

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO
PARA LOS EQUIPOS CRITICOS DE UNA
PLANTA DE HARINA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA MECANICO**

WILMER NICANOR ORMEÑO ARANA

PROMOCION 1996-II

LIMA-PERU

2008

A Dios quien es la fuente
de la sabiduría e inteligencia;
y a mis padres Guillermo y Estela,
por los valores que me han inculcado.

CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCION	4
1.1 Misión	5
1.2 Visión	5
1.3 Objetivo	5
CAPITULO II. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO	6
2.1 Descripción de la empresa	6
2.2 Organigrama	7
2.3 Descripción de los procesos	8
2.3.1 Diagrama de flujo	8
2.3.2 Descarga de materia prima	9
2.3.3 Recepción y pesaje de materia prima	9
2.3.4 Tratamiento de agua de bombeo	10
2.3.5 Cocido y prensado	10
2.3.6 Planta de aceite	11
2.3.7 Secado y enfriado	11
2.3.8 Molienda	12
2.3.9 Ensaque	12
2.3.10 Planta de vapor	12
2.3.11 Planta de fuerza	13
2.3.12 Patio de tanques y servicios auxiliares	13
CAPITULO III. FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO	15
3.1 Tipos de Mantenimiento	15
3.1.1 Mantenimiento correctivo	15
3.1.2 Mantenimiento preventivo	16
3.1.3 Mantenimiento predictivo	18
3.1.4 Mantenimiento proactivo	20
3.2 Técnicas de Mantenimiento predictivo	22
3.2.1 Análisis vibracional y estado de rodamientos	22
3.2.2 Alineamiento	23
3.2.3 Balanceo	25
3.2.4 Análisis de aceite lubricante	28
3.2.5 Termografía	29
3.3 Indicadores de mantenimiento	30
3.3.1 Disponibilidad	30
3.3.2 Mantenibilidad	30
3.3.3 Tiempo medio entre fallas	31
3.4 Análisis de criticidad de equipos	31
3.4.1 Nivel de criticidad. Crítico	33
3.4.2 Nivel de criticidad. Importante	33
3.4.3 Nivel de criticidad. Regular	33
3.4.4 Nivel de criticidad. Opcional	34
CAPITULO IV. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	35
4.1 Análisis de criticidad e identificación de los equipos mas importantes	36
4.2 Técnicas de mantenimiento predictivo a aplicar a los equipos criticos identificados	38
4.2.1 Análisis de vibraciones.-	40
4.2.2 Análisis de estado de rodamientos.-	42
4.2.3 Verificación de alineamiento.-	43
4.2.4 Balanceo.-	43
4.2.5 Análisis de aceite.-	44
4.2.6 Análisis de termografía.-	44
4.3 Cronograma de ejecución de las inspecciones predictivas	45

4.4	Puesta en marcha.....	45
4.5	Sistema de reportes	46
4.5.1	Análisis de vibraciones y estados de rodamientos	46
4.5.2	Verificación de alineamiento y balanceo.-	47
4.6	Resultado obtenido	47
CAPITULO V.	EVALUACION ECONOMICA	49
5.1	Costos del mantenimiento predictivo.	50
5.2	Costo debido a las paradas no previstas	54
5.2.1	Lucro cesante.-	54
5.2.2	Pérdida de calidad.-	55
5.3	Análisis de Costos de Mantenimiento en equipos críticos	55
CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFIA	62
APENDICES	63

PROLOGO

Han pasado más de 3 años desde que iniciamos la implementación del mantenimiento predictivo a nivel corporativo en Tecnológica de Alimentos S.A. (TASA).

Si bien es cierto la técnica la conocíamos como cultura general porque la habíamos visto en la universidad o por que en algún momento habíamos contratado el servicio de un especialista en el tema, poco sabíamos sobre como funcionaba y cuales eran sus ventajas.

Cuando iniciamos en el año 2005 habia mucho escepticismo acerca de la efectividad del sistema, también somos conscientes que hemos ido aprendiendo en el camino, con algunos actores de mantenimiento que demostraron mucho entusiasmo y las ganas de hacer las cosas bien, nos motivaron para prepararnos mejor.

Inicialmente introdujimos el uso de los medidores de vibración global (en ese entonces sólo contábamos con 4 plantas) asimismo iniciamos con la técnica de muestreos de aceite en nuestros motores de combustión, posteriormente cuando continuamos en nuestro crecimiento vimos la necesidad de adquirir un instrumento que nos ayude a analizar las vibraciones; ellos nos llevó también a organizarnos mejor, y a formar un modelo, un sistema para la aplicación de la técnica. También

vimos la necesidad de rediseñar nuestro sistema de monitoreo de condiciones de aceite de máquinas, el cual ya está en su segunda revisión; y está actualmente en constante cambio.

Finalmente poco o casi nada conocíamos acerca de la técnica de análisis de termografía, y por ello decidimos la implementación con un especialista.

Somos conscientes que aún hay mucho camino por recorrer, estamos en un proceso de mejora continua, en el cual estamos buscando optimizar el desempeño de nuestras plantas, asimismo nos estamos capacitando de permanentemente al respecto de cada una de las técnicas de mantenimiento predictivo.

El enfoque general para la implementación del mantenimiento predictivo está basado en el hecho de que este debe servir para afinar nuestro programa de mantenimiento preventivo; es decir para optimizarlo.

En el presente informe en el capítulo 2 describiremos brevemente nuestra empresa; mostraremos cual es la industria en la que estamos aplicando la técnica de mantenimiento predictivo; cuales son los procesos productivos en un negocio que transforma la anchoveta en harina y aceite de pescado.

En el capítulo 3 veremos las definiciones de mantenimiento desde el punto de vista académico, como una teoría general de mantenimiento, la cual será concisa por lo relevante del informe, y veremos en el capítulo 4 la aplicación práctica a una de nuestras plantas (Pisco Norte)

En el capítulo 5 veremos la influencia económica, ya que finalmente esto es lo que le interesa a los directores y al dueño; ellos necesitan saber si se está invirtiendo adecuadamente en su negocio.

En nuestro país el sector pesquero se está organizando, hay un tema de impacto que es la pesca por cuotas fijas, de manera que ahora tendremos más variables para manejar a nuestro favor.

Con este trabajo queda demostrado que una aplicación conciente, ordenada y sistemática de las técnicas de mantenimiento predictivo a la larga traen beneficios sustantivos, en bien de la empresa.

CAPITULO I.

INTRODUCCION

El presente documento resume el proceso de implantación del mantenimiento predictivo en una de las plantas de Harina de pescado de la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. (TASA). Dada la estacionalidad de las operaciones, así como lo informal del sector pesquero; para lograr los objetivos fue necesario un cambio de paradigmas a todo nivel operativo y jefaturas.

TASA ha evolucionado en muchos aspectos y ha crecido desde una etapa inicial donde todo era entusiasmo, pasando por etapas de reorganización de su estructura, hasta la actualidad, donde se encuentra en una etapa de desarrollo sostenido, rumbo a la excelencia. Para este objetivo está implementado a todo nivel un modelo de excelencia en la gestión: el modelo Malcom Baldrige.

TASA, en la actualidad es considerada como una de las principales compañías del sector pesquero peruano. Cuenta con 17 plantas de procesamiento estratégicamente distribuidas a lo largo del litoral peruano y con una flota propia para la pesca, integrada por 79 embarcaciones dotadas con equipos electrónicos de última generación y de 13 de estos con sistemas de refrigeración (RSW).

La capacidad de los barcos y sus sistemas de refrigeración permiten garantizar un abastecimiento óptimo de pescado para su posterior comercialización en estado fresco, congelado, en conservas o en harina y aceite.

El Perú produce y exporta el 40% del total mundial de harina y aceite de pescado; además de pescado congelado y conservas. TASA trabaja con estos segmentos de la industria pesquera produciendo:

- Harinas especiales con alto contenido de proteínas
- Aceite de pescado
- Pescado congelado
- Conservas de pescado

1.1 Misión

Nuestra misión es satisfacer las necesidades de nuestros clientes con los más altos estándares de calidad de nuestros productos y en armonía con el medio ambiente.

1.2 Visión

Nuestra visión es ser reconocidos como una empresa líder y confiable en la industria pesquera, a nivel mundial.

1.3 Objetivo

Implementación de un programa de mantenimiento predictivo para los equipos críticos de una planta de harina de pescado mejorando su operatividad y rentabilidad.

CAPITULO II.

DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO

2.1 Descripción de la empresa

La planta de procesamiento de Harina de pescado ubicada en Pisco Norte, inicia sus operaciones el mes de agosto del 2002, está ubicada en la provincia de Pisco, departamento de Ica a 230 KM al sur de Lima. Fue adquirida en el año 2002 a pesquera San Antonio S.A. en liquidación.

Cuenta con una licencia de 100 TM de pescado por hora, con un factor de transformación de 4.25; es decir por cada 100 toneladas de pescado estas se reducen a 23.5 Toneladas de Harina de pescado. Destinada a la elaboración de harina con alto valor proteico (STEAM DRYED) y aceite de pescado. El secado se realiza en dos etapas con secado de vapor indirecto.

La planta posee un área de 70,325 m².

2.2 Organigrama

La estructura organizacional de la unidad operativa de Pisco Norte contempla al personal básico necesario para realizar las funciones operativas de la planta.

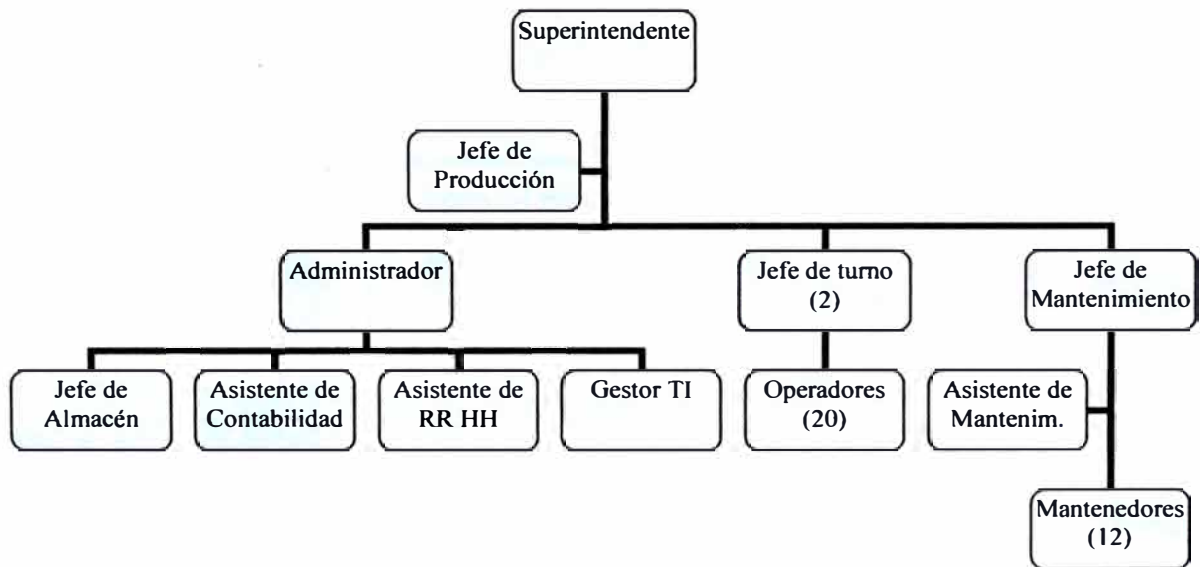


Gráfico 2.1. Organigrama de la planta de Harina de Pisco Norte

Mencionaremos que este es una parte de la estructura general de la empresa Tecnológica de Alimentos S.A; las áreas que brindan soporte a las operaciones tales como las áreas de Logística (compras), Ventas, Contabilidad General, Finanzas y otras más están centralizadas en Lima. Existe una estrecha comunicación entre la unidad operativa y las áreas de soporte.

2.3 Descripción de los procesos

A continuación se detallan tanto los procesos principales como los procesos secundarios, identificados en la elaboración de Harina de pescado y aceite de pescado.

2.3.1 Diagrama de flujo

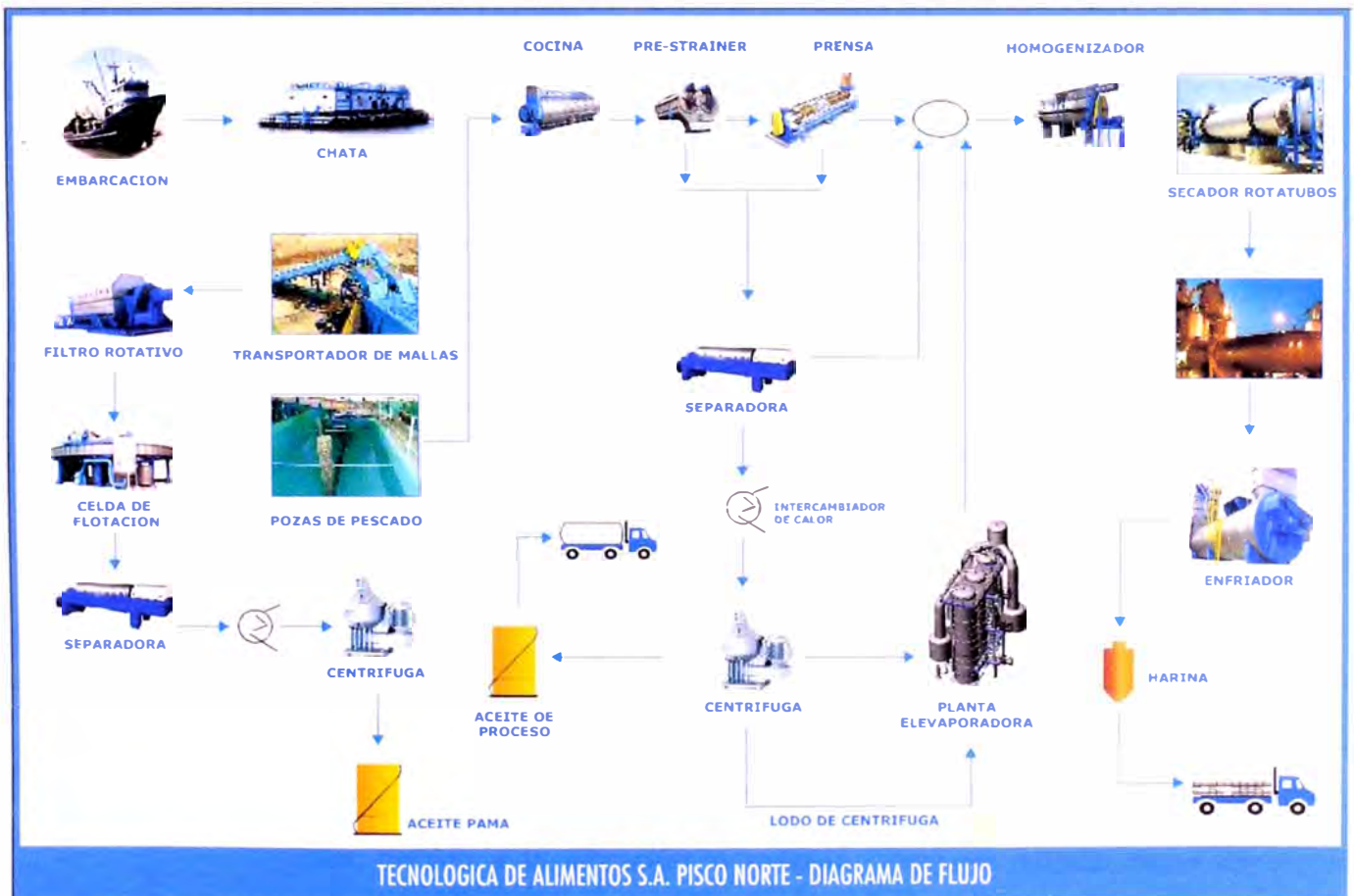


Gráfico 2.2. Diagrama de flujo de la planta de Pisco Norte

2.3.2 Descarga de materia prima

El procesamiento se inicia cuando la materia prima (anchoveta), es bombeada mediante un sistema de vacío, desde el barco hasta la embarcación flotante, denominada "chata" mediante unas mangueras, succionado el pescado de la bodega del barco a 3 tanques de succión y descarga.

La descarga desde la chata hasta la planta se realiza mediante unas tuberías submarinas de diámetro de 16 pulgadas.

El sistema de vacío consta de un motor Caterpillar, que acciona a un compresor, bomba vacío, y dos bombas (una de inyección y la otra de bombeo a la bodega del barco).

Se bombea a una velocidad de descarga de materia prima de 180Tn/h.

2.3.3 Recepción y pesaje de materia prima

El pescado es enviado por tuberías de 16 pulgadas a la playa, donde es recibido por los desagües estático y vibratorio que están en línea, debido a la vibración la materia prima es dirigida hacia los transportadores-desagües de mallas; los cuales descargan en la tolva de pesaje. El siguiente paso es el almacenamiento en las pozas. Cada poza cuenta con dos transportadores helicoidales recolectores de pozas.

2.3.4 Tratamiento de agua de bombeo

El proceso comienza cuando el líquido recuperado en los procesos de desaguado (zaranda y transportador de mallas) es dirigido hacia el tanque de sanguaza el cual cuenta con tres bombas; la sanguaza es enviada hacia los trommels los cuales recuperan los sólidos y el líquido es dirigido hacia el recuperador de espuma el cual recupera la espuma; finalmente esta es almacenada en el tanque de espuma uno y luego bombeado al tanque de espuma dos. Esta espuma pasa por un coagulador y es dirigida hacia las separadoras que separan el caldo de separadora y los sólidos; los sólidos son llevados hacia el proceso con un transportador helicoidal. El líquido es enviado hacia la centrifuga PAMA, para su proceso de separación; el aceite es almacenado en el tanque de aceite PAMA.

2.3.5 Cocido y prensado

Los colectores de pozas envían el pescado a las cocinas; esta acción la efectúa la bomba de desplazamiento positivo (paletas rotativas) y el transportador por paletas, los cuales impulsan la materia prima hacia el tolván de distribución hacia las cocinas. El llenado de las cocinas es controlado prácticamente en manual.

Luego que la materia prima es descargada hacia las cocinas comienza el proceso de cocinado mediante el vapor que es inyectado a las camisetas de las cocinas y por el eje helicoidal; la temperatura del cocinado es de acuerdo a la calidad de la materia prima, el líquido extraído en este proceso es dirigido hacia el tanque

separador y la materia sigue su proceso hacia los pre-strainers los cuales contienen dos filtros rotativos su función es la de desaguar (la materia prima esta convertida en una torta) el liquido recuperado es dirigido hacia el tanque colector de licor de prensa.

2.3.6 Planta de aceite

El liquido recuperado en el tanque colector de licor de prensa es dirigido hacia los separadores de sólidos; los sólidos recuperados son descargados nuevamente a la línea de producción; el liquido es dirigido hacia el tanque colector de licor de separadoras y es impulsado hacia las centrifugas en las cuales es separado en aceite y agua de cola. El aceite es bombeado a la zona de almacenamiento de aceite.

2.3.7 Secado y enfriado

El "keke" de prensa es transportado mediante transportadores helicoidales hacia el interior de la cámara del secador por vapor indirecto (no hay contacto entre el producto y el vapor), pasa por 2 etapas de secado en los secadores rotatubos; el propósito de este proceso es reducir la humedad de la torta por evaporación del agua; además de proveer las condiciones adecuadas de temperatura que permitan eliminar los microorganismos en la harina. Posteriormente pasa por una etapa final de enfriado, en donde la harina es retenida con el fin de que baje su temperatura.

2.3.8 Molienda

Mediante cuatro moledoras de martillos se procede a afinar el tamaño de grano de la harina para pulverizarlo y luego son extraídos por los ventiladores y dirigidos hacia la sala de ensaque mediante transportadores helicoidales.

2.3.9 Ensaque

Una vez transportada la materia esta es descargada a la sala de ensaque mediante transportadores helicoidales hacia un tolván donde son distribuidos hacia las balanzas; se adiciona antioxidante y sigue su recorrido mediante transportadores helicoidales hacia las balanzas norte y sur; luego es ensacado (sacos de 50 kg) y transportados mediante un transportador de paletas hacia el camión que lo lleva a los almacenes de harina de pescado.

2.3.10 Planta de vapor

La planta de vapor constituye el motor de la planta de procesamiento de harina, ya que los equipos principales Cocinas y Secadores; basan su principio de funcionamiento en la transferencia de calor del vapor. La planta cuenta con 5 calderos que suministran vapor a 110°C.

2.3.11 Planta de fuerza

La planta tiene un potencia eléctrica instalada de 2,500 kW, cuenta con 2 transformadores de 1,250 kW cada uno, y con tableros de distribución. En la planta se encuentran distribuidos los tableros de distribución de fuerza (TDF) que alimentan de energía eléctrica a los equipos de la planta.

Asimismo para la generación de energía en casos de emergencia o para la generación de energía en horas punta se cuenta con 06 grupos electrógenos con una capacidad instalada de 2700 kW.

2.3.12 Patio de tanques y servicios auxiliares

Finalmente para las operaciones, la planta cuenta con sistemas auxiliares tales como el sistema de almacenamiento y distribución de combustible, conformado por tanques y bombas y redes de tuberías hacia la chata, los secadores y calderos.

Cuenta con un sistema de almacenamiento de aceite, conformado por tanques de aceite y sus respectivas bombas.

También se cuenta con un sistema de suministro de agua, se tienen pozos subterráneos los que proveen el agua a para los calderos, y el uso doméstico en planta.

Finalmente la planta tiene el soporte del área de control de calidad considerando que el equipamiento de laboratorio está bajo control de mantenimiento; finalmente dentro de las instalaciones se cuenta también con los talleres de mantenimiento mecánico, eléctrico y taller de maestranza.

CAPITULO III.

FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO

En esta sección abarcaremos las definiciones aceptadas universalmente acerca del mantenimiento; y detallaremos más en las técnicas de mantenimiento predictivo que son motivo del presente informe.

3.1 Tipos de Mantenimiento

3.1.1 Mantenimiento correctivo

Es el tipo de mantenimiento más sencillo que es de aplicación general en cualquier industria; consiste en reparar la máquina cuando esta ha presentado ya una falla. Se suele decir que este tipo de mantenimiento es el más perjudicial de todos dado que existe un descuido total del equipo al punto que el personal de mantenimiento interviene una máquina sólo cuando algún elemento de este falla intempestivamente. Dada la naturaleza de esta falla puede traer como consecuencia el daño a otros componentes de la máquina, o a otros sistemas, incluso un daño colateral a personas, y/o al medio ambiente.

Se dice que el tipo de mantenimiento mas indeseable, pues si ha ocurrido sobre un equipo importante; parará una parte o lo que es

peor toda la línea de producción; esto puede significar una gran pérdida económica.

3.1.2 Mantenimiento preventivo

Se considera que este tipo de mantenimiento nació durante la revolución industrial. Entonces aparecieron conceptos tales como frecuencia de fallas; inspecciones periódicas; cambios de partes según un cronograma; de esta manera con el mantenimiento preventivo el mantenedor se adelanta a las fallas, antes que esta ocurra.

Cabe mencionar que el detener un equipo para realizar las tareas anteriores puede resultar muy negativo para el proceso de producción ya que el jefe de producción lo que más desea es seguir produciendo sin ninguna parada de equipo. Comienza entonces un proceso de negociación entre el área de mantenimiento y el área de producción para fijar fechas para realizar mantenimiento preventivo.

El mantenedor deberá planificar su trabajo, tener los repuestos a la mano en el momento que vaya a intervenir el equipo, y haber hecho todos los preparativos de manera que el tiempo de intervención sea el mínimo posible; porqué? Porque no queremos detener el proceso productivo.

Se dice que el mantenimiento preventivo es un mantenimiento costoso, por las pérdidas de producción debido a las paradas programadas, y además porque obliga al cambio de repuestos aún cuando estos sirven.

Es labor de la Gerencia de Mantenimiento encontrar el nivel adecuado de mantenimiento preventivo a aplicar a sus equipos. No es bueno hacer muy poco mantenimiento preventivo; tampoco es bueno hacer demasiado mantenimiento preventivo ya que esto eleva los costos y es poco productivo.

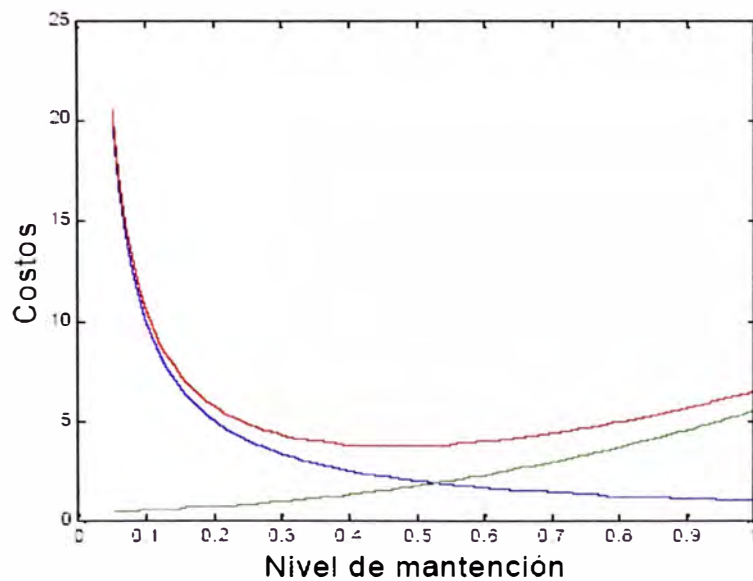


Gráfico 3.1 Influencia del nivel de mantenimiento sobre el costo de mantenimiento.

Clase	Tipo	Componentes
Mecánica	Reemplazo	Aceite Filtros Piezas de desgaste, frenos Filtros Rodamientos Juntas Resortes
	Regulación	Juegos/interferencias Tensión (correas) Presión
	Chequeo	bloqueos Niveles
Eléctrica	Reemplazo	Contactos Componentes asociados a fallas térmicas Capacitancias
	Regulación	Impedancias en circuitos, potenciómetros
	Chequeo	Valores de aislamiento Valores de capacitancia

La aplicación del mantenimiento preventivo a equipos nuevos puede dificultarse por la falta de historial y la falta de similitud con equipos antiguos.

3.1.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo consiste en el monitoreo de parámetros en las máquinas cuando estas están en funcionamiento; usando herramientas (por lo general son instrumentos electrónicos) que nos permiten cuantificar dicho parámetro. Los valores medidos del parámetro analizado son comparados con el estándar para dicho equipo; de esta manera es posible determinar la condición de la máquina: "BUENO" si está dentro de los límites del estándar o "MALO" si está fuera. Es por este motivo que muchas veces se le llama "Monitoreo de condición"

El mantenimiento predictivo como herramienta para la gestión de mantenimiento constituye en la actualidad una alternativa económica para mejorar la disponibilidad de la maquinaria; ya que la tecnología está al alcance de todos.

La idea que apoya a esta estrategia es que una parte solo debe ser cambiada si muestra deterioro que pueda afectar su performance. Hay técnicas que son de amplio uso en la industria actualmente

- Análisis de vibraciones y ruido,
- Análisis de temperatura,
- Análisis de aceite.
- Análisis de ultrasonido, etc.

Cabe resaltar en este punto que un verdadero mantenimiento predictivo se aplica cuando hacemos el monitoreo de manera continua en el tiempo de manera que se pueda tener para el parámetro (o parámetros) medido, una curva de tendencia. De esta manera es posible extrapolar esa tendencia al futuro (predecir).

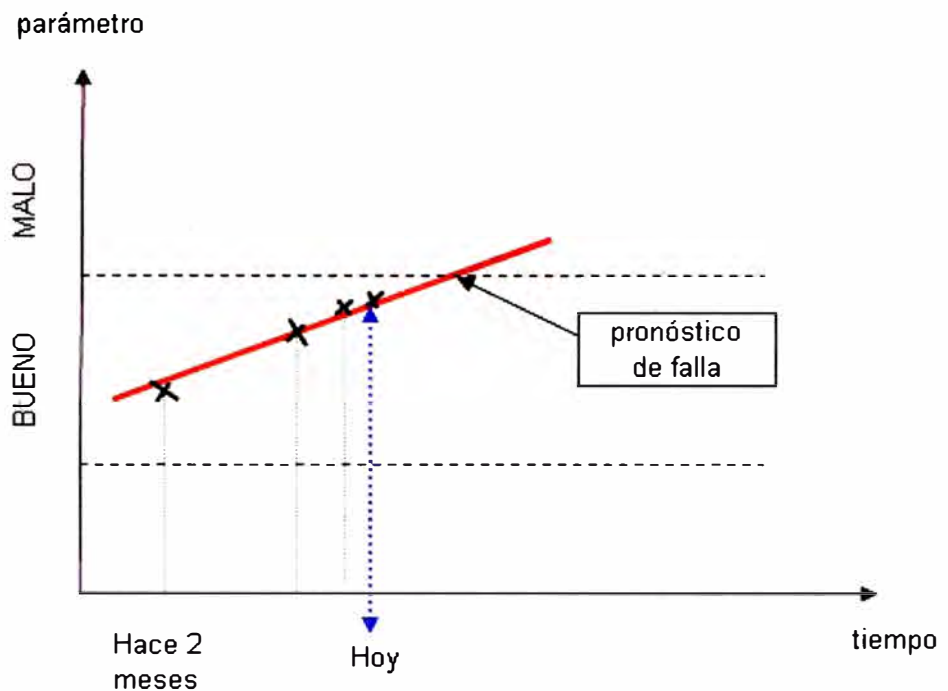


Gráfico 3.2 Predicción de una falla futura en base a una tendencia.

3.1.4 Mantenimiento proactivo

Esta técnica complementaria a las anteriores, consiste en la estructuración de un equipo disciplinado de trabajo con el objetivo de analizar y mejorar los procesos productivo y de mantenimiento en la planta.

La idea no es tan solo ser simples autómatas que reaccionan por ejemplo ante una falla y mecánicamente resuelven el problema; la nueva perspectiva es analizar el origen de dicha falla, determinar por investigación la "causa raíz"; y finalmente implementar un conjunto de actividades que eviten o minimicen la aparición de la falla.

Este proceso proactivo se da también cuando en el desarrollo de las actividades se plantean mejoras en los procesos; puede ser para mejorar ya sea la operatividad de una línea de proceso o para mejorar la mantenibilidad de una máquina.

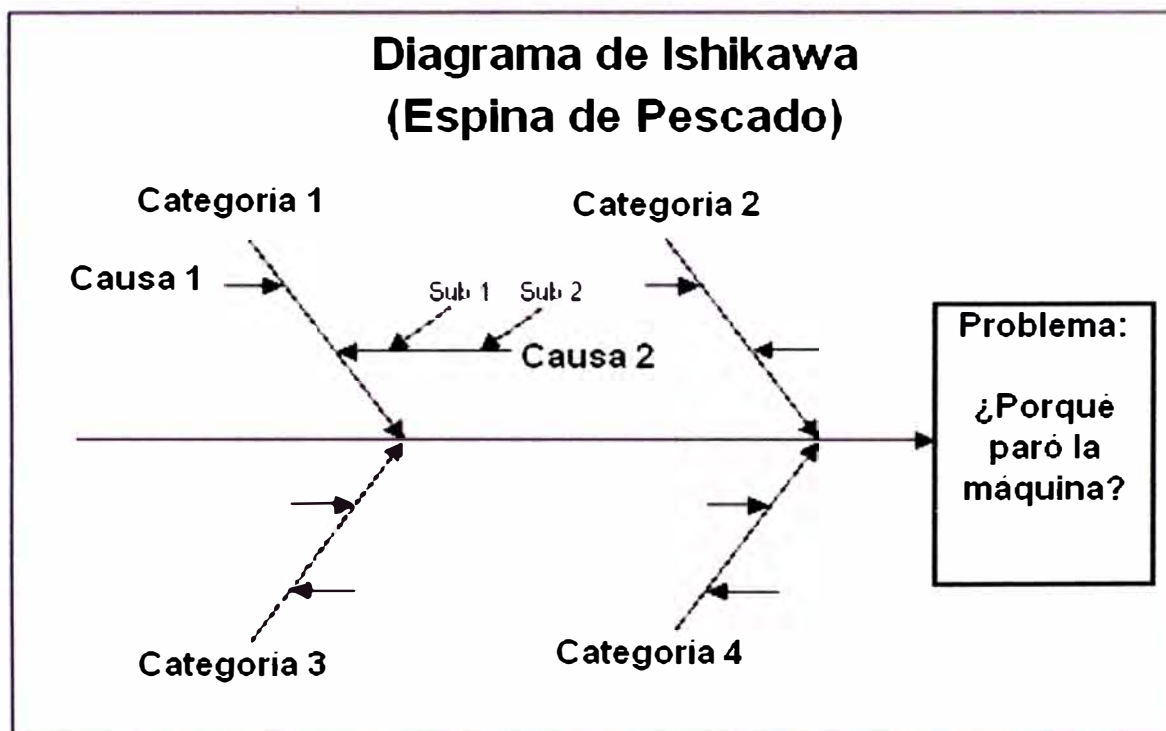


Gráfico 3.3. Diagrama de Espina pescado o diagrama de Ishikawa

3.2 Técnicas de Mantenimiento predictivo

En esta sección se describirán brevemente las técnicas de mantenimiento predictivo más importantes y que son de aplicación general en la industria.

3.2.1 Análisis vibracional y estado de rodamientos

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

Comúnmente existen tres principios para evaluar los valores de las mediciones de vibración:

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 de medición) y los factores variables de funcionamiento de la máquina (por ejemplo: velocidad, material, carga) la evaluación de las lecturas del 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 10816-3 – Compare los valores de vibración total con los límites o tolerancias establecidas en la Norma ISO 10816-3 Use la carta de severidad para esta comparación.

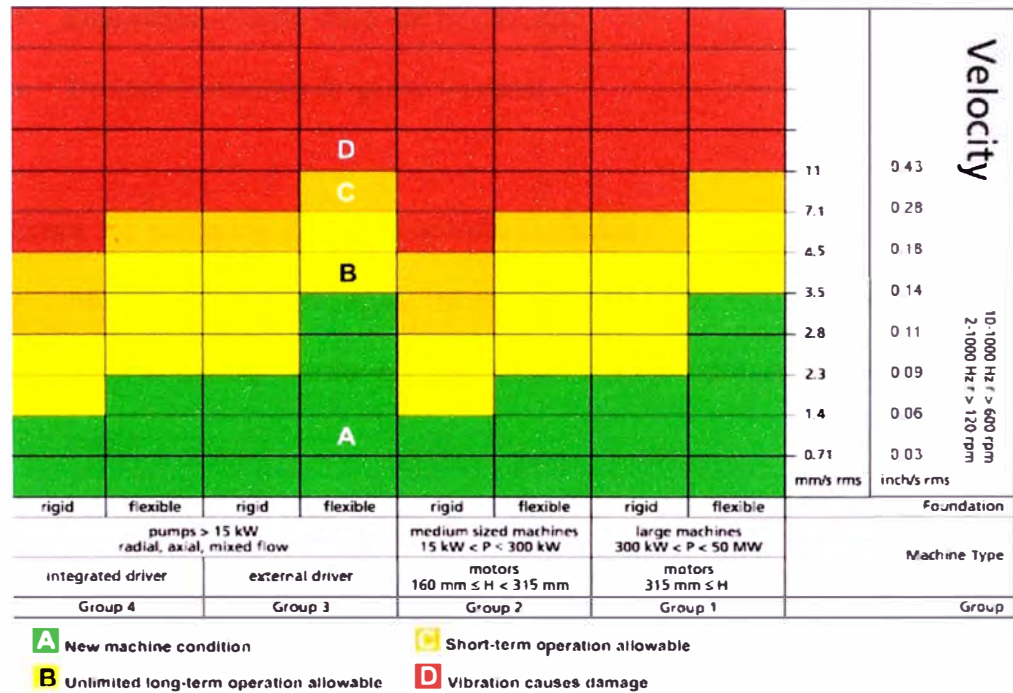


Gráfico 3.3. Carta de severidad ISO 10816-3 para medición de vibración de máquinas rotativas en partes fijas.

Comparación con otra máquina – mida varias máquinas del mismo tipo bajo las mismas condiciones de trabajo y juzgue los resultados por comparación mutua.

3.2.2 Alineamiento

El alineamiento es la condición de la máquina en la cual todos los ejes rotativos de la parte motriz como la movida coinciden. Los ejes deben rotar cerca de su centro para minimizar esfuerzos y el desgaste de rodamientos, sellos, y otros elementos de máquina.

Teóricamente hay cuatro posibles formas de desalineamiento:

- Desalineamiento Horizontal
- Desalineamiento angular
- Desalineamiento Angular horizontal
- Desalineamiento Angular Vertical.

Entre los métodos de alineamiento tenemos:

- Alineamiento con regla, ha sido usada y continúa siendo usada para el alineamiento. La resolución del ojo humano es de 1/10 de mm.
- Alineamiento con reloj comparador. Podemos obtener una precisión de 1/100mm, los cálculos de corrección en los apoyos se hacen con calculadora.
- Alineamiento con láser, El sistema consta de una computadora, un emisor láser, un receptor láser, soportes tipo cadena y cables. Con una precisión de 1/1000 mm es más rápido, preciso y fácil de aplicar.



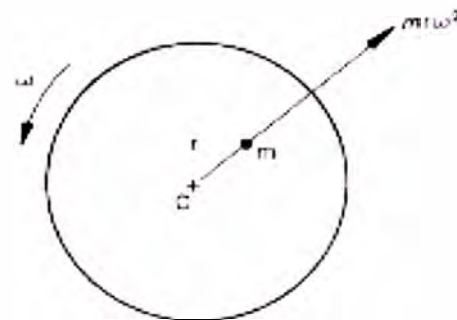
Condition	R.P.M.	Tolerances
Parallel Misalignment 	3600	0.002 ins
	1800	0.004 ins
	1200	0.005 ins
Angular Misalignment 	3600	0.004 ins/inch
	1800	0.006 ins/inch
	1200	0.008 ins/inch

Tabla 3.1 Tolerancias de alineamiento

3.2.3 Balaceo

El desbalance es la condición que existe en un rotor cuando una fuerza es transmitida a los rodamientos, como resultado de una mala distribución de su masa.



$$F = m \times r \times \omega^2 \text{ (fuerza centrífuga)}$$

donde m: es la masa, r es el radio , w es la velocidad angular.

Entre los tipos de desbalance tenemos:

- desbalance estático. Para corregirlo hay que aplicar la técnica de balanceo en un plano. En esta condición la masa desbalanceada genera una fuerza centrífuga pura. La idea es colocar una masa tal que genere una fuerza centrífuga opuesta. Para ejecutar el balanceo en un solo plano, se usan los vibrómetros de globales.
- desbalance dinámico. En esta condición la masa desbalanceadora genera un Par dinámico. Para resolverlo hay que aplicar la técnica de balanceo dinámico en 2 planos. Colocados a manera tal que anulen al par dinámico del desbalance. Para la aplicación de esta técnica de balanceo se hace uso del equipo analizador de vibraciones.

La norma ISO 1940/1 establece para rotores rígidos los límites permisibles de desbalance residual; este desbalance expresado en términos de excentricidad depende básicamente de la masa y de las RPM.

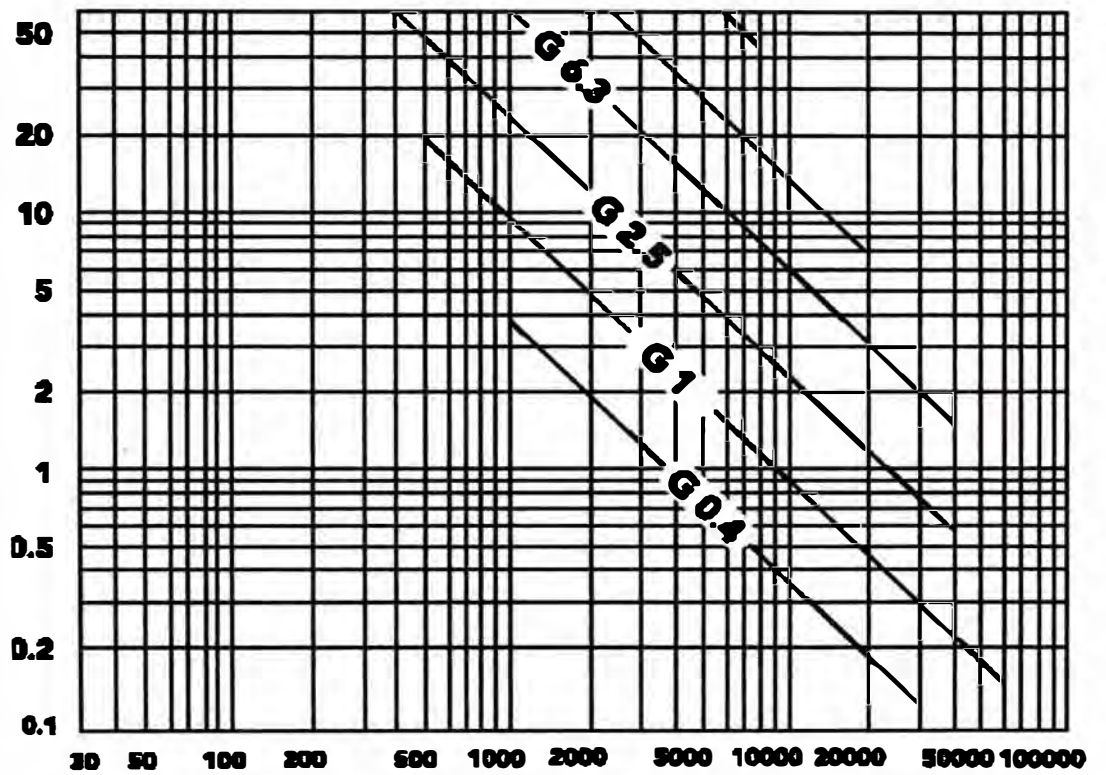


Gráfico 3.4. Desbalance residual permisible para un rotor de máquina, extracto de la norma ISO 1940/1

3.2.4 Análisis de aceite lubricante

El monitoreo del estado del 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 funcionamiento de la maquinaria.

Implica 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.

Se recomienda comprobar la condición del aceite en intervalos regulares. Debido a la ausencia de límites más específicos, se pueden usar las pautas listadas a continuación para indicar cuándo se debe cambiar el aceite:

- * El contenido de agua es mayor de 0,05% [226,8 kg/min (500 ppm)]
- * El contenido de hierro excede los 15 ppm.
- * La silicio (polvo/suciedad) excede los 25 ppm.
- * La viscosidad cambia más del 15%.

3.2.5 Termografía

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.

Nivel	Δ Temperatura	Clasificación	Acción
1	1°C a 10°C O/A ó 1°C a 3°C O/S	Relevancia LEVE	Ver en próximo mantenimiento
2	11°C a 20°C O/A ó 4°C a 15°C O/S	Relevancia GRAVE	Darle seguimiento a la falla
3	21°C a 40°C O/A ó > 15 °C O/S	Relevancia CRITICA	Reparar tan pronto sea posible
4	> 40°C O/A ó > 15 °C O/S	Relevancia MUY CRITICA	REPARAR INMEDIATAMENTE

O/A: Temperatura sobre Ambiente

O/S: Temperatura Sobre Similar

Tabla 3.2. Clasificación de las fallas eléctricas según NETA (International Electric Testing Association)

3.3 Indicadores de mantenimiento

A continuación se detallan las definiciones aceptadas en TASA para algunos indicadores de mantenimiento que nos permiten diagnosticar la gestión de mantenimiento.

3.3.1 Disponibilidad.

Indica que porcentaje del tiempo asignado para producción las máquinas funcionan bien.

Se determina así:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas de producción}}{\text{Horas de producción} + \text{Horas de averías}}$$

Origen de datos:

- Horas de producción. Según parte de producción.
- Horas de averías. Según informe de averías

3.3.2 Mantenibilidad.

Significa que tiempo nos toma devolver el estado operativo a una máquina luego que esta ha sufrido alguna falla.

Se calcula así:

$$\text{Mantenibilidad} = \Sigma \text{Horas de avería} / \text{Número de averías}$$

Origen de datos:

- Horas de averías y número de averías, según informe de averías

3.3.3 Tiempo medio entre fallas.

Significa cada cuántas horas de producción se presenta una falla en alguna máquina. Se determina así:

Tiempo medio entre fallas = Horas de producción / Número de averías.

Origen de datos:

- Horas de producción. Según parte de producción.
- Número de averías. Según informe de averías.

3.4 Análisis de criticidad de equipos

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

Tabla 3.3. Criterios para selección de máquinas o equipos

1. Efecto sobre el servicio que proporciona			
Grado de afectación al proceso productivo	Paraliza	4	Genera interrupción de la línea de proceso o afecta al medio ambiente.
	Reduce	2	
	No afecta	0	
2. Impacto económico			
Considera el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Mas de US\$ 20,000
	Medio	2	
	Bajo	1	Menos de US\$ 1,000
3. La avería afecta a			
3.1.- Al equipo en si	Si	1	Deteriora otras partes, sistemas o componentes?
	No	0	
4.2.- Al servicio	Si	1	Origina otros problemas a equipos?
	No	0	
4.3.- Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente del operador?
	No	0	
4.4.- A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas ú otros equipos cercanos.
	No	0	
4. Probabilidad de Falla (Confiabilidad)			
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite.
	Baja	0	
5. Flexibilidad del equipo en el sistema			
	Unico	2	No existe otro igual o similar.
	BY Pass	1	El sistema puede seguir funcionando.
	Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado.
6. Dependencia logística			
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.
	Local/Ext	1	Algunos repuestos se compran localmente.
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.
7. Dependencia de la mano de obra			
	Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
8. Facilidad de reparación (mantenibilidad)			
	Baja	1	Mantenimiento difícil
	Alta	0	Mantenimiento fácil

Tabla 3.4. Escala de referencia de criticidad

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

3.4.1 Nivel de criticidad. Crítico.

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

3.4.2 Nivel de criticidad. Importante.

Es el nivel que se asigna a los equipos que no deberían fallar. Continúa siendo un equipo importante, pero su parada afecta a la planta disminuyendo la velocidad de proceso o deteniendo una línea. Caen en esta clasificación aquellos equipos que cumplan con esta característica pero que tienen un alto impacto económico básicamente.

3.4.3 Nivel de criticidad . Regular.

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

3.4.4 Nivel de criticidad. Opcional.

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

CAPITULO IV.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El enfoque del programa de mantenimiento predictivo aplicado a la industria pesquera está orientado a mejorar la condición de los equipos más importantes de la planta.

Mucho antes de aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo, ya hemos aplicado las técnicas preventivas, tanto en etapa de producción como en etapa de no producción; por ejemplo en etapa de no producción (Veda) con una determinada frecuencia se desarma la máquina para identificar desgastes internos, los cuales se corrigen apenas son identificados; mientras que en etapa de Producción se inspeccionan los elementos de máquinas tales como fajas, cadenas, acoplamientos, chumaceras, niveles de aceite y se ejecuta el plan de lubricación; entonces todos estos procesos que constituyen el Mantenimiento Preventivo brindan el soporte básico para la mantención de la máquina.

El plan de mantenimiento predictivo lo vamos a aplicar sólo a los equipos más importantes para el proceso, y de acuerdo al principio de funcionamiento de la máquina se le asignan las tareas de mantenimiento predictivo. Es con este análisis inicial que se genera el compromiso de la Jefatura de Mantenimiento para monitorear la condición de sus máquinas aplicando las técnicas básicas de análisis

vibracional y de estado de rodamientos, termografía y análisis de aceite, y de esta manera garantizar un mejor desempeño del mismo.

4.1 Análisis de criticidad e identificación de los equipos mas importantes

Se aplicaron los criterios de criticidad a todos los equipos de la planta según se muestra en el Apéndice 1. A continuación se resumen aquellos equipos que por ser los mas importantes se les está asignando tareas de Mantenimiento predictivo.

Tabla 4.1. Análisis de criticidad de equipos

Zona	Denominación	Criticidad	Aplicar
01. CHATA DE DESCARGA	Sistema de bombeo al vacio	Importante	MPD
	Sistema de bombeo despl.positivo	Importante	MPD
03. RECUP.TRAT. AGUA DE BOMBEO	Centrífuga 1 PAMA	Regular	MPD
	Centrífuga 2 PAMA	Regular	MPD
04. COCIDO Y PRENSADO	Prensa # 1	Importante	MPD
	Prensa # 2	Importante	MPD
	Molino húmedo #1	Regular	MPD
	Molino húmedo #2	Regular	MPD
05. SECADO	Extractores de vahos y ciclones - RT	Regular	MPD
	Extractor de vahos #1	Regular	MPD
	Extractor de vahos #3	Regular	MPD
	Extractor de vahos #4	Regular	MPD
	Secador Rotatubos #1	Importante	MPD
	Secador Rotatubos #2	Importante	MPD
	Secador Rotatubos #3	Importante	MPD
	Secador Rotatubos #4	Importante	MPD
	Molino Semi-húmedo #1	Regular	MPD
	Molino Semi-húmedo #2	Regular	MPD
	Secador Rotatubos #5	Importante	MPD
	Secador Rotatubos #6	Importante	MPD
	Extractor de vahos #1 de Secador RT #5	Regular	MPD
	Extractor de vahos #2 de Secador RT #5	Regular	MPD
	Extractor de vahos #1 de Secador RT #6	Regular	MPD
	Extractor de vahos #2 de Secador RT #6	Regular	MPD
06. ENFRIADO	Enfriador	Importante	MPD
	Ventilador y ciclón	Regular	MPD
07. MOLIENDA	Molino Seco # 1	Regular	MPD
	Molino Seco # 2	Regular	MPD

Zona	Denominación	Criticidad	Aplicar
	Molino Seco # 3	Regular	MPD
	Molino Seco # 4	Regular	MPD
	Ventilador	Regular	MPD
09. PLANTA DE ACEITE	Separador de sólidos #1	Importante	MPD
	Separador de sólidos #2	Importante	MPD
	Separador de sólidos #3	Importante	MPD
	Centrífuga # 1	Regular	MPD
	Centrífuga # 2	Regular	MPD
	Centrífuga # 3	Regular	MPD
	Centrífuga # 4	Regular	MPD
	Pulidora de aceite	Regular	MPD
10. PLANTA EVAPORADORA	Bomba de vacío	Importante	MPD
	Ventilador #1	Regular	MPD
	Ventilador #2	Regular	MPD
	Bomba agua de mar #1	Regular	MPD
	Bomba agua de mar #2	Regular	MPD
11. PLANTA DE VAPOR	Caldero # 1	Importante	MPD
	Caldero # 2	Importante	MPD
	Caldero # 3	Importante	MPD
	Caldero # 4	Importante	MPD
	Caldero # 5	Importante	MPD
12. PLANTA DE FUERZA	Sub-estación 2500 KVA	Importante	MPD
	Transformador 1	Importante	MPD
	Transformador 2	Importante	MPD
	Grupo Electrónico # 1	Importante	MPD
	Grupo Electrónico # 2	Importante	MPD
	Grupo Electrónico # 3	Importante	MPD
	Grupo Electrónico # 4	Importante	MPD
	Grupo Electrónico # 5	Importante	MPD
	Grupo Electrónico # 6	Importante	MPD
	Caseta eléctrica TDF1	Regular	MPD
	Caseta eléctrica TDF2	Regular	MPD
	Caseta eléctrica TDF3	Regular	MPD
	Caseta eléctrica TDF4	Regular	MPD
	Caseta eléctrica TDF5	Regular	MPD
Caseta eléctrica TDF6	Regular	MPD	
13. SUMINISTRO DE AIRE	Compresor #1	Importante	MPD
	Compresor #2	Importante	MPD
14. TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Centrífuga para petróleo D2 # 1	Regular	MPD
	Centrífuga para petróleo D2 # 2	Regular	MPD

4.2 Técnicas de mantenimiento predictivo a aplicar a los equipos críticos identificados

Según la naturaleza de la máquina y su principio de funcionamiento se le asignan a las tareas de mantenimiento predictivo de la siguiente manera:

Tabla 4.2. Técnica de mantenimiento predictivo a ser aplicados a los equipos críticos

Zona	Denominación	Técnica de mantenimiento predictivo					
		Vibraciones	Rodamientos	Alineamiento	Balanceo	Aceite	Termografía
01. CHATA DE DESCARGA	Sistema de bombeo al vacío					X	
	Sistema de bombeo despl.positivo					X	
03. RECUP.TRAT. AGUA DE BOMBEO	Centrífuga 1 PAMA	X	X		X		
	Centrífuga 2 PAMA	X	X		X		
04. COCIDO Y PRENSADO	Prensa # 1	X	X			X	
	Prensa # 2	X	X			X	
	Molino húmedo #1	X	X	X	X		
	Molino húmedo #2	X	X	X	X		
05. SECADO	Extractores de vahos y ciclones - RT	X	X		X		
	Extractor de vahos #1	X	X		X		
	Extractor de vahos #3	X	X		X		
	Extractor de vahos #4	X	X		X		
	Secador Rotatubos #1	X	X	X		X	
	Secador Rotatubos #2	X	X	X		X	
	Secador Rotatubos #3	X	X	X		X	
	Secador Rotatubos #4	X	X	X		X	
	Molino Semi-húmedo #1	X	X	X	X		
	Molino Semi-húmedo #2	X	X	X	X		
	Secador Rotatubos #5	X	X	X		X	
	Secador Rotatubos #6	X	X	X		X	
	Extractor de vahos #1 de Secador RT #5	X	X		X		
	Extractor de vahos #2 de Secador RT #5	X	X		X		
	Extractor de vahos #1 de Secador RT #6	X	X		X		
	Extractor de vahos #2 de Secador RT #6	X	X		X		
06. ENFRIADO	Enfriador	X	X	X		X	
	Ventilador y ciclón	X	X		X		
07. MOLIENDA	Molino Seco # 1	X	X	X	X		
	Molino Seco # 2	X	X	X	X		
	Molino Seco # 3	X	X	X	X		

Zona	Denominación	Técnica de mantenimiento predictivo					
		Vibraciones	Rodamientos	Alineamiento	Balanceo	Aceite	Termografía
	Molino Seco # 4	X	X	X	X		
	Ventilador	X	X		X		
09. PLANTA DE ACEITE	Separador de sólidos #1	X	X		X		
	Separador de sólidos #2	X	X		X		
	Separador de sólidos #3	X	X		X		
	Centrífuga # 1	X	X		X		
	Centrífuga # 2	X	X		X		
	Centrífuga # 3	X	X		X		
	Centrífuga # 4	X	X		X		
	Pulidora de aceite	X	X				
10. PLANTA EVAPORADORA	Bomba de vacío	X	X				
	Ventilador #1	X	X		X		
	Ventilador #2	X	X		X		
	Bomba agua de mar #1	X	X				
	Bomba agua de mar #2	X	X				
11. PLANTA DE VAPOR	Caldero # 1	X	X		X		X
	Caldero # 2	X	X		X		X
	Caldero # 3	X	X		X		X
	Caldero # 4	X	X		X		X
	Caldero # 5	X	X		X		X
12. PLANTA DE FUERZA	Sub-estación 2500 KVA						X
	Transformador 1					X	X
	Transformador 2					X	X
	Grupo Electrónico # 1					X	
	Grupo Electrónico # 2					X	
	Grupo Electrónico # 3					X	
	Grupo Electrónico # 4					X	
	Grupo Electrónico # 5					X	
	Grupo Electrónico # 6					X	
	Caseta eléctrica TDF1						X
	Caseta eléctrica TDF2						X
	Caseta eléctrica TDF3						X
	Caseta eléctrica TDF4						X
	Caseta eléctrica TDF5						X
	Caseta eléctrica TDF6						X
13. SUMINISTRO DE AIRE	Compresor #1	X	X			X	
	Compresor #2	X	X			X	
14. TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Centrífuga para petróleo D2 # 1	X	X				
	Centrífuga para petróleo D2 # 2	X	X				

En esta parte mostraremos la técnica aplicada y las especificaciones técnicas del instrumento requerido para la correcta aplicación de la misma.

4.2.1 Análisis de vibraciones.-

De aplicación a máquinas cuya velocidad sea mayor a 600 rpm, tales como centrifugas, separadores de sólidos, pulidora de petróleo, prensas molinos, transmisión de secadores, transmisión del enfriador, ventiladores, ventiladores de calderos y compresores de planta. Para detectar condiciones de desalineamiento, desbalance, fallas en rodamientos, problemas en cajas de engranajes, soldaduras mecánicas básicamente.

VIBROMETRO.- El instrumento a utilizar es el EXAMINER 1000 y tiene las siguientes especificaciones:

Sensor: Acelerómetro piezoeléctrico 100 mV/ con base magnética
1.5 m de cable

Pantalla: LCD 3.5 dígitos. Funciones de medición, congelar medición e indicación de batería baja.

Rangos de medición: Aceleración 0.01-19.99 g (RMS)

Velocidad 0.01-19.99 in/sec, 0.1-199.9 mm/s
(RMS)

Envolvente aceler. 0.01-19.99 ge (pico)

Rango de frecuencia: Globales 10 Hz – 10 kHz

Envolvente 0.5 kHz – 10 kHz

Se adjunta el catálogo en el anexo.

COLECTOR DE DATOS y ANALIZADOR FFT. El instrumento a utilizar es el VIBSCANNER y tiene las siguientes características:

Incluye software PC OMNITREND, funciones de análisis y reporte de datos.

Canales de medición

Analógico: señales de vibración (LineDrive, ICP)
temperatura (Pt 100, NiCrNi)
Transductor y salidas de instrumento
AC ($\pm 30V$; 0-20mA)
DC ($\pm 30V$; 0-20mA)
Digital: trigger (5V TTL)

Salidas

RS 232 (hasta 115 kbaud, conexión PC), auriculares, señal analógica (4Vpp, Rout= 200 Ohm)

Elementos operativos

1 joystick (cursor y función ENTER)
2 teclas (menú y escape)

Pantalla

Pantalla gráfica, retro-iluminada
Dimensiones 54 x 27 mm / 64 x 128 píxeles
4 LEDs para evaluación de señales y estatus
Suministro de energía

Funciones de medición

Velocidad / desplazamiento / aceleración en tareas de medición específicas según máquinas;
Impulso de choque (

Rango de medición/ precisión

Desplazamiento hasta 9000 μm (p-p) / 1%
Velocidad hasta 9000 mm/s(p-p)/1%
Aceleración hasta 6000 m/s^2 (p-p) / 1%
Impulso de choque hasta 81 dBSV / $\pm 3\text{dB}$
RPM 60... 60000min⁻¹ / 0.1 ‰
Temperatura
Pt 100: -50...+600°C / 1° + sensor %

Análisis FFT

Fmax 0.1/ 0.2/ 0.4/ 1/ 5/ 10² kHz
400 hasta 6400 líneas
Ancho de línea > 0.03 Hz

Procesamiento de datos

Funciones de evaluación para valores globales característicos;

Diagnóstico de rodamiento por impulso de choque

Evaluación del estado de máquina según estándar ISO (vibración según la nueva ISO 10816-3);

Funciones de recolección de datos para valores característicos globales e inspección de máquinas

Software Administrador de base de datos de Vibraciones.-

El programa para PC nos permite definir todas las configuraciones para el monitoreo de vibraciones; guarda y analiza datos organizando la estructura de la planta en una estructura del tipo árbol, Permite definir alarmas, las rutas de medición, con herramientas para análisis; crea reportes y se comunica con el VIBSCANNER. Este programa requiere Windows 95.

4.2.2 Análisis de estado de rodamientos.-

De aplicación a máquinas cuya velocidad sea mayor a 600 rpm, tales como centrífugas, separadores de sólidos, pulidora de petróleo, prensas, molinos, transmisión de secadores, transmisión del enfriador, ventiladores, ventiladores de calderos y compresores de planta.

Para detectar el mal estado de rodamientos y verificar la condición de lubricación.

El instrumento a utilizar es el mismo EXAMINER 1000, con la técnica de la envolvente de aceleración.

El VIBSCANNER también puede ser configurado para identificar problemas en rodamientos; los datos son almacenados en una base de datos que maneja el programa OMNITREND.

4.2.3 Verificación de alineamiento.-

Se aplicará a transmisión de secadores, y a los molinos en general.

Para este caso se trabajará con personal externo. El equipo usado por el contratista debe tener una precisión de 0.001 mm.

4.2.4 Balanceo.-

Se aplicará a centrifugas, separadores de sólidos, molinos, ventiladores y ventiladores de calderos

Para este caso se trabará con personal externo (contratista). El equipo usado por el contratista será el balanceo dinámico en 2 planos.

En el caso de las centrifugas y separadoras de sólidos, dada la importancia del equipos es necesario que el balanceo dinámico se haga en banco de balanceo. Para las demás máquinas el balanceo se hará "In Situ"

4.2.5 Análisis de aceite.-

Será de aplicación a motores de los equipos de bombeo en chata, a los motores de los grupos electrógenos, a cajas reductoras de prensas, transformador de potencia y sistemas hidráulicos.

Para esta Labor se está haciendo uso del servicio gratuito que nos brinda el Laboratorio del proveedor SHELL dado que son nuestros proveedores de aceites y grasas.

4.2.6 Análisis de termografía.-

Será aplicado a la subestación, a los transformadores y a las casetas eléctricas de distribución de fuerza (TDF).

Para ello mantenemos el servicio de un proveedor de servicio externo el cual nos hace el servicio con una cámara termográfica de última generación.

4.3 Cronograma de ejecución de las inspecciones predictivas

Debido a que la operación de la planta es de formal estacional; es decir sólo operamos en promedio 60 días al año, y sólo en algunos meses del año; entonces las inspecciones de mantenimiento predictivo serán ejecutadas con esta consideración. En el cuadro a continuación se muestra el cronograma de ejecución de las inspecciones predictivas de la planta en análisis.

Tabla 4.3. Cronograma de ejecución de Mantenimiento predictivo

	EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	AG	SE	OC	NO	DI	
	Veda			12d	12d	12d	Veda				12d	12d	Frecuencia
Vibraciones													
Medición globales				X	X	X					X	X	Una vez al mes en produc.
Espectros				X							X		2 veces al año
Rodamientos													
Medición globales				X	X	X					X	X	Una vez al mes en produc.
Espectros				X							X		2 veces al año
Alineamiento	X									X			2 veces al año. En veda se verifica y corrige alineam.
Balanceo	X									X			2 veces al año. En veda se verifica y corrige el balanc.
Aceite				X							X		2 veces al año, en producción al final
Termografía													
Pistola infrarroja				X	X	X					X	X	Continuo en producción
Serv. Externo				X									1vez al año

4.4 Puesta en marcha

El sistema implantado ha evolucionando desde abril del año 2005, implementándose al área con instrumentos y sustentado en que para mejorar la operatividad es necesario inspeccionar continuamente la maquinaria.

Además se capacita de manera continua al personal de planta.

4.5 Sistema de reportes

Para cada uno de las teorías de inspección se han generado formatos, los cuales también han ido evolucionando en el tiempo

4.5.1 Análisis de vibraciones y estados de rodamientos

4.5.1.1 Con vibrómetro medidor de globales y medidor de estado de rodamiento.

Para cada grupo de máquinas analizadas se diseño el formato de manera gráfica y sencilla es fácil identificar los puntos de medición así como ver los límites de vibración; estos límites fueron definidos en base a la norma ISO-10816-3 “Vibración mecánica – evaluación de la vibración de maquinaria por medición en partes no rotativas” Entonces están definidos los niveles de advertencia, por encima de los cuales hay el equipo comienza a estar en observación, y el límite de alarma significa que la vibración ya está causando daño a los componentes de la máquina. Asimismo en este mismo formato se incluye el valor de la envolvente de aceleración “g” para el estado de rodamientos.

4.5.1.2 Con analizador de vibraciones.-

para ello contamos con el analizador de vibraciones VIBSCANNER y con un Software OMNITREND, en este software se ha configurado las tareas de medición de vibraciones a ejecutar por cada máquina, así como los límites de vibración según norma ISO 10816-3. la ejecución y reporte

es generado por el área de planificación, ver Formatos en Anexos.

4.5.2 Verificación de alineamiento y balanceo.-

se subcontrata servicios de terceros, de acuerdo a los reportes de análisis de vibraciones. Informe según reporte de alineamiento o balanceo dado por tercero.

4.6 Resultado obtenido

Debido a que la implantación exitosa de un nuevo sistema no es algo que se logre de inmediato; hubo un tiempo de aprendizaje y de aceptación de la efectividad de las técnicas predictivas; también nos tomó tiempo entrenar a nuestro personal.

El siguiente cuadro toma la data del apéndice C. Informes de averías de equipos críticos y resume lo que pasó en 3 años.

Tabla 4.4. Horas acumuladas de equipo críticos parado

	2005	2006	2007	2008
Denominación	H	H	H	H
Sistema de bombeo al vacío	63.00	0.75		
Equipo de bombeo #1	2.42	0.25		
Cocinador 1	3.59	2.50		0.18
Cocinador 2	3.17			
Prensa # 1	0.50		0.65	3.32
Secador Rotatubos #1		2.00		
Secador rotatubos #2	20.67	1.50	4.25	
Secador rotatubos #3		0.00		
Secador rotatubos #4	1.00	5.92		
Secador rotatubos #5	5.16	0.00		
Enfriador	4.50		0.33	
Molino semihúmedo #1	1.33			

	2005	2006	2007	2008
Denominación	H	H	H	H
Molino humedo #1		0.17		
Molino humedo #2	5.04			
Molino Seco # 1		0.00		
Centrifuga # 1			0.50	
Centrifuga # 2	2.50			
Centrifuga 2 PAMA			0.00	
Centrifuga # 4	1.26			
Separador de solidos #1			0.42	
Separador de solidos #2			0.17	
Separador de solidos #3				4.48
Pulidora de aceite			0.00	
Bomba agua de mar #1		0.00		
Caldero # 1		0.00	0.17	
Caldero # 2	3.68		0.24	0.33
Caldero # 4	1.00	2.50		
Sub-Estacion 2500 KVA	4.06	1.51		
Grupo Electrogeno # 3		0.50	1.33	
Grupo Electrogeno # 4		0.20		
Caseta electrica TDF4		0.00		
Caseta electrica TDF5		0.25		
Total general	122.88	18.05	8.06	8.31

Hubo una drástica reducción de fallas de 128 horas el año 2005 a 18 horas en el primer año, y de allí se redujo a sólo 8 horas.

En el siguiente capítulo se mostrará el impacto económico de esta situación, y cual es el beneficio que trae a la empresa.

CAPITULO V.

EVALUACION ECONOMICA

Para entender los beneficios de implementar el mantenimiento predictivo es necesario hacer algunos cálculos, en base a la información histórica de mantenimiento es posible determinar costos de mantenimiento y también las horas de parada por falla de equipo.

Desde el punto de vista económico al dueño, o al directorio, le interesa saber que el área de mantenimiento está haciendo bien su trabajo: “que está mantenimiento en buen estado sus activos fijos”; pero si algo anda mal se refleja inmediatamente en la rentabilidad global de la empresa; las tan indeseables fallas de los equipos pueden ser contabilizadas como pérdida asociada a las horas de parada del equipo.

Entonces, primero determinaremos los costos unitarios asociados al mantenimiento predictivo; a continuación con el historial de mantenimiento determinaremos las horas de parada de equipos y con estas horas calcularemos las pérdidas por paradas imprevistas.

Este análisis lo haremos sobre los equipos más importantes de la planta y estableceremos la diferencia entre una situación inicial, en la cual no existía mantenimiento predictivo, versus la situación al final de esta implementación.

5.1 Costos del mantenimiento predictivo.

A continuación se detallan las herramientas adquiridas en el período 2005-2008 y su respectivo análisis de costos unitario.

Tabla 5.1. Análisis de costos unitarios. Herramientas.

Equipo	Costo USD	Vida útil	Depreciación anual	Costo por uso mensual	Frec	Costo por vez USD	Costo por vez x equip
Vibrómetro	1,200	5 años	240	20	15 días	10	0.20
Analizador de vibraciones	15,000	5 años	3,000	14.7	3 meses	44.1	1.00
Termómetro láser	360	5 años	72	6.0	15 días	3	0.25

Aquí cabe mencionar que Tecnológica de Alimentos ha adquirido el analizador de vibraciones, con el objetivo de que éste sea usado en las 17 plantas de Harina, razón por la cual el costo se ha prorrateado a 17 plantas. $3000/17 = 176.5$ USD/Año por planta, con un costo mensual de 14.7 USD.

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

Tabla 5.2. Análisis de costos unitarios. Mano de Obra

Practicante	1	USD/HR
Mecánico	1.2	USD/HR
Ingeniero	4	USD/HR
Especialista	25	USD/HR

En la siguiente tabla se resume el costo anual de Mantenimiento Predictivo;

Tabla 5.3. Costos de mantenimiento predictivo por equipo

Zona	N°	Denominación	Costo anual del mantenimiento Predictivo USD
01. CHATA DE DESCARGA	1	Sistema de bombeo al vacio	61
	2	Sistema de bombeo despl.positivo	61
03. RECUP.TRAT. AGUA DE BOMBEO	3	Centrifuga 1 PAMA	120
	4	Centrifuga 2 PAMA	120
04. COCIDO Y PRENSADO	5	Prensa # 1	51
	6	Prensa # 2	51
	7	Molino húmedo #1	170
	8	Molino húmedo #2	170
05. SECADO	9	Extractores de vahos y ciclones – RT	120
	10	Extractor de vahos #1	120
	11	Extractor de vahos #3	120
	12	Extractor de vahos #4	120
	13	Secador rotatubos #1	151
	14	Secador rotatubos #2	151
	15	Secador rotatubos #3	151
	16	Secador rotatubos #4	151
	17	Molino semi-húmedo #1	170
	18	Molino semi-húmedo #2	170
	19	Secador rotatubos #5	151
	20	Secador rotatubos #6	151
	21	Extractor de vahos #1 de Secador RT #5	120
	22	Extractor de vahos #2 de Secador RT #5	120
	23	Extractor de vahos #1 de Secador RT #6	120
	24	Extractor de vahos #2 de Secador RT #6	120
06. ENFRIADO	25	Enfriador	151
	26	Ventilador y ciclón	120
07. MOLIENDA	27	Molino Seco # 1	170
	28	Molino Seco # 2	170
	29	Molino Seco # 3	170
		Molino Seco # 4	170
	31	Ventilador	120
09. PLANTA DE ACEITE	32	Separador de sólidos #1	120
	33	Separador de sólidos #2	120

Zona	N°	Denominación	Costo anual del mantenimiento Predictivo USD
	34	Separador de sólidos #3	120
	35	Centrifuga # 1	120
	36	Centrifuga # 2	120
	37	Centrifuga # 3	120
	38	Centrifuga # 4	120
	39	Pulidora de aceite	120
10. PLANTA EVAPORADORA	40	Bomba de vacío	20
	41	Ventilador #1	120
	42	Ventilador #2	120
	43	Bomba agua de mar #1	20
	44	Bomba agua de mar #2	20
11. PLANTA DE VAPOR	45	Caldero # 1	197
	46	Caldero # 2	197
	47	Caldero # 3	197
	48	Caldero # 4	197
	49	Caldero # 5	197
12. PLANTA DE FUERZA	50	Sub-Estación 2500 KVA	53
	51	Transformador 1	283
	52	Transformador 2	283
	53	Grupo Electrónico # 1	31
	54	Grupo Electrónico # 2	31
	55	Grupo Electrónico # 3	31
	56	Grupo Electrónico # 4	31
	57	Grupo Electrónico # 5	31
	58	Grupo Electrónico # 6	31
	59	Caseta eléctrica TDF1	53
	60	Caseta eléctrica TDF2	53
	61	Caseta eléctrica TDF3	53
	62	Caseta eléctrica TDF4	53
	63	Caseta eléctrica TDF5	53
	64	Caseta eléctrica TDF6	53
13. SUMINISTRO DE AIRE	65	Compresor #1	51
	66	Compresor #2	51
14. TANQUES DE ALMACENAMIENTO	67	Centrifuga para petróleo D2 # 1	70
	68	Centrifuga para petróleo D2 # 2	70
			7,623

Todos los cálculos están detallados en la el Apéndice B. **Actividades de Mantenimiento Predictivo para los equipos críticos**; sin embargo para aclarar el tema consideremos un ejemplo.

Para el caso del equipo No 13 Secador Rotatubos, consideremos la 3a actividad predictiva.

Tabla 5.4. Ejemplo de una actividad predictiva.

No	Denominac del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper	FRE C	Ejecuc min	HH	Material-Herramientas	Mano de Obra	Hrs.Producción	Subtotal	Annual
13	Secador rotatubos #1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1.25	1	0	2.25	9

Para esta tarea se usa un analizador de vibraciones cada 3 meses, para hacer la inspección el equipo debe estar operando, medido en 15 minutos.

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

- **Material-Herramienta.-** Dado que se usará el equipo Analizador de vibraciones, con un costo unitario de 1.25 USD x equipo
- **Mano de Obra.** El personal a cargo de esta inspección debe ser un Ingenieros con un costos Unitario de 4 USD/H x 0.25 H = 1 USD
- **Hrs. Producción.** Hacer esta inspección no necesita que el equipo esté parado = 0 USD
- **Subtotal =** 1.25 + 1 + 0 = 2.25
- **Costo Anual =** 2.25 x 4 veces al año = 9 USD /año

5.2 Costo debido a las paradas no imprevistas

Para todo mantenedor es muy importante conocer el impacto que tienen las paradas no programadas en la producción.

Existen tantos casos por considerar dado el amplio abanico de industrias desarrolladas en el Perú. El caso de la pesca es un caso muy especial dado que está dado por temporadas, es estacional; y está dado actualmente por cuotas 2 veces al año; de esta manera la pesca se convierte en una "carrera", donde los barcos quieren pescar lo mas posible y las plantas desean procesar al máximo de su capacidad, si es posible todo el día durante todos los días que dure la temporada.

Pero que sucede cuando falla un equipo?, digamos un equipo importante en el proceso productivo; para la empresa esta parada de máquina nos afecta económicamente, bajo 2 puntos de vista:

5.2.1 Lucro cesante.-

El pescado es escaso: la pesca es estacional y dada según cuotas; lo que significa que hay un tiempo de pesca limitado; el armador de pesca sabe esto y no le conviene encontrar una planta parada, específicamente parada la recepción de pescado. La planta pierde la oportunidad de recibirlo y de convertirlo en harina. Este caso es extremo debido a que existen pozas de almacenamiento; además existen 2 sistemas de bombeo. Este caso se da cuando estando con las pozas de almacenamiento llenas haya ocurrido parada total de planta por mucho tiempo, para nuestro análisis consideramos aplicarlo cuando la planta se encuentre parada por mas de 4 horas.

Para nuestra planta de 100 Tm de pescado /Hr ; y con un factor de conversión de 4.25 Tm Pescado por uno de harina ; tendríamos una producción de 23.5 Tm Harina/Hr. El margen de ganancia por cada tonelada es de 200 USD / TM Harina.

Lo que significa que una hora de equipo parado (por mas de 4 horas) en términos económicos es: $23.5 \text{ TM Harina /hr} \times 200 \text{ USD / TM Harina} = 4,700 \text{ USD / hr}$

5.2.2 Pérdida de calidad.-

El segundo criterio es que el pescado se degrada rápidamente con el tiempo, esto significa que vamos al final del proceso la calidad de la harina será menor que la que habíamos considerado inicialmente. En otras palabras se pudo recibir pescado fresco pero la parada no programada retrazó su procesamiento; entonces al final la harina ya no es de la mejor calidad es de menor calidad. En términos económicos el precio de la harina varía en promedio 20 USD/TM Harina entre una y otra calidad el caso extremo es de una pérdida de 60 USD /TM harina.

Lo que significa que una hora de equipo parado en términos de calidad es:

$$23.5 \text{ Tm Harina / hr} \times 60 \text{ USD /Tm Harina} = 1,410 \text{ USD /hr}$$

Estos criterios: lucro cesante y pérdida de calidad los hemos aplicado directamente a cada una de nuestros equipos importantes.

5.3 Análisis de Costos de Mantenimiento en equipos críticos

En base a la información de las fallas y efectuando un análisis de costos por cada falla podemos ver que antes de la implementación del mantenimiento Predictivo las pérdidas por calidad y lucro cesante en los equipos mas

importantes eran aprox. de 56,000 USD en el año 2005; con los controles de mantenimiento implementados hasta el 2007 se ha logrado reducir a un promedio de 10,000 USD; cabe hacer notar que este salto de 56 mil a 10 mil es producto de muchos factores, tales como las mejoras en los procedimientos de mantenimiento; así como la mejora en las instalaciones de equipos, lo que también es cierto es que las técnicas de mantenimiento predictivo nos han permitido identificar situaciones de falla antes que estas ocurran; y de esta manera corregir las situaciones de desbalance, de desalineamiento, cambios de rodamiento; etc.

A continuación un ejemplo de la aplicación del cálculo de pérdidas por cada una de las averías del apéndice; por ejemplo Para el siguiente caso mostrado tenemos lo siguiente:

Inicio avería	Descripción	Parada	Duración	Reperc	año	Hora Parada	Lucro cesante	Calidad	Mantto	HH	Total
12/04/2005	Rotura de fajas en molino semihumedo 1	X	1.33	B	2005	0.665	0	937.65	59	0.798	997.4'

Dado que esta avería tiene una repercusión **B** afecta en un 50% a la producción (La del tipo A afecta en un 100% y la del tipo C no afecta)

$$\text{Hora parada} = \text{Duración} \times 0.5 \quad 1.33 \times 0.5 = 0.665$$

En este caso dado que la parada no es tan prolongada (menor a 4 horas) no afecta el criterio de lucro cesante; pero si afecta a la calidad de la harina.

$$\text{Lucro cesante} = 0$$

$$\text{Calidad} = \text{Hora Parada} \times 1,410 \text{ USD /hr} = 0.665 \times 1,410 = 937.65 \text{ USD}$$

$$\text{Mantto} = \text{Materiales (Fajas)} + \text{Servicios} = 59 + 0 = 59 \text{ USD}$$

El costo dedicado de las horas hombre se calcula así

$$\text{HH} = 0.665 \times 1.2 = 0.798 \text{ USD}$$

$$\text{Total} = 0 + 937.65 + 59 + 0.798 = 997.5 \text{ USD}$$

Este cálculo se hace a cada una de las averías en el período del 2005 al 2008. El cálculo detallado está en el apéndice C: **Informe de averías de equipos**. La información se ha resumido y se muestra en la siguiente tabla :

Tabla 5.5. Análisis de pérdidas por parada en equipos críticos

	2005	2006	2007	2008
Denominación Equipo	Pérdida USD	Pérdida USD	Pérdida USD	Pérdida USD
Total general	56,079	17,888	9,997	6,737
Sistema de bombeo al vacío	14,852	-		
Equipo de bombeo #1	8,079	180		
Cocinador 1	3,030	3,343		160
Cocinador 2	2,841			
Prensa # 1	368		2,058	2,650
Secador Rotatubos #1		1,967		
Secador rotatubos #2	2,643	1,934	3,054	
Secador rotatubos #3		4		
Secador rotatubos #4	1,484	4,263		
Secador rotatubos #5	4,064	107		
Enfriador	5,742		415	
Molino semihúmedo #1	1,014			
Molino húmedo #1		181		
Molino húmedo #2	325			
Molino Seco # 1		-		
Centrifuga # 1			815	
Centrifuga # 2	1,471			
Centrífuga 2 PAMA			0	
Centrifuga # 4	482			
Separador de sólidos #1			302	
Separador de sólidos #2			123	
Separador de sólidos #3				3,359
Pulidora de aceite			-	
Bomba agua de mar #1		599		
Caldero # 1		7	263	
Caldero # 2	3,136		345	568
Caldero # 4	719	1,802		
Sub-Estacion 2500 KVA	5,830	2,168		
Grupo Electrogeno # 3		723	2,621	
Grupo Electrogeno # 4		429		
Caseta electrica TDF4		-		
Caseta electrica TDF5		180		

En este cuadro se aprecia que el año 2005 las pérdidas por falla de equipo ascendieron a 56,000 USD; sin embargo ha mostrado una reducción progresiva en los años 2006 (a 17,800 USD) y 2007 (a 10,000 USD), podría decirse que la reducción de pérdidas (BENEFICIO) se debe a muchos factores, en parte a la política de renovación de equipos que tiene la

empresa, a la implementación del mantenimiento predictivo motivo del presente informe, al sistema de gestión que viene aplicando la empresa; al sistema de mantenimiento preventivo que también está en etapa de mejora.

Una comparación de los beneficios vs la inversión nos lleva a un saldo positivo:

BENEFICIO – INVERSION = SALDO a favor

49,342 USD – 30,492 USD = 18,850 USD

Tabla 5.6 Comparación de Costo de Mant. Predictivo vs Reducción de pérdidas por parada de equipo (por falla)

Pérdidas por falla de equipo crítico USD	56,079	17,888	9,997	6,737		
	Año	2005	2006	2007	2008	Total
Costo Mant. Predictivo USD		7623	7623	7623	7623	30,492
Beneficio (reducción pérdidas) USD			38,191	7,891	3,260	49,342
Saldo a favor						18,850 USD

En teoría una buena aplicación del mantenimiento predictivo nos llevará a una reducción del gasto de mantenimiento en un 10%. Esta es la razón de ser del mantenimiento predictivo, mejorar al mantenimiento preventivo haciendo que la vida útil de los componentes que se cambian se extienda.

Para concluir debo mencionar que este sistema está evolucionando, actualmente estamos poniendo énfasis en capacitar al personal operario y mantenedor de manera que sean ellos quienes apliquen estas técnicas; vamos rumbo al TPM; rumbo a la excelencia que es la visión general que tiene la empresa.

CONCLUSIONES

- El sistema de mantenimiento predictivo se está aplicando a un grupo de 68 equipos críticos (los mas importantes) de la planta, el total de máquinas es 326 máquinas. El criterio de Pareto está presente aquí, de manera que el 20% de los equipos están bajo control predictivo.
- Con la implementación adecuada del plan de mantenimiento predictivo es fácil esperar una reducción de mínimo de 10% en los gastos de mantenimiento de las máquinas. En cuanto a pérdidas en cualquier industria una parada inesperada significa fuertes pérdidas económicas, razón por la cual es vital garantizar que el sistema productivo funcione en la mejor condición.

La aplicación conjunta de técnicas de conservación, como el mantenimiento preventivo y predictivo son la mejora alternativa para lograr los objetivos. En el caso de la planta de Pisco Norte, se ha logrado reducir las horas de parada de equipos y por ende reducir las pérdidas de producción de 56,000 USD a 10,000 USD en 3 años.

Esta implementación está asociada a políticas claras dadas por el área de planificación de mantenimiento y de la Gerencia de Operaciones; propuestas técnicas y adecuadas para mejorar el desempeño de las máquinas.

- Debido a que la implantación de un nuevo sistema y mantenerlo en el tiempo no es algo que se logre de inmediato; hubo un tiempo de aprendizaje y de aceptación de la efectividad de las técnicas predictivas; así como el proceso de aprendizaje del personal responsable. Aún estamos aprendiendo y estamos apuntando a mejorar la disponibilidad de máquinas investigando tecnologías tales como la espesimetría, análisis de ultrasonido y ensayos no destructivos; es una meta planteada en el mediano plazo.

BIBLIOGRAFIA

DOUNCE VILLANUEVA, ENRIQUE, La Productividad en el Mantenimiento Industrial, Compañía editorial continental SA, México, 1998

ENGINZONE, Técnicas de Alineamiento y balanceo, Apuntes del curso EnginZone, Perú, Junio 2006

ENGINZONE, Análisis vibracional Nivel II, Apuntes del curso EnginZone, Mayo 2007

PRUFTECHNIK, Omnitrend, manual de usuario, Alemania, 2006

REY SACRISTAN, FRANCISCO, Manual del mantenimiento integral en la empresa, Fundación Confemetal ,España, 2001

TECSUP, Planificación y Programación del Mantenimiento, TECSUP, Perú, 2006

THE FALK CORPORATION, Transmisiones de engranajes encerrados en cárter - Instrucciones de instalación y mantenimiento, EEUU, 2005

APENDICES

Apéndice A. Análisis de criticidad de equipos de la planta Pisco Norte

Apéndice B. Actividades de Mantenimiento Predictivo para los equipos críticos

Apéndice C. Informes de averías de equipos

Apéndice A.

Análisis de criticidad de equipos de la planta Pisco Norte

IMPORTANCIA CRITICA DE LOS EQUIPOS

1. Efecto sobre el servicio que proporciona			
Grado de afectación al proceso productivo	Paraliza	4	Genera interrupción de la línea de proceso o afecta al medio ambiente.
	Reduce	2	
	No afecta	0	
2. Impacto económico			
Considera el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Mas de US\$ 20,000
	Medio	2	Menos de US\$ 1,000
	Bajo	1	
3. La avería afecta a			
3.1.- Al equipo en si	Si	1	Deteriora otras partes, sistemas o componentes?
	No	0	
4.2.- Al servicio	Si	1	Origina otros problemas a equipos?
	No	0	
4.3.- Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente del operador?
	No	0	
4.4.- A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas ú otros equipos cercanos.
	No	0	
4. Probabilidad de Falla (Confiabilidad)			
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite.
	Baja	0	
5. Flexibilidad del equipo en el sistema			
	Unico	2	No existe otro igual o similar.
	BY Pass	1	El sistema puede seguir funcionando.
	Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado.
6. Dependencia logística			
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.
	Local/Ext	1	Algunos repuestos se compran localmente.
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.
7. Dependencia de la mano de obra			
	Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
8. Facilidad de reparación (mantenibilidad)			
	Baja	1	Mantenimiento difícil
	Alta	0	Mantenimiento fácil

APENDICE A . ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE PISCO NORTE

Zona	Denominación	Producc	Económ	Maq	Serv	oper	seg	Prob.falla	St-By	Dep.Logis	Dep.MO	Mantenib	Puntaje	MC-CORRECTIVO	MP-PREVENTIVO	MPD-PREDICTIVO	Vibrac	Rodamientos	Alineamiento	Balaceo	Espesimetria	Aceite	Termografia	Corriente
01 CHATA DE DESCARGA	Chata	0	3	1	0	1	1	0	2	0	0	0	8		X									
	Sistema de bombeo al vacio	2	3	0	0	0	0	2	2	1	1	1	12		X	X							X	
	Sistema de bombeo despl.positivo	2	3	0	0	0	0	2	2	1	1	1	12		X	X							X	
	Grupo electrogeno 220V	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	4	X										
	Tuberías de descarga	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	X										
	Tanques y servicios auxiliares	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	X										
	Tableros y Luces de señalizacion	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
02 RECEPCION Y PESAJE DE MATERIA PRIMA	Desaguador rotativo #1 (LS)	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	X	X									
	Desaguador rotativo #2 (LN)	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	X	X									
	Desaguador vibratorio #1 (LS)	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Desaguador vibratorio #2 (LN)	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transportador de mallas #1 (LS)	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	8		X									
	Transportador de mallas #2 (LS)	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	8		X									
	Transportador de mallas #3 (LS)	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	8		X									
	Transportador de mallas #4 (LN)	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	8		X									
	Transportador de mallas #5 (LN)	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	8		X									
	Transportador de mallas #6 (LN)	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	8		X									
	Tolva de pesaje #1	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	X										
	Tolva de pesaje #2	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	X										
	Transportador distribuidor pozas(1-6) #1	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transportador distribuidor pozas(2-6) #2	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Poza de pescado # 1	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Poza de pescado # 2	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Poza de pescado # 3	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Poza de pescado # 4	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Poza de pescado # 5	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Poza de pescado # 6	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transportador colector de pozas 1 al 3	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transportador colector de pozas 4 al 6	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
Bomba de recirculación de sanguaza N° 1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1	6	X											
Bomba de recirculación de sanguaza N° 2	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1	6	X											
Bomba de recirculación de sanguaza N° 3	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1	6	X											
03 RECUPERACION Y TRATAMIENTO DE AGUA DE BOMBEO	Poza de Agua de bombeo	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Trommel #1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	X										
	Trommel #2 (LN)	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	X										
	Equipo Derrick # 1	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	5	X										
	Equipo Derrick # 2	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	5	X										
	Transportador colector de trommels	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Transp. elevador a colector de trommels	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										

APENDICE A . ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE PISCO NORTE

Zona	Denominación	Produc	Económ	Maq	Serv	oper	seg	Prob.falla	St-By	Dep.Logis	Dep.MO	Mantenib	Puntaje	MC-CORRECTIVO	MP-PREVENTIVO	MPD-PREDICTIVO	Vibrac	Rodamientos	Alineamiento	Balaceo	Espesimetría	Aceite	Termografía	Comente	
03. RECUPERACION Y TRATAMIENTO DE AGUA DE BOMBEO	Transportador recuperador de solidos #1	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	3	X											
	Transportador recuperador de solidos #2	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	3	X											
	Transportador recuperador de solidos #3	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	3	X											
	Transportador colector de derricks	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	3	X											
	Sistema de trat.agua de bombeo DYAF-100	0	1	0		0	0	0	2	0	1	0	4	X											
	Tanques de Decantación de Espumas	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	3	X											
	Tanques de Sanguaza y coagulador	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	3	X											
	Separador de sólidos y centrifuga	0	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	10		X									
	Separador de sólidos PAMA	0	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	10		X									
	Centrífuga 1 PAMA	0	3	0		0	0	0	2	1	1	1	1	8		X	X		X	X					X
	Centrífuga 2 PAMA	0	3	0		0	0	0	2	1	1	1	1	8		X	X		X	X					X
	Tanque de caldo a centrifuga	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Tanque de aceite	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Tanque de agua de cola	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Sist. Flotación Recup. Grasa -Agua de Bbeo	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Sistema IAFF	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Tanque de Almacenamiento # 1	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Tanque de Almacenamiento # 2	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Bomba de Descarga Agua Bbeo APROPISCO	0	1	0		0	0	2	2	1	1	1	1	8		X									
	Bomba de Descarga Agua Bbeo APROPISCO	0	1	0		0	0	2	2	1	1	1	1	8		X									
Bomba de Sólidos	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X											
Tanque de Sólidos	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X											
Tubo de dilución 1	0	1	0		0	0	2	2	0	0	0	0	5	X											
Tubo de dilución 2	0	1	0		0	0	2	2	0	0	0	0	5	X											
04. COCIDO Y PRENSADO	Bomba de Pescado	2	2	0		0	0	2	2	1	1	1	11		X										
	Elevador de rastras	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	8		X										
	Alimentador a cocina #1	2	1	0		0	0	2	2	0	0	0	7		X										
	Alimentador a cocina #2	2	1	0		0	0	2	2	0	0	0	7		X										
	Cocinador 1	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	12		X										
	Cocinador 2	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	12		X										
	Pre-strainer #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5		X										
	Pre-strainer #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5		X										
	Prensa # 1	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	12		X	X		X	X					X
	Prensa # 2	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	12		X	X		X	X					X
	Transportador colector de prensa	4	1	0		0	0	2	2	0	0	0	0	9		X									
	Puente Grua	0	1	0		0	0	0	1	1	1	0	0	4		X									
	Transp. inclin Alim. Molino Humedo #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5		X									
	Transp. inclin Alim. Molino Humedo #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5		X									
	Molino humedo #1	2	2	0		0	0	2	1	0	0	0	0	7		X	X		X	X					X

APENDICE A . ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE PISCO NORTE

Zona	Denominación	Produce	Económ	Maq	Serv	oper	seg	Prob.falla	St-By	Dep.Logis	Dep.MO	Mantenib	Puntaje	MC-CORRECTIVO	MP-PREVENTIVO	MPD-PREDICTIVO	Vibrac	Rodamientos	Alineamiento	Balaceo	Espesimetria	Aceite	Termografia	Corriente	
04. COCIDO Y PRENSADO	Molino humedo #2	2	2	0		0	0	2	1	0	0	0	7		X	X		X	X	X				X	
	Transportador extractor Molino humedo #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X											
	Transportador extractor Molino humedo #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X											
05 SECADO	Transp. distrib. a secadores 1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X											
	Transp. distrib. a secadores 2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X											
	Transportador alimentador a secador #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X											
	Transportador alimentador a secador #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X											
	Transportador alimentador a secador #3	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X											
	Transportador alimentador a secador #4	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X											
	Extractores de vahos y ciclones - RT	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	0	8		X	X	X	X					X	
	Extractor de vahos #1	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	0	8		X	X	X	X					X	
	Extractor de vahos #2	2	1	0		0	0	2	2	0	0	0	0	7		X									
	Extractor de vahos #3	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	0	8		X	X	X	X					X	
	Extractor de vahos #4	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	0	8		X	X	X	X					X	
	Ciclón 1	2	1	0		0	0	0	1	0	0	0	0	4	X										
	Ciclón 2	2	1	0		0	0	0	1	0	0	0	0	4	X										
	Secador rotatubos #1	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	12		X	X	X	X	X		X	X		X
	Secador rotatubos #2	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	12		X	X	X	X	X		X	X		X
	Secador rotatubos #3	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	12		X	X	X	X	X		X	X		X
	Secador rotatubos #4	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	12		X	X	X	X	X		X	X		X
	Transp. colector de secadores RT #1 y #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5	X										
	Transp. colector de secadores RT #3 y #4	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5	X										
	Transportador inclinado #1 de reproceso	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Transportador inclinado #2 de reproceso	0	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	3	X										
	Transp. elevador a molino semihumedo #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5	X										
	Transp. elevador a molino semihumedo #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5	X										
	Molino semihumedo #1	2	2	0		0	0	2	1	0	0	0	0	7		X	X	X	X	X					X
	Molino semihumedo #2	2	2	0		0	0	2	1	0	0	0	0	7		X	X	X	X	X					X
	Transp. evacuador molino semihumedo #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5	X										
	Transp. evacuador molino semihumedo #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5	X										
	Transp. distrib. a secadores seguna etapa	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	7		X									
	Transp. alimentador a secador rotatubos#5	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5	X										
	Transp. alimentador a secador rotatubos#6	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	0	5	X										
	Secador rotatubos #5	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	12		X	X	X	X	X		X	X		X
	Secador rotatubos #6	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	1	12		X	X	X	X	X		X	X		X
	Extractor de vahos #1 de Secador RT #5	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	0	8		X	X	X	X						X
Extractor de vahos #2 de Secador RT #5	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	0	8		X	X	X	X						X	
Extractor de vahos #1 de Secador RT #6	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	0	8		X	X	X	X						X	
Extractor de vahos #2 de Secador RT #6	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	0	8		X	X	X	X						X	

APENDICE A . ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE PISCO NORTE

Zona	Denominación	Producc	Económ	Maq	Serv	oper	seg	Prob.falla	St-By	Dep.Logis	Dep.MO	Mantenib	Puntaje	MC-CORRECTIVO	MP-PREVENTIVO	MPD-PREDICTIVO	Vibrac	Rodamientos	Alineamiento	Balanceo	Espesimetria	Acetite	Termografia	Corriente
05. SECADO	Ciclon y ductos secador RT # 5	2	1	0		0	0	0	1	0	0	0	4	X										
	Ciclon y ductos secador RT # 6	2	1	0		0	0	0	1	0	0	0	4	X										
	Transp. colector de secadores #5 y #6	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7		X									
08. ENFRIADO	Transp. alimentador a enfriador # 1	4	2	0		0	0	0	2	0	0	0	8		X									
	Enfriador	4	2	0		0	0	2	2	1	1	1	13			X	X	X		X	X			X
	Ventilador y ciclon	4	2	0		0	0	2	2	0	0	0	10			X	X	X		X				X
	Transportador colector de enfriador	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7		X									
	Transport. colector finos de ventilador	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7		X									
07. MOLIENTA	Transportador elevador a molinos #1 y #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transportador elevador a molinos #3 y #4	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transp. distribuidor a molinos #1 y #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transp. distribuidor a molinos #3 y #4	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Molino Seco # 1	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	8		X	X								X
	Molino Seco # 2	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	8		X	X								X
	Molino Seco # 3	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	8		X	X								X
	Molino Seco # 4	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	8		X	X								X
	Ventilador	2	2	0		0	0	2	2	0	0	0	8		X	X								X
	Ciclon	2	1	0		0	0	0	1	0	0	0	4	X										
	Transportador colector de molinos	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	08. ENSAQUE	Transportador elevador #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X									
Transportador elevador #2		2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
Transp. alimentador a tolvin de ensaque		2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
Tolvin de ensaque		2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
Transportador Dosificador		2	1	0		0	0	2	2	0	0	0	7		X									
Transportador Mezclador		2	1	0		0	0	2	2	0	0	0	7		X									
Equipo dosificador de antioxidante		4	2	0		0	0	2	1	1	1	1	12		X									
Transp. elevador distrib. de balanzas		2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
Transportador distribuidor		2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
09. PLANTA DE ACEITE	Balanza de pesaje y ensacado #1	2	2	0		0	0	2	2	1	1	1	11		X									
	Balanza de pesaje y ensacado #2	2	2	0		0	0	2	2	1	1	1	11		X									
	Transportador de sacos a camiones	2	1	0		0	0	0	1	0	0	0	4	X										
	Tanque colector de licor de prensa	2	1	0		1	0	0	2	0	0	0	6	X										
	Bombas de licor de prensa	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Intercambiadores de calor	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Separador de solidos #1	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	12		X	X			X					X
	Separador de solidos #2	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	12		X	X			X					X
	Separador de solidos #3	2	3	0		0	0	2	2	1	1	1	12		X	X			X					X
	Tanque colector de caldo de separadoras	2	1	0		1	0	0	2	0	0	0	6	X										
Bomba de caldo de separadoras #1	2	1	0		0	0	0	2	1	1	1	8		X										

APENDICE A . ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE PISCO NORTE

Zona	Denominación	Produce	Económ	Maq	Serv	oper	seg	Prob.falla	St-By	Dep.Logis	Dep.MO	Mantenib	Puntaje											
														MC-CORRECTIVO	MP-PREVENTIVO	MPD-PREDICTIVO	Vibrac	Rodamientos	Alineamiento	Balanceo	Espesimetría	Acete	Termografía	Corriente
09. PLANTA DE ACEITE	Bomba de caldo de separadoras #2	2	1	0		0	0	0	2	1	1	1	8	X										
	Bomba de caldo de separadoras #3	2	1	0		0	0	0	2	1	1	1	8	X										
	Bomba de caldo de separadoras #4	2	1	0		0	0	0	2	1	1	1	8	X										
	Centrifuga # 1	2	3	0		0	0	0	2	1	1	1	10	X	X		X	X				X		
	Centrifuga # 2	2	3	0		0	0	0	2	1	1	1	10	X	X		X	X				X		
	Centrifuga # 3	2	3	0		0	0	0	2	1	1	1	10	X	X		X	X				X		
	Centrifuga # 4	2	3	0		0	0	0	2	1	1	1	10	X	X		X	X				X		
	Sistema CIP	2	1	0		0	0	0	2	1	1	1	8		X									
	Bomba de Agua de maniobra	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transportador colector solidos #1 horiz.	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Transportador colector solidos #2 inclin	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Tanque de aceite # 1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Tanque de aceite #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Bomba de aceite #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Bomba de aceite #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Bomba de lodos #1	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Bomba de lodos #2	2	1	0		0	0	0	2	0	0	0	5	X										
Pulidora de aceite	2	3	0		0	0	0	2	1	1	1	10		X	X		X	X				X		
10. PLANTA EVAPORADORA	Planta Evaporadora	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Unidad evaporadora WHEND 1404	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 1	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 1A	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 1B	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 2	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 2A	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 2B	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 3	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 3A	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Efecto 3B	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Condensador barometrico	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Bomba de vacio	4	2	0		0	0	2	2	1	1	1	13			X	X	X				X		
	Bomba de agua de sello	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Bomba de condensado sucio	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7	X										
	Ventilador #1	4	1	0		0	0	2	2	0	0	0	9			X		X	X			X		
	Ventilador #2	4	1	0		0	0	2	2	0	0	0	9			X		X	X			X		
	Tuberías y válvulas de control	4	1	0		0	0	2	2	0	0	0	9	X	X									
	Bomba de condensado limpio	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7		X									
	Tablero de control	4	1	0		0	0	0	2	0	0	0	7		X									
Lavador de Vahos	0	1	0		0	0	0	2	2	0	0	0	5	X										

APENDICE A . ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE PISCO NORTE

Zona	Denominación	Produc	Económ	Maq	Serv	oper	seg	Prob.falla	St-By	Dep.Logis	Dep.MO	Mantenib	Puntaje				Vibrac	Rodamientos	Alineamiento	Balanceo	Espesimetria	Aceite	Termografia	Corriente
														MC-CORRECTIVO	MP-PREVENTIVO	MPD-PREDICTIVO								
12. PLANTA DE FUERZA	Grupo Electrogenero # 2	2	3	0	0	1	1	2	2	1	1	1	14	X	X						X			
	Grupo Electrogenero # 3	2	3	0	0	1	1	2	2	1	1	1	14	X	X						X			
	Grupo Electrogenero # 4	2	3	0	0	1	1	2	2	1	1	1	14	X	X						X			
	Grupo Electrogenero # 5	2	3	0	0	1	1	2	2	1	1	1	14	X	X						X			
	Grupo Electrogenero # 6	2	3	0	0	1	1	2	2	1	1	1	14	X	X						X			
	Caseta electrica TDF1	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	6	X	X								X	
	Caseta electrica TDF2	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	6	X	X								X	
	Caseta electrica TDF3	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	6	X	X								X	
	Caseta electrica TDF4	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	6	X	X								X	
	Caseta electrica TDF5	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	6	X	X								X	
Caseta electrica TDF6	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	6	X	X								X		
13. SUMINISTRO DE AIRE	Compresor #1	2	3	0	1	0	0	0	2	1	1	1	11	X	X		X	X			X		X	
	Compresor #2	2	3	0	1	0	0	0	2	1	1	1	11	X	X		X	X			X		X	
	Tanque pulmon aire comprimido	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	X										
	Secador de aire	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	X										
14. TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Centrifuga para petroleo D2 # 1	0	2	0	1	0	0	0	2	1	1	1	8	X	X		X	X					X	
	Centrifuga para petroleo D2 # 2	0	2	0	1	0	0	0	2	1	1	1	8	X	X		X	X					X	
	Bomba de Recepcion de D2	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	5	X										
	Bomba de Despacho de D2	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	5	X										
	Tanque de almacenamiento D2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Bombas de recepción R500	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	5	X										
	Bomba de Despacho R500	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	5	X										
	Tanque de almacenamiento R500 #1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Tanque de almacenamiento R500 #2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Tanque Almacenamiento agua dura #1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Tanque Almacenamiento agua dura #2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Bomba de Agua dura #1 a chata	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Tanque Almacenamiento agua blanda	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Tanque Hidroneumatico #1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Tanque Hidroneumatico #2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Tanques almacenamiento Aceite de pescad	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
	Bomba de aceite de Pescado	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X										
15. TRATAMIENTO EFLUENTES	Pozo septico	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	X										
	Tanque colector de agua de limpieza	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Tanque aguas residuales	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Bombas de aguas residuales	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	X										
	Bomba Emisor Submarino # 1	0	1	0	0	0	0	2	2	0	1	0	6	X										
	Bomba Emisor Submarino # 2	0	1	0	0	0	0	2	2	0	1	0	6	X										

APENDICE A . ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE PISCO NORTE

Zona	Denominación	Produc	Económ	Maq	Serv	oper	seg	Prob.falla	St-By	Dep.Logis	Dep.MO	Mantenib	Puntaje	MC-CORRECTIVO	MP-PREVENTIVO	MPD-PREDICTIVO	Vibrac	Rodamientos	Alineamiento	Balanceo	Espesimetría	Aceite	Termografía	Corriente
16. SUMINISTRO DE AGUA	Pozo #1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Pozo #2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Pozo #3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Pozo #4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Pozo #5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Lineas de distribución	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Red de tuberías agua dura	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Bomba de agua de limpieza Trommels	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	X									
	Bomba de agua de limpieza Recup.Primaria	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	X									
	Red de tuberías agua blanda	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
Red de tuberías agua de mar	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X											
17. TALLER DE MANTENIMIENTO	Horno eléctrico	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X										
	Tomos	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	X										
	Taladros y Esmeriles	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Prensas	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	X										
	Roladora	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Maquinas de soldadura por arco	0	2	0	0	0	0	2	1	0	1	1	7	X										
	Maquinas de oxicorte	0	2	0	0	0	0	2	1	0	1	1	7	X										
Lavadoras hidroneumaticas	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	1	7	X											
18. CONTROL DE CALIDAD	Balanza analítica No 1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Balanza de Precision No 1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Balanza termica No 1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Balanza termica No 2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Balanza termica No 3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Balanza termica No 4	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Digestor de Proteinas-destilador	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Destilador No 1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Destilador No 2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Destilador No 3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Estufa No 1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Estufa No 2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Estufa No 3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Extractor de grasa	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Mufla	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Centrifuga No 1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Centrifuga No 2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Agitador	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Equipo de osmosis inversa	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										
	Espectrofluorometro	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	X										

APENDICE A . ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE PISCO NORTE

Zona	Denominación	Produc	Económ	Maq	Serv	oper	seg	Prob.falla	St-By	Dep.Logis	Dep.MO	Mantenib	Puntaje	MC-CORRECTIVO	MP-PREVENTIVO	MPD-PREDICTIVO	Vibrac	Rodamientos	Alineamiento	Balanceo	Espesimetría	Aceite	Termografía	Corriente		
18. CONTROL DE CALIDAD	PH metro	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Conductímetro	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Oxímetro	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Refractómetro No 1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Refractómetro No 2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Refractómetro No 3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Refractómetro No 4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Bomba de vacío	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Tamizador	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Edificio	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
	Suministro de energía	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X												
Iluminación	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	X													
19. ADMINISTRACION	Montacargas #1	0	3	0	0	0	0	2	2	1	1	1	10		X											
20. ALMACEN DE PROD TERMINADOS	Balanza de camiones	0	2	0	0	0	0	2	2	1	1	1	9		X											
	Sistema eléctrico e iluminación	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	X												

Apéndice B.

Actividades de Mantenimiento Predictivo para los equipos críticos

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Produción	Subtotal	Anual	TOTAL
01. CHATA DE DESCARGA	1	Sistema de bombeo al vacio	Muestreo de aceite cárter de Motor y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	4 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	61.2	61.2
	2	Sistema de bombeo despl.positivo	Muestreo de aceite cárter de Motor y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	4 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	61.2	61.2
03 RECUPERACION TRATAMIENTO DE AGUA DE BOMBEO	3	Centrífuga 1 PAMA	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	
	4	Centrífuga 2 PAMA	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	
04 COCIDO Y PRENSADO	5	Prensa # 1	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	50.6
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
	6	Prensa # 2	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	50.6
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
	7	Molino humedo #1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	170
Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones			Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8		
Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional			Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50		
Alineamiento según resultados de análisis vibracional			Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100		

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs.Producció	Subtotal	Anual	TOTAL
04. COCIDO Y PRENSADO	8	Molino humedo #2	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	170
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
05. SECADO	9	Extactores de vahos y ciclones - RT	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
	10	Extractor de vahos #1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
	11	Extractor de vahos #3	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
	12	Extractor de vahos #4	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Productiv	Subtotal	Annual	TOTAL
05. SECADO	13	Secador rotatubos #1	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	150.6
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
	14	Secador rotatubos #2	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
	15	Secador rotatubos #3	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
	16	Secador rotatubos #4	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Producció	Subtotal	Anual	TOTAL
05. SECADO	17	Molino semihúmedo #1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	170
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
	18	Molino semihúmedo #2	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	170
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
	19	Secador rotatubos #5	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	150.6
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
	20	Secador rotatubos #6	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	150.6
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Producid	Subtotal	Anual	TOTAL
05 SECADO	21	Extractor de vahos #1 de Secador R	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
	22	Extractor de vahos #2 de Secador R	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
	23	Extractor de vahos #1 de Secador R	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
	24	Extractor de vahos #2 de Secador R	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
06 ENFRIADO	25	Enfriador	Muestreo de aceite Caja de engranajes y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	150.6
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Productiv	Subtotal	Anual	TOTAL
06. ENFRIADO	26	Ventilador y ciclon	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
07. MOLIENDA	27	Molino Seco # 1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	170
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
	28	Molino Seco # 2	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	170
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
29	Molino Seco # 3	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	170	
		Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8		
		Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50		
		Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100		

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Producció	Subtotal	Anual	TOTAL
07. MOLIENDA	30	Molino Seco # 4	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	170
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50	
			Alineamiento según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se alinea la máquina	240	4	0	100	0	100	100	
	31	Ventilador	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	70
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional			Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	50		
09. PLANTA DE ACEITE	32	Separador de solidos #1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	
	33	Separador de solidos #2	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	
	34	Separador de solidos #3	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Producció	Subtotal	Anual	TOTAL
09 PLANTA DE ACEITE	35	Centrifuga # 1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balaneo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	
	36	Centrifuga # 2	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balaneo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	
	37	Centrifuga # 3	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balaneo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	
	38	Centrifuga # 4	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balaneo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100	
39	Pulidora de aceite	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120	
		Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8		
		Balaneo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	480	8	0	200	0	200	100		

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Producció	Subtotal	Anual	TOTAL
10. PLANTA EVAPORADORA	40	Bomba de vacío	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	20
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
	41	Ventilador #1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
	42	Ventilador #2	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	120
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada año se balancea	240	4	0	100	0	100	100	
	43	Bomba agua de mar #1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	20
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
	44	Bomba agua de mar #2	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	20
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
11. PLANTA DE VAPOR	45	Caldero # 1 ventilador	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	196.8
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se balancea la máquina	15	0.25	10	0.3	0	10.3	124	
			Análisis de termografía en tablero de control	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Producció	Subtotal	Anual	TOTAL
11. PLANTA DE VAPOR	46	Caldero # 2 ventilador	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	184.8
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se balancea la máquina	15	0.25	10	0.3	0	10.3	124	
			Análisis de termografía en tablero de control	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	
	47	Caldero # 3 ventilador	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	196.8
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se balancea la máquina	15	0.25	10	0.3	0	10.3	124	
			Análisis de termografía en tablero de control	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	
	48	Caldero # 4 ventilador	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	196.8
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se balancea la máquina	15	0.25	10	0.3	0	10.3	124	
			Análisis de termografía en tablero de control	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	
	49	Caldero # 5 ventilador	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	196.8
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez al año se balancea la máquina	15	0.25	10	0.3	0	10.3	124	
			Análisis de termografía en tablero de control	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Productiv	Subtotal	Anual	TOTAL
12. PLANTA DE FUERZA	50	Sub-Estacion 2500 KVA	Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	53.2
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	
	51	Transformador 1	Muestreo de aceite dieléctrico y envío a Laboratorio	Servicio externo	No	1 vez al año	15	0.25	0	115	0	115	230	283.2
			Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	
			Muestreo de aceite dieléctrico y envío a Laboratorio	Servicio externo	No	1 vez al año	15	0.25	0	115	0	115	230	283.2
	52	Transformador 2	Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	
			Muestreo de aceite dieléctrico y envío a Laboratorio	Servicio externo	No	1 vez al año	15	0.25	0	115	0	115	230	283.2
	53	Grupo Electrogenerador # 1	Muestreo de aceite cárter de Motor y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	30.6
	54	Grupo Electrogenerador # 2	Muestreo de aceite cárter de Motor y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	30.6
	55	Grupo Electrogenerador # 3	Muestreo de aceite cárter de Motor y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	30.6
	56	Grupo Electrogenerador # 4	Muestreo de aceite cárter de Motor y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	30.6
	57	Grupo Electrogenerador # 5	Muestreo de aceite cárter de Motor y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	30.6
	58	Grupo Electrogenerador # 6	Muestreo de aceite cárter de Motor y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	30.6
	60	Caseta electrica TDF1	Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	53.2
			Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2	
		Caseta electrica TDF2	Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	53.2
Inspección de rutina de temperaturas			Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2		
Caseta electrica TDF3		Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	53.2	
		Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2		
Caseta electrica TDF4	Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	53.2		
	Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2			
63	Caseta electrica TDF5	Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	53.2	
		Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2		
64	Caseta electrica TDF6	Análisis de termografía en subestación	Servicio externo	Si	1 vez al año	15	0.25	0	40	0	40	40	53.2	
		Inspección de rutina de temperaturas	Termómetro láser	Si	15 días	15	0.25	0.25	0.3	0	0.55	13.2		
13. SUMINISTRO DE AIR	65	Compresor #1	Muestreo de aceite cárter y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	50.6
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	

APENDICE B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LOS EQUIPOS CRITICOS

Zona	No	Denominación del equipo	Descripción de la actividad	Instrumento	Oper.	Frecuencia	Ejecución min	HH	COSTO					
									Material-Herr	Mano de Obr	Hrs. Producció	Subtotal	Anual	TOTAL
13. SUMINISTRO DE AIRE	66	Compresor #2	Muestreo de aceite cárter y envío a Laboratorio SHELL	frascos de muestreo	No	2 veces al año	15	0.25	0	15.3	0	15.3	30.6	50.6
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
14. TANQUES DE ALMACENAMIENTO	67	Centrifuga para petroleo D2 # 1	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	70
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50	
	68	Centrifuga para petroleo D2 # 2	Medición de vibraciones y estado de rodamientos con vibrómetro	Vibrómetro	Si	15 días	15	0.25	0.2	0.3	0	0.5	12	70
			Medición de vibraciones y estado de rodamientos con analizador de vibraciones	Analizador de vibraciones	Si	3 meses	15	0.25	1	1	0	2	8	
			Balanceo dinámico según resultados de análisis vibracional	Servicio externo	No	1 vez cada 2 años se balancea	240	4	0	100	0	100	50	

Apéndice C.

Informes de averías de equipos

APENDICE C. INFORME DE AVERIAS DE EQUIPOS CRITICOS

Aviso	Inicio avería Descripción	Denominación	Par	Duración	Reper año	HoraPa	Lucro ces	Calidad	Mantto	HH	Total	Pisco norte
10049748	13/04/2003 DETECTOR DE FLAMA MALOGRADO	Caldero # 5		0.00	B 2003	0	0	0	281.35	0	281.35	Pisco Norte
10049751	15/04/2003 CAMBIO DE CONTROL DE NIVEL FEL 54 POR AV	Sistema de bombeo al vacio		0.00	C 2003	0	0	0	517.25	0	517.25	Pisco Norte
10049750	16/04/2003 cambio de programador con falla .	Caldero # 4		0.00	C 2003	0	0	0	2432.5	0	2432.52	Pisco Norte
10050125	18/04/2003 CAMBIO DE TERMINAL POR DETERIORO	Grupo Electrogeno # 4		0.00	C 2003	0	0	0	0.11	0	0.11	Pisco Norte
10052413	20/04/2003 DESMONTAJE DE BOMBA Y MONTAJE AGUA DE	Bomba agua de mar #1	X	18.52	B 2003	9.26	43522	13057	49.99	240.76	56869.35	Pisco Norte
10051384	28/04/2003 CAMBIO DE TERMO-SWITCH	Caldero # 1		0.00	B 2003	0	0	0	75.56	0	75.56	Pisco Norte
10051948	02/05/2003 CAMB. DE SENSOR DE NIVEL EN TK SEP ACEIT	Sistema de bombeo al vacio		0.00	C 2003	0	0	0	-20.19	0	-20.19	Pisco Norte
10051947	02/05/2003 CAMBIO DE SENSOR DE NIVEL BAJO	Sistema de bombeo al vacio		0.00	C 2003	0	0	0	487.36	0	487.36	Pisco Norte
10051949	02/05/2003 CAMBIO DE MANOMETRO MALOGRADO	Cocinador 1		0.00	C 2003	0	0	0	63.6	0	63.6	Pisco Norte
10051503	05/05/2003 CAMBIO DE RODAMIENTOS	Secador rotatubos #2	X	8.50	B 2003	4.25	19975	5992.5	155.26	110.5	26233.26	Pisco Norte
10051505	05/05/2003 CAMB. DE PERNOS ACOPLA RIGIDO DE PIÑON	Secador rotatubos #3	X	1.00	B 2003	0.5	0	705	5.76	13	723.76	Pisco Norte
10051843	08/05/2003 RUPTURA DE FAJA N° 3226V545	Cocinador 1	X	0.25	B 2003	0.125	0	176.25	86.7	3.25	266.2	Pisco Norte
10051636	08/05/2003 RUPTURA DE FAJA N° 3226V545	Cocinador 1	X	0.50	B 2003	0.25	0	352.5	75.18	6.5	434.18	Pisco Norte
10051942	09/05/2003 CAMBIO DE RODAMIENTO EN MAL ESTADO	Cocinador 1		0.00	C 2003	0	0	0	88.43	0	88.43	Pisco Norte
10051946	12/05/2003 CAMB. DE FAJAS POR DETERIORO	Separador de solidos #1		0.00	C 2003	0	0	0	507.97	0	507.97	Pisco Norte
10051950	12/05/2003 CAMBIO DE JG VIBRATION DAMPER	Separador de solidos #1		0.00	C 2003	0	0	0	507.97	0	507.97	Pisco Norte
10052922	23/05/2003 CAMBIO DE RELE Y BASE	Separador de sólidos y centrifuga		0.00	C 2003	0	0	0	11.44	0	11.44	Pisco Norte
10053809	03/06/2003 CAMBIO DE FAJAS C 110	Molino humedo #2	X	0.75	B 2003	0.375	0	528.75	65.94	9.75	604.44	Pisco Norte
10054157	04/06/2003 cambio de pernos abrida de ingreso de va	Secador rotatubos #6	X	2.17	B 2003	1.085	0	1529.9	3160.6	28.21	4718.68	Pisco Norte
10054461	08/06/2003 Cambio de tubo flexible de 2 1/2"Ø	Secador rotatubos #4		0.00	A 2003	0	0	0	3226.9	0	3226.92	Pisco Norte
10054482	09/06/2003 Cambio de pernos de acoplamiento sec 2	Secador rotatubos #2	X	0.50	B 2003	0.25	0	352.5	377.82	6.5	736.82	Pisco Norte
10054555	11/06/2003 CAMBIO DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	Secador rotatubos #3	X	0.08	C 2003	0	0	0	171.62	0	171.62	Pisco Norte
10056611	03/07/2003 Cambio de empaque Equipo Mc Donald	Caldero # 2		0.00	C 2003	0	0	0	10.58	0	10.58	Pisco Norte
10075922	04/04/2004 CAMBIO DE LLAVES EN TDF N° 6	Caseta electrica TDF6		0.00	C 2004	0	0	0	30.94	0	30.94	Pisco Norte
10078474	07/05/2004 FALLA VACIO POR SELLAD BOMBA AGUA DE MA	Bomba agua de mar #1	X	0.33	B 2004	0.165	0	232.65	116.31	4.29	353.25	Pisco Norte
10079803	29/05/2004 SE PARO PAC N° 1 Y PAC N° 2	Caseta electrica TDF3		0.00	C 2004	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10081752	24/06/2004 Rotura de tub. colect condens en sec n°2	Secador rotatubos #2	X	2.92	B 2004	1.46	0	2058.6	2.11	37.96	2098.67	Pisco Norte
10081721	24/06/2004 Se paro separadora N° 2 por sobrecarga	Separador de solidos #2	X	3.00	B 2004	1.5	0	2115	16.99	39	2170.99	Pisco Norte
10082264	02/07/2004 Falla en motovariador cocina n° 1	Cocinador 1	X	4.08	B 2004	2.04	0	2876.4	323.21	53.04	3252.65	Pisco Norte
10082262	02/07/2004 Pernos de acople renold, rotos. SV N° 4	Secador rotatubos #4	X	0.25	B 2004	0.125	0	176.25	444.85	3.25	624.35	Pisco Norte
10090104	17/12/2004 Rotura de fajas en ventilador de enfriad	Ventilador y ciclon	X	0.40	B 2004	0.2	0	282	52.33	5.2	339.53	Pisco Norte

APENDICE C. INFORME DE AVERIAS DE EQUIPOS CRITICOS

Aviso	Inicio averla	Descripción	Denominación	Par	Duración	Reper año	HoraPa	Lucro ces	Calidad	Mantto	HH	Total	Pisco norte
10091581	12/04/2005	Rotura de faja en motovariador cocina 1	Cocinador 1	X	1.50	B 2005	0.75	0	1057.5	70.76	19.5	1147.76	Pisco Norte
10091540	12/04/2005	Rotura de fajas en molino semihumedo 1	Molino semihúmedo #1	X	1.33	B 2005	0.665	0	937.65	59	17.29	1013.94	Pisco Norte
10091588	13/04/2005	Rotura de placa elastica en centrif 213	Centrifuga # 4	X	0.43	B 2005	0.215	0	303.15	162.59	5.59	471.33	Pisco Norte
10091643	15/04/2005	Pemo de acople roto en secador 4	Secador rotatubos #4	X	0.67	B 2005	0.335	0	472.35	437.82	8.71	918.88	Pisco Norte
10091658	16/04/2005	Rotura de faja en motovariador cocina 1	Cocinador 1	X	0.25	B 2005	0.125	0	176.25	70.8	3.25	250.3	Pisco Norte
10091645	16/04/2005	Se paro cocina n°2 cortocirc linea mando	Cocinador 2	X	0.25	B 2005	0.125	0	176.25	0	3.25	179.5	Pisco Norte
10091644	16/04/2005	Amperaje alto en centrifuga n° 2	Centrifuga # 2	X	1.25	B 2005	0.625	0	881.25	214.37	16.25	1111.87	Pisco Norte
10091646	16/04/2005	Apagon general energia Electro sur	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.03	A 2005	0.03	0	42.3	0	0.78	43.08	Pisco Norte
10091787	21/04/2005	Parada caldero por rotura cabezal C-2	Caldero # 2	X	3.68	B 2005	1.84	0	2594.4	493.3	47.84	3135.54	Pisco Norte
10092206	24/04/2005	Se rompio eje bomba agua dispar C-213	Centrifuga # 4	X	0.83	C 2005	0	0	0	11.01	0	11.01	Pisco Norte
10092302	25/04/2005	Nuevamente se rompio faja en cocina 1	Cocinador 1	X	0.42	B 2005	0.21	0	296.1	75.59	5.46	377.15	Pisco Norte
10092406	26/04/2005	Rotura de faja en variador de cocina 1	Cocinador 1	X	0.42	B 2005	0.21	0	296.1	226.76	5.46	528.32	Pisco Norte
10092393	26/04/2005	Rotura de malla en flexible sec. enfri 1	Secador rotatubos #5	X	0.83	B 2005	0.415	0	585.15	352.89	10.79	948.83	Pisco Norte
10092405	27/04/2005	Apagon general energia Electro sur	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.03	A 2005	0.03	0	42.3	0	0.78	43.08	Pisco Norte
10092433	28/04/2005	Apagon general energia Electro sur	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.50	A 2005	0.5	0	705	0	13	718	Pisco Norte
10092531	02/05/2005	Rotura de felxible en sec. enfriad n° 1	Secador rotatubos #5	X	0.33	B 2005	0.165	0	232.65	6.7	4.29	243.64	Pisco Norte
10092838	18/05/2005	Se para molino por problema en rodamient	Molino humedo #2	X	1.92	C 2005	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10092843	21/05/2005	Cbio anillo teflon en centrifug 517 n° 2	Centrifuga # 2	X	1.25	C 2005	0	0	0	359.24	0	359.24	Pisco Norte
10092903	23/05/2005	Se para bomba Moyno por atoro	Equipo de bombeo #1	X	1.67	C 2005	0	0	0	8015.2	0	8015.2	Pisco Norte
10092947	26/05/2005	Separa secador 2 por alta humedad	Secador rotatubos #2	X	8.67	B 2005	4.335	20374.5	6112.4	14.47	112.71	26614.03	Pisco Norte
10093047	29/05/2005	Ruido extraño en motor CAT 3406	Sistema de bombeo al vacio	X	63.00	C 2005	0	0	0	14852	0	14851.73	Pisco Norte
10093065	31/05/2005	Se para molino humedo 2 alta vibración	Molino humedo #2	X	3.12	C 2005	0	0	0	324.67	0	324.67	Pisco Norte
10093207	01/06/2005	Caida tension energia Electro sur	Sub-Estacion 2500 KVA	X	1.00	A 2005	1	0	1410	0	26	1436	Pisco Norte
10093617	24/06/2005	Atoro bomba Moyno por material extraño	Equipo de bombeo #1	X	0.33	C 2005	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10094102	08/07/2005	Se paro bomba moyno por atoro	Equipo de bombeo #1	X	0.42	C 2005	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10096138	03/11/2005	Para secador a vapor N° 5 humedad alta	Secador rotatubos #5	X	4.00	B 2005	2	0	2820	0	52	2872	Pisco Norte
10096135	03/11/2005	Corte general de energia en Planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.50	A 2005	0.5	0	705	0	13	718	Pisco Norte
10096249	05/11/2005	Corte general de energia en Planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.42	A 2005	0.42	0	592.2	0	10.92	603.12	Pisco Norte
10096307	07/11/2005	Rotura eje piñon ataque reductor coci 2	Cocinador 2	X	2.92	B 2005	1.46	0	2058.6	564.72	37.96	2661.28	Pisco Norte
10096501	13/11/2005	Desprendim. filtro manga en enfriador	Enfriador	X	0.83	B 2005	0.415	0	585.15	3.03	10.79	598.97	Pisco Norte
10096456	14/11/2005	Para secador sec 2 presenta humedad alta	Secador rotatubos #2	X	2.00	B 2005	1	0	1410	1208	26	2643.98	Pisco Norte

APENDICE C. INFORME DE AVERIAS DE EQUIPOS CRITICOS

Aviso	Inicio averla Descripción	Denominación	Par	Duración	Reper año	HoraPa	Lucro ces	Calidad	Mantto	HH	Total	Pisco norte
10096462	15/11/2005 Se para cocina 1 para templar cadena	Cocinador 1	X	1.00	B 2005	0.5	0	705	8.92	13	726.92	Pisco Norte
10096568	17/11/2005 Caída de voltaje en línea alta tensión	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.33	A 2005	0.33	0	465.3	0	8.58	473.88	Pisco Norte
10096669	20/11/2005 Se para la prensa N° 1 para parchar mall	Prensa # 1	X	0.50	B 2005	0.25	0	352.5	8.85	6.5	367.85	Pisco Norte
10096650	20/11/2005 Rotura perno acople en enfriador harina	Enfriador	X	3.00	A 2005	3	0	4230	351.4	78	4659.4	Pisco Norte
10096645	20/11/2005 Corte general de energía en planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.25	A 2005	0.25	0	352.5	0	6.5	359	Pisco Norte
10096674	21/11/2005 Desprendim. filtro manga en enfriador	Enfriador	X	0.67	B 2005	0.335	0	472.35	2.22	8.71	483.28	Pisco Norte
10096676	22/11/2005 Tubo picado en interior secador N° 2	Secador rotatubos #2	X	3.42	B 2005	1.71	0	2411.1	2.96	44.46	2458.52	Pisco Norte
10096739	22/11/2005 Nuevo tubo picado en interior secador 2	Secador rotatubos #2	X	3.25	B 2005	1.625	0	2291.3	2.92	42.25	2336.42	Pisco Norte
10096826	25/11/2005 Secador 2 presenta tub picado en inter.	Secador rotatubos #2	X	3.33	B 2005	1.665	0	2347.7	1.98	43.29	2392.92	Pisco Norte
10096870	26/11/2005 Bloqueo de interrup termomag. caldero 4	Caldero # 4	X	1.00	B 2005	0.5	0	705	0.8	13	718.8	Pisco Norte
10096892	27/11/2005 Corte general de energía en planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.50	A 2005	0.5	0	705	0	13	718	Pisco Norte
10096947	29/11/2005 Velocidad variable de bomba Moyno	Equipo de bombeo #1		0.00	C 2005	0	0	0	63.38	0	63.38	Pisco Norte
10096922	29/11/2005 Pernos acople sueltos y rotos en sec 4	Secador rotatubos #4	X	0.33	B 2005	0.165	0	232.65	327.84	4.29	564.78	Pisco Norte
10097044	03/12/2005 Caída de voltaje en línea alta tensión	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.50	A 2005	0.5	0	705	0	13	718	Pisco Norte
10100158	28/03/2006 Grupo Detroit n° 3 se para por alta temp	Grupo Electrogeno # 3	X	0.50	A 2006	0.5	0	705	5.21	13	723.21	Pisco Norte
10100193	29/03/2006 Se para nuevam. secador 4 por rotura tub	Secador rotatubos #4	X	2.00	B 2006	1	0	1410	6.47	26	1442.47	Pisco Norte
10100101	29/03/2006 Secador 4 presenta alta humedad	Secador rotatubos #4	X	3.67	B 2006	1.835	0	2587.4	1.62	47.71	2636.68	Pisco Norte
10100159	29/03/2006 Bloqueo llave termoma por sobreca TDF 5	Caseta electrica TDF5	X	0.25	B 2006	0.125	0	176.25	0	3.25	179.5	Pisco Norte
10100280	01/04/2006 Rotura fajas molino humedo 1 por sobrec	Molino humedo #1	X	0.17	B 2006	0.085	0	119.85	59.01	2.21	181.07	Pisco Norte
10100288	01/04/2006 Fuga de vapor en prensa estopa secador 4	Secador rotatubos #4	X	0.25	B 2006	0.125	0	176.25	4.84	3.25	184.34	Pisco Norte
10100282	01/04/2006 Se trava polin autoalineante secador 5	Secador rotatubos #5	X	0.00	C 2006	0	0	0	107.24	0	107.24	Pisco Norte
10100287	01/04/2006 Salta llave termomag mol. seco 1 sobrec	Molino Seco # 1	X	0.00	B 2006	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10100350	01/04/2006 Corte general energía en planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.17	A 2006	0.17	0	239.7	0	4.42	244.12	Pisco Norte
10100462	02/04/2006 Baja presión en secador n° 2	Secador rotatubos #2	X	0.00	B 2006	0	0	0	5.08	0	5.08	Pisco Norte
10100380	02/04/2006 Se para tomil alim secad 3 falla variad	Secador rotatubos #3	X	0.00	C 2006	0	0	0	4.12	0	4.12	Pisco Norte
10100379	02/04/2006 Corte general de energía en planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.17	A 2006	0.17	0	239.7	0	4.42	244.12	Pisco Norte
10100421	03/04/2006 Nuevo corte de energía en planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.17	A 2006	0.17	0	239.7	0	4.42	244.12	Pisco Norte
10100412	04/04/2006 Falla arrancado elect bomba agu mar 1	Bomba agua de mar #1	X	0.00	C 2006	0	0	0	598.99	0	598.99	Pisco Norte
10100949	04/05/2006 Para descarga falla tomafuerza motor CAT	Sistema de bombeo al vacío	X	0.75	C 2006	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10101042	08/05/2006 cambio polin en secador 1	Secador rotatubos #1	X	2.00	B 2006	1	0	1410	530.6	26	1966.6	Pisco Norte
10101144	10/05/2006 Corte de energía en planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.25	A 2006	0.25	0	352.5	0	6.5	359	Pisco Norte

APENDICE C. INFORME DE AVERIAS DE EQUIPOS CRITICOS

Aviso	Inicio avería Descripción	Denominación	Par	Duración	Reper año	HoraPa	Lucro ces	Calidad	Mantto	HH	Total	Pisco norte
10101754	11/06/2006 Rotura cruceta de cople compres cald 1	Caldero # 1	X	0.00	B 2006	0	0	0	7.46	0	7.46	Pisco Norte
10101755	11/06/2006 Para caldero 4 por falla atomizac petrol	Caldero # 4	X	2.50	B 2006	1.25	0	1762.5	7.48	32.5	1802.48	Pisco Norte
10101767	12/06/2006 Corte de energia en planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.25	A 2006	0.25	0	352.5	0	6.5	359	Pisco Norte
10101780	13/06/2006 Nuevo corte de energia en planta	Sub-Estacion 2500 KVA	X	0.50	A 2006	0.5	0	705	0	13	718	Pisco Norte
10101826	14/06/2006 Paro secador por problemas en polin	Secador rotatubos #2	X	1.50	B 2006	0.75	0	1057.5	851.43	19.5	1928.43	Pisco Norte
10101897	16/06/2006 Se para motor del ventilad caldero 4	Caldero # 4	X	0.00	C 2006	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10101896	16/06/2006 Bloqueo de interrupt termomag TDF 4	Caseta electrica TDF4	X	0.00	B 2006	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10104227	07/11/2006 Se para cocina n°1, rodaje en mal estado	Cocinador 1	X	2.50	B 2006	1.25	0	1762.5	1548.4	32.5	3343.37	Pisco Norte
10104349	10/11/2006 Se para descarga por atoro bomba Moyno	Equipo de bombeo #1	X	0.25	B 2006	0.125	0	176.25	0	3.25	179.5	Pisco Norte
10104898	04/12/2006 Paro grupo elect n° 4 falla bobina excit	Grupo Electrogeno # 4	X	0.20	A 2006	0.2	0	282	141.52	5.2	428.72	Pisco Norte
10109392	10/04/2007 Se para enfriador harina falla acopl hid	Enfriador	X	0.33	B 2007	0.165	0	232.65	177.7	4.29	414.64	Pisco Norte
10109396	11/04/2007 Rotura manguera aliment a separad 928	Separador de solidos #2	X	0.17	B 2007	0.085	0	119.85	1	2.21	123.06	Pisco Norte
10109398	11/04/2007 Sale de servicio motor bba agua Calder 1	Caldero # 1	X	0.17	C 2007	0	0	0	263.25	0	263.25	Pisco Norte
10109591	12/04/2007 Parada de planta por falla grupo n° 3	Grupo Electrogeno # 3	X	1.00	A 2007	1	0	1410	7.47	26	1443.47	Pisco Norte
10109614	13/04/2007 Corte de energia por falla en grupo n° 3	Grupo Electrogeno # 3	X	0.33	A 2007	0.33	0	465.3	703.97	8.58	1177.85	Pisco Norte
10111042	05/05/2007 se plantó centrifugan anillo teflon camb	Centrífuga 2 PAMA		0.00	C 2007	0	0	0	0.12	0	0.12	Pisco Norte
10111299	07/05/2007 Cambio de faja dentada 960 - 8M - 30 GT	Separador de solidos #1	X	0.42	B 2007	0.21	0	296.1	0	5.46	301.56	Pisco Norte
10113744	10/06/2007 Centrífuga 1 - acoplamiento elastic plat	Centrífuga # 1	X	0.50	B 2007	0.25	0	352.5	456.11	6.5	815.11	Pisco Norte
10120288	17/11/2007 ANULADO	Pulidora de aceite		0.00	B 2007	0	0	0	0	0	0	Pisco Norte
10120265	18/11/2007 Falla sistema hidraulico prensa 1	Prensa # 1	X	0.00	B 2007	0	0	0	1591.8	0	1591.77	Pisco Norte
10120630	19/11/2007 Falla de motor hidraulico prensa 1	Prensa # 1	X	0.65	B 2007	0.325	0	458.25	0	8.45	466.7	Pisco Norte
10120376	19/11/2007 Recalentam motor bba agua de cald 2	Caldero # 2	X	0.24	A 2007	0.24	0	338.4	0.57	6.24	345.21	Pisco Norte
10120753	22/11/2007 Fuga de vapor en interior de secador 2	Secador rotatubos #2	X	4.25	B 2007	2.125	0	2996.3	2.92	55.25	3054.42	Pisco Norte
10129679	21/04/2008 Se para separadora 934 por falla motor	Separador de solidos #3	X	0.66	B 2008	0.33	0	465.3	142.64	8.58	616.52	Pisco Norte
10130425	28/04/2008 Rotura cañeria sistem hidraul prensa 1	Prensa # 1	X	1.24	B 2008	0.62	0	874.2	251.85	16.12	1142.17	Pisco Norte
10130560	29/04/2008 Falla de programador de caldero 2	Caldero # 2	X	0.33	B 2008	0.165	0	232.65	330.68	4.29	567.62	Pisco Norte
10130774	30/04/2008 Ruido extraño de separadora nx 934	Separador de solidos #3	X	3.82	B 2008	1.91	0	2693.1	0	49.66	2742.76	Pisco Norte
10130981	02/05/2008 Cadena de transmision de cocina 1	Cocinador 1	X	0.18	B 2008	0.09	0	126.9	30.7	2.34	159.94	Pisco Norte
10134585	12/06/2008 Fractura de eje del motor hidraulico	Prensa # 1	X	2.08	B 2008	1.04	0	1466.4	14.27	27.04	1507.71	Pisco Norte