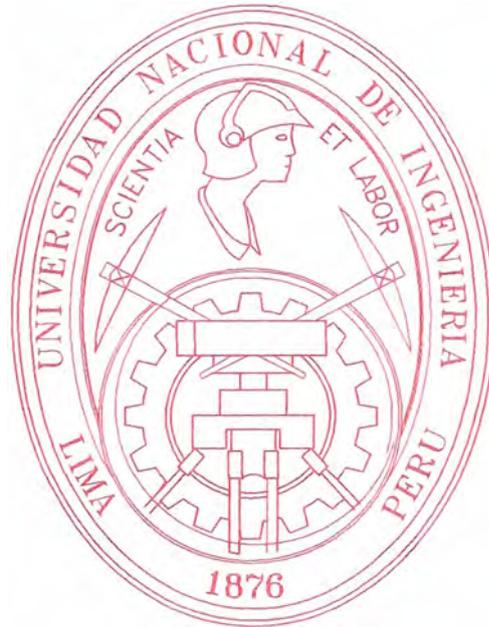


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS LINEAS
DE CORTE Y BARNIZADO DE LA EMPRESA
METALPREN S.A.”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

HERBERT BRIZZI YUTO DAGA

**PROMOCIÓN 2005-II
LIMA-PERÚ
2010**

DEDICATORIA

- A MIS PADRES** Juliana Maura Daga Mendoza y Antonio Jesús Yuto Huamán por regalarme la oportunidad de vivir, por ser un ejemplo a seguir cada día, por su apoyo y por confiar en mí en cada momento de mi vida.
- A MIS HERMANOS** Karin, Charo, Joel y Erick por regalarme su amor y su cariño, su apoyo incondicional y su comprensión.
- A MARY GRANADOS[†]**
(En memoria) Por ser la mejor hermana y mamá del mundo y aunque no esta a mi lado su alegría siempre me acompañara y por ella soy ingeniero, gracias hermana.
- A MI ESPOSA** Por su apoyo incondicional y comprensión durante los largos días que no le dedique por cumplir con mi anhelo de titularme.
- A DIOS** Por estar siempre cuando más lo necesitaba y fue mi apoyo siempre.

TABLA DE CONTENIDO

PROLOGO	-----	1
CAPITULO I		
INTRODUCCIÓN		
1.1	Antecedentes	----- 4
1.1.1	Antecedentes mercado de envases	----- 4
1.1.2	Historia de la empresa	----- 5
1.1.3	Organización de la empresa	----- 6
1.2	Objetivos	----- 7
1.2.1	Objetivo general	----- 7
1.2.2	Objetivos específicos	----- 8
1.3	Limitaciones	----- 8
1.4	Justificación de la implementación del plan de Mtto.	----- 8
1.4.1	Premisas probables	----- 8
1.4.2	Diagrama causa-efecto	----- 9
1.5	Alcance	----- 10

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

2.1	Teoría del mantenimiento	11
2.1.1	Definición de mantenimiento	11
2.1.2	Tipos de mantenimiento	12
2.1.3	Función del mantenimiento preventivo	18
2.1.4	Ventajas del mantenimiento preventivo	19

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1	Descripción de las maquinas	20
3.2	Producción de las líneas	21
3.3	Mantenimiento actual	22
3.4	Planteamiento del problema	25

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS LINEAS DE CORTE Y BARNIZADO

4.1	Lista de equipos críticos	27
4.2	Tabla de prioridades	29
4.3	Tareas de mantenimiento	30
4.4	Asignación de tiempos para reparaciones	35
4.5	Programa de mantenimiento preventivo	38
4.6	Formato para órdenes de trabajo de mantenimiento	44
4.7	Índices de mantenimiento	45
4.7.1	Calculo de los indicadores	47

CAPITULO V

COSTOS DEL MANTENIMIENTO

5.1 Informe técnico económico del mantenimiento preventivo _____	49
5.1.1 Resumen económico _____	50
5.1.2 Graficas _____	52
5.1.3 Resumen de costos _____	55
CONCLUSIONES _____	56
RECOMENDACIONES _____	57
BIBLIOGRAFÍA _____	58
APÉNDICE _____	59

PROLOGO

Durante mi desempeño profesional en la empresa METALPREN S.A. empresa líder en la fabricación de envases de hojalata para conservas y agroindustria e logrado adquirir experiencia en planificación, programación, ejecución, supervisión y control del mantenimiento preventivo siendo el uso estricto de indicadores para medir la gestión del mantenimiento y el uso de ordenes de trabajo para las diferentes actividades a realizar en conjunto con una correcta aplicación de calidad y seguridad durante todos los trabajos realizados.

El Informe de Suficiencia desarrollado, es resultado de esta experiencia adquirida y utilizada para la elaboración del primer programa de mantenimiento preventivo para las líneas de corte y barnizado de la empresa Metalpren S.A.

Es importante y necesario para la empresa poder reducir sus costos de mantenimiento, mejorar la eficiencia de sus líneas y también mejorar la calidad de sus productos dada la competencia actual por el mercado de envases, esto debido a la incursión en el mercado peruano de INESA fabricante de envases chilena multinacional que empezó sus operaciones el año 2008.

Como parte importante de este cambio se empezó a ver las necesidades de la planta en todos sus niveles, verificándose antigüedad de las maquinas, velocidad de las líneas de producción, nivel técnico del personal operario, certificaciones ISO, etc. Para finalmente reorganizar toda la planta entrando a un proceso de mejora continua y obteniendo el primer plan estratégico de la empresa.

La estructura general del presente informe consta de cinco capítulos.

Capítulo I, nos proporciona una introducción del trabajo elaborado para la obtención del programa de mantenimiento preventivo, desarrollando ideas que dieron como resultando una acción a realizar, viendo las limitaciones existentes y planteando los objetivos a seguir. Damos unas generalidades del mercado de envases nacional, vemos también la historia de la empresa y como esta organizada.

Capítulo II, contiene aspectos teóricos a seguir en el mantenimiento preventivo, detallamos los principales tipos de mantenimiento y la importancia del mantenimiento preventivo.

Capítulo III, consideramos aquí en planteamiento del problema, una breve descripción de las maquinas, la producción de las líneas y el mantenimiento actual empleado en Metalpren S.A., todo esto para poder definir la situación actual y el problema en el que se encuentra la empresa.

Capítulo IV, aquí desarrollamos la propuesta del mantenimiento preventivo, comenzando por definir los equipos críticos, luego la tabla de prioridades para saber por cual equipo o línea comenzar a trabajar, también las tareas de mantenimiento y sus tiempos para obtener el programa de mantenimiento preventivo de la línea seleccionada. Finalmente en este capítulo detallamos la propuesta para la evaluación del mantenimiento preventivo, definiendo los indicadores para controlar la gestión realizada.

Capítulo V, incluye temas relacionados a los costos, valorizaciones y resultados específicamente económicos resultantes del desarrollo general del proyecto.

A través del presente informe espero poder contribuir a los futuros planes de mantenimiento a elaborar en Metalpren S.A. siguiendo la metodología que planteo y sobretodo el control mediante los indicadores mas óptimos dada la situación actual de la empresa, ya que al estar empezando recién con esta filosofía del preventivo considero que no esta lista para indicadores más complejos para medir sus gestión. Deseo agradecer a todos aquellos profesores que con su apoyo hicieron posible la realización de este Informe de Ingeniería y en especial a mi asesor Ingeniero Wilson Silva por su atención, asesoramiento y apoyo en el desarrollo del presente informe.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia ha sido desarrollado teniendo en cuenta los aspectos teóricos y prácticos sobre Gestión del Mantenimiento Preventivo aprendidos en el curso de Actualización Profesional dictado en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería y aplicadas a la empresa Metalpren S.A. que se dedica a la fabricación de envases de hojalata perteneciente al rubro metalmecánico.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes del mercado de envases

La hojalata es un producto derivado del acero y siempre ha sido un material altamente utilizado, apto para envasar una diversidad de productos que incluye alimentos y bebidas, tiene por cualidad principal proteger el contenido de varios factores externos como son la luz, los gases, y los microorganismos, preservando de esa manera sus cualidades en el tiempo, sin necesidad del uso de energía.

El acero es el principal material utilizado en la fabricación de hojalata, su precio ha sido altamente sensible a las variaciones del mismo. El precio del acero ha experimentado incremento constante debido principalmente al aumento

de la demanda de la creciente economía china. El sector de envases de hojalata peruano ha crecido en promedio 9% por año durante el periodo 1999-2005, producto del incremento del precio de la hojalata y el mayor volumen por crecimiento que ha tenido la agroindustria. La importación de hojalata en el 2005 fue de US\$50 millones, superior al 2004 y 2003. La importación de hojalata y tapas en el Perú ha experimentado un crecimiento acelerado.

1.1.2 Historia de la empresa

Metalpren S.A. se constituyó en abril de 1974 en la ciudad de Lima teniendo



como objetivo la fabricación de envases y tapas de hojalata destinadas principalmente a la industria agrícola y pesquera, adicionalmente prestaba servicios de corte y barnizado. En Junta General de Accionistas del 25 de

octubre del 2005, se acordó la fusión por absorción de la empresa Conservera Humbolt S.A.C.

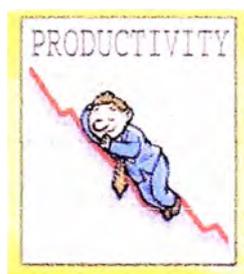
En 1994 se decide entrar al sector agroindustrial que ya empezaba con la exportación de alguno de sus productos al Europa, se empezó a optimizar los procesos y hacer más rápidas las líneas y al ritmo de producción que tenían nuevamente la planta de independencia les quedo chica y se decidió construir un tercer nivel que albergara la zona de cierre de envases.

Es así con todos sus inconvenientes que en el 2003 la empresa presenta un crecimiento en sus ventas inesperado debido a la gran caída en la calidad de los productos de su competencia y la planta trabajaba sin parar, no se le hacía mantenimiento a las máquinas ya que cada una de ellas tomaba alrededor de una semana como mínimo y en otros casos como el horno o las prensas casi un mes de para. La competencia también aumentaba sus ventas y el sector se lo disputaban solo Metalpren y Metalpack, las demás eran pequeñas y su participación en el mercado no influía mucho.

Para el 2008 Metalpren compra un terreno de 30,000 m² donde consolida todas sus operaciones y aprovechar el uso del gas natural en la Urb. Wiese perteneciente a la zona industrial de Lima.

1.1.3 Organización de la empresa

Metalpren contaba con un Directorio en el 2008 conformado en su mayoría por miembros de la familia Balarin. La Gerencia de Metalpren estaba conformada por un compacto grupo integrado. Todo esto se puede apreciar en los cuadros líneas abajo.



Directorio

Danilo Balarin de la Torre	Presidente
Danilo Balarin Benavides	Director
Mateo Balarin Benavides	Director
Claudia Balarin Benavides	Director
Jorge Balarin Benavides	Director
Maria Balarin Bonsái	Director
Julio Granda Samalvides	Director

Cargo

Danilo Balarin de la Torre
 Julio Granda Salmavides
 Danilo Balarin Benavides
 Oscar Cusinga Arenas

Ejecutivo

Presidente del Directorio
 Gerente General
 Gerente de Ventas
 Gerente Tecnico

Debajo de la gerencia general se encuentran la gerencia técnica, gerencia de ventas, gerencia de finanzas y debajo de estas las demás áreas como son mantenimiento, producción, calidad, logística, ventas, finanzas, contabilidad, etc. (ver apéndice A).

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo general

Mejorar la productividad y la eficiencia de la empresa reduciendo las actividades de mantenimiento correctivo y los costos de mantenimiento mediante

la implementación de un programa de mantenimiento preventivo a las líneas de producción más críticas de la empresa.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificación de las líneas o maquinas mas criticas
- Elaboración de tareas de mantenimiento preventivo
- Establecimiento de frecuencias de mantenimiento preventivo
- Manejo de indicadores para ver la mejora en la producción.
- Evaluación de Costos.

1.3 Limitaciones

Existe una cultura muy fuerte por atender las fallas que se presentan sin analizar el porque ocurren además de tener la gerencia general el foco en producción y no en mantenimiento, consideran que es preferible sacrificar las maquinas antes que parar la producción.

1.4 Justificación de la implementación del plan de mantenimiento

Utilizando el diagrama causa efecto (Figura 1.1) buscaremos demostrar la necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo para las líneas de producción de la empresa Metalpren S.A.

1.4.1 Premisas probables:

1. Mantenimiento correctivos inadecuados
2. Falta de planificación de mantenimiento
3. Falta de programa de mantenimiento preventivo
4. Pocas experiencia de los técnicos de mantenimiento

5. Mala manipulación u operación de las maquinas
6. Falta de catálogos de las maquinas
7. Repuestos inadecuados
8. Presión por terminar los trabajos en el menor tiempo posible
9. Descoordinación entre las áreas de mantenimiento y producción
10. Máquinas muy antiguas
11. No existe un estándar de operación
12. Materia prima inadecuada
13. Logística de repuestos inadecuada

1.4.2 Diagrama Causa-Efecto

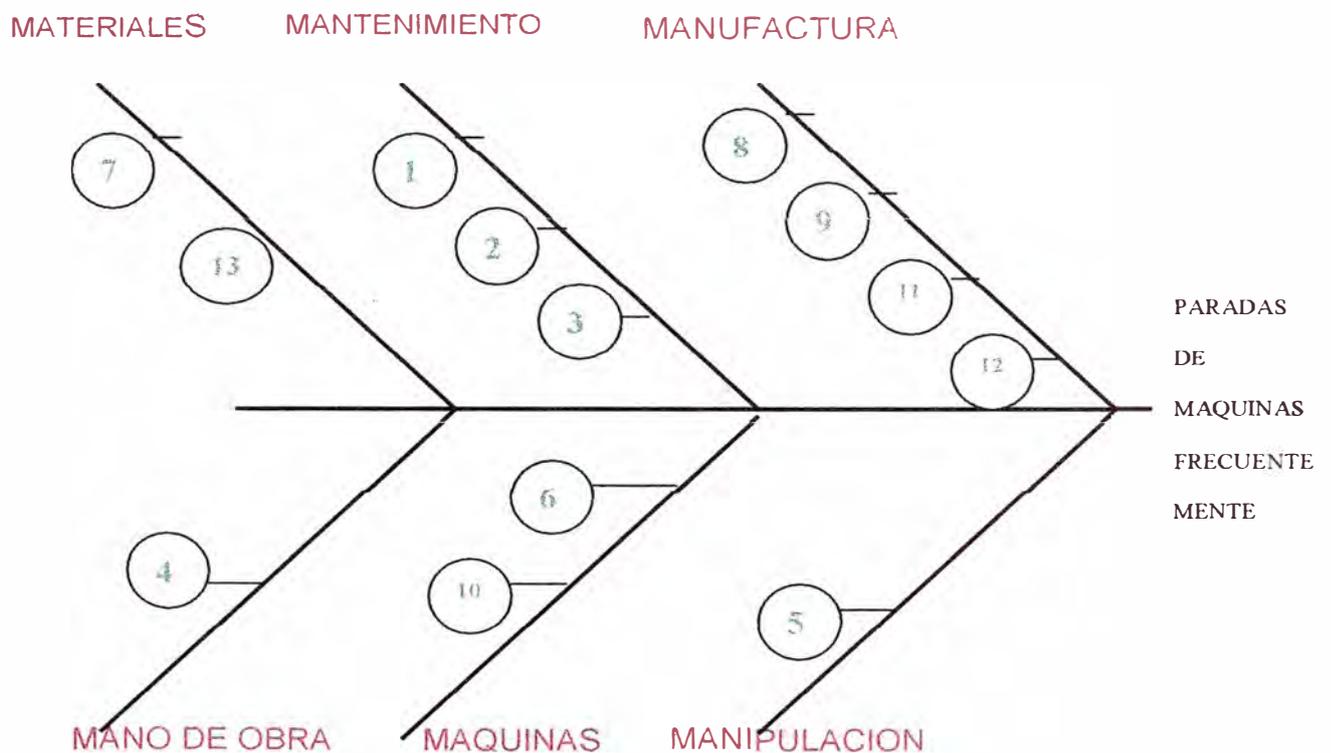


Figura 1.1

Del diagrama causa-efecto apreciamos que el área de mantenimiento es una de las áreas donde se puede mejorar para solucionar el problema planteado.

1.5 Alcance

Este informe abarcara la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para los primeros procesos productivos de la empresa que son los más importantes y los cuellos de botella del sistema productivo.

Los procesos productivos son:

- Corte de hojalata
- Barnizado de laminas

Al finalizar mi programa de mantenimiento se debe tener una mejora en la disminución de actividades correctivas.

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

2.1 Teoría del Mantenimiento

2.1.1 Definición de mantenimiento

Se considera mantenimiento a la serie de trabajos que se debe ejecutar en



algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y de el servicio para lo cual fue diseñado. Por lo tanto el mantenimiento en términos generales es conservar o

garantizar el funcionamiento. Para el administrador, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrando los equipos, instalaciones, etc., siendo este su punto esencial, debido a que de alguna manera suele relacionarse el mantenimiento con una obligación directa de la conservación de tales elementos. El servicio es lo importante, no la maquinaria que lo proporciona.

Por tal motivo se deben equilibrar, en las labores de mantenimiento los factores esenciales como calidad económica del servicio, duración adecuada del equipo y costos mínimos de mantenimiento.

Cada uno de estos criterios es real y razonable. Una limitación consiste en que ninguno de los criterios puede considerarse independiente de los demás porque a causa de sus características individuales están en pugna unos con los otros. Como ejemplo, satisfacer los criterios de producción en cuanto a la prevención de desarreglos o la restauración del equipo a la mayor brevedad posible, engendra ineficacia, según los demás criterios, pues es imprescindible una gran cantidad de personal de mantenimiento para tener un servicio rápido en un momento de avería. Como las averías sobrevienen en forma aleatoria, el departamento de mantenimiento tendría que contar con el personal suficiente para satisfacer la demanda máxima, lo cual crearía un exceso de desocupación en los períodos en que la demanda es mínima y así desde el punto de vista de mano de obra, baja significativamente la medida de eficiencia. Al mismo tiempo, con el fin de reintegrar una máquina fallada se toman medidas provisionarias para que el equipo trabaje hasta el próximo período de desocupación programada que es cuando se hará la reparación permanente de una avería y a menos que se disponga en el momento de los repuestos, herramienta y personal capacitado para efectuarla, se alarga el período de merma en la producción y en consecuencia se aumenta la magnitud en efectos adversos en cuanto a costos.

2.1.2 Tipos de mantenimiento

a) Mantenimiento preventivo

Es la ejecución planificada de un sistema de ejecuciones periódicas, cíclicas y programadas de trabajos de mantenimiento previstos o detectados como necesarios.

Su objetivo es la detección precoz de condiciones anormales de trabajo, y de solicitar la ejecución oportuna de trabajos de mantenimiento correctivo de carácter preventivo, para que los problemas apuntados sean corregidos en su fase inicial. Con eso, se busca alcanzar el objetivo técnico que es obtener el máximo de disponibilidad de los equipos, operando con el máximo de rendimiento. El mantenimiento preventivo, además de disminuir la necesidad de reparos y sus consecuencias negativas, contribuye también para el aumento de la vida útil de los equipos y las maquinas.

Toda maquinaria o equipo tiene una durabilidad que es limitada por factores como calidad, condiciones de operación, condiciones de ambiente, de mantenimiento, etc. Con el transcurrir del tiempo, la vida útil de una determinada maquina o equipo puede se representada por la siguiente curva:

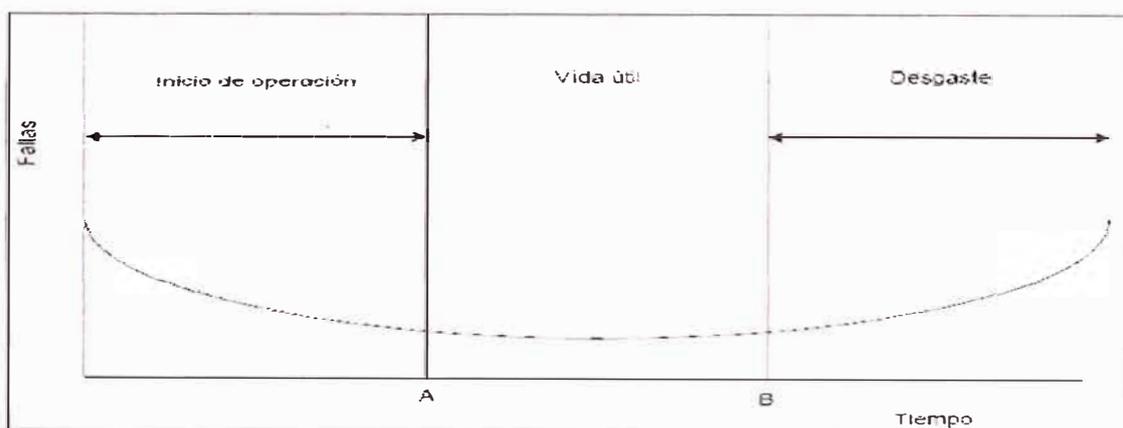


Figura 2.1. Curva de ciclo operativo de máquinas o equipos [2]

[2] Segundo Congreso de Ingeniería Mecánica ASME-PERÚ. Extraído de la ponencia del Ing. Juan Antezana Delgado, Gerente de Mantenimiento de Alicorp S.A. ocurrido en Setiembre de 2006 Lima – Perú.

De la figura 2.1 podemos detallar que la vida útil de una maquina fue dividida en tres fases:

- Inicio de la operación
- Vida útil
- Desgaste

En la línea horizontal está representado el tiempo y en la vertical, las fallas, que tiene una cierta relación con los costos.

- La fase de inicio de operación es cuando la maquina es joven, los componentes están ajustándose y pueden ocurrir fallas de fabricación, funcionamiento o montaje. Es una fase en que la maquina merece mayores cuidados, a ejemplo del ser humano durante la infancia.
- La fase de vida útil es la mejor fase de la maquina; cuando está más disponible, cuando más produce. Aquí las fallas ocurren por razones fortuitas, tales como accidentes, mala operación o falta de mantenimiento. Cuando mayor esta fase, mayor será el rendimiento proporcionado por el equipo a su propietario.
- En la fase de desgaste, Los componentes empiezan a fallar, dañificándose por desgaste natural, normal. Por lo tanto, para mantener la maquina en funcionamiento es necesario, reparar, cambiar piezas, etc. Los costos de mantenimiento aumentan sensiblemente.

Con el mantenimiento preventivo se busca principalmente minimizar la probabilidad de falla, esto se realiza por medio de cuatro actividades básicas:

1) Visitas o inspecciones, Sirven para verificar el estado del equipo o instalación a través de inspecciones rápidas, periódicas y planificadas que no requieren acción de desmontaje alguno.

2) Revisiones o ajustes, Son inspecciones periódicas con la diferencia que en éstas si se hacen operaciones de desmontaje ya sea: fajas, cojinetes, tornillos, etc. En este tipo de inspecciones es necesario realizar un paro o hacerlas cuando se tiene un paro programado de producción.

3) Lubricación, Es un punto primordial en el mantenimiento preventivo y consiste en la aplicación periódica de aceites y grasas, para evitar fallas debido al desgaste prematuro de las piezas, a causa de la fricción.

Con una lubricación apropiada se obtienen varios beneficios tales como:

- Reducción de costos de mantenimiento
- Prolongación de la vida útil de la maquinaria o equipo
- Reducción de paros de producción imprevistos
- Ahorro en el consumo energético

4) Limpieza, La limpieza de maquinaria o equipo es una parte vital para la aplicación del mantenimiento preventivo, en cualquier tipo de industria, ya

que permite detectar de una mejor forma las averías o fallas en el equipo y al mismo tiempo facilita la labor del personal de mantenimiento.

b) Mantenimiento correctivo

Comprende reparaciones en conjuntos mecánico, agregados o piezas de las maquinas o equipos. Estos servicios no dependen de una programación o previsión y



una vez ocurrida la falla, la misma debe ser corregida en el menor tiempo posible, con los menores costos y mejor calidad.

Las fallas en las maquinas son costosas, directa o indirectamente ya que pocas veces falla uno de los elementos sin provocar un desarreglo en algún componente relacionado, creando además riesgos en la seguridad de los operarios o mantenedores.

c) Mantenimiento para usuario

En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas. En este funcionamiento se ahorra tiempo de espera de personal de mantenimiento y un conocimiento mayor de la máquina por parte del personal que siempre esta en la misma. Es trabajo del departamento de Mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal de producción, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

d) Mantenimiento predictivo

Esta clase de mantenimiento se basa en predecir la avería antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la avería o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas.

Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitorización de parámetros físicos fundamentalmente como por ejemplo: vibraciones, ruidos, temperaturas, etc.

La implantación de un programa de mantenimiento predictivo se justifica en aquellas empresas donde los paros imprevistos de la maquinaria ocasionan grandes pérdidas (industrias papeleras, farmacéuticas) o donde sea deseado un alto nivel de seguridad (industrias de aviación, automóviles), ya que representa una elevada inversión inicial en equipos de termografía y analizadores de vibraciones así como en personal capaz de interpretar los datos que generan estos equipos.

e) Mantenimiento integrado o productivo total (TPM)

Es un sistema de organización donde la responsabilidad de mantener las instalaciones o máquinas no recae solo en el departamento de Mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa, el buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos.

El concepto de mantenimiento integrado o productivo (TPM) está íntimamente unido a la idea de calidad total y mejora continua, por lo tanto en una organización donde se desea crear una cultura de este tipo, el

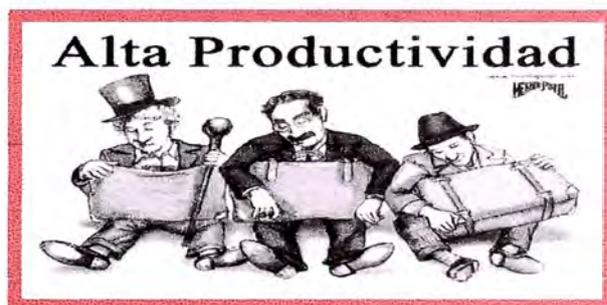
mantenimiento a implementar será este, aunque la inversión en formación y cambios generales en la organización, es costosa y dicho proceso requiere de varios años.

El TPM asume el reto de trabajar hacia la cultura del cero, es decir: 0 fallas, 0 averías, 0 incidencias, 0 defectos.

2.1.3 Función del Mantenimiento Preventivo

Un apropiado programa de mantenimiento preventivo posee varias funciones como por ejemplo:

- Aumentar la productividad
- Aumentar la seguridad e higiene en el trabajo para el personal y para los equipos mismos.
- Reducir paros de producción así como también la probabilidad de falla.
- Reducir los costos de mantenimiento y operación
- Evitar el rápido deterioro de los equipos y prolongar la vida útil de los mismos.
- Reparar con el mínimo tiempo y con la máxima durabilidad de la reparación las máquinas averiadas.
- Aseguramiento de la calidad exigida.



2.1.4 Ventajas del Mantenimiento Preventivo

Como consecuencia de la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo se tiene las ventajas siguientes:

- Prolongación de la vida útil de la maquinaria y equipo
- Mejores condiciones de operación y seguridad de la maquinaria y equipo, ya que se conoce el estado físico de los mismos.
- Disminución de tiempo muerto debido a la programación de reparaciones, la maquinaria o equipo permanece menos tiempo fuera de servicio.
- Disminución de los costos de reparación ya que se evitan al máximo los costos por reparaciones imprevistas.
- Reducción de costos de inventario puesto que se reducen las existencias de repuestos ya que la necesidad de los mismos se determina de una manera más precisa



CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Descripción de las maquinas

La empresa se divide en las siguientes líneas o áreas de producción:

1. Línea de corte (Figura 3.1)
2. Línea de barnizado (Figura 3.2)
3. Línea de prensas tapas
4. Línea de prensas embutido
5. Línea de soldadoras eléctricas
6. Línea de paletizado

Además se tienen muchas maquinas y líneas similares (Ver apéndice B).



Figura 3.1 Línea de Corte Wean



Figura 3.2 Línea de Barnizado

3.2 Producción de las líneas

Los procesos de la empresa siguen una secuencia dependiendo del tipo de envase a producir con áreas de apoyo como mantenimiento (Ver apéndice C y D). La producción de las dos primeras líneas de producción es como sigue:

La línea de corte produce 110 láminas por minuto, apila fardos de 2000 láminas rectangulares sin barnizar. Esta línea opera 6 días a la semana por 20 horas lo que da una producción teórica de 792,000 láminas semanales.

En las líneas de barnizado cada una de ellas barniza 100 láminas por minuto, opera 18 horas por día y 6 días a la semana, apilando las láminas en fardos nuevamente de 2000 laminas. Esto nos da una producción teórica de 648000 laminas semanales por línea, actualmente se tienen 4 líneas de barnizado con un total general en laminas barnizadas de 2'592,000.

En las líneas de embutido se producen 600 envases por minuto en cada línea y al tener 2 líneas se tiene una producción total de 1200 envases de embutido por minuto, este tipo de envase es utilizado para conservas de atún en graded y lomito de atún.

En las líneas eléctricas se obtiene por línea una producción de 500 envases por minuto y al tener 4 líneas se obtiene una producción general de 2000 envases por minuto, estas líneas eléctricas producen envases para lácteos como los producidos por las empresas Gloria y Nestle.

En las líneas de paletizado se apilan los envases producidos en camas de hasta 16 pisos para luego envolverlos en plástico, enzuncharlos y ponerlos en almacén. Se obtiene un pallet cada 20 minutos en promedio y la línea cuenta con 4 paletizadoras.

3.3 Mantenimiento actual

Actualmente el mantenimiento es llevado solo de manera correctiva, durante todo su periodo de operación la urgencia de la producción y la mejora en ventas obligaron a la empresa a no detener sus procesos, dejando de lado el cuidado de las máquinas y



aplicando solo mantenimiento correctivo, operan la máquina hasta que falle para luego cambiar la pieza dañada sin tener en cuenta los costos que eso implica en producción y ventas.

Si bien la filosofía de un mantenimiento preventivo siempre estuvo presente en la cabeza de los jefes de planta, pero la falta de decisión para parar las maquinas y el desconocimiento de las mismas por falta de manuales los obligaba a depender de los mecánicos mas antiguos que no sabían nada de preventivo y solo se dedicaban a cambiar piezas.

Si consideramos las actividades de limpieza, lubricación y algunos domingos en que se paraban las líneas para verificar el estado de las piezas como preventivos no planificados podríamos tener los siguientes índices de mantenimiento para Metalpren:

Cuadro 3.1 % Mantenimiento Preventivo versus Correctivo

LINEAS DE PRODUCCION	% Mantenimiento Correctivo	% Mantenimiento Preventivo
Línea de corte	98%	2%
Línea de Barnizado	97%	3%
Línea de prensas tapas	92%	8%
Línea de prensas embutido	92%	8%
Línea de soldadoras eléctricas	90%	10%
Línea de paletizado	90%	10%

Cuadro 3.2 Disponibilidad de los equipos

LINEAS DE PRODUCCION	Disponibilidad
Línea de corte	46%
Línea de Barnizado	48%
Línea de prensas tapas	47%
Línea de prensas embutido	49%
Línea de soldadoras eléctricas	61%
Línea de paletizado	68%

Del cuadro de disponibilidad observamos que los valores de disponibilidad de las maquinas son muy bajas, motivo por el cual se tienen mucho retrasos en la entrega de pedidos y un aumento en el reclamo de los clientes. Estos valores fueron los índices promedio con los que cerro el año pasado Metalpren, si bien todo lo que se producía se vendió también hay que aclarar que no todas las ventas se despacharon a tiempo y en algunos casos los clientes cancelaron su pedido.

La organización del mantenimiento se dividía en:

Jefe de mantenimiento, cuyas funciones son las de dirigir las reparaciones de las maquinas y hacer los pedidos de los repuestos. Controla a las jefaturas de fabricación, diseño, supervisión y planeamiento. Es una persona muy técnica pero con poco conocimiento de gestión.

Jefe de fabricación, cuyas funciones son las de tercerizar o trabajar en el taller de la empresa las fabricaciones de las piezas de repuestos que se necesitan en las diferentes líneas. Controla el taller de maestranza y taller de metalmecánica.

Jefe de diseño, su función es la de diseñar las diferentes piezas a fabricar así como controlar el historial de los planos de las maquinas.

Supervisor de mantenimiento, su función es la de supervisar el cumplimiento de los trabajos correctivos, también la de apoyar en la reparación de las maquinas. Controla además el taller de lubricación.

Planeer de mantenimiento, su función es la generar las ordenes de compra de repuestos, hacer seguimiento a los mismos, ver las compras de importaciones de repuestos, inventariar las maquinas existentes y registrar los correctivos realizados, su función es mas administrativa que de planificación.

Cuenta además con 40 técnicos entre mecánicos, electricistas, electrónicos, soldadores, torneros, fresadores y metrologos. (Ver apéndice E)

3.4 Planteamiento del problema

A continuación de indica los antecedentes del problema y el problema que tiene actualmente Metalpren S.A.



Cuadro 3.3 Planteamiento del problema

Problema	<ul style="list-style-type: none">▪ Paradas de maquinas muy frecuentes ocasionando que el índice de disponibilidad de las maquinas este por el 48%.▪ Reclamos constantes aproximadamente un 20% de las ventas están atrasadas.▪ Los índices de merma en producción son superiores al 5% lo cual es demasiado alto.
----------	--

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS LINEAS DE CORTE Y BARNIZADO

4.1 Lista de equipos críticos

Sabiendo la situación actual por la que atraviesa la empresa, se planteo como propuesta la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para las líneas más críticas o equipos más críticos que hicieran que la producción caiga a valores menos de los requeridos por el plan de producción y sobretodo que sean cuellos de botella.

Para esto se elaboro una lista de criticidad de equipos teniendo en consideración los siguientes factores:

- Antigüedad de maquinas y equipos
- Nivel de prioridad o riesgo.

Obteniendo esta criticidad reducimos nuestro análisis a solo las maquinas que nos den como resultado las mas antiguas y de mayor riesgo para la producción, sobre esas maquinas luego veremos otro análisis de prioridad en donde definiremos con que líneas o línea comenzaremos el mantenimiento preventivo. La tabla de criticidad después de haber sido filtrada para obtener solo las líneas o equipos más críticos y con mayor riesgo se presenta a continuación:

Cuadro 4.1 Listado de criticidad

LINEAS	ANTIGÜEDAD DE MAQUINAS Y EQUIPOS	NIVEL DE PRIORIDAD O RIESGO
LINEA DE CORTE		
PUENTE GRUA	C	1
VOLTEADOR DE BOBINA	C	1
CARRITO TRANSPORTADOR	B	1
DESENBINADOR	B	1
RODILLO TEMPLADOR	B	1
LINEA DE BARNIZADO 1		
HORNO LTG	B	1
LINEA DE BARNIZADO 4		
IMPRESORA	B	1
BARNIZADORA	B	1
HORNO WAGNER	B	1
LINEA ELECTRICA 1		
SOLDADORA	C	1
HORNO DE CURADO	B	1
LINEA ELECTRICA 2		
EQUIPO CHILLER	C	1
LINEA ELECTRICA 4		
EQUIPO CHILLER	C	1
LINEA ELECTRICA 5		
EQUIPO CHILLER	C	1
LINEA 3 PRENSAS TAPA		
ENGOMADORA GRACE	B	1

Cuadro 4.2 Listado de criticidad

ANTIGUEDAD		RIESGO	
6 MESES	A	ALTO	1
5 AÑOS	B	MEDIANO	2
20 AÑOS	C	FUNCION GENERAL	3

4.2 Tabla de prioridades

En esta parte se trabajara sobre la tabla de criticidad analizada en el punto anterior, en esta tabla de prioridades lo que se busca es seleccionar con que equipos o líneas comenzaremos el mantenimiento preventivo.

El análisis de prioridad se da de la siguiente manera:

1. Efecto sobre el servicio a operaciones y medioambiente.
2. Valor técnico económico.
3. Criticidad de la falla (cuanto afecta a producción).
4. Probabilidad de falla.
5. Flexibilidad del equipo en el sistema, es decir si es componente único o existen demás equipos iguales.
6. Dependencia logística.
7. Dependencia de la mano de obra.
8. Facilidad de reparación.

De aquí se obtiene una puntuación final con la que seleccionaremos los equipos más críticos, teniendo como resultado la línea de corte y barnizado (ver Apéndice F y Figura 4.1):

LINEAS	EFECTO SOBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIOAMBIENTE	VALOR TECNICO ECONOMICO	LA FALLA AFECTA				PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)	FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA	DEPENDENCIA LOGISTICA	DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA	FACILIDAD DE REPARACION (MANTENIBILIDAD)	PUNTUACION FINAL
			a	b	c	d						
LINEA DE CORTE												
PUENTE GRUA	0	2	1	1	1	1	0	2	1	2	1	12
VOLTEADOR DE BOBINA	0	2	0	1	0	1	2	2	2	2	2	14
CARRITO TRANSPORTADOR	0	2	0	1	0	0	2	2	2	2	2	13
DESENBOLINADOR	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	18
PRODILLO TEMPLADOR	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
LINEA DE BARNIZADO 1												
HORNO LTG	2	3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	18
LINEA DE BARNIZADO 4												
IMPRESORA	0	1	1	1	0	0	2	2	1	2	1	11
BARNIZADORA	0	2	1	1	1	1	0	0	2	2	0	10
HORNO WAGNER	2	3	1	1	1	1	0	2	2	2	1	16
LINEA ELECTRICA 1												
SOLDADORA	0	3	1	1	1	0	2	2	2	2	1	15
HORNO DE CURADO	0	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	6
LINEA ELECTRICA 2												
EQUIPO CHILLER	0	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	6
LINEA ELECTRICA 4												
EQUIPO CHILLER	0	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	6
LINEA ELECTRICA 5												
EQUIPO CHILLER	0	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	6
LINEA 3 PRENSAS TAPA												
ENGOMADORA GRACE	0	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	8

Figura 4.1 Esquema de criticidad resumido

4.3 Tareas de mantenimiento

Para la identificación de las tareas de mantenimiento se analizó la máquina Homo LTG por ser una de las más crítica subdividiéndola en sistemas, estos a su vez en componentes y estos componentes en actividades a realizar. Los sistemas en los cuales se divide el homo LTG son:

- Sistemas mecánicos
- Sistemas eléctricos
- Sistemas neumáticos
- Sistemas de gas natural
- Sistemas de lubricación



Además de estos sistemas y todos los componentes que la conforman dentro del cuadro de tareas de mantenimiento estas fueron divididas en tres categorías:

- Tareas de operación
- Tareas de parada
- Tareas de renovación

El criterio para seleccionar o identificar cada tarea depende del número de horas a emplear, la frecuencia de la tarea y lo complicado de realizarla.

La frecuencia de la tarea esta en días y la duración en horas, por lo general las tareas de operación son aquellas rutinarias de no mas de una hora.

Las tareas de parada son todas aquellas que necesitan que la línea o maquina pare, toman mas de una hora y su frecuencia puede ser mensual hasta semestral.

Las tareas de renovación son todas aquellas que implican cambio de un componente, pero no se dan muy seguido y son a la vez cambios costosos. La frecuencia puede ser cada dos años a más.

A continuación se detallan algunas tareas de mantenimiento según la categoría a la que pertenecen:

Cuadro 4.3 Sistema mecánico: Mesa de entrada

DESCRIPCION DE LA TAREAS	OPERACIONAL	PARADA	RENOVACION
Inspección de fajas	X		
Inspección de chumaceras		X	
Inspección de polines		X	
Inspeccion cromado de placas		X	
Inspeccion de alineamiento de polines y fajas		X	
Cambio de rodamientos		X	
Cambio de faja		X	
Cambio de chumaceras		X	
Cambio de polines		X	
Cromado de placas		X	
Alineamiento de polines		X	

Cuadro 4.4 Sistema mecánico: Caja reductora

DESCRIPCION DE LA TAREAS	OPERACIONAL	PARADA	RENOVACION
Verificacion nivel de aceite		X	
Cambio de piñones			X

Cuadro 4.5 Sistema mecánico: Horno

DESCRIPCION DE LA TAREAS	OPERACIONAL	PARADA	RENOVACION
Inspeccion de suciedad de cabina	X		
Limpieza extractor entrada de horno		X	
Limpieza de paredes		X	
Limpieza del techo		X	
Limpieza de la chimenea		X	
Limpieza extractor salida del horno		X	
Cambio de aislante termico			X
Cambio de paredes			X
Cambio de techo			X
Cambio de extractor de entrada			X
Cambio de extractor de salida			X

Cuadro 4.6 Sistema eléctrico: Alarmas

DESCRIPCION DE LA TAREAS	OPERACIONAL	PARADA	RENOVACION
Inspeccion de funcionamiento de sirenas	X		
Cambio de reles, contactores, pulsadores, etc.			X
Cambio de siemas			X

Cuadro 4.7 Sistema eléctrico: Tablero eléctrico

DESCRIPCION DE LA TAREAS	OPERACIONAL	PARADA	RENOVACION
Inspeccion limpieza de tablero electrico	X		
Inspeccion de controles de temperatura		X	
Limpieza del tablero		X	
Limpieza de bandeja portacables		X	
Prueba de envio de energia o pulsos electricos		X	
Cambio de controladores de temperatura			X
Cambio de sirenas			X
Cambio de PLC			X
Cambio de reles, contactores, pulsadores, etc.			X
Cambio de cables			X

Cuadro 4.8 Sistemas de gas natural: Ductos de aire

DESCRIPCION DE LA TAREAS	OPERACIONAL	PARADA	RENOVACION
Inspeccion de entrada de aire		X	
Inspeccion de funcionamiento de manómetros	X		
Inspeccion de funcionamiento de valvulas		X	
Cambio de manómetros			X
Cambio de valvulas			X

4.4 Asignación de tiempos para reparaciones

La asignación de tiempos para reparaciones se basa en la frecuencia de la reparación o mantenimiento y la duración de la actividad planeada.

La frecuencia de reparación se dio en base a catálogos de fabricantes para algunas maquinas y motores, sobretodo en el caso de rodamientos y fajas. En otros casos se aplico la experiencia de los técnicos operarios, al ser la mayoría de los equipos muy antiguos se perdió toda historia de ellas, no se tenían las ordenes de trabajo correctivas, registros de fallas, historial de cambios de piezas, etc., por lo que se decidió reunir al personal técnico operario mas antiguo de estas líneas y en conjunto trabajar con ellos las frecuencias de mantenimiento y el tiempo de reparación de las mismas.

Se les presento las tareas de mantenimiento y según estas tareas se empezó a designar tiempos, hay que recalcar que trabajo similar se realizo para la definición de las tareas puesto que al no existir mucha información de estas maquinas había un numero mínimo de equipos en la que se necesito apoyo de los operarios mas experimentados, sobretodo para saber el tipo de falla, pero al ser divididos en sistemas se facilito su desglose.

Algunos tiempos para reparación y sus frecuencias se detallan a continuación:

Cuadro 4.9 Sistema mecánico: Horno

DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA	DURACION
	(DIAS)	(HORAS)
Inspeccion de suciedad de cabina	7	0.25
Limpieza extractor entrada de horno	90	2
Limpieza de paredes	90	48
Limpieza del techo	90	48
Limpieza de la chimenea	90	6
Limpieza extractor salida del horno	90	2
Cambio de aislante termico	1800	168
Cambio de paredes	1800	480
Cambio de techo	1800	480
Cambio de extractor de entrada	1800	480
Cambio de extractor de salida	1800	480

Cuadro 4.10 Sistema eléctrico: Horno

DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA	DURACION
	(DIAS)	(HORAS)
Verificacion de funcionamiento Datapaq	7	0.25
Cambio de sensores de temperatura	180	2
Cambio de cables de sensores	180	2

Cuadro 4.11 Sistema neumático: Mesa de salida

DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA	DURACION
	(DIAS)	(HORAS)
Inspeccion cilindro de sujecion	15	0.25
Inspeccion de electrovalvulas	90	0.5
Inspeccion de mangueras	90	0.5
Inspeccion de conectores	90	0.5
Inspeccion de unidad de mantenimiento FRL	90	0.5
Limpieza de unidad de mantenimiento FRL	30	1
Cambio de cilindro de sujecion	540	1
cambio de unidad de mantenimiento	540	0.5
Cambio de mangueras	720	0.5
Cambio de conectores	360	0.5

Cuadro 4.12 Sistema de lubricación: Mesa de salida

DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA	DURACION
	(DIAS)	(HORAS)
Lubricacion de chumaceras	15	1

4.5 Programa de mantenimiento preventivo

La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por; usuarios, operadores, y mantenimiento. Para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios. Máquinas, equipos, vehículos, etc.

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseño con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las maquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria y equipos.

Después de haber elaborado las tareas de mantenimiento preventivo y las frecuencias de reparación junto con los tiempos que nos toma cada actividad procedemos a elaborar el plan general del mantenimiento preventivo para el Horno de la Línea de Barnizado. Este programa de mantenimiento preventivo esta elaborado en función a sistemas lo que permite la independencia de las actividades logrando que el planeador de mantenimiento optimice el uso de los recursos y no duplique actividades o designe personal inapropiado para las actividades.

4.13 Programa de Mantenimiento Preventivo Horno LTG

CODIGO ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA (DIAS)	DURACION (HORAS)
HB	HORNO DE BARNIZADO		
HB-SM	SISTEMA MECANICO		
HB-SM-ME	MESA DE ENTRADA		
HB-SM-ME-01	Inspección de fajas	7	0.5
HB-SM-ME-02	Inspección de chumaceras	30	1
HB-SM-ME-03	Inspección de polines	30	1
HB-SM-ME-04	Inspeccion cromado de placas	15	1
HB-SM-ME-05	Inspeccion de alineamiento de polines y fajas	30	1
HB-SM-ME-06	Cambio de rodamientos	360	2
HB-SM-ME-07	Cambio de faja	180	1.5
HB-SM-ME-08	Cambio de chumaceras	360	0.5
HB-SM-ME-09	Cambio de polines	180	10
HB-SM-ME-10	Cromado de placas	90	108
HB-SM-ME-11	Alineamiento de polines	90	48
HB-SM-CR	CAJA REDUCTORA		
HB-SM-CR-01	Verificacion nivel de aceite	30	0.5
HB-SM-CR-02	Cambio de piñones	1080	4
HB-SM-CH	CABINA DEL HORNO		
HB-SM-CH-01	Inspeccion de suciedad de cabina	7	0.5
HB-SM-CH-02	Limpieza extractor entrada de homo	90	2
HB-SM-CH-03	Limpieza de paredes	90	48
HB-SM-CH-04	Limpieza del techo	90	48
HB-SM-CH-05	Limpieza de la chimenea	90	6
HB-SM-CH-06	Limpieza extractor salida del horno	90	2
HB-SM-CH-07	Cambio de aislante termico	1800	168
HB-SM-CH-08	Cambio de paredes	1800	480
HB-SM-CH-09	Cambio de techo	1800	480
HB-SM-CH-10	Cambio de extractor de entrada	1800	480
HB-SM-CH-11	Cambio de extractor de salida	1800	480
HB-SM-RC	RIEL DE CADENAS		
HB-SM-RC-01	Inspeccion de suciedad de cadenas	7	0.5
HB-SM-RC-02	Desmontaje de cadenas	90	24
HB-SM-RC-03	Lavado de cadenas	90	72
HB-SM-RC-04	Alineamiento de riel	90	12
HB-SM-RC-05	Montaje de cadenas	90	72
HB-SM-RC-06	Cambio de cadena	1800	72

4.14 Programa de Mantenimiento Preventivo Horno LTG (parte 2)

CODIGO ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA (DIAS)	DURACION (HORAS)
HB	HORNO DE BARNIZADO		
HB-SM	SISTEMA MECANICO		
HB-SM-PC	PARRILLAS DE CURADO		
HB-SM-PC-01	Inspeccion suciedad de parrillas	7	0.5
HB-SM-PC-02	Desmontaje de parrillas	90	24
HB-SM-PC-03	Soldado de parrillas	90	72
HB-SM-PC-04	Lavado de parrillas	90	12
HB-SM-PC-05	Montaje de parrillas	90	72
HB-SM-PC-06	Cambio de parrillas	1440	72
HB-SM-MS	MESA DE SALIDA		
HB-SM-MS-01	Inspección de fajas	7	0.5
HB-SM-MS-02	Inspección de chumaceras	30	1
HB-SM-MS-03	Inspección de polines	30	1
HB-SM-MS-04	Inspección cromado de placas	15	1
HB-SM-MS-05	Inspección de alineamiento de polines y fajas	30	1
HB-SM-MS-06	Cambio de rodamientos	360	2
HB-SM-MS-07	Cambio de fajas	180	1.5
HB-SM-MS-08	Cambio de chumaceras	360	0.5
HB-SM-MS-09	Cambio de polines	180	10
HB-SM-MS-10	Cromado de placas	90	108
HB-SM-MS-11	Alineamiento de polines	90	48
HB-SE	SISTEMA ELECTRICO		
HB-SE-TE	TABLERO ELECTRICO		
HB-SE-TE-01	Inspeccion limpieza de tablero electrico	7	0.5
HB-SE-TE-02	Inspeccion de controles de temperatura	15	0.5
HB-SE-TE-03	Limpieza del tablero	90	3
HB-SE-TE-04	Limpieza de bandeja portacables	90	3
HB-SE-TE-05	Verificacion de envio de energia o pulsos electricos	90	2
HB-SE-TE-06	Cambio de controladores de temperatura	1800	2
HB-SE-TE-07	Cambio de sirenas	1800	2
HB-SE-TE-08	Cambio de PLC	1800	1
HB-SE-TE-09	Cambio de reles, contactores, pulsadores, etc.	720	1
HB-SE-TE-10	Cambio de cables	3600	240
HB-SE-ME	MOTORES ELECTRICOS DE 2 a 5 HP		
HB-SE-ME-01	Lectura corriente nominal	15	0.5
HB-SE-ME-02	Limpieza	15	1
HB-SE-ME-03	Rebarbanizado	90	2
HB-SE-ME-04	Cambio de rodamientos	360	2
HB-SE-ME-05	Cambio de carbones	360	1
HB-SE-ME-06	Cambio de paletas	1080	1
HB-SE-ME-07	Rebobinado	720	12

4.15 Programa de Mantenimiento Preventivo Horno LTG (parte 3)

CODIGO ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA (DIAS)	DURACION (HORAS)
HB	HORNO DE BARNIZADO		
HB-SE	SISTEMA ELECTRICO		
HB-SE-MR	MOTOREDUCTOR		
HB-SE-MR-01	Lectura de corriente nominal	15	0.5
HB-SE-MR-02	Verificacion nivel de aceite	15	2
HB-SE-MR-03	Limpieza	15	1
HB-SE-MR-04	Rebarbanizado	90	2
HB-SE-MR-05	Cambio de rodamientos	360	2
HB-SE-MR-06	Cambio de carbones	360	1
HB-SE-MR-07	Cambio de paletas	360	1
HB-SE-MR-08	Rebobinado	720	12
HB-SE-MR-09	Cambio de corona	1800	120
HB-SE-HN	HORNO		
HB-SE-HN-01	Verificacion de funcionamiento Datapaq	7	0.5
HB-SE-HN-02	Cambio de sensores de temperatura	180	2
HB-SE-HN-03	Cambio de cables de sensores	180	2
HB-SE-HN-04	Cambio de terminal a la PC	720	0.5
HB-SE-QD	QUEMADORES		
HB-SE-QD-01	Inspeccion limpieza de tablero electrico	7	0.5
HB-SE-QD-02	Inspeccion display de temperatura	30	0.5
HB-SE-QD-03	Inspeccion del sensor de llama	30	0.5
HB-SE-QD-04	Limpieza del tablero	30	2
HB-SE-QD-05	Cambio de reles, contactores, puisadores, etc.	720	720
HB-SE-QD-06	Cambio de sensor de llama	1800	1800
HB-SE-QD-07	Cambio de display de temperatura	1800	1800
HB-SE-IL	ILUMINACION		
HB-SE-IL-01	Inspeccion de funcionamiento de fluorescentes	30	0.5
HB-SE-IL-02	Limpieza de fluosrescenes	60	2
HB-SE-IL-03	Cambio de fluorescente	720	0.25
HB-SE-AL	ALARMAS		
HB-SE-AL-01	Inspeccion de funcionamiento de sirenas	30	0.5
HB-SE-AL-02	Cambio de reles, contactores, pulsadores, etc.	1800	720
HB-SE-AL-03	Cambio de siemas	1800	720
HB-SN	SISTEMA NEUMATICO		
HB-SN-HN	HORNO		
HB-SN-HN-01	Inspeccion pistones cuadradores	15	0.25
HB-SN-HN-02	Inspeccion de electrovalvulas	90	0.5
HB-SN-HN-03	Inspeccion de mangueras	90	0.5
HB-SN-HN-04	Inspeccion de conectores	90	0.5
HB-SN-HN-05	Inspeccion de unidad de mantenimiento FRL	90	0.5
HB-SN-HN-06	Limpieza de unidad de mantenimiento FRL	30	1
HB-SN-HN-07	Cambio de piston cuadrador	540	1
HB-SN-HN-08	Cambio de unidad de mantenimiento	540	0.5
HB-SN-HN-09	Cambio de mangueras	720	0.5
HB-SN-HN-10	Cambio de conectores	360	0.5

4.16 Programa de Mantenimiento Preventivo Horno LTG (parte 4)

CODIGO ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA (DIAS)	DURACION (HORAS)
HB	HORNO DE BARNIZADO		
HB-SN	SISTEMA NEUMATICO		
HB-SN-MS	MESA DE SALIDA		
HB-SN-MS-01	Inspeccion cilindro de sujecion	15	0.25
HB-SN-MS-02	Inspeccion de electrovalvulas	90	0.5
HB-SN-MS-03	Inspeccion de mangueras	90	0.5
HB-SN-MS-04	Inspeccion de conectores	90	0.5
HB-SN-MS-05	Inspeccion de unidad de mantenimiento FRL	90	0.5
HB-SN-MS-06	Limpieza de unidad de mantenimiento FRL	30	1
HB-SN-MS-07	Cambio de cilindro de sujecion	540	1
HB-SN-MS-08	cambio de unidad de mantenimiento	540	0.5
HB-SN-MS-09	Cambio de mangueras	720	0.5
HB-SN-MS-10	Cambio de conectores	360	0.5
HB-SN-QD	QUEMADORES		
HB-SN-QD-01	Inspeccion piston del damper	15	0.25
HB-SN-QD-02	Inspeccion de electrovalvulas	90	0.5
HB-SN-QD-03	Inspeccion de mangueras	90	0.5
HB-SN-QD-04	Inspeccion de conectores	90	0.5
HB-SN-QD-05	Inspeccion de unidad de mantenimiento FRL	90	0.5
HB-SN-QD-06	Limpieza de unidad de mantenimiento FRL	30	1
HB-SN-QD-07	Cambio de piston del damper	540	1
HB-SN-QD-08	cambio de unidad de mantenimiento	540	0.5
HB-SN-QD-09	Cambio de mangueras	720	0.5
HB-SN-QD-10	Cambio de conectores	360	0.5
HB-GN	SISTEMA DE GAS NATURAL		
HB-GN-TR	TREN REGULADOR DE GAS NATURAL		
HB-GN-TR-01	Inspeccion de fugas de gas	15	0.25
HB-GN-TR-02	Inspeccion de funcionamiento de manómetros	15	0.25
HB-GN-TR-03	Inspeccion de electrovalvula de cierre rapido shut off	90	0.5
HB-GN-TR-04	Inspeccion de funcionamiento de electrovalvulas simple	90	0.5
HB-GN-TR-05	Inspeccion de funcionamiento de regulador de presion	90	0.5
HB-GN-TR-06	Inspeccion de funcionamiento de presostato	90	0.5
HB-GN-TR-07	Inspeccion de funcionamiento de lectura del medidor	15	0.5
HB-GN-TR-08	Cambio de manómetros	720	1
HB-GN-TR-09	Cambio de electrovalvulas	720	1
HB-GN-TR-10	Cambio de electrovalvula de cierre rapido shut off	1800	6
HB-GN-TR-11	Cambio de regulador de presion	720	3
HB-GN-TR-12	Cambio de medidor de lectura	1800	3

4.17 Programa de Mantenimiento Preventivo Horno LTG (parte 5)

CODIGO ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA TAREAS	FRECUENCIA (DIAS)	DURACION (HORAS)
HB	HORNO DE BARNIZADO		
HB-GN	SISTEMA DE GAS NATURAL		
HB-GN-DA	DUCTOS DE AIRE		
HB-GN-DA-01	Inspeccion de entrada de aire	90	0.25
HB-GN-DA-02	Inspeccion de funcionamiento de manómetros	15	0.25
HB-GN-DA-03	Inspeccion de funcionamiento de valvulas	90	0.25
HB-GN-DA-04	Cambio de manómetros	720	1
HB-GN-DA-05	Cambio de valvulas	720	1
HB-GN-LL	DUCTOS DE LLAMA		
HB-GN-LL-01	Inspeccion de entrada de la llama correctamente	15	0.25
HB-GN-LL-02	Inspeccion de funcionamiento del damper	90	0.25
HB-GN-DH	DUCTOS DE HUMOS		
HB-GN-DH-01	Inspeccion de funcionamiento de salida de humos	15	0.25
HB-SL	SISTEMA DE LUBRICACION		
HB-SL-ME	MESA DE ENTRADA		1.5
HB-SL-ME-01	Lubricacion de chumaceras	15	
HB-SL-RC	RIEL DE CADENA		
HB-SL-RC-01	Lubricacion de cadenas	15	1
HB-SL-RC-02	Lubricacion de chumaceras	15	1
HB-SL-RC-03	Lubricacion de motores	15	1
HB-SL-MS	MESA DE SALIDA		
HB-SL-MS-01	Lubricacion de chumaceras	15	1

Para el buen funcionamiento de estos programas de mantenimiento preventivo es necesario el uso de ordenes de trabajo que permitirán registrar las actividades efectuadas así como también llevar un registro de todo lo realizado, no es necesario contar con ERP de mantenimiento, se puede llevar todo esto en una hoja de calculo simple y el llenado puede ser a mano, el objetivo es registrar estos ordenes y velar por el cumplimiento del programa elaborado.

4.6 Formato para ordenes de trabajo de mantenimiento

Como se comento en el punto anterior el complemento del plan de mantenimiento preventivo son las ordenes de trabajo ya que sin estas no se podría llevar un registro de todas las actividades realizadas.

La orden de trabajo de mantenimiento se divide en:

- N° de OT (numero de orden de trabajo).
- Línea (a donde pertenece el equipo a intervenir).
- Equipo.
- Detalle de la falla.
- Tipo de mantenimiento (ya que puede ser correctivo o preventivo).
- Registro de fecha
- Registro de hora de inicio
- Registro de hora de término de la actividad.
- Utilitarios (materiales, equipos, mano de obra).
- Asignado a (a quien se le responsabilizo por la actividad).
- Descripción de la tarea realizada.
- Duración de la tarea
- Cantidad de personal
- Código de los repuestos empleados
- Cantidad e repuestos empleados
- Firmas de autorización y cierre.

Con todos estos puntos elaboramos un modelo de orden de trabajo para mantenimiento esto es algo nuevo para la empresa y se necesita de capacitación

inicial en el llenado de los formatos así como en el control del uso correcto de los mismos. En el apéndice se muestran algunos ejemplo de las ordenes de trabajo realizadas (ver Apéndice G).

4.7 Índices de mantenimiento

Para la elección correcta de los indicadores de mantenimiento nos basaremos en el criterio de hacer mediciones que nos permitan gestionar de manera inmediata, ponernos indicadores de empresas de clase mundial quizás ahora no es lo mas conveniente.

Bajo esta consigna decidimos manejar los siguientes indicadores:

1. Disponibilidad por líneas de producción.
2. % mtto Correctivo vs. % mtto preventivo
3. Cumplimiento de las órdenes de trabajo preventivas.

Con la disponibilidad podemos saber cuanto tiempo dentro de un lapso determinado que podría ser un mes - para alineamos con los planes de producción - los equipos están disponible para operar.

La formula para el cálculo es:

Indice	UND	Fórmula
Tiempo Disponible	H	T. Calendario - T. Paradas Programadas
Tiempo de Operación	H	T. Disponible - T. Falla de Equipos - T. Paradas Rutinarias - T. Paradas Imprevistas
Tiempo de Operación Neto	H	Cantidad Total Producida / Capacidad de Línea
Disponibilidad	%	(T. Operación / T. Disponible) * 100%

Con el % mtto Correctivo vs. % mtto preventivo buscamos saber la eficacia de nuestro plan, se tiene el histórico de cuantas actividades correctivas se realizan actualmente y se puede determinar mes a mes si este valor disminuye conforme se aplica el mantenimiento preventivo.

El calculo seria contar cuantas actividades correctivas se hacen en un mes y contar cuantas actividades preventivas en el mismo tiempo. Luego dividir cada uno de estos valores entre la suma total de actividades en porcentaje.

$$\% \text{ OT correctivas} \quad : \quad \frac{\text{N}^{\circ} \text{ OT correctivas}}{\text{N}^{\circ} \text{ OT totales}}$$

$$\% \text{ OT preventivas} \quad : \quad \frac{\text{N}^{\circ} \text{ OT preventivas}}{\text{N}^{\circ} \text{ OT totales}}$$

Con el índice de cumplimiento de órdenes de trabajo preventivas se sabrá si los técnicos están cumpliendo con lo establecido e indirectamente saber como va el cambio de cultura pues ellos no están acostumbrados a este tipo de mantenimiento.

$$\% \text{ Cumplimiento preventivo} \quad : \quad \frac{\text{OT preventivas realizadas}}{\text{OT preventivas planificadas}}$$

4.7.1 Calculo de los indicadores

Procedemos a realizar el cálculo de la disponibilidad de un mes para nuestra línea de corte y barnizado.

4.18 Calculo de la disponibilidad línea de corte y barnizado

T. CALENDARIO			30	x	24		720
T. SIN PROGRAMAR			4	x	24		96
T. MANT. PROGRAMADO			4	x	2		8
T. DISPONIBLE	720	-	96	-	8		616
T. PARADAS X FALLA DE EQUIPO						300	300
T. PARADAS IMPREVISTAS						8	8
T. PARADAS RUTINARIAS	8	+	8	+	8		24
T. TOTAL DE PARADAS	300	+	8	+	24		332
T. OPERTIVO			616	-	332		284
DISPONIBILIDAD			284	/	616		46.10%

A lo largo de 10 meses se obtienen los siguientes resultados:

4.19 Resultados Disponibilidad en 10 meses

	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09	sep-09	oct-09
Disponibilidad Línea de Corte	46%	46%	50%	51%	63%	65%	65%	68%	62%	68%
Disponibilidad Línea de Barnizado	48%	52%	52%	55%	55%	61%	63%	55%	68%	71%

Ahora procedemos a calcular el % mtto Correctivo vs. % mtto preventivo.

4.20 resultados % mtto Correctivo vs. % mtto preventivo 10 meses

	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09	sep-09	oct-09
N° OT Correctivas	98	102	96	88	92	72	68	71	64	62
N° OT Preventivas	2	8	16	26	35	35	35	35	40	35
N° OT Totales	100	110	112	114	127	107	103	106	104	97
% OT correctivas	98%	93%	86%	77%	72%	67%	66%	67%	62%	64%
% OT preventivas	2%	7%	14%	23%	28%	33%	34%	33%	38%	36%

Para el índice de cumplimiento de órdenes de trabajo preventivas tenemos lo siguiente:

4.21: Resultados cumplimiento de órdenes de trabajo preventivas en 10 meses

	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09	sep-09	oct-09
OT realizadas	2	8	16	26	35	35	35	35	40	35
OT planificadas	2	8	22	40	40	35	35	35	40	35
Indice	100%	100%	73%	65%	88%	100%	100%	100%	100%	100%

CAPITULO V

COSTOS DEL MANTENIMIENTO

5.1 Informe técnico económico del mantenimiento preventivo

Acumulación económica de los costos por todas las actividades de mantenimiento realizadas sobre un equipo o sistema en evaluación que para nuestro caso es el Horno LTG y la Línea de Corte Aquí se resalta lo siguiente:

1. valorización de las fallas mas resaltantes reportadas
2. valorización en general de todas las actividades realizadas

Siguiendo este esquema se presenta a continuación un ensayo del costo del mantenimiento preventivo para el Horno LTG de la Línea de Barnizado y para la Línea de Corte, estos costos fueron proyectados teniendo como base los datos enviados por producción a lo largo de una año y considerando la valorización de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento. Estos cuadros y gráficos servirían de ejemplo para la elaboración de los informes técnicos económicos del mantenimiento preventivo.

5.1.1 Resumen económico

Cuadro 5.1 Resumen Económico de Mantenimiento

COSTOS DE MTTO HORNO BARNIZADO

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DC
MANTENIMIENTO	CORRECTIVO	\$4,500	\$4,423	\$4,000	\$4,274	\$1,342	\$1,296	\$1,234	\$1,707	\$1,105	\$1,538	\$1,256	\$1,008
	PREVENTIVO	\$7,983	\$10,758	\$7,280	\$10,342	\$6,789	\$8,345	\$9,456	\$7,923	\$6,973	\$5,978	\$4,723	\$4,951
	LUBRICACION	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150
	LIMPIEZA	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50
	INSPECCION	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50	\$50
	ADMINISTRATIVAS	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500	\$1,500
PREVENTIVO ACUMULADO		\$7,983	\$18,741	\$26,021	\$36,363	\$43,152	\$51,497	\$60,953	\$68,876	\$75,849	\$81,827	\$86,550	\$91,501
ACUMULADO		\$14,233	\$16,931	\$13,030	\$16,366	\$9,881	\$11,391	\$12,440	\$11,380	\$9,828	\$9,266	\$7,729	\$7,709
ACUMULADO TOTAL		\$14,233	\$31,164	\$44,194	\$60,560	\$70,442	\$81,833	\$94,273	\$105,653	\$115,481	\$124,747	\$132,476	\$140,185

Cuadro 5.2 Costos de mantenimiento de Volteador Desembobinador

COSTOS DE MTTO LINEA DE CORTE

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MANTENIMIENTO	CORRECTIVO	9321	8564	8451	7683	5024	5400	2314	2715	1956	1001	765	470
	PREVENTIVO	\$5,535	\$5,014	\$4,562	\$4,056	\$6,018	\$3,456	\$3,297	\$3,451	\$2,145	\$2,145	\$1,014	\$1,192
	LUBRICACION	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200
	LIMPIEZA	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100
	INSPECCION	\$86	\$86	\$86	\$86	\$86	\$86	\$86	\$86	\$86	\$86	\$86	\$86
	ADMINISTRATIVAS	\$767	\$767	\$767	\$767	\$767	\$767	\$767	\$767	\$767	\$767	\$767	\$767
PREVENTIVO ACUMULADO		\$5,535	\$10,549	\$15,111	\$19,167	\$24,185	\$27,641	\$30,938	\$34,389	\$36,534	\$38,679	\$39,693	\$40,885
ACUMULADO		\$16,009	\$14,731	\$14,166	\$12,892	\$11,195	\$10,009	\$6,764	\$7,319	\$5,254	\$4,299	\$2,932	\$2,815
ACUMULADO TOTAL		\$16,009	\$30,740	\$44,906	\$67,798	\$68,993	\$79,002	\$85,766	\$93,086	\$98,340	\$102,639	\$105,571	\$108,386

5.1.2 Graficas

Aquí se muestran los valores acumulados mensuales de los costos de mantenimiento preventivo y correctivo de las líneas de corte y barnizado.

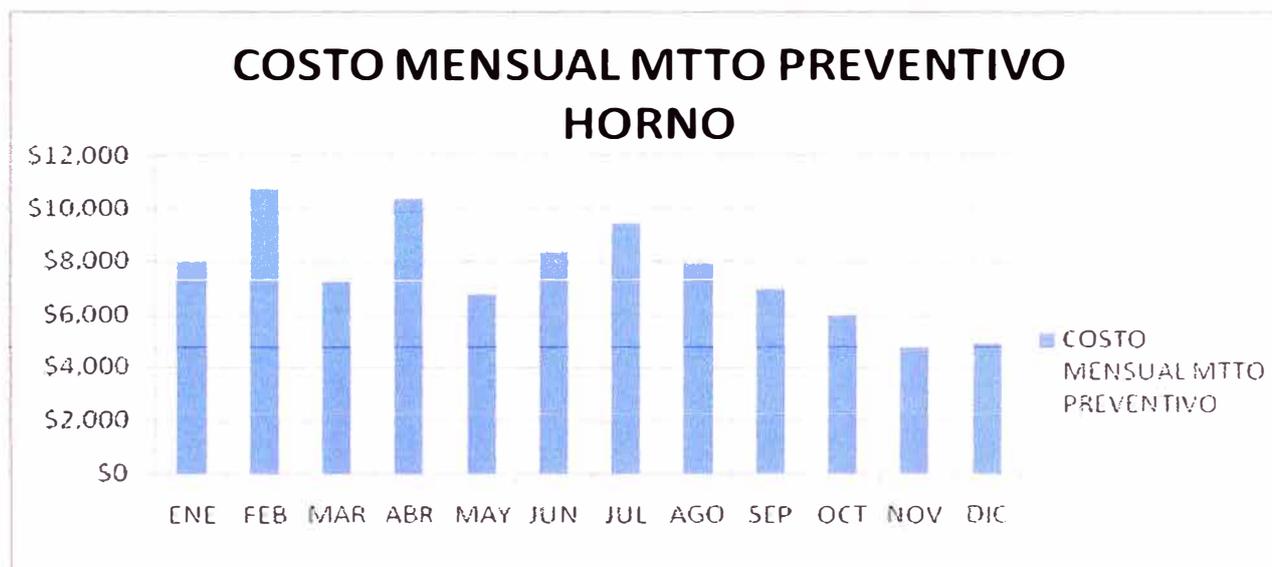


Grafico 5.1

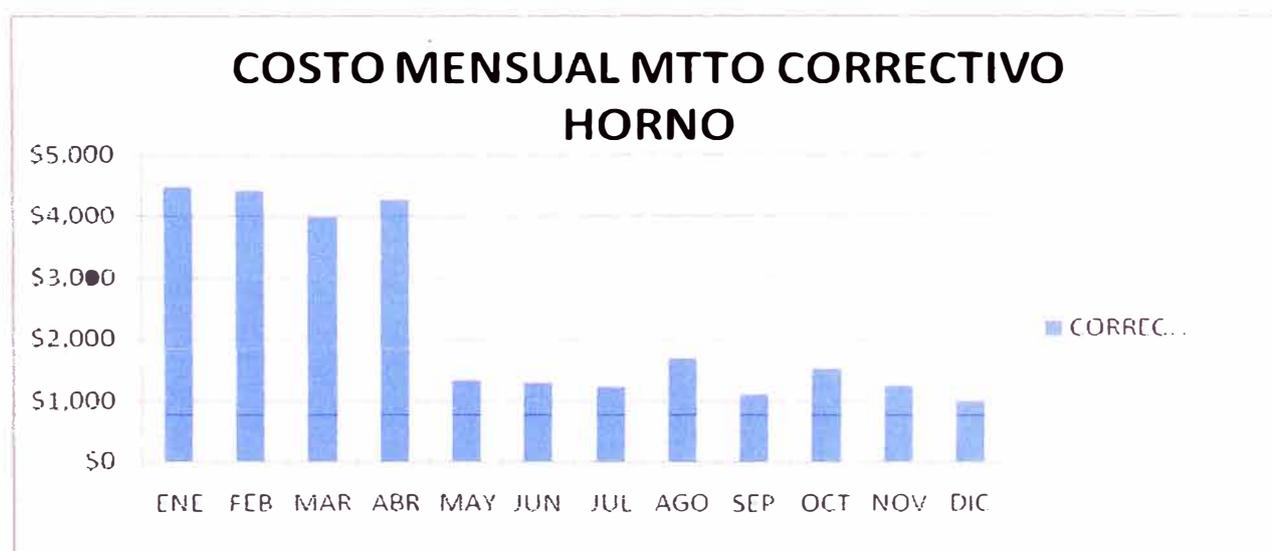


Grafico 5.2

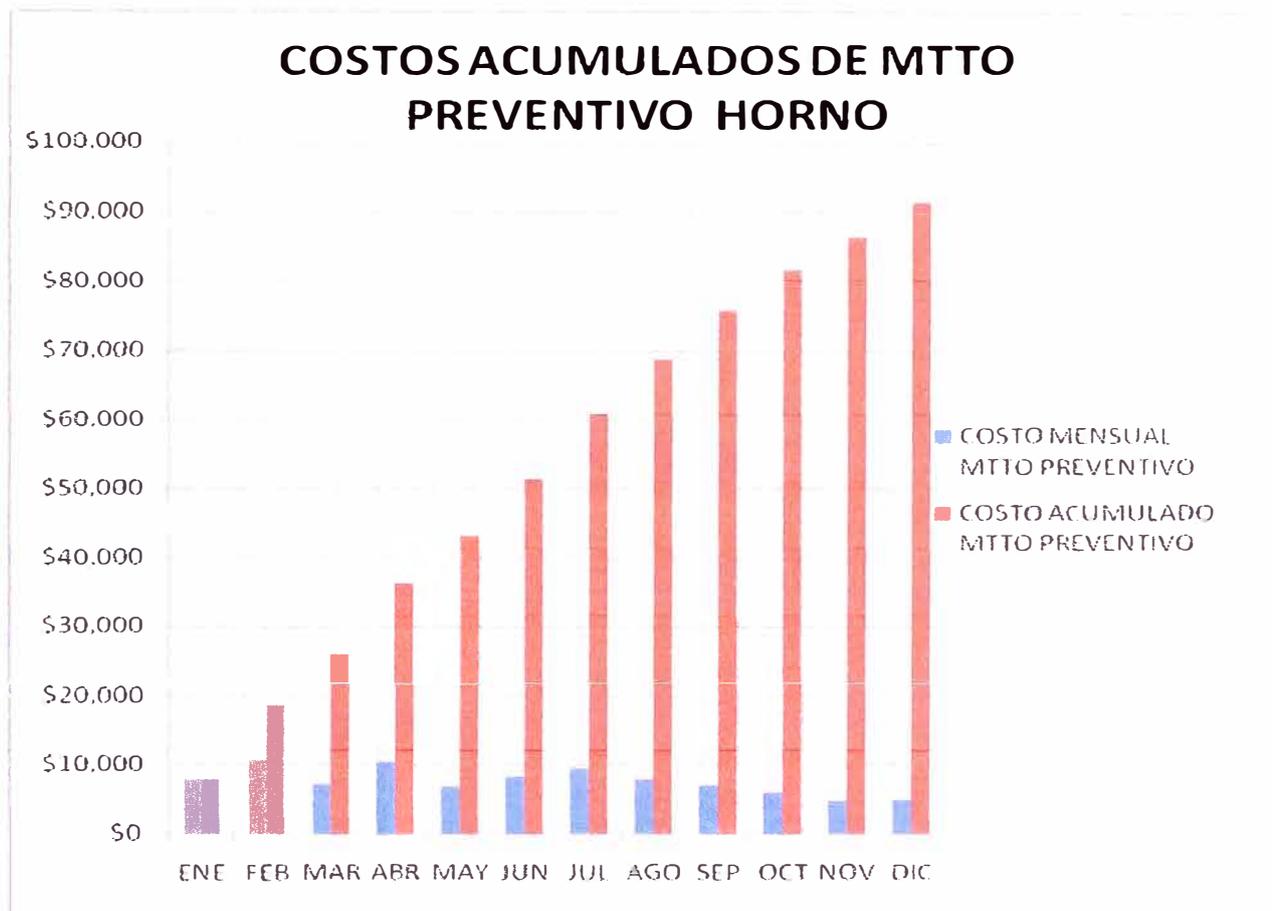


Grafico 5.3

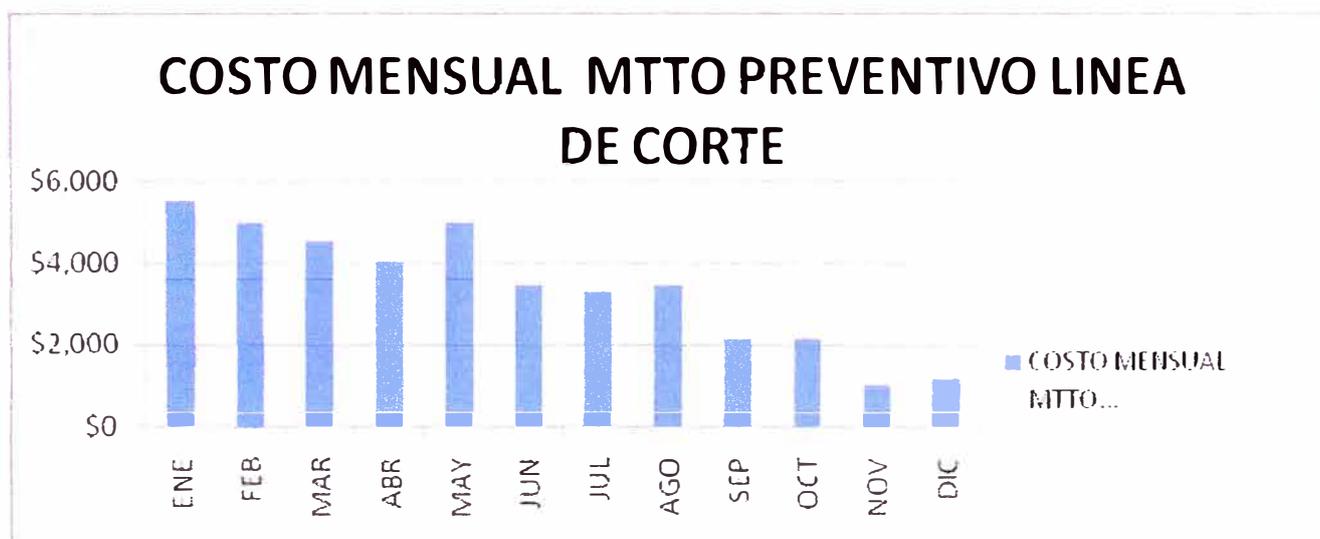


Grafico 5.4

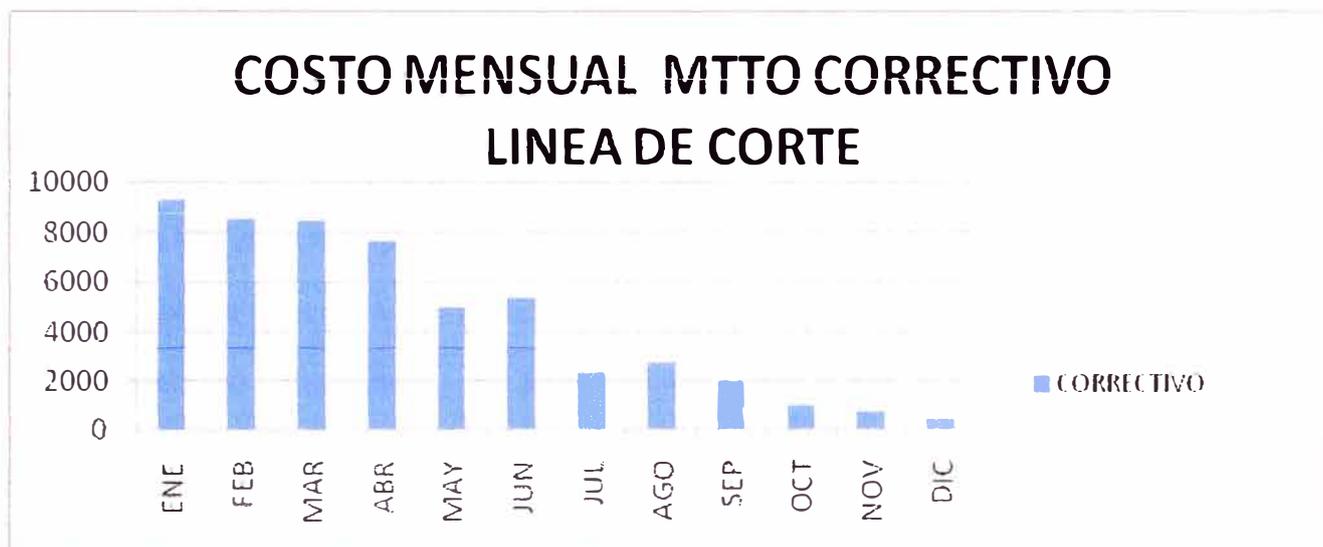


Grafico 5.5

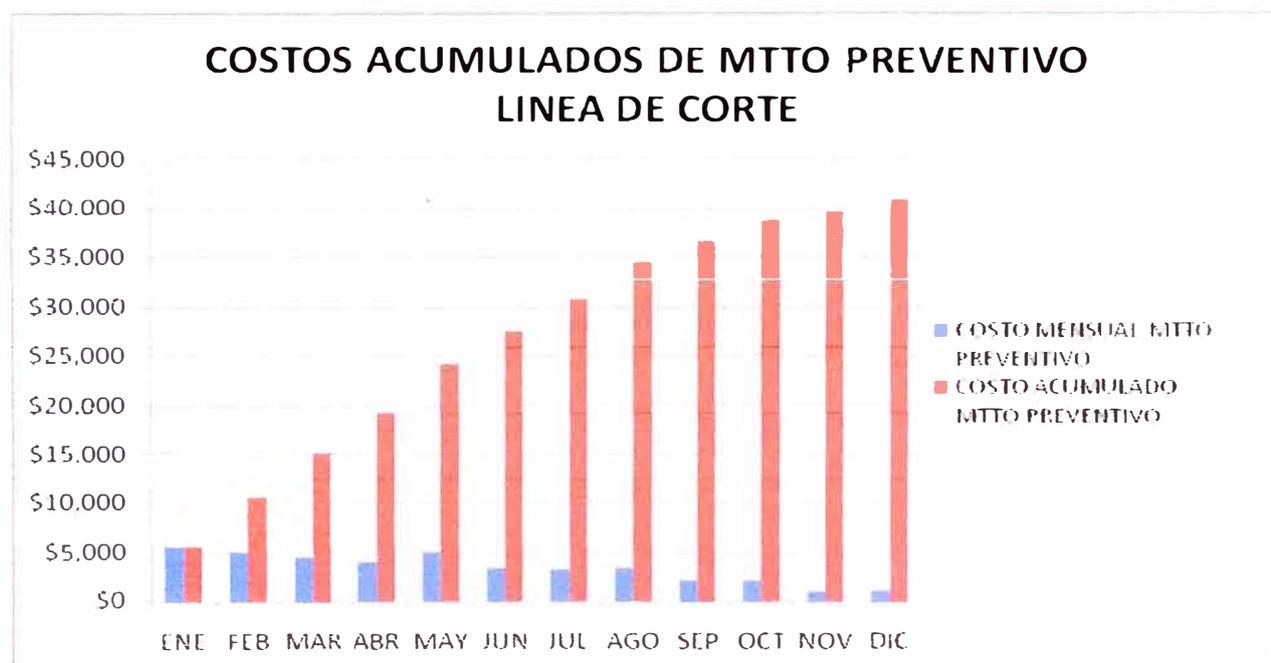


Grafico 5.5

5.1.3 Resumen de Costos

De los gráficos se aprecia que conforme avanza el mantenimiento preventivo a lo largo del año ocurre una disminución del mantenimiento correctivo.

Dentro del cuadro de costos totales se esta considerando el costo administrativo que implica el costo del personal de mantenimiento que interviene el equipo ya sea para actividades correctivas, preventivas, inspección, limpieza, el ingeniero supervisor, el jefe de mantenimiento y los asistentes, esta información fue proporcionada por el área de Contabilidad.

También se tiene la grafica de evolución del mantenimiento preventivo acumulado que permite observar cuanto se esta gastando en mantenimiento mes a mes obteniendo al final de un año nuestro gasto total de mantenimiento preventivo para nuestras líneas de corte y barnizado. A continuación se muestra el resumen de costos.

Cuadro 5.3 Resumen de Costos

	LINEA DE BARNIZADO	LINEA DE CORTE
GASTO TOTAL ANUAL CORRECTIVO	\$27,684	\$53,664
GASTO TOTAL ANUAL PREVENTIVO	\$91,501	\$40,885
OTROS GASTOS MANTENIMIENTO	\$21,000	\$13,837
GASTO TOTAL ANUAL ACUMULADO	\$140,185	\$108,386

CONCLUSIONES

1. Conforme se realiza mantenimiento preventivo a lo largo del año se aprecia que los costos por mantenimiento preventivo disminuyen.
2. Al implementarse mantenimiento preventivo los costos iniciales son altos debido al gasto inicial de implementación y cambio de repuestos o piezas, luego estos costos bajan pues el mantenimiento preventivo es mas afinado.
3. La disponibilidad de las líneas aumenta en un 20 % aprox. debido a que al aumentar las labores preventivas se logra evitar paradas intempestivas y no planificadas.
4. El realizar un plan de mantenimiento preventivo a las líneas mas criticas hace que las mejoras se vean reflejado de inmediato en los costos de mantenimiento que disminuyen.
5. Los indicadores de mantenimiento seleccionados reflejan la mejora obtenida con la implementación del mantenimiento preventivo.

RECOMENDACIONES

1. El mantenimiento preventivo podrá en un futuro ser potencialmente mejorado por medio de la incorporación de un programa de Mantenimiento Predictivo.
2. Recuerde que cada planta es diferente, y en ocasiones las áreas de una planta no son similares, depende del trabajo que se realiza en cada una de ellas, el tipo de maquinaria, el recurso humano disponible, ambiente de utilización, ambiente laboral, etc. Sin embargo realice un plan general y ajuste según las necesidades.
3. Todo plan de mantenimiento preventivo debe revisarse, la frecuencia de revisión la define el gestor pudiendo ser cada seis meses, un año, etc.
4. El plan de mantenimiento preventivo debe ser publicado en toda la planta pues de esta manera se logra involucrar a todo el personal.
5. Como una mejora a la gestión el plan de mantenimiento preventivo debe incluirse dentro de un sistema o software de mantenimiento para que los cambios y recolección de data sean mas agiles.
6. El costo de una línea nueva es de US\$ 1'000,00 en las líneas de barnizado y US\$ 750,000 en la línea de corte, si los costos de mantenimiento preventivo no descendieran el siguiente año debería analizarse la opción de comprar una línea nueva haciendo un análisis costo-beneficio y ROI.

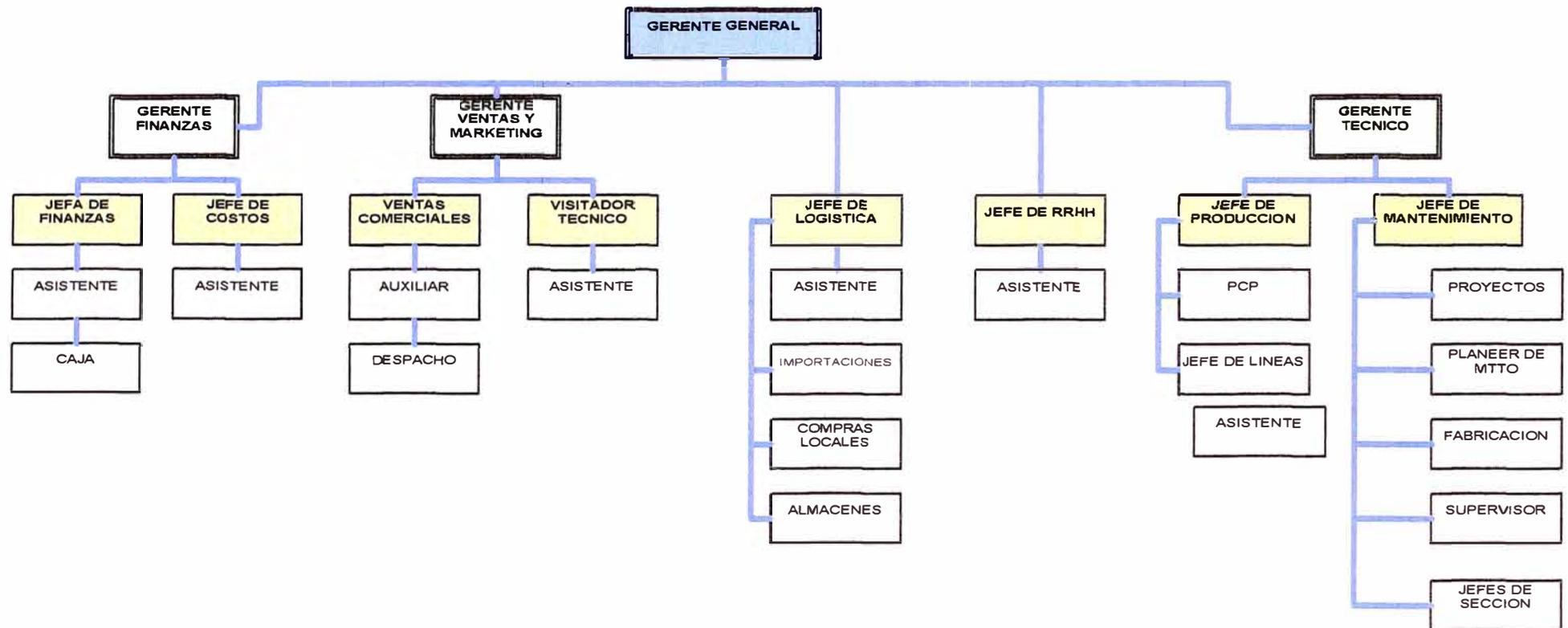
BIBLIOGRAFIA

1. Kinjiro Nakano, Mantenimiento Planificado, Editorial Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2007.
2. Renovetec, Mantenimiento Preventivo Sistemático, Editorial del Departamento Técnico Renovetec, España, 2009
3. Renovetec, Mantenimiento Correctivo, Editorial del Departamento Técnico Renovetec, España, 2009
4. Duffuuaa Raouf Dixon, Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control, Editorial Grupo Noriega Editores, México, 2008.
5. Tokutaro Suzuki, TPM en Industrias de Proceso, Editorial TGP Hoshin, España, 1995.
6. José Luis Machuca Silva, Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en una fábrica de tapas y envases metálicos, basado en requisitos de la norma Iso 9001 : 2000, Perú-Lima, 2002.
7. www.ceroaverias.com
8. www.mantenimientoindustrial.wikispaces.com/indicadores+de+mantenimient
9. www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/IndicadMant.pdf
10. www.mantenimientoplanificado.com
11. www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm

APENDICES

APENDICE A Organigrama de Metalpren S.A. 2009-2010

ORGANIGRAMA METALPREN S.A.



APENDICE B

Listado de Maquinarias

LISTADO DE MAQUINAS LINEA DE CORTE

NOMBRE	MARCA	AÑO
PUENTE GRUA	MARCA: DEMAG CAPACIDAD 20TN	2006
VOLTEADOR DE BOBINA (1ERO)	MARCA: Wean Equipment Co. ORDER NO WEX: 14012 SERIAL NO: 14010-14026 ARRT DWG NO: 14487	1976
CARRITO TRANSPORTADOR (2DO)	MARCA: Wean Equipment Co ORDER NO WEX: 14013 SERIAL NO: 14010-14026 ARRT DWG NO: 14481	1976
DESENOBINADOR (3ERO)	MARCA: Wean Equipment Co ORDER NO WEX: 14014 SERIAL NO: 14010-26 ARRT DWG NO: 14343	1976
RODILLO TEMPLADOR (4TO)	ORDER NO WEX: 14018 SERIAL NO: 14010-26 ARRT DWG NO: 10680	1982
ENDEREZADOR (6TO)	MARCA: MCKAY CODIGO: 7945	1990
DETECTOR DE HUECOS	Marca: Industrial Gauging and Control, INC SERIE: H147P MODEL: K2	2008
PRENSA BORDEN	N/S: 20-76-200 Can Machinery	2000
TECLE	Fabricado por: BAZAN	2005
MOTOR (EN EL APILADOR PRIMARIO)	TYPE: R47DV13254 220-440V 5.5 KW 20-10A 1730/448 RPM Nº: 411302036003410 01	2006
MOTOR (EN EL APILADOR SECUNDARIO)	TYPE: R57DV13252 NO: 4113020 36 00241001 220-440V 19-9.5A 5.5KW 3480/594 RPM	2006

APENDICE B

Listado de Maquinarias

LISTADO DE MAQUINAS DE LÍNEA BARNIZADORAS		
NOMBRE	DETALLE	AÑO
LINEA DE BARNIZADO N°1		
Dexter LTG	Marca: J.G. Mailander Año: 1970 Serie:732068	1985
Mesa Alimentador LTG		2006
Barnizadora Bawer Kunzi	Modelo 466	2006
Mesa Alimentador del horno		2006
Horno LTG	Long:36mts	1985
Mesa Salida		2006
Apilador		2000
Trasnporte de rodillos		2001
Volteador Wagner	Capacidad:2.5Tn	2001
Bomba de vacio	Marca: Sullair Modelo: VS10 P/N: 02250097-486	2007
Agitador de Barniz		2008
Tecele	Marca: Yale	2007

APENDICE B

Listado de Maquinarias

LINEA DE BARNIZADO N°2		
Dexter Wagner	Capacidad:3.5Tn	2006
Mesa Alimentador Wagner		2006
Barnizadora Wagner	De 44"x40"x15"Ø	2000
Mesa Alimentador del horno		2001
Horno	Marca: Jiangsu Huayu Printing & Coating Equipment Co LTD	2001
Mesa Salida		2006
Apilador	Marca: Tragkraft capacidad: 3 Ton	2006
Trasnporte de rodillos		2006
Volteador Wagner	Capacidad:2.5Tn	2001
Tecele	Marca: Yale	2007
Agitador de Barniz		2008
LINEA DE BARNIZADO N°4		
Dexter wagner		2006
Mesa alimentacion impresora		2006
Impresora	CRABTREE-MANN LTD Machine Serial N° TF 2490	1982
Alimentador		2006
Barnizadora	De 44"x40"x15"Ø	1975

APENDICE B

Listado de Maquinarias

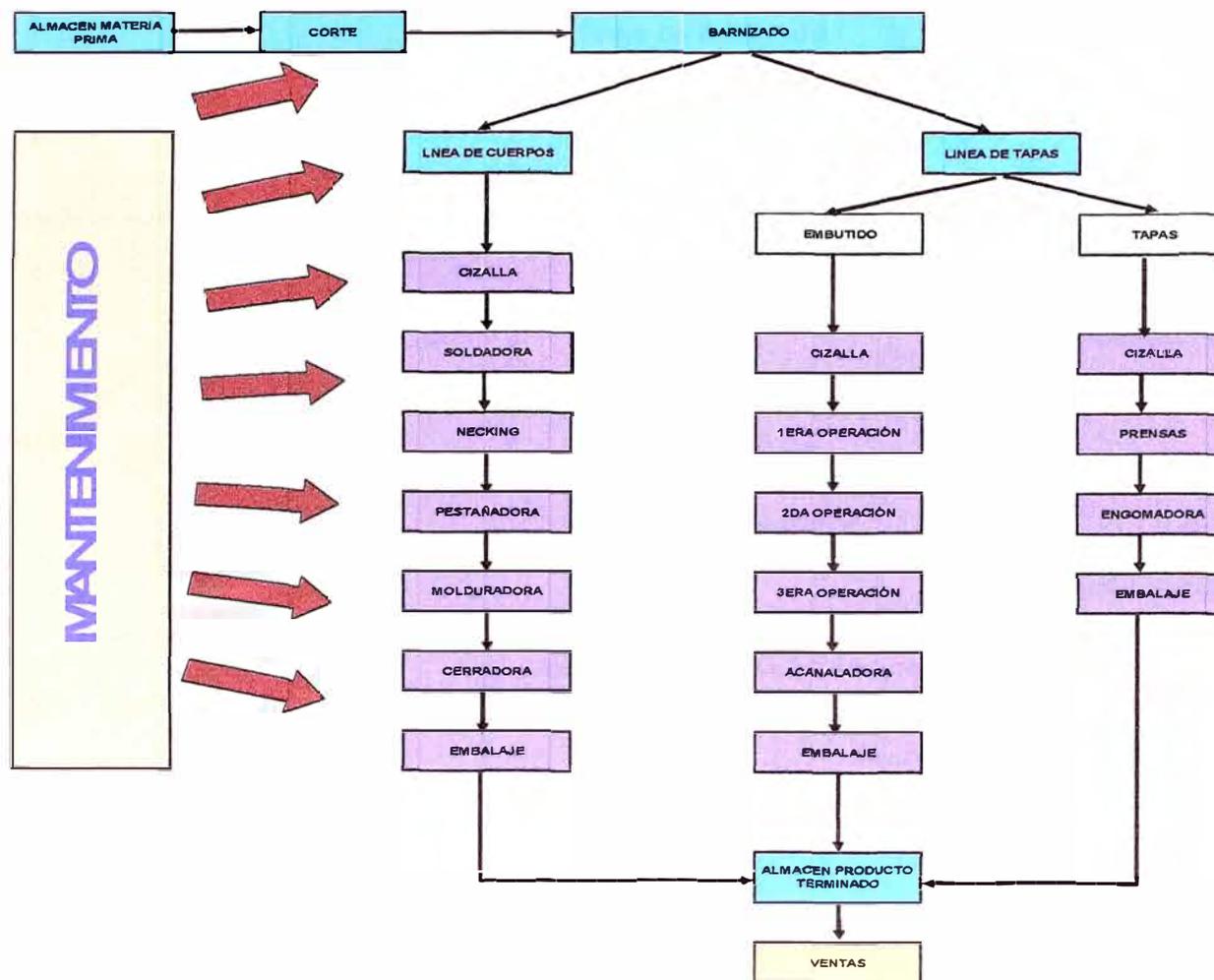
LINEA ELECTRICA N°2			AÑO
CODIGO	NOMBRE	DETALLE	
CIZ003L8	Cizalla Blema	Veb Blema AUE N° de Fabricación 50842 Peso Total 1.5t Clase de corriente/Frecuencia 3 /60Hz Tensión Nominal 220V Tensión de Mando 220V Sc Stred 0.63x1120 Potencia: 6 KW Intensidad nominal: 225A	1998
CHIL002L8	Equipo Sist. Refrigeración	Dunham Bush N°Serie: 800900051 Compressor Motor 75HF Volt 460 Ref. R-22 Charge 15 Volt 460 3 PH 60 Hz	1990
BA002L8	Bomba de agua del Equipo Sist. Refrigeración	Hidrostal S/Especificación	2006
SOL001	Soldadora Soudronic	TYPE : FBB420 KM : 11764 460 VOLT 60 PER	1995
APB001	Aplicador de Barniz	S/Especificación	2006
HOR002L8	Horno	Marca: Frei Ag Tipo: PCA/G Año: 1990 Potencia: 25 KW	2001
NEK001	Necking	RI.CO.ME	2001
PES004	Pestañadora	Marca: Continental Tipo: 626-SF-L Spin Flanger Serie: 48 Año: 1973 Capacidad: DIA 207.5 - 303 Altura: 306-700	2001

APENDICE B

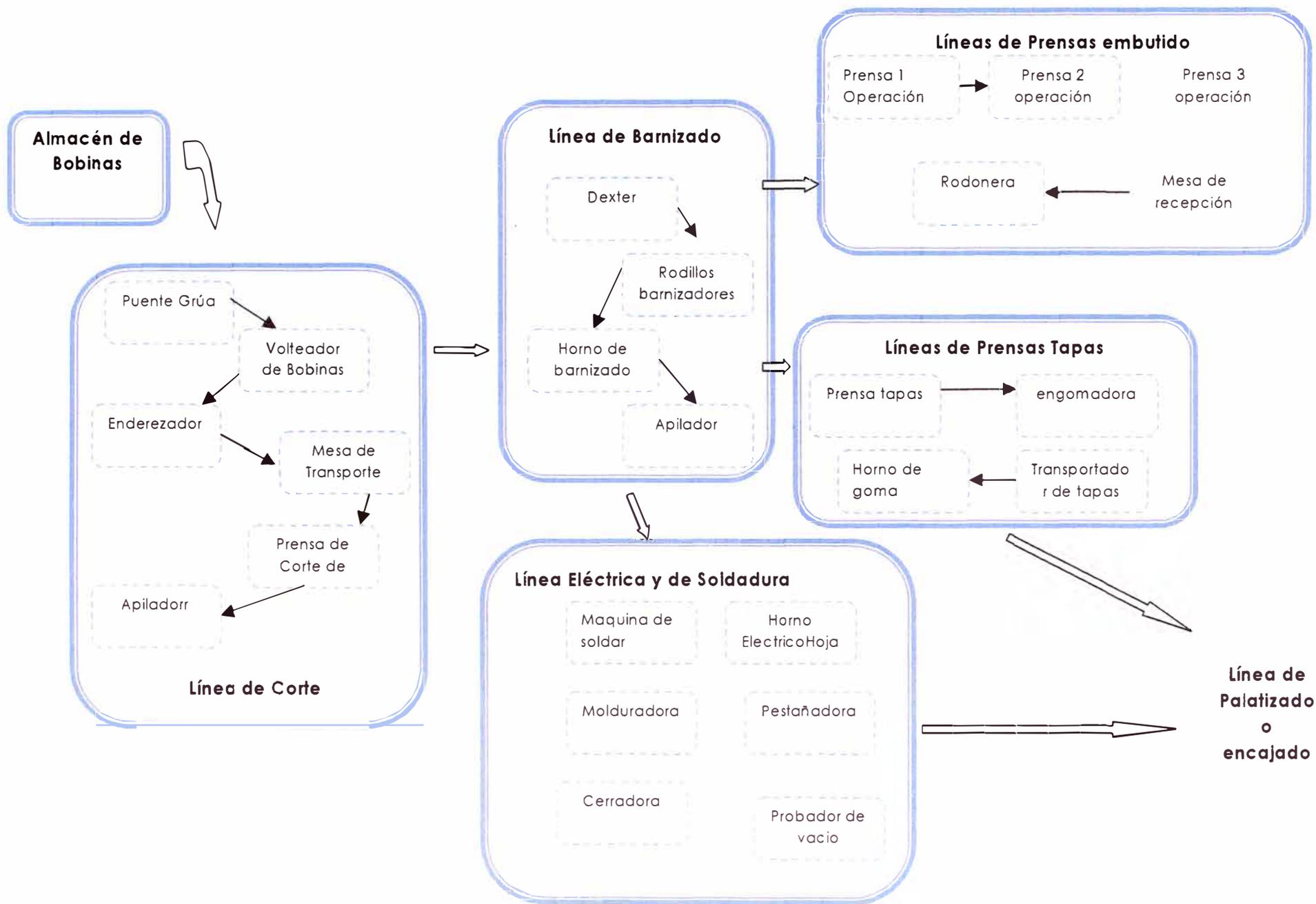
Listado de Maquinarias

LINEA ELECTRICA N°2			AÑO
MOL004L8	Molduradora	Marca: CAMPBELL CONTAINER COMPANY Type 560-RPB Machine Name: Rotar Y- Beader NªSerie: CE-51 Assel Nª 50511 Date Built 5-4-72 Machine Capacity Can Diam 202min 404max Can Height 200min 700max	1998
CER004L8	Cerradora Angelu	Modelo 60L Seamer Nª Serie 84091172	1999
BAS001	Basco	Via Borognone 9-10090	2007
ELE001L8	Elevador Nª1	S/ Especificación	2007
ELE002L8	Elevador Nª2	S/ Especificación	2007
ELE003L8	Elevador Nª3	S/ Especificación	2007
ELE004L8	Elevador Nª4	S/ Especificación	2007
ELE005L8	Elevador Nª5	S/ Especificación	2007
THN001L8	Transportador de Hilo Nivel Nª1	S/ Especificación	2007
THN002L8	Transportador de Hilo Nivel Nª2	S/ Especificación	2007
THN003L8	Transportador de Hilo Nivel Nª3	S/ Especificación	2007
THN004L8	Transportador de Hilo Nivel Nª4	S/ Especificación	2007
THN005L8	Transportador de Hilo Nivel Nª4	S/ Especificación	2007
PAL002	PALETIZADOR	S/ Especificación	2007
	Stretch Film	S/ Especificación	2007

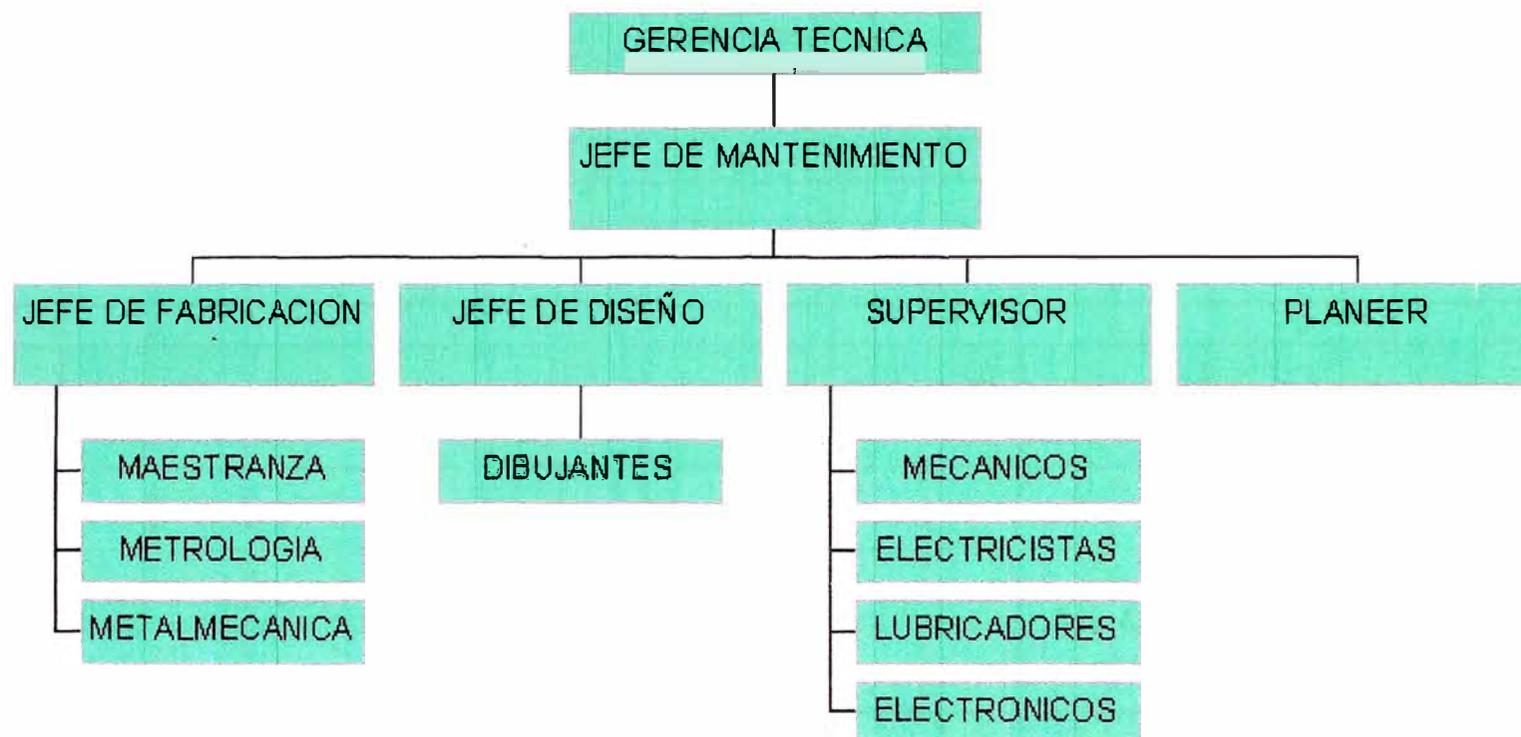
DIAGRAMA DE LOS PROCESOS



APENDICE D Flujo Productivo



APENDICE E Organigrama de Mantenimiento



APENDICE F Tabla de prioridades para evaluar equipos

LINEAS	EFECTO SOBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIOAMBIENTE	VALOR TECNICO ECONOMICO	LA FALLA AFECTA				PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)	FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA	DEPENDENCIA LOGISTICA	DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA	FACILIDAD DE REPARACION (MANTENIBILIDAD)	PUNTUACION FINAL
			a	b	c	d						
LINEA DE CORTE												
PUENTE GRUA	0	2	1	1	1	1	0	2	1	2	1	12
VOLTEADOR DE BOBINA	0	2	0	1	0	1	2	2	2	2	2	14
CARRITO TRANSPORTADOR	0	2	0	1	0	0	2	2	2	2	2	13
DESENOBINADOR	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	18
RODILLO TEMPLADOR	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
LINEA DE BARNIZADO 1												
HORNO LTG	2	3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	18
LINEA DE BARNIZADO 4												
IMPRESORA	0	1	1	1	0	0	2	2	1	2	1	11
BARNIZADORA	0	2	1	1	1	1	0	0	2	2	0	10
HORNO WAGNER	2	3	1	1	1	1	0	2	2	2	1	16
LINEA ELECTRICA 1												
SOLDADORA	0	3	1	1	1	0	2	2	2	2	1	15
HORNO DE CURADO	0	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	6
LINEA ELECTRICA 2												
EQUIPO CHILLER	0	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	6
LINEA ELECTRICA 4												
EQUIPO CHILLER	0	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	6
LINEA ELECTRICA 5												
EQUIPO CHILLER	0	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	6
LINEA 3 PRENSAS TAPA												
ENGOMADORA GRACE	0	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	8

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

APENDICE G

Formato de Orden de Trabajo para Mantenimiento

METAL

ORDEN DE TRABAJO

Descripción Mant. Preventivo Enero 2009

Nº de OT

Línea BARNIZADO

Tipo de Mantenimiento	
Preventivo	X
Correctivo	
Emergencia	
Inspección	
Otro	

Equipo MESA DE ENTRADA

Detalle de falla
MANTENIMIENTO PRVEENTIVO DEL MOTOR DE LA MESA DE TRANSPORTE

Fecha y hora de inicio	11/01/2009 13:45
Fecha y hora de término	11/01/2009 22:45
Asignado a	Técnico Mendoza
Frecuencia	
Tiempo estimado (horas)	6
Tiempo utilizado (horas)	12

Utilitarios	Cant.	Total
Materiales		0.00
Equipos		
Mano de Obra		
Servicios		

Nº	Descripción de la Tarea Realizada	Duración de la Tarea (hr)	Cantidad Personal	Materiales										Encontrado OK	Limpieza	Calibrado/Ajustado	Reparado	Cambiado	
				Código		Cant.		Cant.		Cant.		Cant.							
1	Desmontaje de motor	2	2																
2	Despiece de motor	3	2																
3	Rebobinado de motor	10	2											x					
4	Emsamble de motor	3	2																
5	Pruebas del rebobinado	2	2																
6	Instalacion y puesta en marcha	3	2																

 Jefe de mantenimiento

 Planificador de mantenimiento

 Jefe de línea

 Mecánico de línea