI (Consumo Humano Indirecto) las actividades del área de mantenimiento, a través de reportes establecidos.
- Apoyo técnico al Área de Activos Técnicos, a través de emisión de informes para que la Gerencia decida sobre los activos que serán desechados o repotenciados.
- Seguimiento y administración de los sistemas ISO 9001 y 14000, GMP13, HACCP, dentro del área que le compete; así como participación activa en el Comité de Seguridad e Higiene Industrial.

Asistente de Mantenimiento de Planta

Objetivo del puesto:

Asistir en el control del mantenimiento de equipos de planta e instalaciones, y ejecutar las actividades administrativas del área.

Responsabilidades:

- Supervisión de las actividades de mantenimiento desarrolladas por el personal del área, de acuerdo con las órdenes dispuestas por el Jefe de Mantenimiento de Planta.
- Supervisión de las labores de mantenimiento realizadas por compañías terceras contratadas.
- Gestión del análisis de aceite y análisis técnico de los equipos, y administración de la información resultante.
- Administración de la información cargada en el Modulo de Mantenimiento y Proyectos del Sistema SAP.
- Elaboración de reportes de las labores de mantenimiento realizadas y comunicación al Jefe de Mantenimiento de Planta.

Electricista de Turno de Mantenimiento de Planta**Responsabilidades:**

- Responde por el mantenimiento eléctrico, a través de la organización y supervisión de las labores eléctricas realizadas por técnicos electricistas, de acuerdo con la agenda diaria de mantenimiento.
- Comunicación al Asistente o Jefe de Mantenimiento de Planta de los materiales a necesitar para ejecutar el mantenimiento a los equipos de Planta o instalaciones de las oficinas administrativas.
- Ejecución de las labores de mantenimiento eléctrico a los equipos de planta y reparaciones de las instalaciones eléctricas del resto de las áreas de la planta.
- Reporte del mantenimiento eléctrico realizado y situación general de los equipos.

- Supervisión de las operaciones de mantenimiento eléctrico efectuadas por las compañías que brindan servicio tercerizado.

Mecánico de Turno de Mantenimiento de Planta

Responsabilidades:

- Responde por el turno de mantenimiento mecánico, a través de la organización y supervisión de las labores de mantenimiento mecánico realizado por los mecánicos, torneros, soldadores y lubricadores de acuerdo con el programa de mantenimiento.
- Gestión del abastecimiento de suministros necesarios para la ejecución del mantenimiento mecánico y control de los mismos.
- Ejecución del mantenimiento mecánico por fallas o desperfectos mayores en los equipos de la planta.
- Reporte al Jefe de Mantenimiento de Planta sobre los trabajos de mantenimiento mecánico y situación de los equipos.
- Supervisión de las operaciones de mantenimiento mecánico efectuadas por las compañías que brindan servicios tercerizados.
- Evaluación del desempeño del personal a su cargo.
- Cumplimiento del programa de Seguridad e Higiene Industrial.

Electrónico de Mantenimiento de Planta

Responsabilidades:

- Organización, análisis y ejecución de las labores electrónicas de los equipos de plantas de acuerdo con el programa de mantenimiento y previa coordinación con el Jefe de Turno de Producción.

- Gestión del abastecimiento de suministros necesarios para la ejecución de trabajos electrónicos y control del uso de los mismos.
- Elaboración de informes técnicos del estado de los equipos y sistemas electrónicos de los mismos.
- Supervisión de las operaciones de mantenimiento electrónico efectuadas por las compañías que brindan servicios tercerizados.
- Cumplimiento del programa de Seguridad e Higiene Industrial.

Electricista de Mantenimiento de Planta

Responsabilidades:

- Ejecución de los trabajos eléctricos en los equipos e instalaciones de la planta, de acuerdo con el programa de mantenimiento o prioridad establecida por su Jefe inmediato.
- Operación de los grupos electrógenos, previa coordinación con los Jefes de Turno de Producción.
- Registro de los trabajos eléctricos realizados.
- Comunicación oportuna al Electricista de Turno, Asistente de Mantenimiento o Jefe de Mantenimiento de Planta sobre fallas o desperfectos eléctricos mayores de los equipos.
- Limpieza de las instalaciones de los equipos utilizados.

Mecánico de Mantenimiento de Planta

Responsabilidades:

- Ejecución de los trabajos de mantenimiento mecánico en los equipos de la planta, de acuerdo con el programa de mantenimiento o prioridad establecida por su jefe inmediato.

- Responsabilizarse por las herramientas asignadas para la ejecución del mantenimiento mecánico.
- Registro de los trabajos de mantenimiento mecánico realizados.
- Comunicación oportuna al Mecánico de Turno o Jefe de Mantenimiento de Planta sobre fallas o desperfectos de los equipos mayores de los equipos.
- Limpieza de las instalaciones y equipos utilizados.

Mecánico de Soldadura de Planta

Responsabilidades:

- Ejecutar los trabajos de mantenimiento mecánico de soldadura, de acuerdo con el programa de mantenimiento ó de acuerdo a la prioridad establecida por su jefe inmediato.
- Registro de los trabajos de soldadura realizados.
- Comunicación oportuna al Mecánico de Turno o Jefe de Mantenimiento de Planta sobre fallas o desperfectos mayores de los equipos.
- Limpieza de las instalaciones y equipos utilizados.

Mecánico Tornero de Planta

Responsabilidades:

- Realización del mantenimiento mecánico en el torno, así como los trabajos de mecánica de banco de acuerdo con el programa de mantenimiento.
- Registro de los trabajos de mantenimiento mecánico ejecutados.
- Comunicación oportuna al Mecánico de Turno o Jefe de Mantenimiento de Planta sobre fallas o desperfectos mayores de los equipos.
- Limpieza de las instalaciones y equipos utilizados.

Lubricador de Mantenimiento de Planta

Responsabilidades:

- Ejecución de la lubricación de los equipos de la planta, de acuerdo con el programa de lubricación o prioridad establecida por su jefe inmediato.
- Registro de los trabajos de lubricación ejecutados.
- Comunicación oportuna al Mecánico de Turno o Jefe de Mantenimiento de Planta sobre fallas o desperfectos mayores de los equipos.
- Limpieza de las instalaciones y equipos utilizados.

3.2 MODELOS DE ANALISIS

Se planteará el análisis del mantenimiento desde sus diversos aspectos. Se establecerá, un enfoque global a la problemática del mantenimiento para así, poder obtener una solución más certera y cercana a la realidad.

3.2.1 Enfoque sistémico

Logística:

- Debe proveerse de herramientas y materiales de calidad para realizar un buen trabajo en el mantenimiento de los equipos.
- Debe exigirse la tenencia de las hojas técnicas de las herramientas y materiales.
- Los compradores deben tener conocimiento sobre los materiales a adquirir.
- Debe priorizarse el envío oportuno de los materiales para la realización a tiempo del mantenimiento de los equipos.

Producción:

- Cuidar la preparación de materiales instructivos adecuados para cada maquina, y a la vez la capacitación del personal operativo.
- Cambiar la displicencia por el compromiso en el buen funcionamiento de la máquina, promoviendo charlas motivadoras.
- Conseguir la colaboración en el mantenimiento, desarrollando el mantenimiento autónomo con la participación de los operadores.

Mantenimiento:

- Reducir los tiempos muertos para la reparación optima de las máquinas.
- Capacitación continúa del personal de mantenimiento, aprendiendo nuevas técnicas, y consiguiendo el cambio de paradigmas.
- Conseguir la proactividad del personal de mantenimiento, logrando su participación comprometida con el trabajo que realiza.

Recursos Humanos:

- Organizar charlas motivadoras para todo el personal, para su desarrollo profesional y personal.

3.2.2 Diagrama de afinidad aplicado al personal



Fig. 3.1 Diagrama de afinidad del personal

3.3 RESULTADO DEL DIAGNOSTICO

- El personal no se adecua al ritmo de trabajo, no le gusta que le hagan seguimiento en el trabajo encargado, tampoco quiere que lo controlen.
- Falta de motivación del personal para realizar su trabajo. Problemas, personales y laborales lo mantienen preocupado y lo distraen del trabajo encomendado.
- No le gusta seguir un plan de mantenimiento, ni reportar las observaciones de la operatividad de las máquinas.

- Falta fluidez en las comunicaciones, el trabajador no comunica a tiempo los problemas que se presentan en la máquina, necesarias para tomar las acciones y solucionarlos a tiempo.

3.3.1 Determinación de los equipos críticos

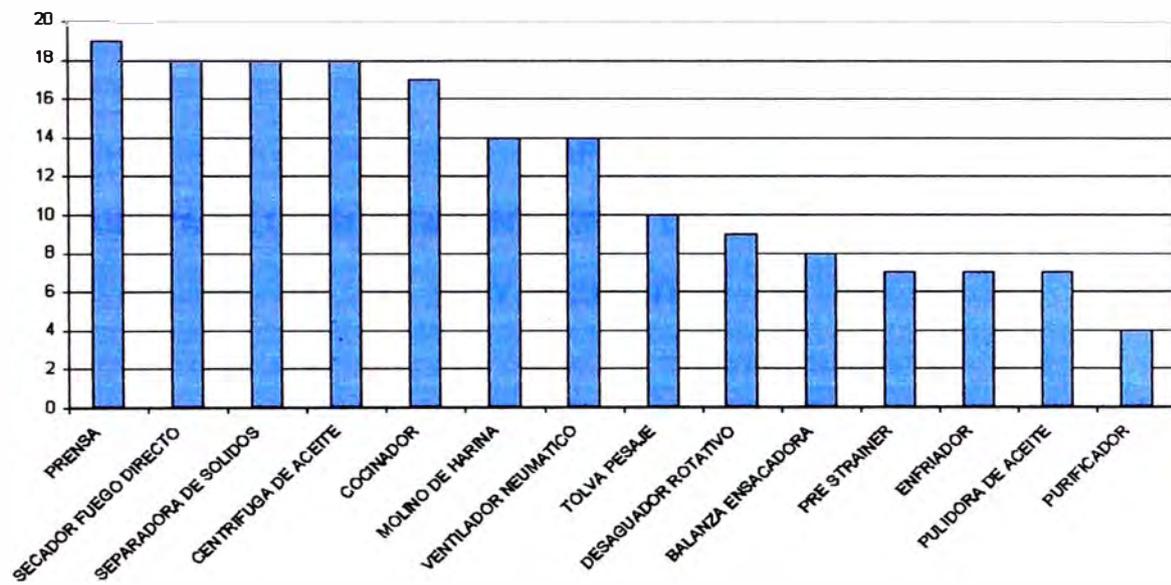
La determinación de los equipos críticos es un aspecto de suma importancia, porque debido a esto, se puede priorizar la aplicación del mantenimiento adecuado para cada equipo según el impacto que produzca al medio ambiente, y a los aspectos económicos y el referido a la producción. El análisis de criticidad se realizó según la escala que se presenta a continuación; en la Tabla N° 3.1 se considera valores de acuerdo al nivel de repercusión del equipo en los procesos productivos de la planta, estableciéndose criterios de evaluación de los equipos.

La determinación de la criticidad de los equipos de planta se toma en cuenta la Tabla N° 3.1 ver anexo 4.

TABLA N° 3.1 Escala de Referencia

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

EQUIPOS DE PLANTA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO

**Fig. 3.2** Escala de criticidad de los equipos

CAPITULO IV

PROPUESTA DE UN SISTEMA INTEGRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

4.1 ALCANCES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Previo a la implementación de un mantenimiento preventivo se deben identificar las fallas que se presentan en el proceso de producción y el impacto que estos tienen, tratándose de hallar la causa raíz del problema, esto se efectúa mediante el análisis de fallas, lo que a su vez significa identificar:

1. Cuál es el síntoma de la avería
2. Cuál es el elemento afectado
3. Cuál es la causa raíz (pueden haber varias causas).

Una justificación del por qué se debe ser tan exigente con el análisis de fallas, es el hecho de considerar que cada avería es una oportunidad de mejora. Respecto a una avería, cuando se identifique una causa raíz; deberían surgir las siguientes preguntas: ¿en qué hemos fallado?, ¿hemos seleccionado mal el material?, ¿falta entrenamiento al personal de mantenimiento, de producción?. En el caso de la presencia de fallas repetitivas ¿porqué falla siempre?; y finalmente ¿qué tenemos que hacer para prevenir que no vuelva a ocurrir la falla ni aquí, ni en alguna otra planta? Entonces las respuestas a estas preguntas, surgen precisamente de un análisis de falla hecho a conciencia.

Estadística de fallas

De la estadística de averías presentadas en Noviembre y Diciembre podemos concluir que:

- Nuestros mayores problemas son la presencia de fallas de **origen mecánico** (70% de las fallas)
- La causa principal de nuestras fallas mecánicas se deben a la **fatiga/desgaste/deterioro** (60% de las fallas mecánicas)

Los elementos mecánicos con mayor recurrencia de fallas presentadas en esta temporada son los siguientes:

- **ejes:** bombas, gusanos
- **rodamientos:** ventiladores, separadores de sólidos, polín de secador
- **juntas flexibles:** secadores, cocinas
- **tubos:** secadores, calderos, PAC
- **fajas:** fajas variadoras de velocidad de cocinas.

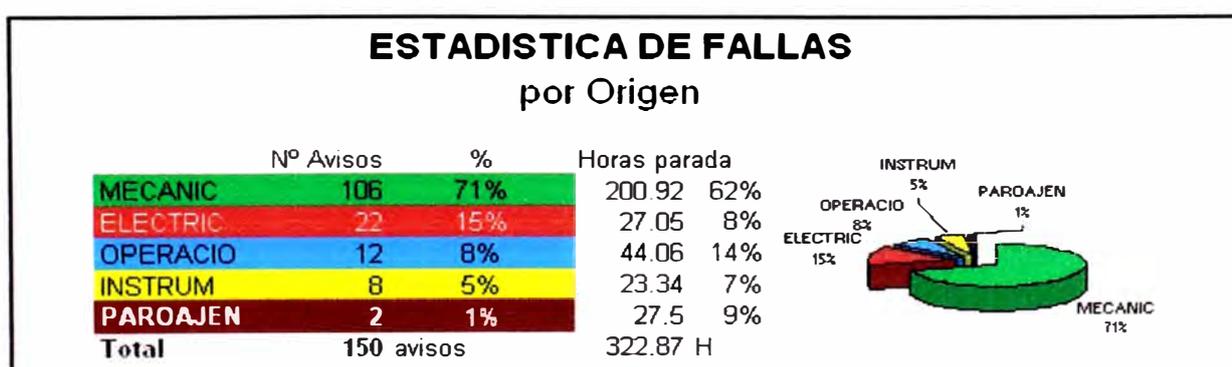


Fig. 4.1 Diagrama de estadística de fallas

5.1.1 Plan general

Se tendrá en cuenta el mantenimiento preventivo de los equipos críticos según el proceso productivo de la planta.

En proceso de harina de pescado

Cocinas

El operador es el encargado de efectuar el mantenimiento básico de las cocinas.

- Efectúa la limpieza del rotor y la cámara de las cocinas, utilizando la hidrolavadora.
- Lubrica las chumaceras de acuerdo a un programa de mantenimiento establecido o cuando sea necesario.
- Inicia el mantenimiento haciendo una revisión de válvulas, filtros, trampas, tuberías de vapor y condensado.
- Se verifica la operatividad de los instrumentos de control de cocimiento, termómetros, manómetros. En caso de presentar falla comunica al Jefe de Turno de producción para retirar dicho equipo y proceder a realizar su cambio.
- El mecánico especializado designado por el Jefe de Mantenimiento, efectúa el mantenimiento de las juntas de Jonson de vapor y condensado cuando se observa que presentan fallas. Detectará el accesorio que presenta desperfectos, como son carbones, resortes, tubería flexible, procediendo a su reparación o cambio según sea necesario.

Prensas

El técnico prenero después de terminado el proceso de producción, efectúa la limpieza de la prensa, operación que comprende limpiar las tapas protectoras y las mallas, utilizando agua a presión por medio de una hidrolavadora, cuidando que no queden restos de materia en la prensa.

Desarrollará las siguientes operaciones:

- Realizará la limpieza de los rotores helicoidales, utilizando la hidrolavadora.
- Fallas mayores que escapen al control del operario, será comunicado al jefe de mantenimiento, el cual designará al personal de mantenimiento para que repare los desperfectos. Si la falla que presenta la prensa o el variador hidráulico es de mayor cuidado, se solicitará el servicio de personal especializado (generalmente un externo)
- Controla el nivel de aceite lubricante de la caja de engranajes y del variador hidráulico, en caso sea necesario, adiciona aceite para mantener el nivel optimo.
- Inspecciona los filtros de aceite diariamente, para observar si hay impurezas y se limpian de ser necesario. La limpieza de filtros se efectúa en intervalos adecuados y después de cada parada prolongada de operación.
- Inspecciona regularmente el aceite lubricante en la caja de engranajes, si el aceite es espeso o presenta partículas de metal, procede a cambiarlo inmediatamente.
- El cambio de aceite se efectúa en intervalos de 5000 a 6000 horas de operación y después de cada parada prolongada de operación.
- Limpia los rodamientos y los cubre con grasa limpia, en intervalos de 1500 horas de operación.

- Efectúa la limpieza de los filtros de agua de refrigeración del variador hidráulico en intervalos regulares de tiempo.
- La bomba de lubricación deberá trabajar perfectamente, en el caso de presencia de fallas, el mecánico de turno se encargará de corregirlos.
- Cuando el operador detecta la presencia de objetos extraños más o menos grandes que han dañado la malla de Acero Inoxidable, procederá a detener el funcionamiento de la prensa si ésta se encuentra operando, para lo cual, previamente se descarga. Se levanta la tapa correspondiente con un sistema de caballetes o grúa, y se repara el daño ocasionado cambiando la malla si es necesario.
- Realizará el Mantenimiento preventivo, en el periodo de veda
- Rasqueteo y pintado de las prensas, durante el periodo de parada prolongada o veda.

Secadores de fuego directo

Cámara de fuego

- El mantenimiento que se efectúa en estos equipos comprende los ladrillos refractarios, chute de alimentación de carga al secador, ventiladores, bombas de petróleo y quemadores.
- El jefe de mantenimiento designa al personal que deberá ingresar a la cámara de fuego, luego éste de enfriado, para revisar si existe el desprendimiento de ladrillos y refractarios.
- En caso de existir fallas se procede a su reparación con personal de planta o servicio de un tercero especialista en estas reparaciones si el desprendimiento es de mayor magnitud.

- La reparación de los chutes de alimentación generalmente es efectuado por personal de planta.
- Si el operador de la cámara de fuego detecta fallas o la presencia de desperfectos en los ventiladores, quemadores, bombas de petróleo y precalentadores, lo comunicará al jefe de mantenimiento, el cual designará al personal de mantenimiento para que realice su reparación. Si el desperfecto del accesorio en mal estado no se puede reparar, se procede a su cambio inmediato.

Secadores

- Regularmente se inspecciona el interior del secador, para detectar si existe desprendimiento de paletas o deformación de las mismas ocasionadas por efectos de la temperatura. Personal de mantenimiento reparará o cambiará las paletas según sea necesario.
- Se inspeccionan las pistas, los polines, las cremalleras, así como el sistema de transmisión. Cuando se presentan fallas, se designa al personal de mantenimiento que se hará cargo de la reparación o cambio de accesorio en mal estado.
- Si se trata de reparaciones de mayor envergadura en el secador, se solicita el servicio de un especialista externo, con autorización de la gerencia de planta.
- Regularmente el operador lubrica las pistas y rodamiento de los polines
- Efectúa la limpieza de la cámara y el quemador.

Exhaustor de gases calientes

- Cuando se observa vibración de los exhaustores, se procede a efectuar su limpieza, para esto, se quita con una raqueta todos los sólidos adheridos en la pared del rotor hasta dejarlos completamente limpios. Esta operación se efectúa después de terminado el proceso de producción y cuando el equipo se encuentra parado.
- La limpieza se efectúa en intervalos adecuados, ó cuando se considere necesario
- Se inspeccionan las fajas, chumaceras y parte de la transmisión en general. Si se observa la presencia de fallas, el personal de mantenimiento efectúa su reparación o cambio según sea necesario.
- Cuando se observa que la caja del exhaustor presenta rotura, el soldador designado procederá a su reparación.

Ciclón

- Regularmente se inspecciona la parte interna de los ciclones, cuando se observa acumulación de sólidos y grasa en las paredes, para esto, se designa al personal de planta para efectuar la limpieza. Con el empleo de una raqueta se procede a quitar todo el material adherido a las paredes del ciclón hasta dejarlas totalmente limpias.
- Personal encargado de mantenimiento (soldadores), parcharán los sectores de plancha en mal estado que presentan los ciclones.
- Se realizará el Mantenimiento preventivo, en periodo de veda.
- Limpieza y pintado exterior, en periodos de veda o parada prolongada.

En proceso de Aceite de pescado

Separadoras de sólidos

- De acuerdo al Programa de lubricación, el operador de las separadoras de sólidos chequeará las chumaceras de bowl y diferencial, lubricando los rodamientos de acuerdo al Programa de lubricación.
- Después de concluido el proceso de producción, el operador efectuará la limpieza del rotor y carcasa de separadoras, utilizando agua caliente. Si observa que el ensuciamiento es mayor, se utiliza solución de soda comercial al 5%.
- En periodo de veda, el personal de mantenimiento Después de concluido el proceso de producción, el operador efectuará la revisión de las separadoras cambiando rodamientos y retenes de ser necesario.
- Cuando el equipo durante la operación presenta vibración, el operador procederá a apagar la maquina y comunicará al jefe de mantenimiento para que designe al personal de mantenimiento de turno para bajar el bowl de su base.
- Se efectúa una limpieza general, se revisan los rodamientos y se procede a su cambio, si el equipo lo requiere.
- Si la reparadora requiere de mantenimiento especializado, se coordina con jefatura de planta, para su reparación en un taller particular designado o en talleres de Alfa Laval, previa autorización de la gerencia de planta.
- El mantenimiento preventivo se efectúa en periodos de veda.

Centrifugas

- El operador controla constantemente el funcionamiento correcto de las centrifugas. Si se observa alguna variación o desperfecto durante el proceso

de producción, procede a apagar la máquina y lo comunica al jefe de mantenimiento, quien es el que autoriza su revisión con el fin de detectar la falla y efectuar su limpieza. De manera especial si el desperfecto es causado por ensuciamiento de la máquina.

- Cada cuatro horas se efectúa la limpieza de las centrifugas manuales, para lo cual se procederá a desmontar el equipo, bajando el bowl y desmontando los platos para una limpieza mecánica y química con solución de soda cáustica al 5%. Luego se enjuagan con agua dulce y se procede al montaje.
- En las centrifugas automáticas se efectúan limpiezas químicas mediante el sistema CIP, que consiste en agua, soda al 6 %, enjuague, ácido nítrico al 3% y enjuague, esto se realiza en producción cada periodo de seis a ocho horas dependiendo de los resultados del análisis de agua de cola.
- El operador chequea constantemente el nivel de aceite de la caja de engranajes.
- Antes de empezar la operación deberá comprobarse el nivel de aceite y añadirá la cantidad necesaria.
- En una nueva instalación o cuando se cambia la caja de engranajes, se el aceite después de 200 horas de servicio.
- Cuando la centrifuga opera durante periodos cortos, el aceite se cambiará cada 12 meses.
- Se revisarán los cojinetes (rodamientos) del eje de las centrifugas que hayan estado fuera de servicio durante seis meses y deberán lubricarse de ser necesario.
- En caso de funcionamiento estacional, se cambiará el aceite antes de iniciarse cada temporada de servicio.

- Después de efectuado el mantenimiento de las centrifugas, se lubricarán todas las piezas que lo requieran.
- El mantenimiento de las centrifugas manuales es efectuado por el personal de la planta especialmente especializado para efectuar reparaciones de estos equipos.
- Cuando el equipo presente fallas, dicho personal procede a desarmar la centrifuga y detecta el desperfecto que generalmente consiste en cambio de rodamientos, empaquetaduras, desgaste de la corona, ejes sin fin con fallas. Si el desperfecto es mayor y requiere mantenimiento especializado, el equipo se deriva a un taller de terceros en coordinación con jefatura de planta y autorizado por gerencia de planta.

El mantenimiento mecánico que se efectúa a las centrifugas automáticas presenta las siguientes características:

1. Mantenimiento Intermedio

Se efectúa con intervalos de 2000 horas de servicio, y es realizado por personal de planta; en este mantenimiento se efectúa el cambio o reparación de piezas menores de las centrifugas, como son los anillos de goma, empaquetaduras que presenten desgastes.

Procedimiento que se sigue:

- Inspeccionar piezas que tengan desgastes, corrosión y rectificar todo daño superficial
- Revisar las válvulas, recambiar tapones, anillos de cierre.
- Limpiar todas las piezas del rotor e inspeccionar si tiene desgaste, si presenta corrosión, para proceder a rectificar todo daño superficial.
- Limpiar las roscas del anillo de bloqueo.

- Comprobar la presión del paquete de discos.
- Comprobar la conicidad del eje del rotor, rectificar todo daño superficial.
- Comprobar el caudal del agua.
- Comprobar el ajuste de los discos.
- Recambiar los forros del freno y forros del empaque de fricción.
- Cambiar el aceite del cárter del engranaje sin fin, si fuera necesario.

2. Mantenimiento Mayor

Se efectúa con intervalos de 8000 horas de operación, y es realizado por personal especializado, se efectúa el cambio o reparación de piezas principales.

Dispositivo de Accionamiento Vertical

- Revisar y recambiar anillos de goma, empaquetaduras, cojinetes (rodamientos) del eje vertical, amortiguadores de goma o amortiguadores con fuelle.
- Revisar el engranaje sin fin para verificar si existe desgaste anormal.
- Comprobar el estado óptimo del alojamiento del rodaje.

Dispositivo de Accionamiento Horizontal

- Cambiar anillos de goma y empaquetaduras.
- Cambiar rodamientos de bolas.
- Cambio de placas elásticas del acoplamiento.
- Comprobar el eje de la rueda helicoidal para verificar si es que presenta desbalances y excentricidades.

- Revisar los asientos de los rodamientos para verificar la existencia de desgastes.

Bastidor

- Recambiar amortiguadores de goma (por lo menos una vez cada dos años)
- Comprobar la cimentación.
- Verificar la existencia de vibraciones.

Motor

- Revisar el estado de aislamientos, rodamientos para lubricarlos. El servicio de mantenimiento mayor también incluye el mantenimiento intermedio.
- Inspeccionar el eje del rotor y eje de la rueda helicoidal, para su cambio si es necesario.
- Inspeccionar y recambiar si es necesario el alojamiento de rodamientos.
- Inspeccionar y recambiar si es necesario el engranaje del torillo sin fin.
- El mantenimiento preventivo se programa para el periodo de veda.
- El mantenimiento correctivo no se puede definir en programas, se efectúa cuando presenta fallas o se sospecha desperfectos en la centrifuga.
- Limpieza de tuberías de caldo se efectúa en una parada prolongada, periodo de veda o cuando lo requiera.

4.1.2 Formato mantenimiento preventivo de equipos críticos

TABLA Nº 4.1 Formato de registro de mantenimiento preventivo



TÍTULO: REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE COCINAS	CODIGO:	VERSIÓN:	PAGINA:
--	---------	----------	---------

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO: COCINADOR HIK 1616 Nº1

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA A (HORAS)	FECHA	RESPONSABLE	VºBº	FECHA	RESPONSABLE	VºBº
DE LA ESTRUCTURA							
Inspección de la estructura soporte / reparar	2000						
DEL EQUIPO							
Inspección de tapas de cocinador y eje	2000						
Inspección de chumaceras principales/ ajustar	250						
Cambio de rodamientos principales	12000						
Inspección de prensaestopas de tapas/ajustar/cambiar	500						
DE LA TRANSMISIÓN							
Revisión / cambio de la faja variadora.	500						
Revisión / cambio de platos variadores.	6000						
Revisión de piñón- rueda dentada de transmisión/ alinear	500						
Cambio de piñón y rueda dentada	12000						
Cambio de rodamientos caja reductora	1200						
Inspección de engranajes de caja reductora/ cambio.	9000						
SISTEMA VAPOR							
Inspección de valvulas de vapor/ ajustar prensaestopas	250						
Revisión junta Jhonson	500						
Cambio de carbones junata Jhonson	1000						
Revisión de tubería flexible de vapor	2000						
Cambio de flexible metalico de vapor	2000						
SISTEMA CONDENSADO							
Revisión de filtros de condensado/cambio.	2000						
Revisión de tmapas de vapor/ cambio	2000						
Inspección de valvulas de salida de condensados	2000						
Inspección de tuberías/ accesorios/ reparación.	2000						
DE LA INSTRUMENTACIÓN							
Verificación de termómetros/manómetros/cambiar.	2000						
DE LA LUBRICACIÓN							
Inspección de nivel de aceite de motovariador/rellenar	250						
Cambio de aceite	2000						
Inspección de chumaceras	250						
Lubricación de chumaceras	750						
DEL SISTEMA ELÉCTRICO							
Mantenimiento de arrancadores electricos, interruptor, contactor y	2000						
mantenimiento de motor electrico/ reparación	3000						
Pruebas de aislamiento de motor electrico, líneas de fuerza y man	1000						
Cambio de rodammientos a motor electrico.	3000						

TABLA N° 4.2 Formato de registro de mantenimiento preventivo



TÍTULO: REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE COCINAS	CODIGO:	VERSIÓN:	PAGINA:
--	---------	----------	---------

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO: PRENSA BS 64F N°1

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA A (HORAS)	FECHA	RESPONSABLE	VºBº	FECHA	RESPONSABLE	VºBº
DE LA ESTRUCTURA							
Inspección de la estructura soporte / reparar	2000						
DEL EQUIPO							
Inspección de tapas de prensa y eje	2000						
Inspección de chumaceras principales/ ajustar	250						
Cambio de rodamientos principales	10000						
Inspección de prensaestopas de tapas/ajustar/cambiar	500						
DE LA TRANSMISIÓN							
Revisión / cambio de la fajas	500						
Revisión catalina-piñones sincronizadores de transmisión/ alinear	500						
Cambio de piñón y rueda dentada	12000						
Cambio de rodamientos caja reductora	1200						
Inspección de engranajes de caja reductora/ cambio.	9000						
DEL SISTEMA ELECTRICO							
Mantenimiento de arrancadores electricos, interruptor, contactor y bomeras	2000						
mantenimiento de motor electrico/ reparación	3000						
Pruebas de aislamiento de motor electrico, lineas de fuerza y mando	1000						
Cambio de rodamientos a motor electrico.	3000						
DE LA LUBRICACIÓN							
Cambio de aceite	2000						
Inspección de chumaceras	250						
Lubricación de chumaceras	750						
DEL SISTEMA HIDRAULICO							
Cambio de aceite	2000						
Inspección de filtros ,conectores hidraulicos y mangueras .	250						
Revisión de enfriador de aceite hidraulico	500						

TABLA N° 4.3 Formato de registro de mantenimiento preventivo



TÍTULO: REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SECADORES	CODIGO:	VERSIÓN:	PAGINA:
---	----------------	-----------------	----------------

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO: SECADOR DE FUEGO DIRECTO - PRIMARIO N° 1

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	FRECUENCIA A (HORAS)	FECHA	RESPONSABLE	V°B°	FECHA	RESPONSABLE	V°B°
DE LA ESTRUCTURA							
Inspección de la estructura soporte / reparar	2000						
DEL EQUIPO							
Inspección de tambor /corregir / reparar.	500						
Inspección de paletas alzadoras, tambor.	1000						
Inspección de bandas del tambor giratorio.	1000						
DE LA TRANSMISIÓN							
Inspección de cadenas y piñones/ reparación	2000						
Cambio de rodamientos.	9000						
Inspección de acoplamiento mecánico/cambio de elementos flexib	1000						
Inspección de engranajes de caja reductora/ cambio.	6000						
Cambio de rodamientos/retenes de caja reductora	9000						
Revisión de chumaceras de apoyo de piñón y rueda / corregir.	500						
Inspección de rodamientos de Boogies	500						
DE LA TRANSMISIÓN	500						
Cambio de rodamientos de Boogies	9000						
Inspección de rodamiento de ruedas de centrado.	500						
Cambio de rodamiento de ruedas de centrado.	9000						
SISTEMA DE GASES							
Inspección de ducto	500						
Pintado de ducto	3000						
SISTEMA DE BOMBEO							
Inspección de bombas de petroleo	250						
Revisión de bombas	3000						
Pintado de bombas	3000						
DEL SISTEMA DEL AIRE							
Inspección de ventiladores/reparar	500						
Inspección de poleas de ventiladores/rectificar/cambiar	250						
Inspección de fajas/templar/cambiar	250						

4.2 ALCANCES DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

4.2.1 Plan general

Para la implementación de este tipo de mantenimiento, el enfoque que se establecerá en el presente informe estará centrado netamente en tres aspectos del mantenimiento predictivo para poder aprovechar las ventajas de estos, la ejecución de este mantenimiento concentrado en los equipos críticos prioritariamente. Se efectuarán análisis de tipo vibracional, termografico y de aceite. Como corresponde a este tipo de mantenimiento, la ejecución del mismo se realizará durante la jornada de producción, y para una correcta aplicación del mismo el personal que lo va a llevar a cabo, será especialmente capacitado para ejecutar apropiadamente su trabajo y obtener información sobre los equipos.

Definiciones

- Vibración

Oscilación alternativa alrededor de un punto de equilibrio.

- Análisis vibracional

Es considerada como la mejor forma de juzgar las condiciones dinámicas de una máquina rotativa. Muchos problemas tales como desbalance, desalineación, soltura mecánica, resonancia, fallas en rodamientos, engranajes, poleas hidráulicas, etc. se hacen evidentes mediante las vibraciones. Se hace uso de acelerómetros los cuales permiten medir amplitud, velocidad y aceleración de la vibración.

- **Temperatura**

Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente.

- **Análisis termográfico**

Técnica basada en detectar las diferencias superficiales de temperatura haciendo uso de rastreadores infrarrojos. La medición de la temperatura es un indicador muy útil de la carga aplicada a determinados componentes como: cojinetes de empuje, acoplamientos, rodamientos, engranajes, etc., así como para comprobar el buen estado de las bobinas del estator de motores eléctricos en funcionamiento, también permite detectar puntos de excesivo calor en tableros eléctricos, de mando y distribución de fuerza, subestaciones, grupos generadores, centrales de aire acondicionado, iluminación, etc.

- **Lubricación**

Engrase de piezas metálicas de un mecanismo para disminuir su rozamiento.

- **Análisis de aceite lubricante**

El monitoreo del estado en que se encuentra el aceite lubricante alerta sobre el incremento de contaminantes (sustancias extrañas, agua, combustibles pesados o livianos, etc.), que afectan las propiedades del lubricante (viscosidad, punto de inflamación, etc.) y ponen en peligro el correcto funcionamiento de la maquinaria.

- **Ferrografía**

Es el análisis de las partículas contenidas en el aceite lubricante. La composición, el tamaño y las cantidades relativas de las partículas pueden proyectarse en tendencias y analizarse para reducir problemas asociados con el desgaste y la contaminación.

Análisis vibracional

La Planificación de Mantenimiento, programa el monitoreo vibracional de los equipos durante la producción, mediante el uso del analizador vibrómetro; personal propio registrará valores de velocidad de vibración y de envolvente de aceleración.

Se ha programado el Monitoreo vibracional por servicio externo según sea necesario. En este servicio se hace un análisis con la técnica de análisis de espectros que determinan problemas específicos.

Condiciones óptimas para mediciones

Realizar mediciones con la máquina funcionando a condiciones normales. Por ejemplo, cuando el rotor y los rodamientos principales están a temperatura normal y con la máquina operando a sus condiciones normales (voltaje, flujo, presión y carga). Máquinas con velocidad y carga variables, las mediciones se deberán hacer a condiciones extremas de trabajo, además seleccione condiciones entre estos límites.

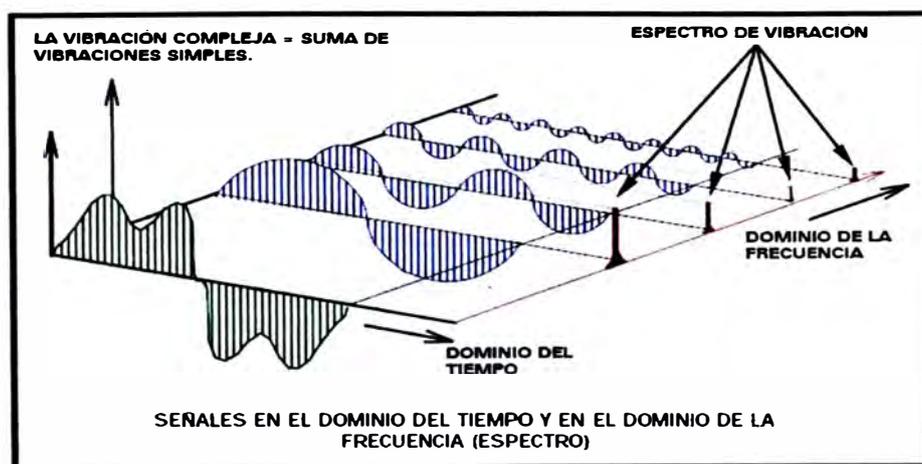


Fig. 4.2 Vibración compleja

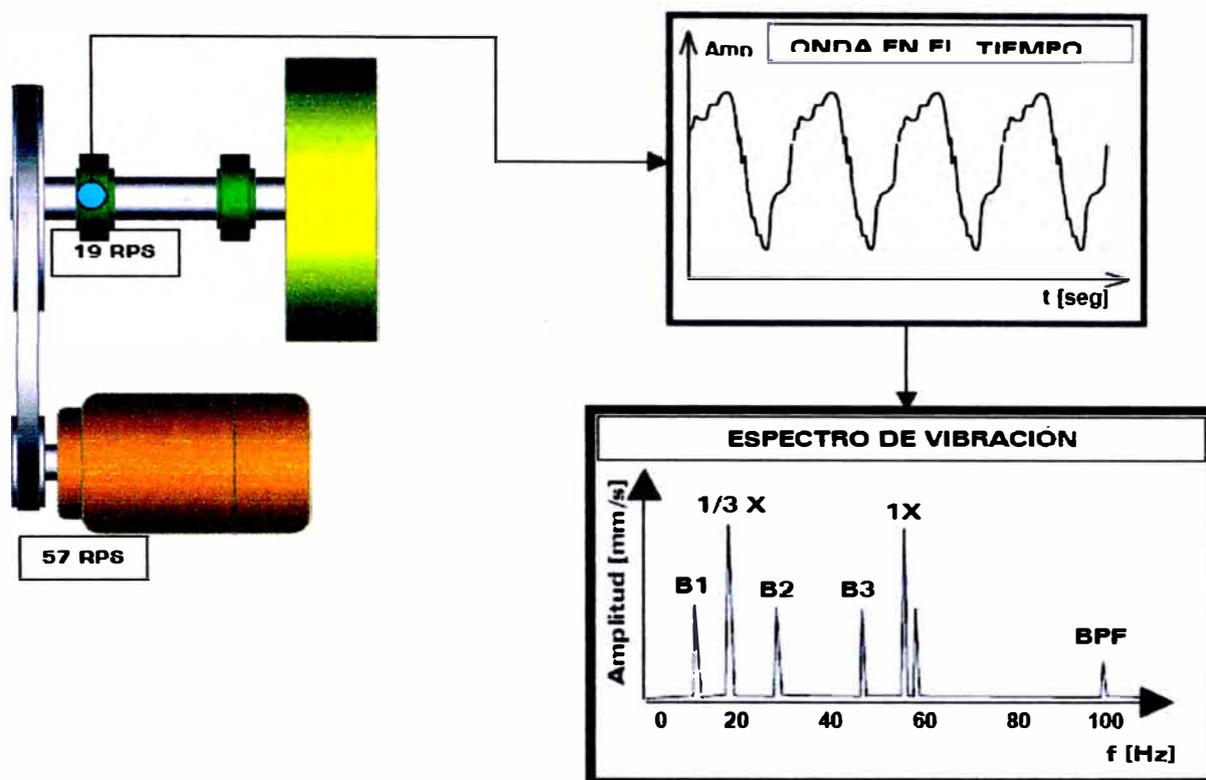


Fig. 4.3 Análisis espectral

Técnicas de medición

Vibración total:

Seleccionar el mejor punto de medición. Evitar la grasa, aceite, humedad o superficies pintadas, zonas sin carga de los cojinetes, juntas o uniones de carcasa y espacios en la estructura. Cuando se realice mediciones con un sensor manual, es crítico realizar mediciones consistentes, poniendo mucha atención en la posición del sensor en la máquina, el ángulo del sensor con respecto a la máquina, y la presión de contacto con la que se sujeta el sensor a la máquina.

Angulo: siempre perpendicular a la superficie ($90 \pm 10^\circ$)

Presión: usar una presión manual consistente (firme, pero no tan firme que amortigüe la señal de vibración).

Marcar los puntos de medición, con la excepción de los rodamientos y las cajas de engranajes, la mayoría de los problemas de las máquinas rotativas se hacen evidentes por su excesiva vibración total; también, cada problema mecánico o defecto genera vibración de una única forma. Por ello podemos examinar el “tipo” de vibración total para identificar sus causas y tomar la acción de reparación apropiada.

Envolvente de aceleración

Esta técnica es idéntica que para mediciones de vibración total. Evitar grasa, aceite, humedad, o superficies pintadas, zonas sin carga en rodamientos, uniones de carcasas y espacios de estructuras; seleccione el mejor punto de medición (especialmente evite zonas con carga de rodamientos) y sea consistente en la posición del sensor, el ángulo (siempre 90°) y presión de contacto.

Evaluación de las mediciones resultantes

El vibrómetro es una herramienta de mantenimiento predictivo muy útil diseñada para detectar los cambios en la amplitud de la vibración provocada por problemas rotacionales y por problemas de los rodamientos y engrane; es muy recomendable que se realicen múltiples mediciones en cada punto y que el promedio de estas mediciones se use para determinar el valor medido más preciso. Comúnmente existen tres principios para evaluar los valores de las mediciones de vibración total:

Comparación en Tendencia: compare los valores actuales con los valores obtenidos para el mismo PUNTO en un período de tiempo. Debido a factores humanos (la técnica del sensor) y los factores variables de funcionamiento de la máquina (por ejemplo: velocidad, material, carga) la evaluación de las lecturas del

lapicero vibrómetro deberán basarse enteramente en las tendencias de los valores de la vibración total y de la envolvente de aceleración.

Comparación con la Norma ISO 2372: Comparar los valores de vibración total con los límites o tolerancias establecidas en la Norma ISO 2372- Use la carta de severidad para esta comparación.

Comparación con otra máquina: Medir varias máquinas de tipo similar bajo las mismas condiciones y juzgue los resultados por comparación mutua

También siempre puede utilizarse la comparación de tendencias.

Comparación de la vibración Total con la Norma ISO 2372: Se utiliza la carta de severidad de la Norma ISO 2372, la cual proporciona lineamientos para evaluar la severidad de vibración de máquinas que funcionan a un rango de frecuencias de 10 y 200 Hz (600 RPM y 12000 RPM). Ver anexo 5, clases de máquinas.

TABLA N° 4.4 Severidad de vibración

CARTA DE SEVERIDAD DE VIBRACIÓN NORMA ISO 2372 - 1974

Severidad de Vibración	Rango de Tolerancias y Clasificación de Máquinas			
	Máquinas Pequeñas	Máquinas Medianas	Máquinas Grandes Más de 75 Kw	
Velocidad mm/s - RMS	Hasta 15 Kw Clase I	15 Kw a 75 Kw Clase II	Soporte Rígido Clase III	Soporte Flexible Clase IV
0.28				
0.45				
0.71			Bueno	
1.12				
1.80				
2.80			Satisfactorio	
4.50				
7.10			Insatisfactorio	
11.2				
18.00				
28.00			Inaceptable	
45.00				
71.00				

Clasificación de Soportes

Soporte Rígido: La frecuencia fundamental del sistema máquina/soporte es mayor que su frecuencia principal de excitación.

Soporte Flexible: La frecuencia fundamental del sistema máquina/soporte es menor que su frecuencia principal de excitación.

TABLA N° 4.5 Severidad de vibración norma ISO 2372

**NIVELES DE ALARMA PARA MEDICIÓN DE ENVOLVENTE DE ACELERACIÓN
(LAPICERO CMVP 50)**

Estado	Rango de Velocidad - RPM			
	200 - 500	500 - 1000	1000 - 2000	2000 - 4200
BUEN	0 – 0.1 gE	0 – 0.3 gE	0 – 1.2 gE	0 – 5 gE
SATISFACTORIO	0.1 – 0.3	0.3 – 1.2	1.2 – 5	5 – 20
INSATISFACTORIO	0.3 – 1.2	1.2 – 5.0	5 – 20	20 – 80
INACEPTABLE	> 1.2	> 5.0	> 20	> 80

IMP

Valores válidos para eje de diámetro $d_0 = 25$ mm, para un diámetro "d" diferente, multiplicar los niveles de alarma por el factor " d/d_0 "

Tabla 4.6 Causas probables de las vibraciones

Frecuencia en RPM	Causas mas probables	Otras causas posibles y comentarios
1 X RPM	Desequilibrio	1) Chumaceras, engranajes o poleas excéntricas 2) Eje desalineado o deformado en caso de alta vibración axial 3) Fajas defectuosas si se trata de ROM de faja 4) Resonante 5) Fuerzas recíprocas 6) Problemas eléctricos
2 X RPM	Juego mecánico excesivo	1) Desalineación en caso de alta vibración total 2) Fuerzas recíprocas 3) Resonancia 4) Fajas defectuosas si es de 2 x RPM de faja
3 X RPM	Desalineación	De costumbre se trata de desalineación y juego axial excesivo (soltura) combinados
Menos de	Movimiento	1) Fajas de transmisión defectuosas

1 X RPM	giratorio del aceite (menos de 1/2 RPM)	2) Vibración ambiental 3) Resonancia sub-armónica 4) Vibración que late
Sincrónica (frecuencia de Línea AC)	Problemas eléctricos	Los problemas eléctricos más frecuentes incluyen las barras de rotor rotas, rotor excéntrico, fase desequilibradas en sistemas polifásicos, abertura de aire desigual.
2 x Frecuencia Sincrónica Muchas veces la de RPM (frecuencia armónicamente relacionada)	<ul style="list-style-type: none"> - Pulsaciones de torque - Engranajes defectuosos - Fuerzas aerodinámicas - Fuerzas hidráulicas - Soltura mecánica 	<ul style="list-style-type: none"> - Problema raro a menos que se excite la resonancia - Número de dientes multiplicado por las RPM del engranaje defectuoso - Número de palas del ventilador por las RPM - Número de aletas impulsoras por las RPM - Podrá darse a 2,3,4 o más armónicas de ser mucha la soltura
Frecuencia elevada (sin relación armónica)	Cojinetes antifricción defectuosos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Vibración del cojinete puede ser inestable en cuanto a amplitud y frecuencia 2) Cavitación, recirculación y flujo turbulento provocan vibración casual de alta frecuencia. 3) 3) Lubricación incorrecta de cojinetes de gorrón (vibración excitada por fricción)

Fuente: Manual técnico de equipos/ mantenimiento predictivo/ Gerencia de Producción

Tabla 4.7 Cuadro de identificación de vibraciones

Naturaleza de defecto	Frecuencia de la vibración predominante (Hz x rpm/60)	Dirección	Observaciones
Elementos giratorios desequilibrados	1 x rpm	Radial	Frecuente causa de vibraciones excesivas de las máquinas
Desalineación y eje flexado	Normalmente: 1 X rpm Frecuentemente: 2 X rpm a veces 3 y 4 rpm	Radial y axial	Defecto corriente
Elementos rodantes de los rodamientos (bolas, rodillos, etc.)	Regímenes de impacto para los componentes singulares de los rodamientos También vibraciones a frecuencias muy altas (20 a 60 kHz)		Niveles desiguales de vibración a veces con choque * Regímenes de impacto
Cojinetes de fricción sueltas en alojamientos	Sub-armónicos de las rpm del eje, exactamente ½ o 1/3 rpm	Principalmente radial	La holgura puede producirse sólo a la velocidad y temperatura de trabajo (p.e. turbomáquinas)
Giro o latigazo de la película de aceite en los cojinetes de fricción	Algo menor de la mitad de la velocidad del eje (42% a 48%)	Principalmente radial	Aplicable a máquinas de alta velocidad
Giro de Histéresis	Velocidad crítica del eje	Principalmente radial	Las vibraciones excitadas al pasar por la velocidad crítica del eje se mantienen a

			velocidades mayores. A veces se pueden eliminar repasando la fijación de los componentes del rotor.
Engranajes dañados o desgastados	Frecuencias de encuentro de los dientes (rpm del eje y núm. de dientes) y armónicas	Radial y axial	Las bandas laterales de las frecuencias de encuentro de los dientes indican modulación (p.e. excentricidad) a una frecuencia igual a la separación de las mismas. Sólo puede ser detectable con análisis de bandas muy estrechas.
Holgura mecánica	2 X rpm		
Arrastre de faja defectuosa	1, 2, 3 y 4 x RPM de la faja	radial	
Fuerzas y pares alternativos desequilibrados	1 x rpm y/o múltiplos para desequilibrios de orden superior	Principalmente radial	
Turbulencia creciente	Frecuencias de paso y armónicos de alabes y vanos	Radial y axial	Los niveles crecientes indican turbulencias crecientes
Vibraciones inducidas eléctricamente	1 x rpm o 1 ó 2 veces la frecuencia síncrona	Radial y axial	Deben desaparecer al cortar la red

Fuente: Manual técnico de equipos/ Mantenimiento predictivo/ Gerencia de Producción

04 Planta CHIMBOTE NORTE capc 140 TPH	
Cantidad de equipos en mal estado	4
Cantidad de Equipos en observación	19
Cantidad de equipos en buen estado	2
Total equipos analizados	25
Total equipos en plan de Mto Predictivo	85

Fecha de Inspección: 07 de Junio del 2007
Velocidad de proceso: 110 TPH

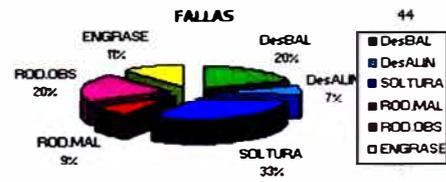


Fig. 4.4 Estado de equipos de planta

PLANTA	ZONA	BUENO	OBS	MALO	Analizados	Ranking
03.Malab.S		12	11	1	24	1
10.Callao.S		9	12	1	22	2
07.Supe		14	16	2	32	3
11.Pisco.N		8	20	4	32	4
12.Pisco.S		7	27	4	38	5
06.Samanco		5	13	4	22	6
01.Paita		5	19	5	29	7
08.Vegueta		3	16	4	23	8
04.Chimb.N		2	19	4	25	9
09.Callao.N		8	10	7	25	10
02.Malab.N		2	26	7	35	11
05.Chimb.S			14	8	22	12

Fig. 4.5 Ranking de equipos por planta – Análisis vibracional Abril – Junio 2007

Análisis termográfico

La planificación de Mantenimiento, tiene programado el monitoreo termográfico de los TDF (TDF: Tablero de Distribución de Fuerza) cada año. Servicio dado por terceros; a través de la inspección termografía en tableros eléctricos de comando y distribución de fuerza, subestación, grupo generador, central de aire acondicionado, e iluminación, se pueden indicar las correcciones mostradas de una manera gráfica en los respectivos termogramas y registros fotográficos de los puntos de calor excesivo, prolongando la eficiencia operacional de los sistemas.

La termografía es una técnica que extiende la visión humana a través del espectro infrarrojo. El infrarrojo es una frecuencia electromagnética naturalmente emitida por cualquier cuerpo, con intensidades proporcionales a su temperatura. Son por lo tanto emisores de infrarrojos, y se puede visualizar a través de una cámara de infrarrojos, produciendo imágenes térmicas llamadas termogramas, que en resumen permiten visualizar la distribución del calor en una región focalizada; así

mediante la termovisión, es extremadamente fácil localizar las regiones frías y las calientes en un rango que va desde $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Criterios para localizar puntos anormales calientes en instalaciones eléctricas

En el momento que se inspecciona termográficamente un componente eléctrico, el inspector realiza una rigurosa selección preliminar y define qué equipo se encuentra en situación normal y será registrado para posterior reporte. En esta selección preliminar se considera que un equipo tiene calentamiento anormal según el siguiente criterio:

- Cualquier componente con calentamiento superior a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ en relación al ambiente, excepto resistencias de calentamiento, algunos núcleos de bobina, lámparas de bulbo u algunas resistencias
- Cualquier equipamiento eléctrico que no alcanza un calentamiento de 25° en relación al ambiente, pero que tiene una temperatura superior a otro equipo idéntico en las mismas condiciones de carga y trabajo.
- Cualquier equipo eléctrico con calentamiento localizado inferior a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y carga inferior a 60% a la máxima normalmente alcanza.
- Equipos que no pueden ser visualizados directamente por el termovisor despiertan sospechas debido al calentamiento progresivo en los conductores a ellos conectados, a través de altas emisiones de infrarrojos por estas, o reflejados en las paredes laterales. Este caso es común en barras de disyuntores inaccesibles visualmente. En esta fase se tomará nota de las temperaturas de los componentes, las imágenes en tonos claros corresponden a regiones de mayor temperatura y los tonos oscuros corresponden a regiones de menor temperatura.

1°C-10°C O A ó 1°C a 3°C O S	Possible deficiencia - Relevancia Leve
11°C-20°C O A ó 4°C a 15°C O S	Probable deficiencia - Relevancia Grave
21°C-40°C O A ó > 15°C O S	Deficiencia - Relevancia Critica
>40°C O A ó > 15°C O S	Deficiencia Mayor - Relevancia muy Critica

O S Temperatura Sobre Similar
O A Temperatura Sobre Ambiente

Fig. 4.6 Tabla de fallas eléctricas según NETA (Internacional Electric Testing Association)

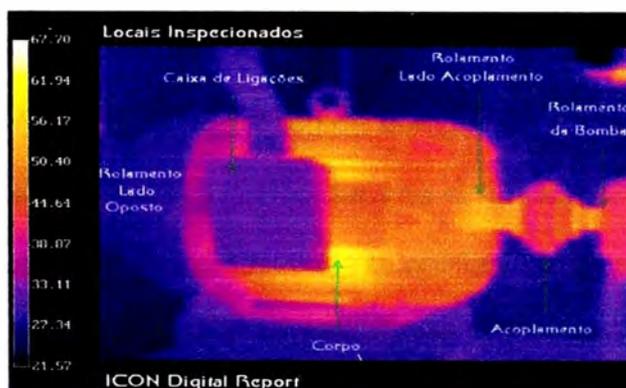


Fig. 4.7 Pontos analisados de um equipo

Termografía en sistemas eléctricos

Considerando que una anomalía deriva de la producción de calor por el efecto Joule y que todo objeto irradia energía infrarroja proporcional a sus temperatura, una inspección termográfica es una técnica de inspección no destructiva con el uso de sistemas infrarrojos, para la medición de temperatura o la observación de patrones diferenciales de distribución de calor, con el objetivo de propiciar información relativa a las condiciones de operación de un componente, equipamiento o proceso. Esto permite mayor seguridad (no existe contacto físico con las instalaciones), no interfiere con el proceso productivo (verificación de equipos en funcionamiento), alto rendimiento.

Detección: En los sistemas eléctricos en los procesos de conexión/corte provocan contacto de metales mecánicamente conectados, ciclos de calentamiento y enfriamiento, dilatación y contracción, holguras, falsos contactos.

Mantenimiento predictivo: Permite anticiparnos a daños que pueden causar elevados costos de reparación

Stock: La advertencia de problemas en potencia permite una baja inversión en stockearse

Consumo de energía: Permite corregir problemas que causan pérdida y consumo de energía en exceso.

Tiempo: Inspección de una gran cantidad de equipos en corto período de tiempo.

Evaluación de cargas: Fácil diagnóstico durante el funcionamiento del equipo.

Apoyo al equipo de mantenimiento: Avala la calidad de los servicios ejecutados.

Planeamiento: Permite un previo planeamiento antes de que se concluya la producción ahorrando tiempo.

Vida útil: Cuando se detectan problemas se previene pérdida de partes.

REPORTE DE INSPECCION TERMOGRAFICA

EMPRESA	TASA	DIAGNOSTICO		TEMPERATURAS * C	
LUGAR	PLANTA CHIMBOTE TASA NORTE	FALSO CONTACTO EN TERMINAL INFERIOR DEL CONTACTOR		AMBIENTE	22.0
INSPECCION	TABLERO SECADOR 1	RECOMENDACION		MINIMA	32.9
COMPONENTE	CONTACTOR EMERGENCIA 1	CORREGIR AJUSTES EN TERMINALES		MAXIMA	40.1
TERMOGRAFO	JULIO BALLON CIT 30759	FECHA	19/11/2007	$\Delta T * C$	7.0

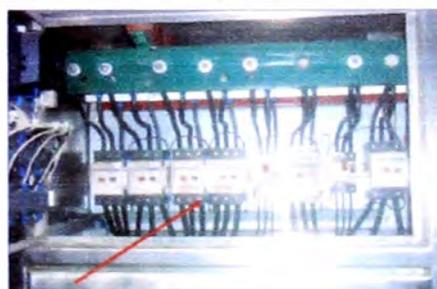
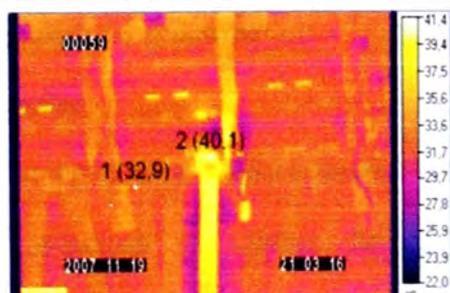


Fig. 4.8 Reporte de análisis termográfico del Tablero del Secador N° 1

Los resultados y recomendaciones del informe del análisis termográfico son analizados por el Jefe de Mantenimiento para la ejecución de las acciones correctivas.

Instrumentación, herramientas y equipos

El personal auxiliar de mantenimiento (mecánico, eléctrico y ayudantes). Asistente y jefe de mantenimiento realizan el monitoreo y ejecutan las acciones del mantenimiento preventivo de maquinas y/o equipos. En la ejecución de dichas acciones el personal mantenimiento utiliza instrumentos de medición, máquinas, equipos y herramientas adecuadas, como las siguientes:

- Analizador vibrómetro
- Multitester
- Megómetro
- Amperímetro
- Tacómetro digital
- Termómetro digital
- Calibrador de espesores digital
- Máquina de soldar
- Equipo de corte por plasma
- Equipo de oxicorte
- Tecles
- Herramientas (calibradores, llaves, steelson, etc.)
- Y equipos del taller de maestranza (torno, cepillo. roladora, prensa hidráulica, taladro vertical, etc.)

Registros

Los trabajos de mantenimiento predictivo que se realizan de acuerdo a lo planificado, se documentarán con los informes técnicos realizados por terceros, para ser revisados por la Jefatura de Planificación de Mantenimiento y por la Jefatura de Mantenimiento y las acciones correctivas son ejecutadas según las recomendaciones dadas por los informes.

Análisis de aceite

A través de la Planificación de Mantenimiento se tiene programado la toma de muestras de aceite periódicamente. El análisis comparativo establece tendencias de desgaste de los principales componentes internos de la máquina, lo cual hace posible anticiparse a la ocurrencia de fallas.

Los beneficios que representa.

- Conocer a bajo costo y con mucha precisión, el estado del motor, transmisión, diferenciales, mandos finales y sistema hidráulicos de su máquina.
- Determinar el momento óptimo para el cambio de aceite.

Como muestrear

- Encienda el motor y tome la muestra inmediatamente después de apagarlo.
- Colecte una muestra mediante: 1) la instalación de una válvula para drenar aceite justo antes del filtro, 2) la extracción de aceite a través de una manguera delgada insertada en el tubo de la varilla, ó 3) la toma de una muestra cuando el aceite se ha cambiado (15 minutos después de que el motor se haya apagado).
- Mantenga las manos fuera de las botellas para las muestras y mantenga las botellas fuertemente tapadas antes y después del muestreo para minimizar la contaminación externa.

Envío de muestras

Las muestras etiquetadas adecuadamente, serán remitidas al Laboratorio de MOBIL, acompañado de su guía de Remisión.

Resultados

Laboratorio de MOBIL, remitirá vía mail el resultado de los análisis de las muestras enviadas, consignando los siguientes datos:

Desgaste de las Piezas

Cobre (Cu) en p.p.m

Hierro (Fe) en p.p.m

Aluminio (Al) en p.p.m

Plomo (Pb) en p.p.m

Cromo (Cr) en p.p.m

Silicio (Si) en p.p.m

Combustible en % V

Agua en %V

Viscosidad en Cst a 100 grados °C

T.B.N.

Detalles adicionales

- **Elemento de desgaste.** Los Elementos de desgaste son aquellos cuya presencia indica desgaste de ciertas piezas o componentes. Entre ellos se encuentran el cobre, hierro, aluminio, cromo y plomo. Independientemente de la calidad del aceite, siempre habrá algo de desgaste y esto es normal. Se hace un análisis de tendencias para definir el desgaste normal y para indicar cuándo ocurre un desgaste excesivo que puede acortar la vida útil del motor.

- La entrada de polvo en el aceite indica un aumento de silicio en el análisis del aceite usado. Puede haber una pequeña cantidad de silicio en el aceite como aditivo anti-espuma. Si la cantidad sale fuera del rango permisible se considera una contaminación externa provocando el desgaste de las piezas en contacto.

Contaminación. La contaminación indica la presencia de materias contaminantes indeseables en el aceite. Los cinco contaminantes más comunes en el aceite son:

- **Polvo.** El polvo puede llegar al aceite en el aire que pasa más allá de los anillos y adhiriéndose al aceite en las paredes de los cilindros. El Polvo puede entrar en un compartimiento por falta de hermeticidad en la admisión y/o mal estado de filtros.
- **Hollín.** Es combustible parcialmente quemado. El humo negro de escape y un filtro de aire sucio indica su presencia. El diseño del sistema de combustión del motor pueden afectar la formación de hollín en el aceite. El aceite se oscurece cuando el aditivo dispersante mantiene el hollín en suspensión. Sin embargo, si la formación de hollín es acelerada el aceite se degradara hasta el punto que aumente el tamaño de las partículas de hollín, éste produce el incremento en la viscosidad del aceite y también la obstrucción de los filtros de aceite y como consecuencia acelerar el desgaste.
- **Combustible.** Exceso de combustible en el aceite indica un fallo del sistema de combustible, como un inyector roto o de una pieza del sistema de alimentación de combustible, que permite la entrada de combustible en el aceite, esto afecta y reduce la viscosidad, llegando a ser muy perjudicial.
- **Agua.** Es un derivado de la combustión y sale por lo general, por el tubo de escape. Se puede condensar en el cárter si la temperatura de operación del motor es demasiado baja. También puede detectarse como consecuencia de

una rotura en el enfriador de aceite. Produce un aumento en la viscosidad y genera la oxidación.

Degradación. Además de los contaminantes, existen otros factores que disminuyen la eficacia del aceite. Estos factores no “contaminan” necesariamente el aceite como lo hace el hollín o el polvo, pero contribuyen a su degradación. Estos son: baja temperatura del agua de las camisas, alta humedad, consumo de aceite, carga del motor, sobrecalentamiento y falta de mantenimiento, La degradación del aceite se puede manifestar de tres maneras: productos de oxidación, derivados de azufre y productos de nitración. Estos productos pueden medirse en una muestra de aceite para indicar el estado del aceite en cualquier momento.

Análisis de desgaste. Se hace con un espectrofotómetro. Esencialmente, la prueba vigila el ritmo de desgaste de un componente determinado, identificado y midiendo la concentración de elementos de desgaste en el aceite. Basados en datos conocidos de la concentración normal se establecen límites máximos de los elementos de desgaste. En un servicio normal después de tomar como mínimo tres muestras de aceite, se establece las tendencias de los diferentes elementos de desgaste de un motor determinando. Se puede identificar el riesgo de fallas cuando las tendencias difieren de la norma establecida.

El análisis de desgaste se limita a detectar el desgaste de componentes y la contaminación gradual por el polvo. Las fallas por fatiga de componentes, pérdida repentina de lubricación o entrada imprevista de polvo ocurren con demasiada rapidez para poder pronosticarlas con este tipo de prueba.

Pruebas químicas y físicas. Detectan agua, combustible y anticongelante en el aceite y determinan si las concentraciones exceden los límites máximos establecidos. La presencia de agua se detecta por la prueba de “crepitación” (craqueo). Se coloca una gota de aceite en una plancha caliente a una temperatura entre 230° y 250° F. Si se forman burbujas es una indicación de agua; la presencia de combustible se determina a través del análisis correspondiente en el laboratorio.

Análisis del estado del aceite. Se determina haciendo un análisis infrarrojo. Esta prueba determina y mide la cantidad de contaminantes como hollín, azufre y productos de oxidación y nitración. Aunque puede también detectar la presencia de agua y anticongelante en el aceite, para poder hacer un diagnóstico preciso, el análisis infrarrojo debe ir siempre acompañado por el análisis de desgaste y las pruebas químicas y físicas. El análisis global de los resultados sirve también para adaptar (reducir, mantener o extender) los intervalos de cambio de aceite de acuerdo a las condiciones de operación y aplicaciones determinadas.

Causas y efectos de la contaminación y degradación

Causa: Silicio

Efecto: Resultados con concentraciones más altas de lo normal indican problemas graves. El aceite cargado de silicio se torna en un compuesto abrasivo que puede desgastar el metal de distintas piezas durante la operación. Es normal encontrar algo de silicio en el aceite nuevo, ya que el silicio forma parte del aditivo antiespumante.

Causa: Silicio, cromo, hierro

Efecto: Una combinación indica la presencia de polvo en la parte inferior del motor y el riesgo de averías del cigüeñal y sus cojinetes.

Causa: Silicio, Hierro, plomo, aluminio

Efecto: Esta combinación indica la presencia de polvo en la parte inferior del motor y el riesgo de averías del cigüeñal y sus cojinetes.

Causa: Aluminio

Efecto: La presencia de aluminio puede ser una indicación de problemas. Esto sugiere desgaste de cojinetes. Un aumento en la concentración de este elemento debe recibir atención inmediata porque una vez que se acelera el desgaste del cigüeñal se le puede desprender grandes partículas. (El aluminio puede también originarse por el roce del faldón de los pistones)

Causa: Hierro

Efecto: Puede provenir de varias fuentes. Puede presentarse en forma de herrumbre después de un periodo de almacenaje. Con frecuencia, un aumento en la contaminación de hierro, acompañado por pérdida de aceite indica desgaste severo de las camisas de cilindro.

Causa: Hollín

Efecto: alto contenido de hollín no siempre significa riesgo de fallas. Pero como partícula insoluble. El hollín puede taponar los filtros de aceite y agotar los aditivos. Su presencia indica un filtro de aire sucio, sobrecarga del motor, demasiada entrega

de combustible o aceleración repetida con ajuste inadecuado del limitador de la cremallera (limitador de humo). Puede indicar combustible de baja calidad.

Causa: Productos de oxidación

Efecto: La oxidación es una gran reacción química entre el aceite y el oxígeno, igual que la herrumbre lo es entre el hierro y el oxígeno. La oxidación del aceite se controla con el uso de aditivos inhibidores; sin embargo, este fenómeno se manifestará siempre que el aceite se mezcle con el aire. Los agentes oxidantes son los gases de combustión de los motores diesel, la temperatura y algunos contaminantes (como el cobre y el glicol) acelera la oxidación. A medida que aumenta la oxidación del aceite este pierde sus cualidades de lubricación, se espesa, se forman ácidos orgánicos, se taponan los filtros y finalmente, se agarrotan los anillos y en casos extremos se forman depósitos y laca en los pistones.

Causa: Productos de nitración

Efecto: La nitración ocurre en todos los motores. Los compuestos de nitrógeno, creados por la combustión, hacen que se espese el aceite, pierda sus cualidades de lubricación, se taponan los filtros y se forman cuantiosos depósitos y laca.

Causa: Agua

Efecto: Un aceite contaminado con agua formará una emulsión que tapone los filtros. Esta combinación puede formar un ácido peligroso que corroe las partes de metal. En la mayoría de los casos, la contaminación del agua se debe a la condensación dentro del cárter. Una contaminación de mayores proporciones

Causa: Baja temperatura del agua de las camisas

Efecto: La baja temperatura de salidas del agua de las camisas del motor fomenta la formación de ácidos corrosivos. Primero. Aun con menos del 0.5% de azufre en el combustible, cuando la temperatura es inferior a 79° C (175° F), se forma fácilmente vapores ácidos y comienza el ataque corrosivo, segundo, las bajas temperaturas aumentan el contenido de agua en el aceite, la cual reacciona con algunos aditivos, causa su dilución y reducen las cualidades de lubricación del aceite. Esto puede causar la formación de escama, depósitos, barniz y carbono y esto a su vez fomenta los gases que van al cárter, el pulido del diámetro interno de las camisas de cilindro y el atascamiento de anillos de pistón.

Causa: Alta humedad

Efecto: En aquellas aplicaciones donde la humedad es de 85% o mayor es fácil que se formen ácidos gaseosos por el alto contenido de agua en el aire. Esto puede aumentar también los efectos corrosivos.

Causa: Consumo de aceite

Efecto: El ritmo de consumo de aceite puede dar datos valiosos en cuanto al motor. Los cambios en el consumo, ya sean graduales o repentinos, son indicaciones de desgaste de anillos y camisas de cilindro o atascamiento de anillos de pistón. Es sumamente importante bombear suficiente aceite (con un TBN o reserva de alcalinidad adecuados) al área de los anillos para neutralizar el ácido.

Causa: Incorrecta relación de carga/velocidad

Efecto: La carga del motor juega un papel importante en la degradación del aceite. Los sistemas de lubricación y enfriamiento de los motores que operan a la

velocidad de régimen y alta carga, operan a su máxima eficiencia. Sin embargo, si se reduce la carga con el motor trabajando a la velocidad de régimen, los sistemas de lubricación y enfriamiento continuarán operando eficientemente, pero puede enfriarse demasiado el motor y formarse condensación. Esto puede afectar las camisas y los anillos y aumentar los gases que van al cárter del motor.

Causa: Combustible inadecuado

Efecto: Los motores Caterpillar están diseñados para utilizar un combustible diesel ASTM 975 N° 2, un combustible diesel con las siguientes características:

- Producto derivados de azufre menos del 0.5%
- Un número cetano mínimo de 40
- Viscosidad de 1.9 a 4.1 centistokes a 40° C (104° F)
- Un punto de destilación mínimo del 90% a 282° C (540° F), y máximo a 338° C (640° F) Los combustibles con temperaturas de destilación más altas pueden deteriorar al motor porque los productos destilados más pesados no se queman completamente en un ciclo de alta velocidad de un motor diesel. El motor está sujeto a concentraciones más altas de hollín y otros derivados sin quemar o parcialmente quemados, los cuales fomentan la formación de depósitos. Los gases de escape en el cárter que pasan por las paredes de los cilindros y van al sumidero recargan aún más al lubricante.

Causa: Mantenimiento inadecuado

Efecto: La extensión de los intervalos de cambio de aceite y filtros, junto con otras prácticas inadecuadas de mantenimiento, fomentan la formación de extensas incrustaciones, las cuales no se pueden eliminar con los cambios subsecuentes y "normales" de aceite.

CAPITULO V

ESTRUCTURA DE COSTO

Se ha realizado el análisis del costo beneficio del retorno de la inversión, para el gasto en el mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos críticos del proceso de producción.

Costo mantenimiento preventivo

En este costo esta contemplado el gasto realizado en las temporadas de Veda I y Veda II, sólo en veda se realizan los trabajos de mantenimiento preventivo.

Resumen estruct.proyecto	Denominación	Res	Plan cost.proy.	Plan csts.proy2	Pl costes orden
PCP07/FS17	04. CHIMBOTE Norte Manlio Plan...	000...	587,174.47	0.00	587,174.47
PCP07/FS17-01	Gasto de Mantenimiento	000...	318,519.09	0.00	318,519.09
PCP07/FS17-01-01	Veda I	000...	142,667.53	0.00	142,667.53
PCP07/FS17-01-01-01	01. Chata de descarga	000...	28,205.74	0.00	28,205.74
PCP07/FS17-01-01-02	02. Recep pesaje materia prima	000...	28,494.74	0.00	28,494.74
PCP07/FS17-01-01-03	03. Recup trat. agua de bombeo	000...	838.59	0.00	838.59
PCP07/FS17-01-01-04	04. Cocido y prensado	000...	60,928.53	0.00	60,928.53
PCP07/FS17-01-01-04- Correctivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-01-04- Preventivo		000...	60,928.53	0.00	60,928.53
PCP07/FS17-01-01-04- Predictivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-01-04- Mejora técnica		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-01-05	05. Secado	000...	7,491.78	0.00	7,491.78
PCP07/FS17-01-01-05- Correctivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-01-05- Preventivo		000...	7,491.78	0.00	7,491.78
PCP07/FS17-01-01-05- Predictivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-01-05- Mejora técnica		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-01-06	06. Enfriado	000...	23.05	0.00	23.05
PCP07/FS17-01-01-07	07. Molienda	000...	1,937.94	0.00	1,937.94
PCP07/FS17-01-01-08	08. Ensaque	000...	750.01	0.00	750.01
PCP07/FS17-01-01-09	09. Planta de aceite	000...	4,086.62	0.00	4,086.62
PCP07/FS17-01-01-09- Correctivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-01-09- Preventivo		000...	4,086.62	0.00	4,086.62
PCP07/FS17-01-01-09- Predictivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-01-09- Mejora técnica		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-03	Veda II	000...	70,912.11	0.00	70,912.11
PCP07/FS17-01-03-01	01. Chata de descarga	000...	7,410.38	0.00	7,410.38
PCP07/FS17-01-03-02	02. Recep pesaje materia prima	000...	16,125.52	0.00	16,125.52
PCP07/FS17-01-03-03	03. Recup trat. agua de bombeo	000...	1,808.00	0.00	1,808.00
PCP07/FS17-01-03-04	04. Cocido y prensado	000...	8,247.81	0.00	8,247.81
PCP07/FS17-01-03-04- Correctivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-03-04- Preventivo		000...	7,896.54	0.00	7,896.54
PCP07/FS17-01-03-04- Predictivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-03-04- Mejora técnica		000...	351.37	0.00	351.37
PCP07/FS17-01-03-05	05. Secado	000...	8,984.27	0.00	8,984.27
PCP07/FS17-01-03-05- Correctivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-03-05- Preventivo		000...	7,399.80	0.00	7,399.80
PCP07/FS17-01-03-05- Predictivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-03-05- Mejora técnica		000...	1,584.47	0.00	1,584.47
PCP07/FS17-01-03-06	06. Enfriado	000...	915.21	0.00	915.21
PCP07/FS17-01-03-07	07. Molienda	000...	1,257.68	0.00	1,257.68
PCP07/FS17-01-03-08	08. Ensaque	000...	7.98	0.00	7.98
PCP07/FS17-01-03-09	09. Planta de aceite	000...	2,460.58	0.00	2,460.58
PCP07/FS17-01-03-09- Correctivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-03-09- Preventivo		000...	2,047.95	0.00	2,047.95
PCP07/FS17-01-03-09- Predictivo		000...	0.00	0.00	0.00
PCP07/FS17-01-03-09- Mejora técnica		000...	412.63	0.00	412.63

Fig. 5.1 Gasto de mantenimiento preventivo de equipos críticos

COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2007

VEDA I	
COCINAS	
PRENSAS	60,928.53
SECADORES	7,491.78
SEPARADORES	
CENTRIFUGAS	4,086.62
VEDA II	
COCINAS	
PRENSAS	8,247.91
SECADORES	8,994.27
SEPARADORES	
CENTRIFUGAS	2,460.58
COSTO TOTAL \$	92,209.69

Fig. 5.2 Costo del mantenimiento preventivo 2007

Costo mantenimiento predictivo

El costo del mantenimiento predictivo es el gasto realizado en las temporadas de Producción I y II, es muy necesario que los equipos estén en marcha para obtener datos importantes para tomar una acción cuando se inicie las temporadas de veda.

TABLA N° 5.1 Inversión para Mantenimiento Vibracional

COSTO	CANTIDAD	TOTAL (\$)
Equipo Vibscanner	1	10,000.00
Software Omnitrend	1	1,800.00

△ PCP07/FS17-01-04	Producción II	000...	32,511.75	0.00	32,511.75	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-01	01. Chata de descarga	000...	1,643.83	0.00	1,643.83	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-02	02. Recep.pesaje materia prima	000...	1,689.54	0.00	1,689.54	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-03	03. Recup.tral. agua de bombeo	000...	517.03	0.00	517.03	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-04	04. Cocido y prensado	000...	1,705.49	0.00	1,705.49	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-05	05. Secado	000...	4,501.38	0.00	4,501.38	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-06	06. Enfriado	000...	322.34	0.00	322.34	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-07	07. Molienda	000...	158.37	0.00	158.37	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-08	08. Ensaque	000...	1,020.79	0.00	1,020.79	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-09	09. Planta de aceite	000...	3,295.50	0.00	3,295.50	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-10	10. Planta evaporadora	000...	6,950.44	0.00	6,950.44	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-11	11. Planta de vapor	000...	8,401.50	0.00	8,401.50	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-12	12. Planta de fueras	000...	1,880.01	0.00	1,880.01	0.00
△ PCP07/FS17-01-04-12- Correctivo		000...	0.00	0.00	0.00	0.00
▷ △ PCP07/FS17-01-04-12- Preventivo		000...	1,880.01	0.00	1,880.01	0.00
▷ 800043953	CAMBIO DE FILTROS DE G.G.E.E 6		801.55	0.00	801.55	0.00
▷ 800044463	EVALUACIÓN ELECTRICA DE GR...		539.54	0.00	539.54	0.00
▷ 800044599	ANALISIS TERMOGRAFICO SUB ...		401.29	0.00	401.29	0.00
▷ 800044874	CAMBIO DE FILTRO G.G.E.E. 1		64.93	0.00	64.93	0.00
▷ 800044876	CAMBIO DE FILTRO G.G.E.E 4		57.16	0.00	57.16	0.00
▷ 800044999	CAMBIO DE FILTRO DE G.G.E.E. 2		15.54	0.00	15.54	0.00
▷ 800045040	CAMBIO DE FILTRO DE G.G.E.E. 5		0.00	0.00	0.00	0.00
△ PCP07/FS17-01-04-12- Predictivo		000...	0.00	0.00	0.00	0.00

Fig. 5.3 Costo análisis termografico

Costo análisis termografico: \$ 400.00

Costo de Análisis Aceite

•	Motovariador	Cocina N° 1	1 Muestra
•	Motovariador	Cocina N° 2	1 Muestra
•	Motovariador	Cocina N° 3	1 Muestra
•	Caja reductora	Prensa N° 1	1 Muestra
•	Caja reductora	Prensa N° 2	1 Muestra
•	Sist. Hidráulico	Prensa N° 2	1 Muestra
•	Caja reductora	Prensa N° 3	1 Muestra
•	Sist. Hidráulico	Prensa N° 3	1 Muestra
•	Motoreductor	Secador N° 1	1 Muestra
•	Motoreductor	Secador N° 2	1 Muestra
•	Motoreductor	Secador N° 3	1 Muestra
•	Sist. Lubricación	Centrifuga N° 1	1 Muestra
•	Sist. Lubricación	Centrifuga N° 2	1 Muestra
•	Sist. Lubricación	Centrifuga N° 3	1 Muestra
•	Sist. Lubricación	Pulidora N° 1	1 Muestra
•	Sist. Lubricación	Pulidora N° 1	1 Muestra
	Cantidad de muestras:		16 muestras

Costo Análisis Aceite (por muestra):	\$ 20.00
Costo Total Análisis de Aceite:	\$ 320.00
Costo Total por dos temporadas (anual):	\$ 640.00

TABLA N° 5.2 Costo del mantenimiento predictivo

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	COSTO \$
Análisis Vibracional	11,800.00
Análisis Termografico	400.00
Análisis Aceite	640.00
TOTAL	12,840.00

CHIMBOTE NORTE	ACUMULADO MES			ACUMULADO AÑO		
	REAL	PLAN	AVANCE	REAL	PLAN	AVANCE
DESCARGA						
FLOTA PROPIA - TM	9,542	6,033	158.1%	54,652	65,206	83.8%
TERCEROS - TM	5,602	2,781	201.5%	37,233	30,054	123.9%
TOTAL	15,144	8,814	171.8%	91,885	95,260	96.5%
PROCESADO - TM	15,144	8,814	171.8%	91,885	95,260	96.5%
PRODUCCION						
HARINA - TM	3,673	2,036	180.4%	22,026	22,000	100.1%
RENDIMIENTO - MP/HP	4.12	4.33		4.17	4.33	
ACEITE - TM	858	353	243.4%	5,350	3,810	140.4%
RENDIMIENTO - %	5.67%	4.00%		5.82%	4.00%	

Fig. 5.4 Resumen producción 2007

TABLA N° 5.3 Precio de la harina y aceite de pescado

Perú: precio harina y aceite de pescado
 Octubre 2007*

HARINA DE PESCADO		
ESPECIFICACION	US\$/Ton	EMBARQUE
Harina standard (FAQ 64%)	780	FOB
Harina prime (SD 67/120)	930	FOB
Harina super prime (SD 68/500)	950	FOB
ACEITE DE PESCADO		
Crudo a granel	1000	FOB

Fuente: ChileSur FishOil.

FOB: Free on board (cargado en el barco).

(*) Precios transados en septiembre para embarques en noviembre/diciembre.

FAQ 64%: Harina secada a fuego directo con 64% min. de proteínas.

SD 67/120: Harina secada a vapor indirecto con 67% min. de proteína y 120 max. TVN.

SD 68/500: Harina secada a vapor indirecto con 68% min. de proteína y 500 ppm max. Histamina.

Se tomarán en consideración los siguientes costos para el posterior cálculo del retorno de inversión teniendo en cuenta la TABLA N° 5.3

- Costo Harina de pescado: 800.00 \$/TM
- Costo Aceite de pescado: 1,000.00 \$/TM

CALCULO DEL RETORNO DE LA INVERSION

FLUJO DE CAJA ACTUAL	AÑOS		FLUJO DE CAJA PROPUESTO	AÑOS	
	0	1		0	1
INGRESOS			INGRESOS		
Horas Trabajadas (hrs.)		801.00	Horas Trabajadas (hrs.)		603.00
Velocidad (TM /hrs)		115.00	Velocidad (TM /hrs)		115.00
Materia prima procesada		91,885.00	Materia prima procesada		91,885.00
Factor de reducción		4.48	Factor de reducción		4.17
Rendimiento del Aceite		5.81%	Rendimiento del Aceite		5.82%
Harina TM		20,510.04	Harina TM		22,026.32
Aceite TM		5,154.75	Aceite TM		5,347.71
Precio Harina (\$ / TM)		800.00	Precio Harina (\$ / TM)		800.00
Precio Aceite (\$ / TM)		1,000.00	Precio Aceite (\$ / TM)		1,000.00
Valor de Pesca (USD)		21,662,784.21	Valor de Pesca (USD)		22,968,763.67
EGRESOS			EGRESOS		
Costo Variable (\$/ TM)		(329.63)	Inversión Mantenimiento Preventivo	(92,209.60)	
Costo Fijo (\$/ TM)		(146.46)	Inversión Mantenimiento Predictivo	(12,940.00)	
Depreciación Acumulada (\$/ TM)		(50.40)	Costo Variable (\$/ TM)		(329.63)
Gasto de Ventas Harina (\$ / TM)		(39.60)	Costo Fijo (\$/ TM)		(146.46)
Gasto de Ventas Aceite (\$ / TM)		(25.80)	Depreciación Acumulada (\$/ TM)		(50.40)
Suma (\$ / TM)		(591.89)	Gasto de Ventas Harina (\$ / TM)		(39.60)
Gasto Administrativo (% de los ingresos)		-4.80%	Gasto de Ventas Aceite (\$ / TM)		(25.80)
Gasto Financiero (% de los ingresos)		-5.70%	Suma (\$ / TM)		(591.89)
Total Egresos (USD)		(14,403,688.08)	Total Egresos (USD)	(105,049.69)	(15,469,282.61)
Saldo en Caja (USD)		7,169,096.14	Saldo en Caja (USD)	(105,049.69)	7,509,481.06
Participación de los trabajadores - 10%		(715,909.61)	Participación de los trabajadores - 10%		(750,948.11)
Impuesto a la renta - 30%		(1,032,955.06)	Impuesto a la renta - 30%		(2,027,559.89)
Depreciación		1,033,706.25	Depreciación		1,120,831.54
Flujo de caja (USD)		5,543,336.92	Flujo de caja (USD)	(105,049.69)	5,881,604.61
El retorno de la inversión					
Incremento del Beneficio Anual (USD)		307,667.79			
Recupero de la Inversión (USD)	(105,049.69)	202,618.10			
Beneficio Anual Promedio		307,667.79			
Periodo de Recupero (Años)		0.34			
Periodo de Recupero (Meses)		4			

Fig. 5.5 Calculo del retorno de la inversión

De la figura 5.5 se puede observar que el retorno de la inversión realizada por el mantenimiento preventivo y predictivo se da en 4 meses, debido al impacto positivo del mantenimiento preventivo y predictivo se logra mejorar la disponibilidad de planta y a la vez se mejora del factor de reducción de 4.48 a 4.17.

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:

$$FACTOR.DE.REDUCCIÓN = \frac{91,885.00}{20,510.04} = 4.48$$

En el flujo propuesto:

$$FACTOR.DE.REDUCCIÓN = \frac{91,885.00}{22,026.32} = 4.17$$

Los costos que representan los gastos por la inversión en mantenimiento preventivo y predictivo, el gasto detallado se encuentran en la Fig. 5.2 Costo del mantenimiento preventivo, así como el costo de las diferentes clases de mantenimiento predictivo se indican en la Tabla Identificación de los equipos críticos dentro del proceso productivo de la planta. Los demás costos se muestran en la Tabla 5.1 Costo análisis vibracional, Fig. 5.3 Análisis termográfico, el Análisis de aceite se considera 16 muestras que serán realizadas dos temporadas al año con un costo de \$ 640.00.

TABLA N° 5.4 Resumen de Costos de mantenimiento

MANTENIMIENTO	COSTO \$
Mantenimiento Preventivo	92,209.69
Mantenimiento Predictivo	12,840.00
TOTAL	105,049.69

CONCLUSIONES

La aplicación de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos críticos de una planta que se dedica a la producción de aceite y harina de pescado, constituye una alternativa de 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 La ejecución del plan de mantenimiento ha generado un ahorro de US\$ 307,667.79 recuperándose la inversión realizada en 0.34 años.
- 3 El retorno de la inversión en la implementación del plan de mantenimiento se da en 4 meses, debido a la disponibilidad de planta y a la mejora del factor de reducción de 4.48 a 4.17, quiere decir que al aumentar la disponibilidad afectó positivamente en el mejoramiento del factor de reducción.
- 4 Se consiguió identificar los equipos críticos que intervienen en el procesamiento de harina y aceite de pescado, conocimiento útil para la aplicación de un plan de mantenimiento adecuado para la consecución de la máxima operatividad de los equipos.
- 5 Mediante la aplicación del mantenimiento preventivo se ha conseguido reducir el número de paradas no programadas, debido a que se ha requerido únicamente el cambio de piezas desgastadas. Ha permitido la reducción del capital inmovilizado por repuestos. Se ha conseguido construir una buena

coordinación entre las secciones de producción y mantenimiento al interior de la planta. Se han reducido los riesgos de accidentes.

- 6 La aplicación del mantenimiento predictivo ha permitido que las piezas desgastadas de los equipos se cambian oportunamente. Se ha minimizado el número de paradas no programadas. Se ha aumentado la confiabilidad de los equipos. Se ha realizado un mantenimiento ordenado, dándose tiempo para efectuar mejoras en los equipos. Ha permitido un mejor desarrollo y capacitación del personal técnico, al tener horarios de trabajo prácticamente definidos. Se ha prolongado la vida útil de los equipos.

BIBLIOGRAFIA

1. AMENDOLA, Luís; “Modelos mixtos de confiabilidad”; Valencia España - Diciembre 2002.
2. ARÉVALO Dueñas, Antonio; Informe: “Estrategias para optimizar la gestión del mantenimiento de la sección de cocción, en la planta procesadora de pescado NEPESUR” – ED. Perú 2002”
3. DANIEL Torres, Leandro, “Mantenimiento su Implementación y Gestión Segunda Edición Argentina 2005”.
4. GOMEZ SANCHEZ Soto, Rubén; “Nueva Técnicas de la gestión del Mantenimiento” UNI-2006
5. LEÓN, Juan; “Vibraciones Mecánicas” ED. Limusa 2002.
6. H MATA; “Introducción a la teoría de las vibraciones mecánicas”; ED. Labor
7. ORTIZ Álvarez, Víctor; Separatas de curso “Gestión del Mantenimiento”; Universidad Nacional de Ingeniería; Lima – Perú, 2007.
8. STEIDAL Robert F.; “Introducción al estudio de las vibraciones mecánicas”; ED. CECOSA, México 2002.
9. DUFFUAA Raouf, Dixon; “Sistemas de Mantenimiento, Planeamiento y Control”, México 2007
10. Páginas de Internet:
http://www.infopesca.org/rep_men_fish/otros/Mercado_de_harina_de_pesca
<http://www.pescaaldia.cl/entrevistas/?doc=178>
<http://www.dapel.cl/contenido/pdf/Acuicola/Harinayaceitedepescadoyvegetal>
<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual4/cap5.pdf>

ANEXOS

INDICE

ANEXO 1.

Flujo de proceso de producción de Harina y Aceite de pescado

ANEXO 2.

Equipos según ubicaciones técnicas del sistema integrado SAP 6.0

ANEXO 3.

Historia del mantenimiento

ANEXO 4.

Tablas de prioridades para evaluar equipos

ANEXO 5.

Norma ISO 2372 y 10816

ANEXO 6.

Balanceo dinámico en un plano

ANEXO 7.

Registro de órdenes de mantenimiento

ANEXO 8.

Formato de registro de vibraciones

ANEXO 9.

Variación del costo de la harina de pescado

ANEXO 10.

Exportación de la harina y aceite de pescado

ANEXO 1

FLUJO DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO

ANEXO 2

EQUIPOS SEGÚN UBICACIONES TECNICAS DEL SISTEMA INTEGRADO SAP

6.0

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura

Detalles completos

Ubic. técn. CH Válido de 23.10.2007
 Denominación Chimbote Norte

CH	Chimbote Norte
CH01	Planta CHIMBOTE NORTE
CH0101	Recepción y pesaje de materia prima
CH0101-01	Descarga de materia prima - Tamakun
CH0101-02	Recepción y pesaje
CH0102	Cocido y Prensado
CH0102-01	Elevadores y tolvin de pescado
CH0102-02	Alimentadores
CH0102-03	Cocinado
CH0102-04	Drenadores
CH0102-05	Prensado
CH0103	Secado
CH0103-01	Transportadores a secadores FAQ
CH0103-02	Secadores
CH0104	Enfriado
CH0104-01	Enfriador de harina
CH0105	Molienda
CH0105-01	Transportadores a molinos
CH0105-02	Purificador de Harina
CH0105-03	Molinos Secos
CH0105-04	Transporte neumático
CH0106	Ensaque
CH0106-01	Sistema antioxidante
CH0106-02	Alimentación ensaque
CH0106-03	Balanzas de ensacado y pesaje
CH0107	Planta de aceite
CH0107-01	Colector licor de prensa
CH0107-02	Separadores de sólidos
CH0107-03	Transportador colector de sólidos
CH0107-04	Bombas de caldo de separadores
CH0107-05	Centrífugas
CH0107-06	Bombas de lodos
CH0108	Planta Evaporadora
CH0108-01	Unidad evaporadora 1
CH0108-02	Unidad evaporadora 2
CH0108-03	Unidad evaporadora 3
CH0108-04	Tanques
CH0108-05	Sistema de agua de mar
CH07	Servicios Auxiliares
CH0701	Planta de vapor
CH0701-01	Calderos
CH0701-02	Sistema de ablandamiento
CH0701-03	Desatreador
CH0701-04	Tanque flash
CH0701-05	Líneas de vapor
CH0701-06	Líneas de condensado
CH0701-07	Tanque diario de combustible
CH0702	Planta de Fuerza
CH0702-01	Tablero distribución general
CH0702-02	Grupos electrógenos
CH0702-03	Sub-estación eléctrica
CH0702-04	Sub-tableros distribución de fuerza
CH0703	Suministro de aire
CH0703-01	Compresores
CH0704	Tanques de almacenamiento
CH0704-01	Almacenamiento combustible
CH0704-02	Almacenamiento agua
CH0704-03	Almacenamiento aceite de pescado
CH0705	Tratamiento de Efluentes
CH0705-01	Emisor Submarino
CH0706	Suministro de Agua
CH0706-01	Pozo tubular
CH0706-02	Líneas de distribución
CH0707	Mantenimiento
CH0707-01	Taller mecánico
CH0707-02	Taller eléctrico
CH0707-03	Maestranza
CH0707-04	Equipos de lavado

ANEXO 3

HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

HISTORIA DEL MANTENIMIENTO:

2005	PROACTIVIDAD CON OBTENCIÓN DE LOGROS PROYECTABLES Y VERIFICABLES: ESTRATEGIAS PARA LA PROACTIVIDAD + HERRAMIENTAS PARA LA PROACTIVIDAD = ACCION PROACTIVA
1990	GERENCIA DE LA CALIDAD TOTAL Mantenimiento integrado a las estrategias gerenciales de calidad.
	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD Modelos estadísticos para estimar la próxima falla.
1975	TPM
	MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN Vibraciones, termografía y aceites.
1970	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD La calidad como control para mantenimiento.
	MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR Predictivo con ayuda del PC.
1960	MANTENIMIENTO PREDICTIVO: Registros de las fallas de las Máquinas y Tendencias (Papel).
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO
1950	MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ANEXO 4

TABLA DE PRIORIDADES PARA EVALUAR EQUIPOS

TABLA DE PRIORIDADES PARA EVALUAR EQUIPOS

ITEM	VARIABLE	CONCEPTO Y PONDERACIÓN	OBSERVACIONES	DEBAGUADOR ROTATIVO	TOLVA PESAJE	COCHIADOR	PRE STRAINER	PRENSA	SECADOR FUEGO DIRECTO	ENFRIADOR	PURIFICADOR	MOLINO DE HARINA	VENTILADOR NEUMATICO	BALANZA ENSACADORA	SEPARADORA DE SOLIDOS	CENTRIFUGAS DE ACEITE	PULIDORA DE ACEITE	
EFECTO SOBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIO AMBIENTE	PARA	4	AFECTA MEDIO AMBIENTE	2	2	4	0	4	4	0	0	2	2	0	4	4	0	
	REDUCE	2																
	NO PARA	0																
VALOR TECNICO ECONOMICO (CONSIDERAR EL COSTO DE ADQUISICIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)	ALTO	3	MÁS DE \$50.000	1	1	2	1	3	3	1	1	2	2	1	2	2	1	
	MEDIO	2																
	BAJO	1	MENOS DE \$ 10.000															
LA FALLA AFECTA	A. AL EQUIPO EN SI	SI	¿DETERIORA OTROS COMPONENTES?	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
		NO	0															
	B. AL SERVICIO	SI	¿ORIGINA PROBLEMAS A OTROS EQUIPOS?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		NO	0															
	C. AL OPERADOR	RIESGO	¿POSIIBILIDAD DE ACCIDENTES AL OPERADOR?	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
		NO RIESGO	0															
	D. A LA SEGURIDAD EN GRAL.	SI	¿POSIIBILIDAD DE ACCIDENTES A OTRAS PERSONAS U OTROS EQUIPOS CERCANOS?	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
		NO	0															
PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)	ALTA	2	¿PUEDE SER REPARADO EN EL TIEMPO O SE DEBE TRABAJAR CORRECTAMENTE CUANDO SE LE MENCIONA?	2	2	2	2	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	
	BAJA	0																
FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA	UNICO	2	NO EXISTE OTRO IGUAL O SIMILAR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	BY PASS	1	EL SISTEMA PUEDE SEGUIR FUNCIONANDO															
	STAND BY	0	EXISTE OTRO IGUAL O SIMILAR NO INSTALADO															
DEPENDENCIA LOGISTICA	EXTRANJERO	2	REPUESTOS SE TIENEN QUE IMPORTAR	0	1	1	0	2	1	0	1	1	1	1	2	2	0	
	LOC/EXT	1	ALGUNOS REPUESTOS SE COMPRAN LOCALMENTE															
	LOCAL	0	REPUESTOS SE CONSIGUEN LOCALMENTE															
DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA	TERCEROS	2	EL MANTENIMIENTO REQUIERE CONTRATAR A TERCEROS	0	0	2	0	2	2	0	0	2	2	0	2	2	0	
	PROPIA	0	EL MANTENIMIENTO SE REALIZA CON PERSONAL PROPIO															
FACILIDAD DE REPARACIÓN (MANTENIBILIDAD)	BAJA	1	MANTENIMIENTO DIFICIL	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	
	ALTA	0	MANTENIMIENTO FACIL															
TOTAL				9	10	17	7	19	18	7	4	16	14	8	18	18	7	

PRENSA	SECADOR FUEGO DIRECTO	SEPARADORA DE SOLIDOS	CENTRIFUGA DE ACEITE	COCINADOR	MOLINO DE HARINA	VENTILADOR NEUMATICO	TOLVA PESAJE	DEBAGUADOR ROTATIVO	BALANZA ENSACADORA A	PRE STRAINER	ENFRIADOR	PULIDORA DE ACEITE	PURIFICADOR
19	18	18	18	17	14	14	10	9	8	7	7	7	4

ESCALA DE REFERENCIA		
A	CRITICA	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 16
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 06

ANEXO 5

NORMA ISO 2372 y 10816

Norma ISO 2372

La norma ISO número 2372 proporciona guías para aceptación de la amplitud de vibración, para maquinaria rotativa operando desde 600 hasta 12 000 RPM. Especifica niveles de velocidad general de vibración en lugar de niveles espectrales, y puede ser muy engañosa. ISO 2372 especifica los límites de la velocidad de vibración basándose en los caballos vapor de la máquina y cubre un rango de frecuencias desde 10 Hz hasta 1 000 Hz. Debido al rango limitado de alta frecuencia, se puede fácilmente dejar pasar problemas de rodamientos con elementos rodantes. Esta norma está considerada obsoleta y se va a reformular.

Level, VdB	Menos que 20 HP	20 a 100 HP	Más que 100 HP
125	No Permissible	No Permissible	No Permissible
121	No Permissible	No Permissible	A Peas Tolerable
117	No Permissible	A Peas Tolerable	A Peas Tolerable
113	A Peas Tolerable	A Peas Tolerable	Permissible
109	A Peas Tolerable	Permissible	Permissible
105	Permissible	Permissible	Bueno
101	Permissible	Bueno	Bueno
97	Bueno	Bueno	Bueno

**VIBRACIÓN ISO 2372 TABLA DE DIAGNÓSTICO
(Para Ejes en Voladizo)**

	Excesiva	Excesiva	Excesiva	Excesiva	
	Horizontal	Vertical	Axial	Estructural	
	La Vibración Indica	La Vibración Indica	La Vibración Indica	La Vibración Indica	Notas
Desbalance	SI	NO	SI	NO	Hor y Axial > Vert
Desalineación	SI	NO	SI	NO	Hor y Axial > Vert
Solturas	SI	SI	NO	SI	Vert. \geq Horizontal
Falla Eléctrica Medida como vibración					Desenergice a la vez que monitorea el equipo. Si la vibración cae inmediatamente el problema es eléctrico

IMP

Nota: En las máquinas en voladizo el desbalance y la desalineación pueden presentar características similares. Utilice la medición de fase para diferenciarlos.

Fig. Diagnostico para ejes de voladizo

**VIBRACIÓN ISO 2372 TABLA DE DIAGNÓSTICO
(Para Ejes Verticales)**

	Excesiva	Excesiva	Excesiva	Excesiva	
	Radial 1	Radial 2	Axial	Estructural	
	La Vibración Indica	La Vibración Indica	La Vibración Indica	La Vibración Indica	Notas
Desbalance	SI	NO	NO	NO	Radial > Axial
Desalineación	SI	NO	SI	NO	Axial > Radial
Solturas	SI	NO	NO	SI	
Falla Eléctrica Medida como vibración					Desenergice a la vez que monitorea el equipo. Si la vibración cae inmediatamente el problema es eléctrico

IMP

Nota: Las mediciones Radiales 1 y 2, están distanciadas 90°.

Fig. Tabla de diagnostico para ejes de voladizo

**VIBRACIÓN ISO 2372 TABLA DE DIAGNÓSTICO
(Para Ejes Horizontales)**

	Excesiva	Excesiva	Excesiva	Excesiva	
	Horizontal	Vertical	Axial	Estructural	
	La Vibración Indica	La Vibración Indica	La Vibración Indica	La Vibración Indica	Notas
Desbalance	SI	NO	NO	NO	Horizontal > Axial
Desalineación	NO	SI	SI	NO	Axial > Horizontal
Solturas	SI	SI	NO	SI	Vert. \geq Horizontal
Falla Eléctrica Medida como vibración					Desenergice a la vez que monitorea el equipo. Si la vibración cae inmediatamente el problema es eléctrico

IMP

Nota.- En máquinas con soporte flexible el desbalance tiene mayor vibración en la dirección vertical.

Fig. Tabla de diagnostico para ejes de voladizo

Norma ISO 10816

Se compone de los siguientes:

ISO 10816-1

La evaluación de Vibración de la Máquina por las Medidas en las partes no rotativas.

ISO 10816-2

La evaluación de Vibración de la Máquina por las Medidas en las partes no rotativas.

Las turbinas de vapor fijo al suelo y generador más de 50MW con las velocidades normales de operación 1500 rpm, 1800 rpm, 3000 rpm y 3600 rpm.

ISO 10816-3

La evaluación de Vibración de la Máquina por las Medidas en las partes no rotativas.

Las máquinas industriales con el poder nominal anteriormente 15 kW y nominal las velocidades entre 120 rpm y 15 rpm cuando moderado en el situ.

ISO 10816-4

La evaluación de Vibración de la Máquina por las Medidas en las partes no rotativas
En turbina de gas manejada se excluyen los derivados del avión.

ISO 10816-5

La evaluación de Vibración de la Máquina por las Medidas en las partes no rotativas.

En máquinas en las plantas de generación de poder y bombeo hidráulico.

ISO 10816-6

Las máquinas reciprocantes con un rango de potencia 100 kW.

ISO 10816-3

La evaluación estándar por el monitoreo de la vibración.

El valor eficaz de la velocidad de la vibración se usa para evaluar la condición de la máquina. Este valor puede ser determinado por casi todos los dispositivos de medida de la vibración convencional.

DIN ISO 10816-3 separa las máquinas en diferente grupos y tiene en cuenta el tipo de instalación.

Verde: Zona A

Los valores de vibración de las máquinas puestas en operación.

Amarillo: Zona B

Las máquinas pueden funcionar en operación continua sin alguna restricción.

Naranja: Zona C

Los valores de vibración indican que la condición de la máquina es no conveniente para el funcionamiento continuo, sólo para un periodo limitado de tiempo. Deben tomarse las medidas correctivo en la próxima oportunidad.

Rojo: Zona D

Valor de vibración peligrosa, podría ocasionar daño a la máquina.

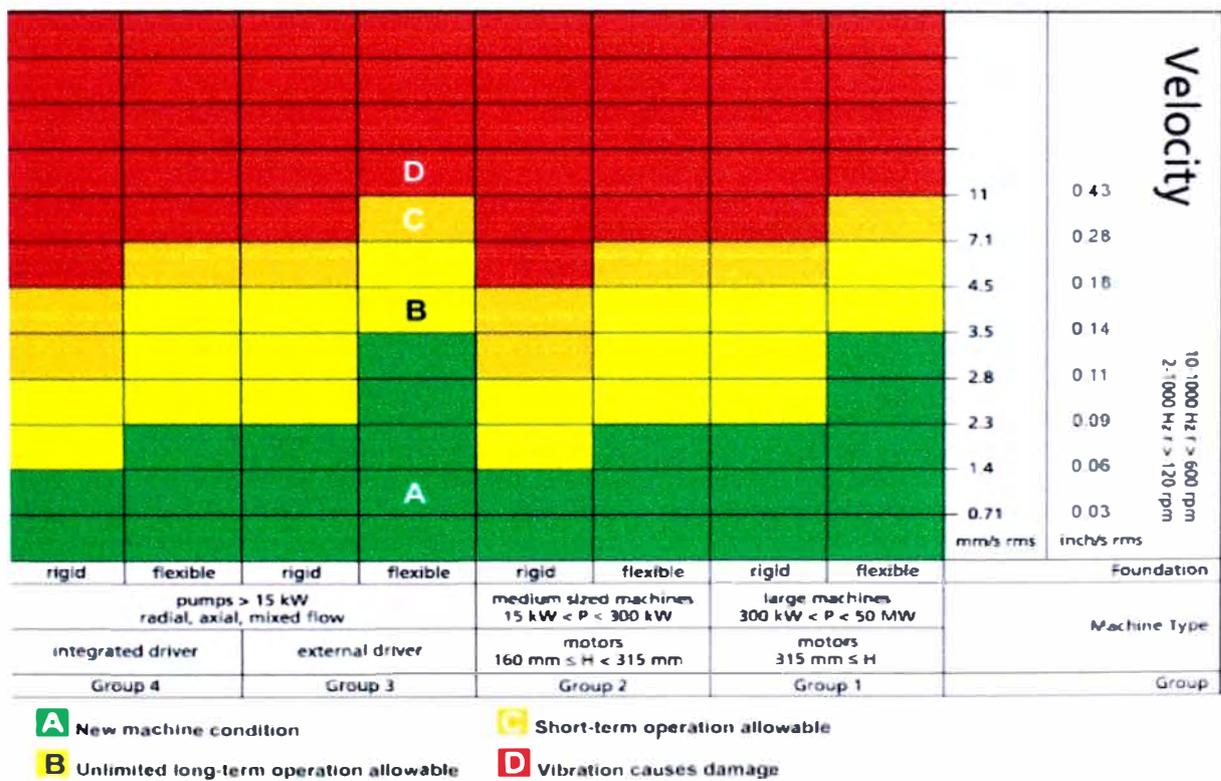


Fig. Analisis de vibración de los equipos según ISO 10816-3

ANEXO 6

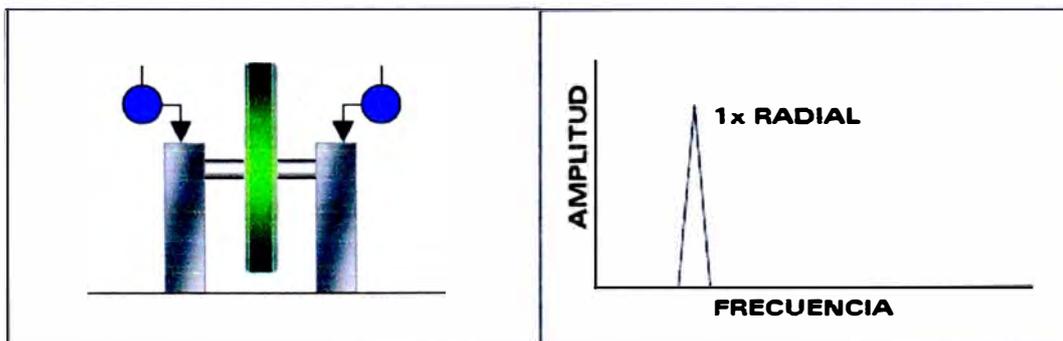
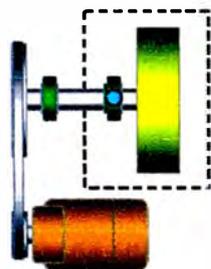
BALANCEO DINAMICO EN UN PLANO

DESBALANCE

ESTÁTICO: Producido generalmente por desgaste radial superficial no uniforme en rotores en los cuales su largo es despreciable en comparación con su diámetro.

El espectro presenta vibración dominante con una frecuencia igual a 1 X RPS del rotor.

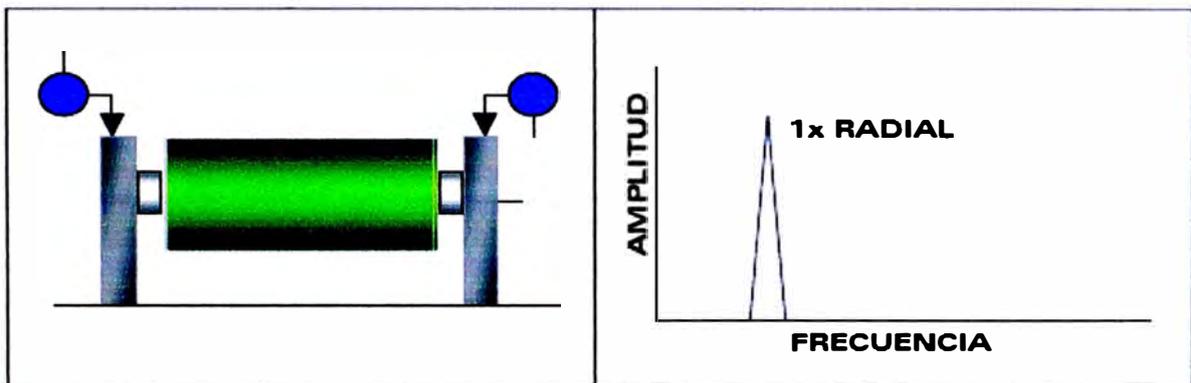
Se recomienda para corregir la falla balancear el rotor en un sólo plano (en el centro de gravedad del rotor) con la masa adecuada y en la posición angular calculada con un equipo de balanceo. Consulte a un experto en balanceo de rotores.



DINÁMICO: El desbalance dinámico ocurre en rotores medianos y largos. Es debido principalmente a desgastes radiales y axiales simultáneos en la superficie del rotor.

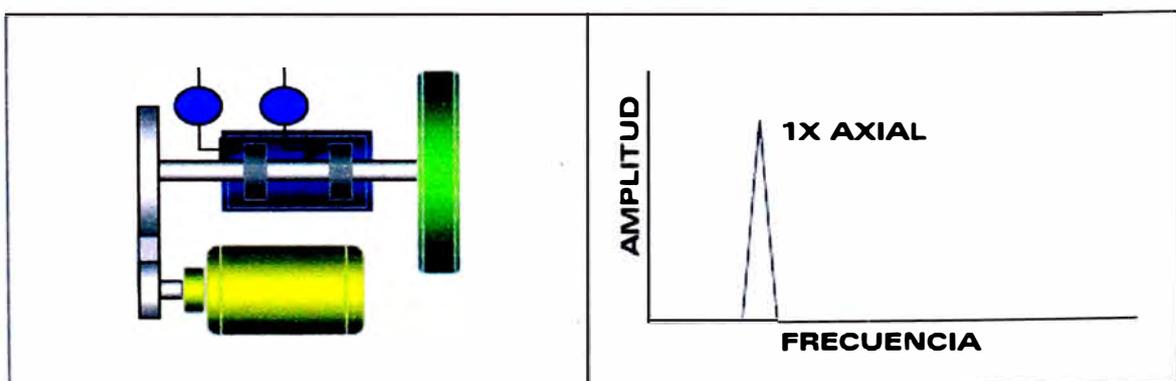
El espectro presenta vibración dominante y vaivén simultáneo a frecuencia igual a 1 X RPS del rotor.

Se recomienda para corregir la falla balancear el rotor en DOS PLANOS con las masas adecuadas y en las posiciones angulares calculadas con un equipo de balanceo dinámico. Consulte a un experto en balanceo de rotores.



ROTOR COLGANTE: Ocurre en rotores que se encuentran en el extremo de un eje. Es producido por desgaste en la superficie del rotor y doblamiento del eje

El espectro presenta vibración dominante a 1X RPS del rotor, muy notoria en dirección AXIAL y RADIAL. Para corregir la falla, primero debe verificarse que el rotor NO TENGA EXCENRICIDAD NI QUE EL EJE ESTÉ DOBLADO. Luego debe realizarse el balanceo adecuado. Consulte a un experto en balanceo de máquinas.



BALANCEO DINAMICO EN UN PLANO (METODO DE LOS 3 PUNTOS)

El método de los tres puntos nos permite hallar el peso y la ubicación del peso para lograr el balanceo de un rotor en el cual su largo es despreciable respecto de su diámetro.

Paso 1. Mida la vibración con el equipo operando a velocidad normal. Registre las vibraciones globales. RMS (mm/s).

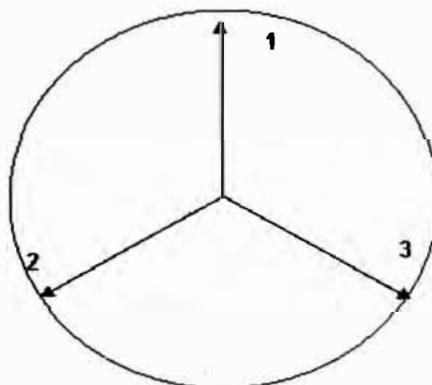
El valor medido será V_0

Paso 2 escoja un peso de prueba (**mp**) adecuado según sea la máquina. Valores prácticos:

- Ventilador de caldero: 3 a 10 gr.
- Ventiladores medianos: 10 a 20 gr.
- Ventiladores grandes: 20 a 50 gr
- molinos : 50 150 gr

Hay una forma de calcular la masa de prueba en función del Peso del rotor, la velocidad y el diámetro.

Paso 3. Divida el rotor en 3 partes



Paso 4 Coloque el peso de prueba **mp** en la posición 1 (0°). Suelde con un par de puntos, lo suficientemente firme.

Mida la vibración con el equipo operando a velocidad normal. Registre las vibraciones globales. RMS (mm/s)

El valor medido será **V1**

Paso 5 Retire el peso de prueba **mp** del punto 1 y colóquelo en la posición 2 (120°). Suelde con un par de puntos, lo suficientemente firme.

Mida la vibración con el equipo operando a velocidad normal. Registre las vibraciones globales.

El valor medido será **V2**

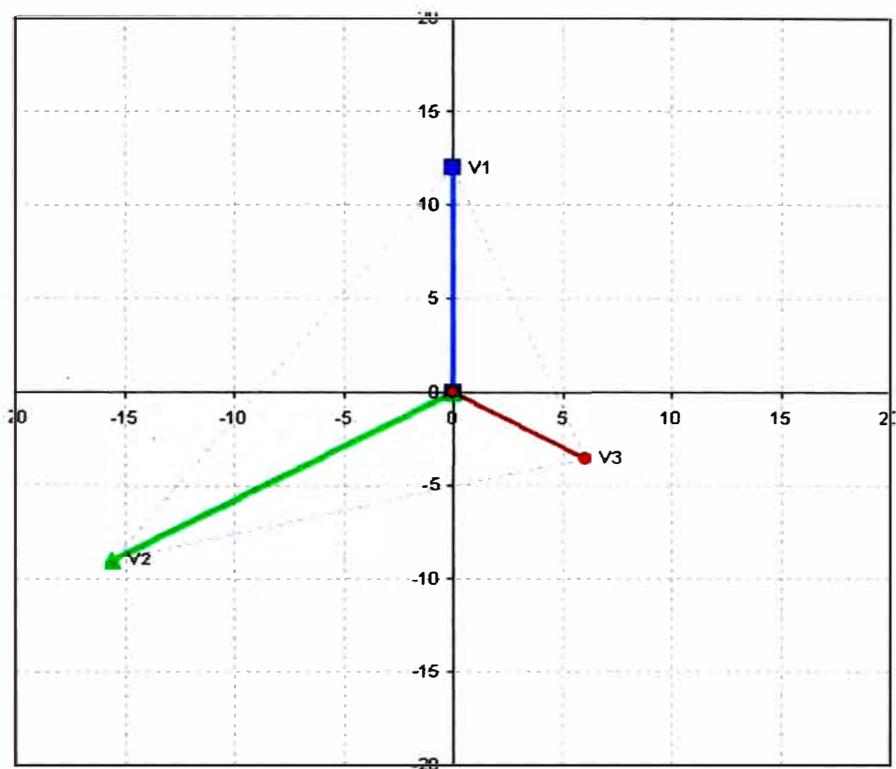
Paso 6 Retire el peso de prueba **mp** del punto 2 y colóquelo en la posición 3 (240°). Suelde con un par de puntos, lo suficientemente firme.

Mida la vibración con el equipo operando a velocidad normal. Registre las vibraciones globales.

El valor medido será **V3**

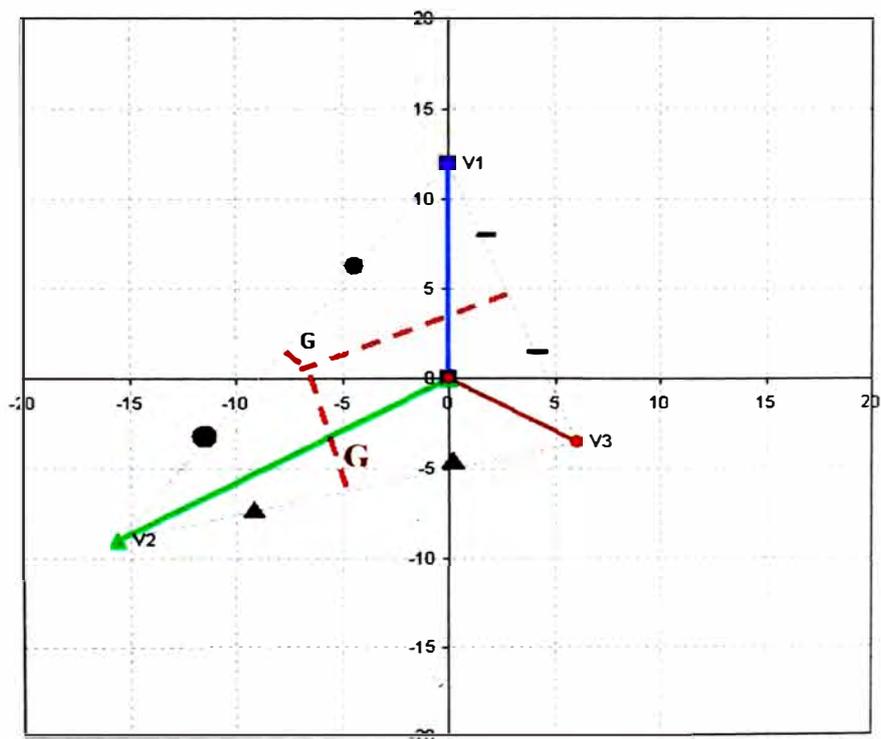
Paso 7 En un papel milimetrado grafique a escala las vibraciones V1, V2 y V3 medidas previamente

Una los vértices V1, V2 y V3

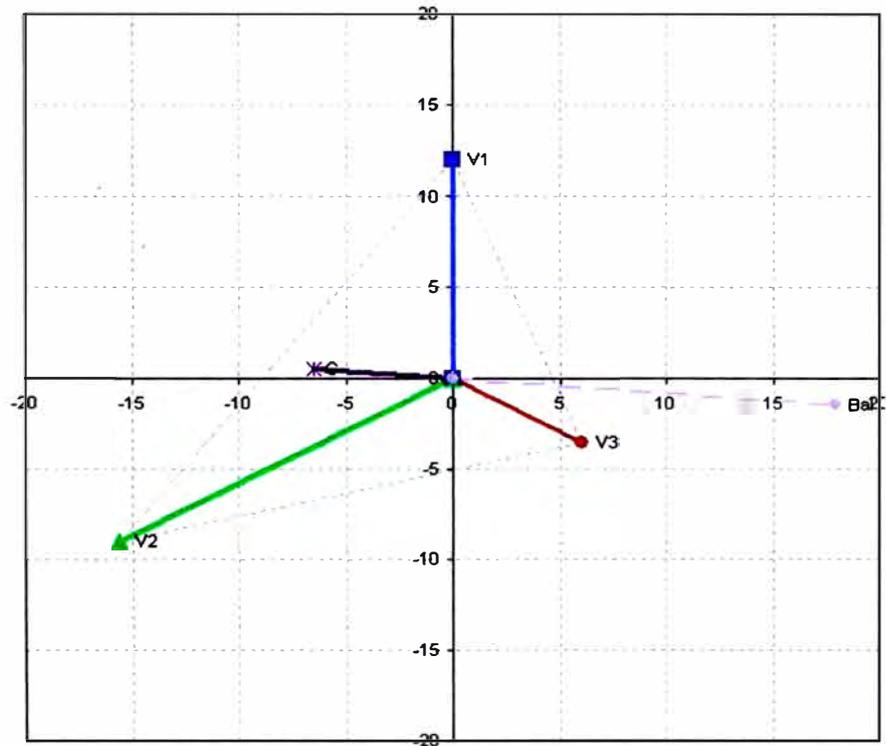


En el triángulo formado halle el Baricentro (G): obtenga los puntos medios de los lados del triángulo.

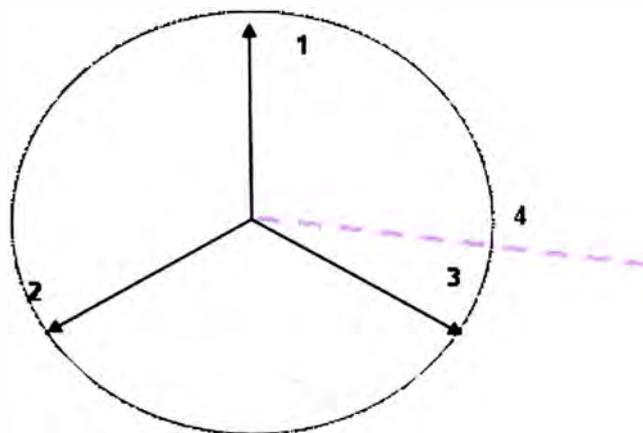
En cada punto medio trace un perpendicular. Las 3 perpendiculares se encuentran en un mismo punto (G)



El punto 0,0 unir al baricentro y prolongúelo en sentido opuesto, se habrá hallado el ángulo de balanceo. (En este ejemplo es la línea de color lila)



Paso 8 El ángulo de balanceo trasládalo al rotor: posición 4



Paso 9 Retire el peso de prueba **mp** del punto 3 y colóquelo en la posición 4. Suelde con un par de puntos, lo suficientemente firme. Mida la vibración con el

equipo operando a velocidad normal. Registre las vibraciones globales. El valor medido será **V4**

Paso 10 Cálculo de la masa final

$$Mf = \frac{mp \times Vo}{(Vo - V4)}$$

Paso 11 Retire el peso de prueba **mp** del punto 4 y coloque en su lugar la masa final. Suelde firmemente todo el contorno. Mida la vibración con el equipo operando a velocidad normal. Registre las vibraciones globales.

Verifique que se ha alcanzado el objetivo. El equipo balanceado mostrará baja vibración radial, dentro de los límites de la norma.

ANEXO 7

REGISTRO DE ORDENES DE MANTENIMIENTO



ORDEN DE MANTENIMIENTO

N°

DESCRIPCIÓN:

EQUIPO: _____ UBICACIÓN TÉCNICA _____

FECHA INICIO: _____ HORA: _____ TIEMPO PROGRAMADO: _____

FECHA TERMINO: _____ TIEMPO REPROGRAMADO _____

TIPO INTERVENCIÓN: MECÁNICA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA

PUESTO RESPONSABLE: MECÁNICO ELECTRICISTA OPERADOR OTRO

PRIORIDAD:

MOTIVO DE INTERVENCIÓN:

TIPO MANTENIMIENTO CORRECTIVO PREVENTIVO PREDICTIVO OTROS

CONSIGNA DE SEGURIDAD

PERSONAL ASIGNADO:

NOMBRE Y APELLIDOS	ÁREA DE TRABAJO	TRABAJO ASIGNADO

ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN	FECHA	% AVANCE	OBSERVACIÓN

MATERIALES UTILIZADOS

N° SOLICITUD	N° RESERVA	FECHA RESERVA	OBSERVACIÓN

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO:

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

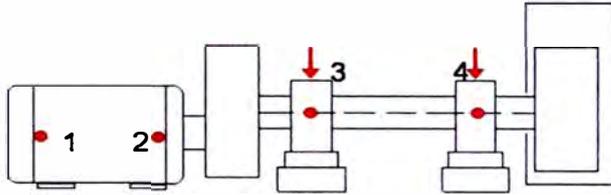
VoBo
OPERADOR

VoBo
JEFE MANTENIMIENTO

VoBo
SUPERVISOR TURNO

ANEXO 8

FORMATOS DE REGISTRO DE VIBRACIONES



FECHA : _____ HORA : _____

EFECTUADO POR : _____

INSTRUMENTO : _____

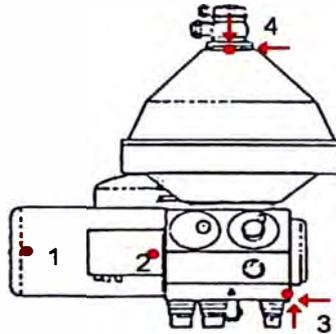
Norma ISO 10816-3 (mm/s)		
	mm/s	gE
ALARMA	4.5	5
Advertencia	2.8	2
Condición Normal	1.4	1
Condición Equipo Nuevo		

PUNTO			Vent Comb	Vent Comb	Vent Diluc	Vent Comb	Exhaustor	Exhaustor	Exhaustor	Exhaustor	Exhaustor	Exhaustor	Ventilador
			Sec 1	Sec 2	Sec 2	Sec 3	Sec 1 - A	Sec 1 - B	Sec 2 - A	Sec 2 - B	Sec 3 - A	Sec 3 - B	Enfriador
1	H	mm/s											
	V	mm/s											
	A	mm/s											
	G	gE											
2	H	mm/s											
	V	mm/s											
	A	mm/s											
	G	gE											
3	H	mm/s											
	V	mm/s											
	A	mm/s											
	G	gE											
4	H	mm/s											
	V	mm/s											
	A	mm/s											
	G	gE											

OBSERVACIONES

ASISTENTE

JEFE DE MANTENIMIENTO



4000 RPM
d = 75 mm

FECHA : _____ HORA : _____

EFFECTUADO POR : _____

INSTRUMENTO : _____ VIBER - A

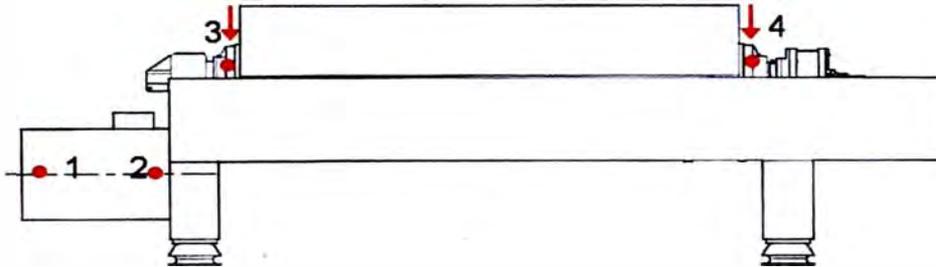
Norma ISO 10816-3 (mm/s)		
	mm/s	gE
ALARMA	7.1	10
Advertencia	4.5	4
Condición Normal	2.3	1.8
Condición Equipo Nuevo		

PUNTO	CENTRIFUGA				CENTRIFUGA	PULIDORA		
	1	2	3	4	RECUPERAC	1	2	
1	H	mm/s						
	V	mm/s						
	A	mm/s						
	G	gE						
2	H	mm/s						
	V	mm/s						
	A	mm/s						
	G	gE						
3	H	mm/s						
	V	mm/s						
	A	mm/s						
	G	gE						
4	H	mm/s						
	V	mm/s						
	A	mm/s						
	G	gE						

OBSERVACIONES

ASISTENTE

JEFE DE MANTENIMIENTO



4000 RPM
d = 75 mm

FECHA : _____ HORA : _____
 EFECTUADO POR : _____
 INSTRUMENTO : _____ VIBER - A

Norma ISO 10816-3 (mm/s)		
	mm/s	gE
ALARMA	7.1	10
Advertencia	4.5	4
Condición Normal	2.3	1.8
Condición Equipo Nuevo		

	PUNTO		SEPARAD	SEPARAD	SEPARAD		SEPARAD	SEPARAD
			1	2	3		RECUP 4	RECUP 5
1	H	mm/s						
	V	mm/s						
	A	mm/s						
	G	gE						
2	H	mm/s						
	V	mm/s						
	A	mm/s						
	G	gE						
3	H	mm/s						
	V	mm/s						
	A	mm/s						
	G	gE						
4	H	mm/s						
	V	mm/s						
	A	mm/s						
	G	gE						

OBSERVACIONES

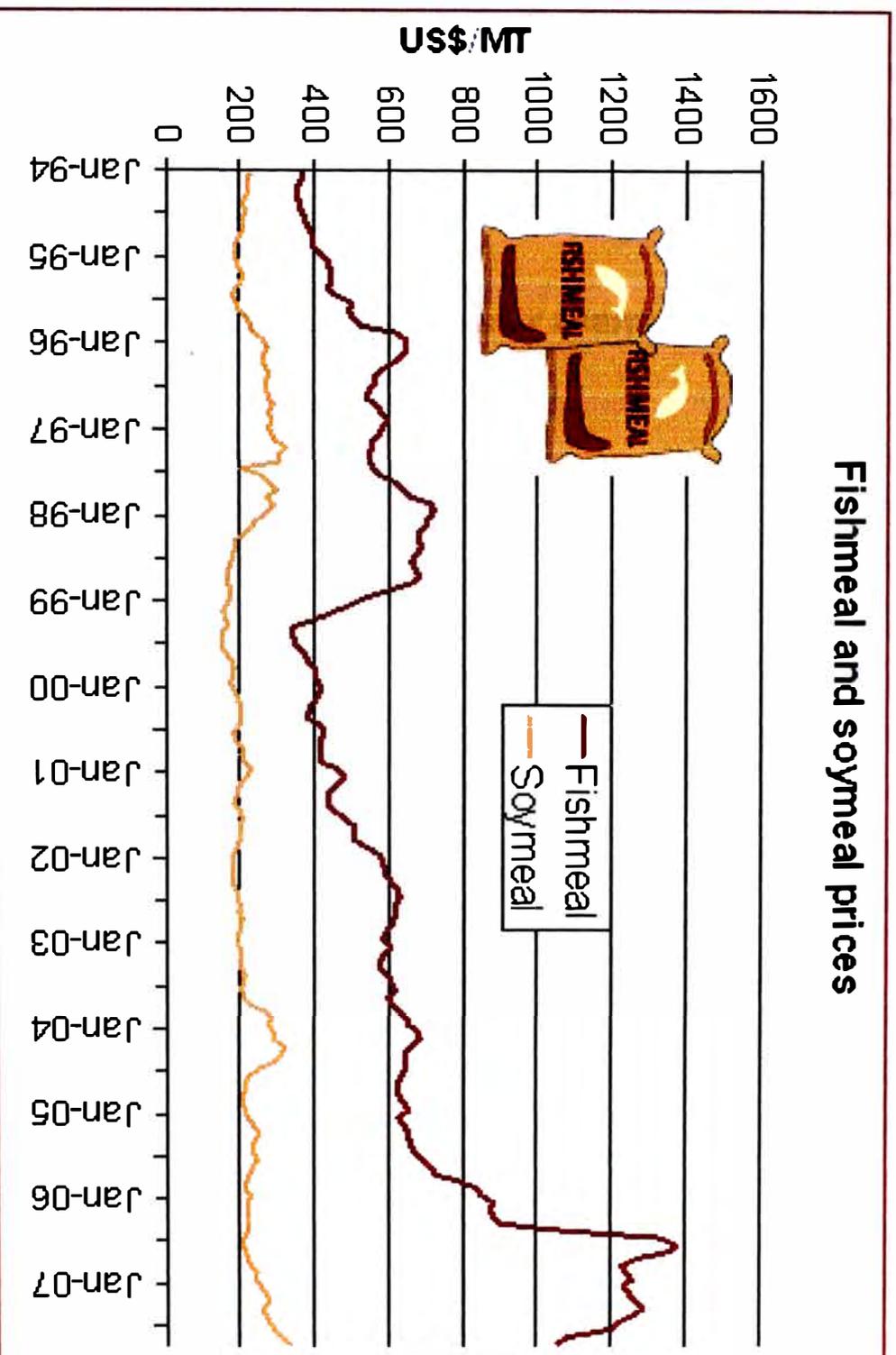
ASISTENTE

JEFE DE MANTENIMIENTO

ANEXO 9

VARIACIÓN DEL COSTO DE LA HARINA DE PESCADO

Fishmeal and soymeal prices

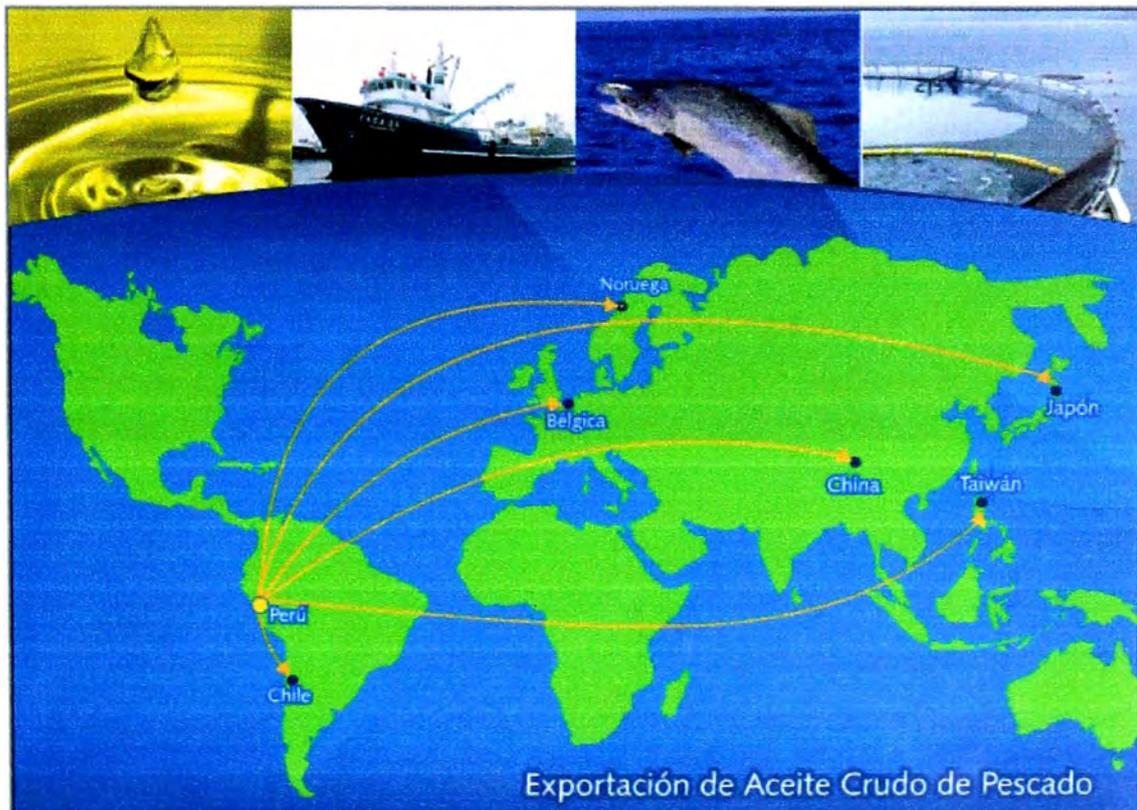


Variación del costo de la harina de pescado

ANEXO 10

EXPORTACIÓN DE LA HARINA Y ACEITE DE PESCADO

EXPORTACIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO



HARINA de Pescado

HARINA SECADA AL VAPOR

	SUPERPRIME	PRIME	TAIWAN	TAILANDIA	STANDARD
PROTEINA	68% Min	67% Min	67% Min	67% Min	67-66-65% Min
GRASA	10% Max	10% Max	10% Max	10% Max	12% Max
HUMEDAD	10% Max	10% Max	10% Max	10% Max	10% Max
SAL + ARENA	4% Max	5% Max	5% Max	5% Max	5% Max
ARENA SOLA	1% Max	2% Max	2% Max	2% Max	2% Max
CENIZAS	16% Max	17% Max	17% Max	17% Max	
TVN	100 mg/100gr Max	120 Mg/100gr Max	120 Mg/100gr Max	150 Mg/100gr Max	
FFA	7.5% Max	10% Max	10% Max	10% Max	
HISTAMINA	500 ppm Max	1000 ppm Max			
ANTIOXIDANTE	150 ppm Min	150 ppm Min	150 ppm Min	150 ppm Min	150 ppm Min

ACEITE de Pescado

CALIDAD SIN TRATAR, SIN BLANQUEAR, SIN NEUTRALIZAR, ACEITE CRUDO DE PESCADO

ACIDEZ (FFA)	3.00% BASE	4.00% MAX
HUMEDAD E IMPUREZAS (COMBINADOS)		1.00% MAX
MATERIA INSAPONIFICABLE		2.50% MAX
COLOR GARNER		15 MAX
VALOR IODO	160 H NUS MIN	190 HANUS MAX
VALOR PEROXIDO		10 MAX

LIBRE DE ACEITE MINERAL
LIBRE DE OLOR RANCIO

EMPAQUE A GRANEL EN TANQUE O EN FLEXITANQUES