



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO, EN LA EMPRESA PLASTIGLAS DE
GUATEMALA**

Pedro Miguel Agreda Girón

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO, EN LA EMPRESA PLASTIGLAS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

PEDRO MIGUEL AGREDA GIRÓN

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Gurerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio Cesar Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Raúl Guillermo Izaguirre Noriega
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO, EN LA EMPRESA PLASTIGLAS DE GUATEMALA,**

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Mecánica, el 29 de mayo de 2007.



Pedro Miguel Agreda Girón

Guatemala, 29 de noviembre 2007

Ingeniero Fredy Mauricio Monroy Peralta
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle de haber revisado el trabajo de graduación titulado "**Implementación del programa de mantenimiento preventivo, en la empresa Plastiglas de Guatemala**" el cual fue presentado por el estudiante Pedro Miguel Agreda Girón y después de haberle realizado las correcciones pertinentes considero que cumple con los objetivos trazados.

Por lo tanto hago de su conocimiento que en mi opinión dicho trabajo reúne los requisitos para continuar con el proceso siguiente.

Atentamente



Ingeniero Victor Manuel Ruiz Hernández
Colegiado No. 4620
Asesor



El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, EN LA EMPRESA PLASTIGLAS DE GUATEMALA, del estudiante Pedro Miguel Agreda Girón, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, febrero de 2008.

/behdei



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria al Trabajo de Graduación titulado IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, EN LA EMPRESA PLASTIGLAS DE GUATEMALA, del estudiante **Pedro Miguel Agreda Girón**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
DIRECTOR



Guatemala, abril de 2008

/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, EN LA EMPRESA PLASTIGLAS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria, **Pedro Miguel Agreda Girón**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, abril de 2008

AGRADECIMIENTO A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Por ofrecerme las bases del conocimiento.

Empresa Plastiglas de Guatemala

Por permitir realizar el trabajo de graduación.

Ingeniero Victor Manuel Ruiz Hernández

Por obsequiarme el tiempo necesario para completar el trabajo de graduación.

Ingeniero José González

Por el apoyo brindado para seguir adelante.

Mis amigos y amigas

Por estar en el momento indicado brindando una amistad incondicional.

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por otorgarme la sabiduría y guiarme por el buen camino.
- MIS PADRES** **Cesar y Lourdes de Agreda**, por acogerme y proporcionarme su amor y cocimiento en todo momento.
- MIS HERMANOS** **Pablo y Diego**, por estar siempre listos en todo momento.
- MIS ABUELOS** Por todo su cariño.
- MIS TÍOS** Por ofrecerme una mano amiga.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1. MANTENIMIENTO

1.1	Desarrollo del mantenimiento.	2
1.2	Mantenimiento correctivo.	3
1.3	Mantenimiento correctivo programado.	4
1.4	Mantenimiento preventivo.	5
1.5	Maquinaria sopladora SIDEL.	7
1.6	Compresores.	9
1.7	Sistemas auxiliares.	11
	1.7.1 Chiller de enfriamiento de agua	13
	1.7.2 Secador de aire	16
	1.7.3 Torres de enfriamiento	18
	1.7.4 Transportadores de materia prima	22
	1.7.5 Silos de almacenamiento	26

2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

2.1	Organización	27
-----	--------------	----

2.1.1	Estructura organizacional	28
2.2	Componentes del área de mantenimiento	30
2.2.1	Coordinador del área de mantenimiento	32
2.2.2	Técnico de mantenimiento	34
2.3	Organigrama	36

3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1	Generalidades	37
3.1.1	Plan de carga de trabajo	38
3.2	Área de mantenimiento preventivo	38
3.3	Área de mantenimiento correctivo	44
3.4	Disposición en la documentación	46
3.5	Cadena de proceso en la documentación	48
3.5.1	Listado de verificación diario en maquinas	50

4 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1	Plan de aplicación a corto plazo.	53
4.1.1	Planes de acción	55
4.1.2	Medición y análisis	57
4.2	Indicadores de procesos.	58
4.3	Datos recolectados.	60
4.4	Ventajas y dificultades al desarrollo del programa de mantenimiento.	61
4.5	Mejoras continuas	63

5 MONTAJE DE SILO PARA ALMACENAMIENTO DE ENVASES.

5.1	Bases para el montaje de equipos	65
5.2	Que es un silo y sus elementos	68
5.3	Especificaciones técnicas	69

5.4	Diseño	72
5.5	Adición al plan de mantenimiento preventivo.	75
CONCLUSIONES		81
RECOMENDACIONES		83
BIBLIOGRAFÍA		85
ANEXOS		87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Sopladora _____	7
2. Proceso de soplado _____	8
3. Compresor _____	11
4. Ciclo de evaporadores de expansión seca _____	16
5. Intercambiador de calor (secador de aire) _____	18
6. Torre de enfriamiento _____	22
7. Transportador de silos _____	25
8. Diseño del silo _____	72
9. Suelo soporte _____	73
10. Bases de par de soporte _____	73
11. Parales de soporte de estructura en el silo _____	74
12. Laminas de cuerpo del silo _____	74

TABLAS

I. Valores según la etapa del compresor _____	10
II. Listado de cantidad de actividades por frecuencia de maquinas _____	41
III. Resumen de actividades por frecuencia _____	41
IV. Disposición por fechas de las actividades a realizar _____	42
V. Descripción de actividades en silo _____	77
VI. Asignación de códigos a las actividades _____	78
VII. Validación de Actividades _____	78
VIII. Asignación de las actividades por fechas _____	80
IX. Listado de actividades _____	87

X.	Listado para validación_____	88
XI.	Listado de actividades para realizar _____	89
XII.	Cuadro gráfico de cantidad de actividades _____	90
XIII.	Cuadro gráfico de actividades por fecha _____	90
XIV.	Registro de actividades realizadas mantenimiento preventivo_____	91
XV.	Registro de actividades realizadas mantenimiento correctivo _____	92
XVI.	Reporte de daños_____	93
XVII.	Formato de actividades a realizar por fecha_____	94
XVIII.	Orden de trabajo_____	95
XIX.	Hoja de validación cantidades de actividades _____	96
XX.	<i>Check list</i> sopladora _____	97
XXI.	<i>Check list</i> chiller de enfriamiento _____	98
XXII.	<i>Check list</i> secadores de aire _____	99
XXIII.	<i>Check list</i> de compresores de aire _____	100
XXIV.	<i>Check list</i> de torres de enfriamiento _____	101
XXV.	Cronograma de mantenimiento _____	102
XXVI.	Tabla indicadora de mantenimiento por fecha _____	103
XXVII.	Seguimiento de los mantenimientos preventivos programados _____	103
XXVIII.	Comparación del cumplimiento del programa de mantenimiento contra la productividad semanal _____	104
XXIX.	Seguimiento de la ejecución de los mantenimientos correctivos programados semanal _____	104
XXX.	Comparativo de la eficiencia mecánica contra la productividad semanal _____	105
XXXI.	Comparativo entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo no programado _____	105
XXXII.	Comparación entre los mantenimientos realizados versus las fallas mecánicas mensuales _____	106

GLOSARIO

- Adsorber:** Depósito de sustancias sobre la superficie de cuerpos sólidos.
- Bar:** Se denomina bar a una unidad de presión equivalente a un millón de barias. Su símbolo es "bar". La palabra bar tiene su origen en báros, que en griego significa peso. 1 bar = 1.000.000 barias.
- Calor latente de evaporación:** Es el efecto de enfriamiento primario producido por el aire que sopla sobre la superficie mojada a través de hojas o láminas de agua que va cayendo.
- El caudal teórico:** Es igual al producto de cilindrada por la velocidad de rotación. El caudal efectivo o real depende de la construcción del compresor y de la presión.
- Concatenar:** Figura que consiste en repetir la última palabra de una frase al principio de la siguiente, quedando así encadenado el período.
- DIN:** DIN es el acrónimo de Deutsches Institut für Normung ("Instituto Alemán de Normalización", en idioma alemán). el 22 de Diciembre de 1917, cuando los ingenieros alemanes Naubaus y Hellmich, constituyen el primer organismo dedicado a la normalización: NADI - Normen-Ausschuss der Deutschen Industrie - Comité de Normalización de la Industria Alemana. Este organismo comenzó a emitir normas bajo las siglas: DIN que significaban Deustcher Industrie Normen (Normas de la Industria









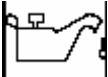


Alemana). En 1926 el NADI cambio su denominación por: DNA - Deutsches Normen-Ausschuss - Comité de Normas Alemanas que si bien siguió emitiendo normas bajo las siglas DIN, estas pasaron a significar "Das Ist Norm" - Esto es norma. Y más recientemente, en 1975, cambio su denominación por: DIN - Deutsches Institut für Normung - Instituto Alemán de Normalización. El DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (su marca empresarial es DIN), con sede en Berlín es el organismo nacional de normalización de Alemania. Elabora, en cooperación con el comercio, la industria, la ciencia, los consumidores e instituciones públicas, estándares técnicos (normas) para la racionalización y el aseguramiento de la calidad. El DIN representa los intereses alemanes en las organizaciones internacionales de normalización (ISO, CEI, etc.).

- Ficha de Intervención:** Es el conjunto de elementos que proceden a describir situaciones o actitudes del proceso mediante el cual se realizan actividades detallando paso a paso los elementos de la estructura en sí.
- Fundación o Cimentación:** Aquellas partes de una obra situada debajo del arranque o base de los muros, pilastras o columnas, incluyendo también la superficie del terreno que les sirve de asiento.
- Ilmenita (FeTiO₃):** Es un mineral débilmente magnético, de color negro o gris, que se encuentra en las rocas metamórficas y en las rocas básicas eruptivas (gabro, diabasa, piroxenita), o en placeres.

- Kilo Pascales :** Unidad de presión del aire en términos métricos 6.89 kPa equivalen a 1 PSI.
- Limonita:** Es el nombre dado a ciertos minerales de hierro provenientes de alteración nutrida de los vegetales en aguas ferroginosas. Pueden considerarse como un hidrato de hierro son amorfos y de color pardo oscuro.
- Molde:** Elemento en donde la preforma de plástico es soplada y se le da su forma natural creando por medio de intercambio de temperatura una pared rígida al momento que es soplada la preforma caliente.
- PET:** Materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático. Su denominación técnica es Polietilén Tereftalato o Politereftalato de etileno. Empezó a ser utilizado como materia prima en fibras para la industria textil y la producción de films.
- Preforma:** La Técnica de Inyección – Soplado se realiza el envase partiendo de dos procesos. Un preenvase (denominado preforma) que consiste en una especie de “tubo de ensayo” realizado por inyección y el soplado posterior del mismo. Esta preforma una vez fabricada es enfriada y posteriormente se calienta ligeramente. Una vez caliente, una cánula estira esa preforma hasta el fondo del molde, sometándose posteriormente a una alta presión de aire cercana a los 40 kg/cm² en su interior, la cual realiza un estirado de la misma adaptándose a las paredes del molde.

- Purga:** Es el desperdicio continuo o intermitente de pequeñas cantidades del agua circulante para evitar una concentración de sustancias químicas.
- Refrigerante de Reposición:** Es el agua requerida para reemplazar la que se pierde por evaporación, arrastre, purga las pequeñas fugas.
- Turnela:** Elemento de la maquinaria sopladora que se utiliza para transportar la preforma a través del horno de preformas.

LISTA DE SÍMBOLOS

	Atención
	Peligro alta tensión
	Peligro Alta Presión
	Peligro Alta temperatura
	Limpieza y orden del área de trabajo
	Intervención mecánica
	Medición y marcaje
	Intervención al computador de la maquinaria
	Lubricación del sistema
	No tocar equipo sensible
	Información de ayuda en el equipo

RESUMEN

En el desarrollo de las actividades cotidianas en una empresa se le debe mantener un constante y riguroso control de los procesos, por los cuales se rige la operación y consecuentemente el desempeño de la máquina. La preocupación más grande en la entrega de un producto terminado radica en el buen funcionamiento de las máquinas y la buena operación del sistema.

En la primera parte del trabajo de graduación se expone los distintos elementos del mantenimiento aplicados en las empresas haciendo noción a la importancia dada a través del tiempo, dependiendo de las distintas aplicaciones se han realizado investigaciones enfocadas a la mejora y creando nuevos métodos de mantenimiento, algunos requieren de implementos con precios altos en el mercado pero que simplifican la detección de fallas y otros que al haber una falla determinan la causa y la atacan desde la raíz, todo esto se enfoca al progreso de las máquinas.

El primer capítulo en síntesis muestra una breve descripción del funcionamiento básico de los equipos que son necesarios para la producción de envases plásticos para aguas carbonatadas, estos mismos pueden ser utilizados de distintas configuraciones en el sistema obteniendo un mejor desempeño del sistema, pero no todos los equipos pueden instalarse de manera adecuada ya sea por la distribución de la maquinaria principal o simplemente los recursos monetarios y de espacio no lo permiten.

Al establecer procedimientos en la realización de trabajos, es necesaria la introducción de normativas a seguir y poder mantener un control de flujos en forma adecuada. El segundo capítulo trata de la estipulación de una organización, sometida a lineamientos en este caso se delimita al campo de mantenimiento.

La estructura comienza desde la cabeza, siendo esta la gerencia que esta determinada a informar a las cooperativas; siendo una manera de centrar la información y poder dirigir la empresa por un buen camino, la línea de mando pasa por el Coordinador de mantenimiento que dispone de herramientas para alcanzar metas propuestas en los proyectos de mejora y control de maquinaria a cada uno se le estipula un lineamiento a seguir.

El desarrollo de trabajo de graduación se encuentra en el tercer capítulo, este se muestra una manera en la que un programa simple de computación puede ser empleado para el control de las actividades del mantenimiento, de manera que un programador digital logre introducir las actividades y tiempos en una herramienta diseñada que deba mantener un control periódico para su aplicación y mejora de los sistemas aplicados.

La herramienta desarrollada en Microsoft Excel es un elemento que facilita el control de las actividades realizadas y puede llevar el conjunto de elementos; el desarrollo de una herramienta y los datos de los resultados son mostrados al personal y al área administrativa que determinaran que elementos hace falta por agregar.

Para el desarrollo del último capítulo se tomó en cuenta la instalación de un silo de almacenamiento para envases plásticos, en donde se muestran los elementos básicos para la instalación y lo procedimientos que se siguieron en el mismo, para poder agregarlo a la herramienta de mantenimiento.

OBJETIVOS

GENERAL:

Realizar un estudio del programa de Mantenimiento Preventivo, en la empresa Plastiglas S.A.

ESPECÍFICOS:

1. Conocer los distintos tipos de mantenimiento proporcionados a la maquinaria.
2. Comparar las ventajas y dificultades que se pueden presentar al implementar un sistema de Mantenimiento Preventivo.
3. Alimentar del sistema de Mantenimiento para su mejora continua.

METODOLOGÍA

1. Se realizarán visitas periódicas al lugar donde se encuentra el equipo para obtener los datos necesarios, y así cumplir con los objetivos del presente trabajo.
2. Entrevistas a profesionales con experiencia en el área y al propio asesor para evaluar la calidad del trabajo en cuestión.
3. Consultas bibliográficas para obtener la información teórica necesaria.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la historia de la industria se ha determinado que en buena parte, la razón de los paros son ocasionados por la avería o malfuncionamiento de los equipos, afectando tanto la productividad y los costos de manufactura como el producto a realizar. Debido a esto se ha visto la necesidad de implementar planes de mantenimientos de acorde a la maquinaria y sus elementos que la afectan.

El mantenimiento correctivo es aplicado a la mayoría de máquinas al no tener un plan adecuado de prevención dedicado a la mejora del proceso; para su efecto el Mantenimiento Preventivo posee grandes ventajas para la detección de posibles problemas que puedan afectar la máquina y sus componentes auxiliares por medio de: la revisión periódica del estado de las máquinas, actividades a mejorar sistemas, control de las actividades realizadas. El programa de mantenimiento Preventivo viene a formular mejoras, no solo para el equipo sino que también al personal que operan las máquinas, por medio de un programa integral de datos consecuente de la retroalimentación de información.

El contenido del trabajo de graduación a continuación consistirá en el estudio de implementación del programa de mejora en el área de mantenimiento aplicado al Mantenimiento Preventivo, a través del programa Microsoft Office Excel y su seguimiento por un tiempo determinado, en la empresa Plastiglas de Guatemala 43 calle 1-20 z. 12 Col. Monte Maria 1, para determinar su efectividad con respecto al sistema de mantenimiento correctivo.

1. MANTENIMIENTO

El mantenimiento es todo proceso mediante el cual se propone darle seguimiento a un mecanismo, operación o actividad, procurando mantener un régimen de trabajo adecuado para que su funcionamiento sea satisfactorio y mantenerlo de la manera a como fue diseñado el proceso.

El mantenimiento no es una función “miscelánea”, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

El mantenimiento representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario a quien esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

Todo mantenimiento se ve afectado por indicadores de malfuncionamiento de la máquina, el tipo de acción a tomar, cuándo se debe tomar dicha acción, y en consecuencia tratar de identificar las causas que provocan dichos defectos.

El mantenimiento se lleva a cabo, tanto por parte de planeadores de mantenimiento, los técnicos de mantenimiento, los operarios de las máquinas y eventualmente por personal especializado en las áreas afectadas.

1.1 Desarrollo del mantenimiento.

A finales del siglo XVIII y comienzo del siglo XIX durante la revolución industrial, con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación, el inicio de los conceptos de competitividad de costos, planteo en las grandes empresas, las primeras preocupaciones hacia las fallas o paro que se producían en la producción. Hacia los años 20 ya aparecen las primeras estadísticas sobre tasas de falla en motores y equipos de aviación.

Tradicionalmente, en los procesos de comercialización de bienes y servicios, y con el objetivo de satisfacer al cliente, las empresas se han visto en la obligación de ofrecer garantías, es decir, de comprometerse con el cliente por un período determinado a reparar o sustituir de manera total o parcial los productos que presenten defectos operacionales o de construcción.

Al construir una máquina se prevé que tenga un tiempo de vida útil de funcionamiento, en el cual no causará complicaciones ajenas al funcionamiento de la máquina en el proceso al cual esta prestando servicio, y el mantener un régimen adecuado a su funcionamiento por la verificación de rutina del sistema de esta manera la empresa que proporciona la maquinaria esté comprometida a realizar mantenimientos adecuados a los sistemas operativos de las mismas.

En la historia ha dependido de las experiencias para desarrollar los distintos mantenimientos proporcionando más y mejores herramientas en la pronta detección de elementos que pueden causar daños a las máquinas motrices y los procesos a los que están amarrados estas máquinas motrices.

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución. En el caso del mantenimiento, su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

1.2 Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo está determinado por las formas en las cuales una máquina causa problemas; constatado a realizarse cuando los elementos tanto mecánicos como eléctricos comiencen a trabajar inadecuadamente o que el mismo prolongue un defecto a otros elementos mecánicos, el elemento correctivo esta arraigado al cambio del elemento o mejoramiento del mismo para una pronta solución del sistema operativo.

Cada elemento de máquina puede causar problemas, ya sea por causa de sus elementos principales de construcción o por el hecho de fractura por elementos externos, daños, vibraciones, sobrecalentamiento, atoramiento de elementos de producción a los mecanismos, mal operación del personal, sobre carga debido a la alta producción, malos ajustes.

El aprovechamiento de las herramientas de control no siempre están disponibles para ayudar a mitigar los problemas, esto puede ser causa de futuros daños. Cuando se tratan de emplear métodos que son imprácticos o muy caros para la empresa.

1.3 Mantenimiento correctivo programado.

Un mantenimiento correctivo programado es aquel en donde el personal de mantenimiento es advertido mediante reportes de daños entregados por los operarios de las máquinas, mecánicos, o algún otro personal en la máquina o elementos aledaños a la misma (*como equipos auxiliares o infraestructura*) y tengan un problema que repercute pero que no causen daño mayor a la producción otorgando un tiempo prudencial para solicitar repuestos a proveedores nacionales o internacionales y poder programar la intervención de los equipos afectados atacando el problema, ya sea con el cambio de piezas o con un simple ajuste en los procesos; procediendo con la producción.

El mantenimiento correctivo programado es una base del mantenimiento preventivo debido a la recurrencia de fallas y por tanto poder agregarlas como parte del programa de mantenimiento preventivo según sea el caso y si es práctico y aplicable a estipular una frecuencia de cambios de piezas o que el elemento sufra modificaciones del diseño original. La constante modificación del plan de mantenimiento para su adecuación siempre resulta una mejora constante.

Clasificación de las fallas

Se puede clasificar las fallas en fallas tempranas, fallas adultas y fallas tardías clasificándolas de la siguiente manera.

1. *Fallas Tempranas*: Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje de piezas y moldes.

2. *Fallas adultas*: Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).
3. *Fallas tardías*: Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento del aislamiento de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.)

El mantenimiento correctivo programado es aplicado en estos tipos de fallas debido a que cada una se nos presenta ya sea recurrentemente, o por simple observación, a esto se debe reportar para que se pueda completar la operación ya estipulada.

1.4 Mantenimiento preventivo.

Al construir una máquina se tiene contemplado que todo elemento motriz necesitará ajustes, lubricaciones, limpieza de filtros, cambio de piezas, todo esto conforme a estipulaciones del fabricante, como el tiempo de uso de las piezas, el desempeño de su diseño y normas internacionales de la vida útil de cada elemento.

El fabricante genera una lista de acuerdo al tiempo de vida útil de los elementos existentes en las máquinas y por ende determinan funcionamiento y problemas que pueden causar en la producción, a esto hay que sumarle los distintos factores del país donde será instalada la máquina que puedan afectar directa o indirectamente (*entiéndase factores como: clima, presión atmosférica, área circundante, la exigencia de producción, sistema legal*) esto se debe tomar en consideración para crear el listado evitando los imprevistos y sean reducidos al mínimo.

La utilización del programa Microsoft Office Excel se emplea como una herramienta de ayuda en donde se puede programar un registro de datos tanto para determinar los procesos a realizar como para la captación de resultados al aplicar planes de mantenimiento preventivo.

La hoja de cálculo Excel de Microsoft es una aplicación integrada en el entorno Windows cuya finalidad es la realización de cálculos sobre datos introducidos en la misma, así como la representación de estos valores de forma gráfica. A estas capacidades se suma la posibilidad de utilizarla como base de datos.

Excel trabaja con hojas de cálculo que están integradas en libros de trabajo. Un libro de trabajo es un conjunto de hojas de cálculo y otros elementos como gráficos, hojas de macros, etc. El libro de trabajo contiene 16 hojas de cálculo que se pueden eliminar, insertar, mover, copiar, cambiar de nombre, de diversas maneras.

Cada una de las hojas de cálculo Excel es una cuadrícula rectangular que tiene 16.384 filas y 256 columnas. Las filas están numeradas desde el uno y las columnas están rotuladas de izquierda a derecha de la A a la Z, y con combinaciones de letras a continuación. La ventana muestra sólo una parte de la hoja de cálculo. La unidad básica de la hoja de cálculo es una celda. Las celdas se identifican con su encabezamiento de columna y su número de fila. La hoja de cálculo se completa introduciendo texto, números y fórmulas en las celdas.

1.5 Maquinaria sopladora SIDEL.

Las sopladoras SIDEL son elementos de producción para soplado de preformas plásticas PET; el proceso mediante el cual se obtiene envases plásticos es relativamente simple.

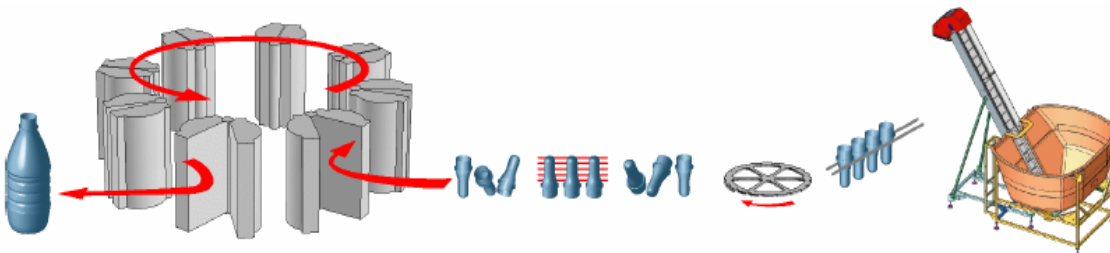
Figura 1. Sopladora de envases plásticos



Primeramente, la materia prima o preforma plástica es empacada y transportada desde el distribuidor hacia el lugar de utilización esta pasa desde el contenedor al área de atemperamiento en donde es introducida a una tolva de almacenaje, del cual se elevan las preformas por un entrelazado de bandas transportadoras hacia la máquina sopladora; un elevador de preformas las transporta desde el contenedor a un acomodador de preformas de rodillos deslizantes que por medio de giros axiales acomodan la preforma logrando que todas las preformas sean colocadas en una misma dirección obteniendo

una reducción de trabajo en clasificar y ordenarlas en caso contrario causaría un paro de la máquina.

Figura 2. Proceso de soplado



Las preformas al entrar a la máquina son colocadas por mesas transmisoras a un mecanismo hacia el vestido en donde el rodillo baja por la leva de vestido. El muelle de la turnela se afloja, la nariz de turnela, colocada en el extremo del árbol de turnela, penetra entonces rápidamente en el cuello de la preforma. La preforma es entonces sostenida por la turnela y dirigida hacia el horno de calentamiento cuyo funcionamiento es a base de lámparas con resistencias eléctricas por medio de las cuales se logra calor y que la preforma sea más maleable para el proceso requerido; al salir del horno las preformas son sujetadas por pinzas de agarre, estas colocan las preformas en los moldes de soplado donde comienza el cambio del proceso pasando de ser solo preformas a ser botellas formadas, el cambio se da cuando una barrila de estirado elonga la preforma hasta el tamaño de presentación requerida, pasa a ser soplada con alta presión de aire, la preforma ya estirada se enfría por el molde para que de esta manera tome la forma adecuada en la presentación requerida, los envases son extraídos del molde por pinzas de sujeción que depositan las preformas en la mesa rotatoria de salida aquí el producto terminado es conducido al transporte de producto terminado para su almacenamiento en silos de contención.

1.6 Compresores.

Dependiendo de las exigencias conforme a la presión al área de trabajo y al caudal requerido, se pueden emplear diversos tipos diseños. Se disponen 2 tipos elementales de compresores:

- a. Un tipo de compresor trabaja por el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, en el cual se reduce el volumen incrementando la presión. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo) de una, dos, tres, o más etapas.
- b. El segundo tipo actúa según el principio de la dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina).

El compresor de émbolo oscilante es el tipo de compresor más utilizado actualmente debido a que es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 1 .1 kilo Pascales (1 bar) a varios miles de kilo Pascales (bar).

El método por el cual se pueden obtener presiones elevadas de aire es determinado a disponer varias etapas compresoras. El aire introducido es sometido a una compresión por el émbolo primario, durante el trabajo de compresión se obtiene una cantidad de calor, que tiene que ser evacuada por el sistema refrigeración, el aire pasa a ser comprimido por el siguiente émbolo; el volumen en la segunda cámara de compresión, en conformidad, es más pequeño que en la primer etapa, y en consecuencia pasa lo mismo si se colocan más etapas. Los compresores de émbolo oscilante pueden refrigerarse por aire o por agua, y según las prescripciones de trabajo las etapas que se precisan son:

Tabla 1. Valores según la etapa del compresor.

Ordenamiento adecuado			
<i>valores</i>	<i>Presion</i>		<i>etapas</i>
hasta	400 kPa.	= 4 bar	1 etapa
hasta	1,500 kPa.	= 15 bar	2 etapas
mas de	1,500 kPa.	= 15 bar	3 etapas
Tambien se puede dar el ordenamiento con un costo mas alto			
<i>valores</i>	<i>Presion</i>		<i>etapas</i>
hasta	1,200 kPa.	= 12 bar	1 etapa
hasta	3,000 kPa.	= 30 bar	2 etapas
hasta	22,000 kPa.	= 220 bar	3 etapas

La elección del compresor por su caudal, es entendido por la cantidad de aire que suministra el compresor a esto se dan dos conceptos:

“El caudal teórico y El caudal efectivo o real”

En el compresor de émbolo oscilante, el caudal teórico es igual al producto de cilindrada por la velocidad de rotación, en donde el caudal efectivo depende de la construcción del compresor y de la presión. En este caso, el rendimiento volumétrico es muy importante.

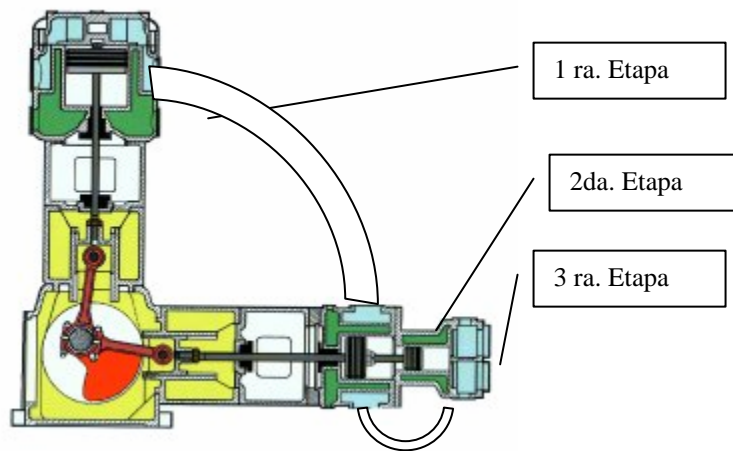
Se debe conocer el caudal efectivo del compresor, sólo éste es el que acciona y regula los equipos neumáticos, con los valores indicados según las normas representan valores efectivos (ej.: DIN 1945). El caudal se expresa en m³/min. ó m³/h.

Sin embargo, la mayoría de los fabricantes solamente indican el caudal teórico.

La utilización de compresores en la empresa Plastiglas S.A. de Guatemala, se esta determinando por la cantidad de flujo necesario y una presión constante a las sopladoras de preformas plásticas.

Se están empleando 3 compresores de aire de 3 etapas tipo AF 680 para obtener aire de 40 bar hacia las sopladoras los cuales suplen la mayor demanda de aire

Figura 3. Compresor de 3 etapas de compresión de aire.



1.7 Sistemas auxiliares.

Un sistema auxiliar tiene la función de proporcionar ayuda a la maquinaria principal de producción, los métodos que utiliza un equipo auxiliar varía según su especialización y métodos mediante los cuales proporcionar un servicio.

El equipo principal es diseñado para trabajar con rangos establecidos que mantienen la producción estable y adecuada a la demanda establecida.

En algunos equipos auxiliares se utilizan recursos adicionales para efectuar la tarea, como por ejemplo, los chiller de enfriamiento estos poseen como elemento

transmisor al agua para refrigerar a la máquina sopladora, ésta requiere tratamientos adecuados de esta manera no dañe al equipo auxiliar y aún más valioso a la máquina sopladora, en los secadores de aire se emplea como elemento a el aire pero en este caso el aire es el elemento transmisor de trabajo a la sopladora y este es producido por el compresor de aire, este a su vez utiliza un equipo auxiliar para reducir su temperatura como lo son las torres de enfriamiento que su propósito primordial es el de reducir por lo menos 10 °C la temperatura del agua que circula por los compresores.

Los agentes refrigerantes y portadores de calor reciben el nombre los cuerpos de trabajo, las sustancias mediante las cuales se efectúa el transporte de calor desde el cuerpo en refrigeración al medio ambiente.

Son muchas las sustancias que pueden ser utilizadas como refrigerantes, sólo un reducido número de estas tiene gran aplicación industrial. Las sustancias utilizadas por las máquinas frigoríficas deben responder a una serie de requisitos especiales que se dividen en cuatro grupos:

- Requisitos termodinámicos: Punto de ebullición; punto de condensación; capacidad frigorífica del refrigerante; Grado de compresión; exponente adiabático; Coeficiente Frigorífico; calor de vaporización.
- Requisitos Físico-Químicos; Disolubilidad en agua; acción sobre los lubricantes; disolubilidad en aceite; acción sobre los metales y otros materiales; inflamabilidad; volatilidad.
- Requisitos Fisiológicos: Grado de Toxicidad; Efecto sobre los alimentos.
- Requisitos Económicos.

1.7.1 Chiller de enfriamiento de agua

Las unidades Chiller están conformadas por dos elementos de transferencia de calor un evaporador y un condensador, además de los elementos clásicos del ciclo de refrigeración (compresor, válvula de expansión, filtros etc.) los Chiller son unidades que se encargan de enfriar agua para aplicaciones varias. Este proceso se realiza mediante la compresión de un gas refrigerante, el cual sale comprimido de la bomba o compresor a una temperatura de aproximadamente 80 grados, circula a través del compensador manteniendo la presión y bajando la temperatura a 40 grados aproximadamente luego pasa por la válvula de expansión donde el gas se expande produciendo su enfriamiento, el gas circula dentro de los tubos del evaporador donde se genera la transferencia con el agua enfriándola hasta una temperatura que puede oscilar entre 1 y 4 grados (acuerdo al control).

Los chillers pueden ser enfriadores de aire o agua. Los chillers para enfriar el agua, incorporan el uso de torres de enfriamiento las cuales mejoran la termodinámica de los chillers en comparación con los chillers para enfriar aire. El chiller de enfriamiento funciona con el principio del evaporador.

Algunas de las aplicaciones más comunes de los chillers en procesos son:

1. La industria plástica: Enfriador del plástico caliente que es inyectado, soplado, extruido o sellado.

El evaporador debe poseer requisitos como: el calor liberado por el cuerpo en refrigeración se transmite a través de la pared metálica del evaporador. La intensidad del intercambio calorífico, depende de:

1. La emisión de calor durante la ebullición del refrigerante.
2. La emisión calorífica del fluido en refrigeración en la pared metálica.

3. Aglomeración de sedimentaciones e incrustaciones en la superficie de intercambio calorífico.

El carácter de la emisión calorífica durante la ebullición del refrigerante depende, de tres factores.

- 1 El carácter de la formación de vapor. (*la intensidad de la ebullición para los regímenes de ebullición “burbuja y pelicular”*) La intensidad de la ebullición para cada régimen se determina por la diferencia de temperaturas entre la pared metálica y el refrigerante.
- 2 Las propiedades físicas del fluido (*coeficiente de conductividad térmica, peso específico, calor de vaporización*)
- 3 Las características constructivas del evaporador: (*se debe garantizar la expulsión de los vapores con la misma velocidad que se forman.*)

La dependencia del medio refrigerado los evaporadores suelen dividirse en:

1. Evaporadores para el enfriamiento de líquidos (salmuera o agua)
2. Evaporadores para el enfriamiento de aire o Secadores de Aire.

Según el método de circulación del aire, los evaporadores se dividen en:

1. Evaporadores de convección natural
2. Evaporadores de convección forzada

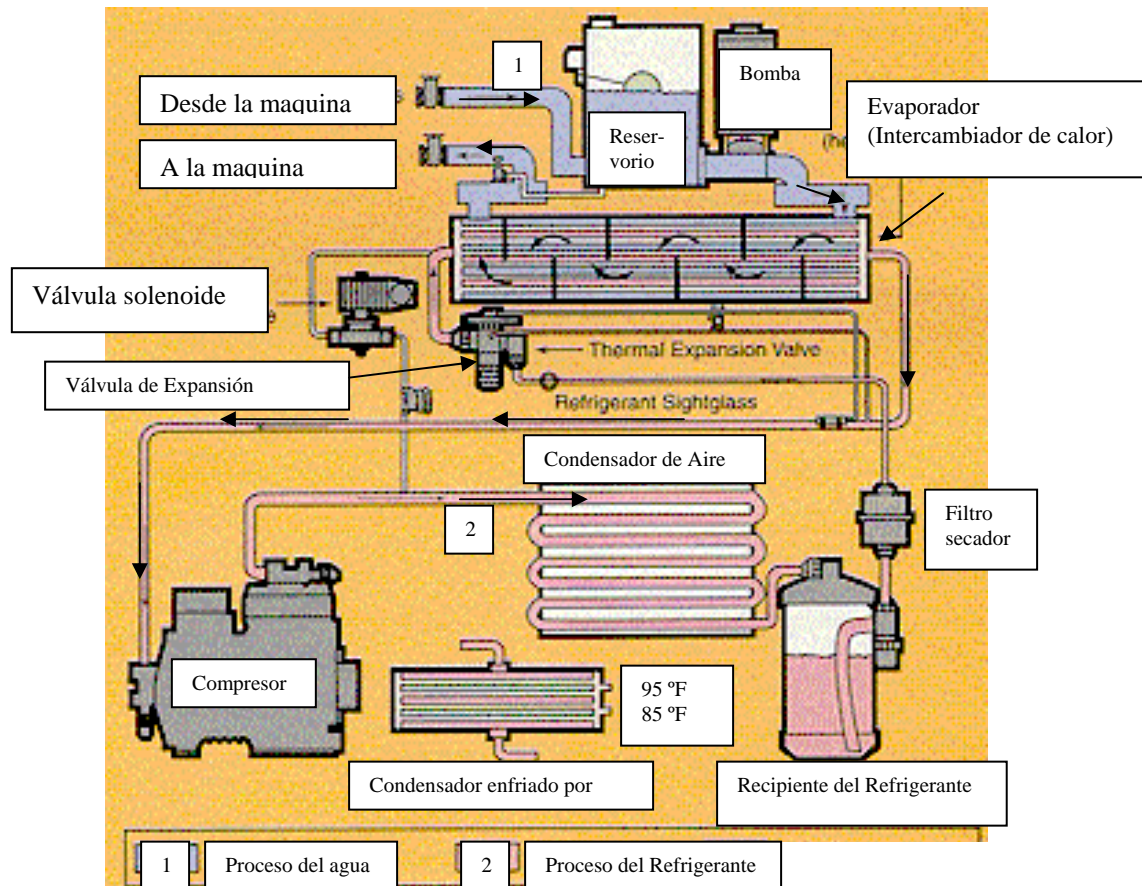
En nuestro caso se emplean los evaporadores del tipo inundado permanecen siempre llenos de refrigerante líquido, su nivel se mantiene constante con ayuda de una válvula de flotante u otro cualquiera.

El vapor generado durante la ebullición del refrigerante acumula en la parte superior del aparato, de ahí es extraído mediante la acción del compresor.

La ventaja del evaporador inundado es que la superficie interna del evaporador siempre se encuentra completamente en contacto con el líquido, condición que garantiza un ritmo elevado de transferencia de calor. Su desventaja más importante radica en que es, por lo general, un aparato voluminoso y requiere una carga de refrigerante relativamente elevada.

En los evaporadores de expansión seca el refrigerante líquido se suministra en pequeñas cantidades, regulado por un dispositivo de expansión que controla a su entrada al aparato a un ritmo tal que todo el líquido se vaporiza antes de llegar al extremo del serpentín de evaporador.

Figura 4. Ciclo de evaporadores de expansión seca.



1.7.2 Secadores de Aire

Secado por adsorción

Este principio se basa en un proceso físico. (Adsorber: Depósito de sustancias sobre la superficie de cuerpos sólidos.) El material de secado es granuloso con cantos vivos o en forma de perlas. Se compone de casi un 100% de dióxido de silicio. En general se le da el nombre de Gel.

La misión del gel consiste en adsorber el agua y el vapor de agua. El aire comprimido húmedo se hace pasar a través del lecho de gel, que fija la humedad. La capacidad adsorbente de un lecho de gel es naturalmente limitada. Si está saturado, se regenera de forma simple. A través del secador se sopla aire caliente, que absorbe la humedad del material de secado. El calor necesario para la regeneración puede aplicarse por medio de corriente eléctrica o también con aire comprimido caliente.

Disponiendo en paralelo dos secadores, se puede emplear uno para el secado del aire, mientras el otro se regenera (soplándolo con aire caliente).

Secado por enfriamiento

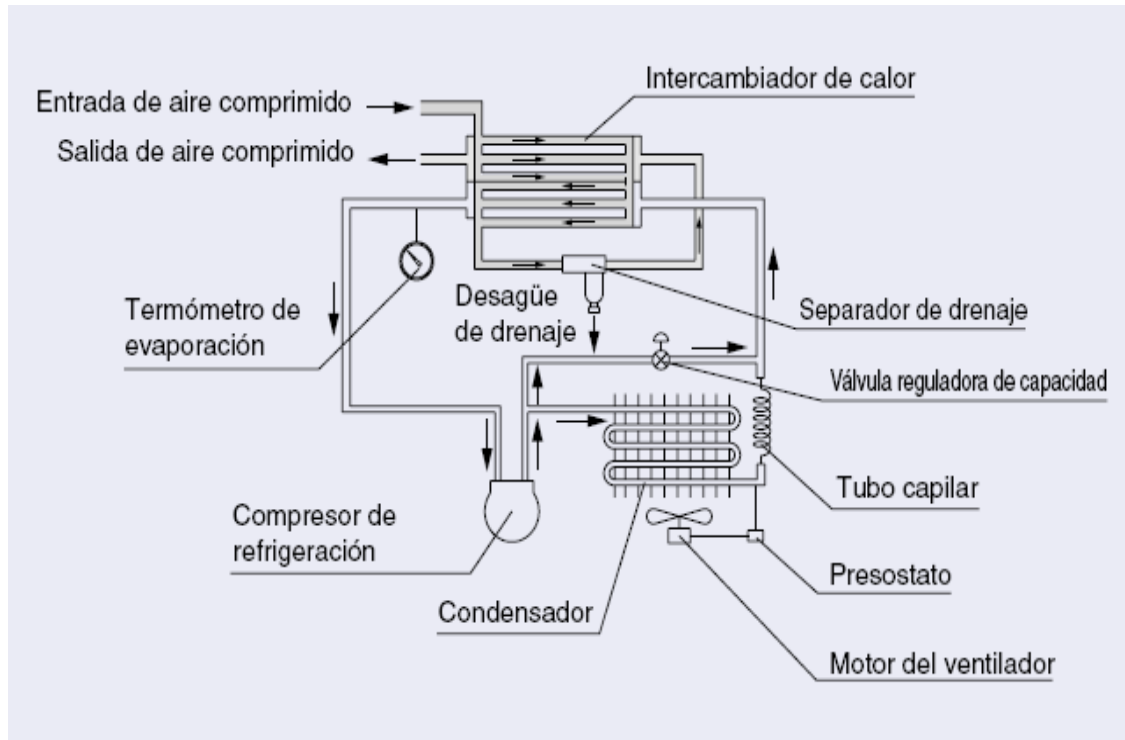
Los secadores de aire comprimido por enfriamiento se basan en el principio de una reducción de la temperatura del punto de rocío.

Se entiende por temperatura del punto de rocío aquella a la que hay que enfriar un gas, al objeto de que se condense el vapor de agua contenido. El aire comprimido a secar entra en el secador pasando primero por el llamado intercambiador de calor de aire-aire.

El aire caliente que entra en el secador se enfría mediante aire seco y frío proveniente del intercambiador de calor (vaporizador). El condensador de aceite y agua se evacua del intercambiador de calor, a través del separador.

Este aire preenfriado pasa por el grupo frigorífico (vaporizador) y se enfría más hasta una temperatura de unos 274,7 K (1,7 °C) En este proceso se elimina por segunda vez el agua y aceite condensados. Seguidamente, se puede hacer pasar el aire comprimido por un filtro fino, al objeto de eliminar nuevamente partículas de suciedad.

Figura 5. Intercambiador de calor para enfriamiento de aire comprimido.



1.7.3 Torres de enfriamiento de Agua

El principal objetivo de cualquier instalación frigorífica es extraer calor del cuerpo que se enfría y expulsarlo hacia el medio ambiente. Figura 6

El aire es el medio más accesible para el enfriamiento del condensador, pero como el coeficiente de intercambio calorífico por convección de la pared seca del condensador hacia el aire es muy pequeño, las dimensiones de los condensadores enfriados por aire son muy grandes, Por tal motivo las instalaciones frigoríficas grandes utilizan condensadores con enfriamiento por agua.

Tomando en cuenta las características de las fuentes para el abastecimiento de agua a las instalaciones frigoríficas se puede tener:

Sistema unidireccional o circuito abierto: Este sistema se basa en el abastecimiento de agua de una fuente natural como un río lago o mar, y se utiliza una vez para absorber calor del condensador para luego desecharlo, donde la temperatura del agua aumenta unos 10 °C al paso del aparato.

Sistema recirculatorio o circuito cerrado: El agua circula constantemente removiendo el calor varias veces al condensador. Al circular más de una vez se requiere que el agua para ser reutilizada sea enfriada y se realiza en contacto directo con el aire.

La utilización de un sistema u otro es la disponibilidad del agua y su calidad con las cantidades que se encuentra, y por consecuencia el costo varía.

En algunos casos, el agua natural puede traer una gran cantidad de sales disueltas, causando corrosión e incrustaciones en los aparatos. Siendo esto una limitante que puede provocar dificultades a la hora de mantenimiento en los equipos y tuberías distribuidoras.

En los enfriadores de circuito cerrado el agua tiene contacto directo con el aire atmosférico, y es el aire precisamente quien absorbe el calor que toma el agua durante la condensación del refrigerante.

La cantidad principal del calor que se libera en la torre de enfriamiento se disipa gracias a la evaporación de una parte del agua que circula a través del aparato.

El volumen de agua que se pierde por evaporación en las torres de enfriamiento es bastante pequeño, puesto que la variación de temperatura del agua ΔT que al evaporarse puede enfriar 1 kg de agua en unos 6°C , siendo:

El calor de vaporización del agua 600 kcal/kg a presiones entre 0.006 atm y 0.009 atm.

En la práctica la cantidad de agua que se debe reponer al sistema no pasa del 5% del peso total del agua en circulación, siendo principalmente pérdidas por fugas de agua.

La efectividad de una de una u otro tipo de torre depende de las posibilidades que tenga el aparato para la evaporación superficial del agua, ya que éste es el factor primordial para el enfriamiento.

La cantidad de agua que se evapora de la superficie libre del líquido durante un determinado tiempo se determina por magnitudes de 2 géneros, una depende de condiciones del medio ambiente.

El género que depende del medio ambiente, tal es el caso de la humedad absoluta del aire y el coeficiente de evaporación; el incremento de la humedad de la humedad absoluta del aire que es la fuerza motora de la transferencia de masa, depende fundamentalmente de la humedad que tenga el aire atmosférico; el coeficiente de evaporación está en función de la velocidad del aire, es por esto que las torres de enfriamiento de tiro natural se sitúan en lugares abiertos.

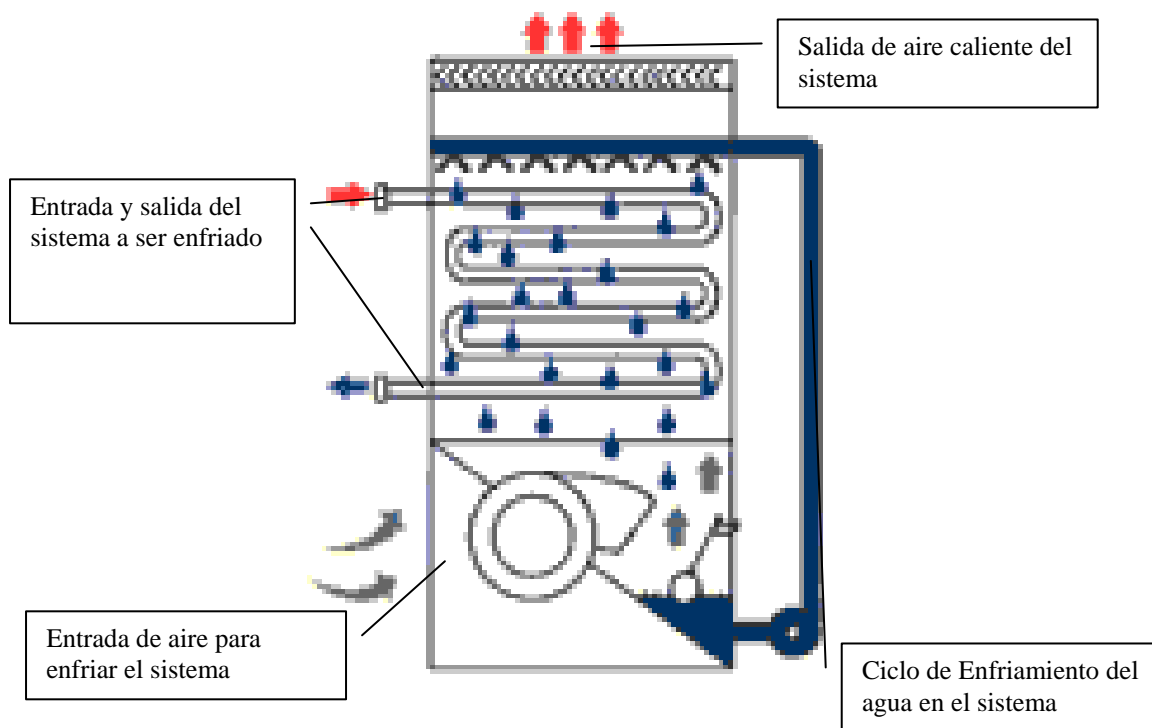
En el otro género las magnitudes que dependen de la construcción del aparato, la superficie de evaporación del agua, el tiempo de contacto del agua con el aire y la velocidad del aire; La superficie libre del agua es la que mantiene contacto directo con el aire y por eso el agua es dosificada en gotas, chorros y películas.

La intensidad de evaporación el tiempo es favorecida por el tiempo de contacto que tiene el agua con el aire.

La velocidad del aire que influye sobre los coeficientes de convección y de evaporación es un factor constructivo, siendo las torres de tiro natural son diseñadas de forma que la fuerza de ascensión natural garantice buena velocidad del aire. Debido a esto se puede crear un flujo de aire a velocidad constante.

Este es un diagrama de cómo funciona una torre de enfriamiento: el agua empleada para enfriar los equipos como los compresores entra por la tubería roja, pasando por todo el entramado de tuberías que son enfriadas por transmitir el calor por radiación al fluir agua desde los rociadores de agua impulsada con una bomba de agua desde la parte inferior de la torre de enfriamiento en la parte superior y el aire introducido desde la parte inferior introducido por turbinas de aire de esta manera se tiene dos tipos de intercambios de calor para reducir la temperatura del la tubería .

Figura 6. Torre de enfriamiento



1.7.4 Transportadores de Materia Prima

Sirven para transportar el producto a diferentes partes de la planta en forma cómoda, limpia, económica y rápida.

Las fajas transportadoras son reforzadas y revestidas con caucho, para aguantar tensiones y resistir al fuerte desgaste superficial debido al rozamiento con los diferentes tipos de botella soplada, hay algunas fajas que poseen una vena de caucho cuya función es la de mantener la faja centrada evitando desplazamientos innecesarios a los laterales del transportador.

Componentes de las fajas transportadoras

1. Las fajas (paletas de fajas si es empleada para elevar de un nivel a otro el producto) y sus respectivas grampas.
2. Los Cilindros, que tienen la misión de sostener a la faja en sus extremos, tenemos 2 tipos:
 - a) Cilindro motriz o de cabeza, que lleva acoplado el motor que la mueve
 - b) Cilindro tensora, es similar a la cabeza, no lleva motor, generalmente es la parte que recibe el producto soplado.

Las pendientes de las inclinadas se mantiene por debajo de ciertos valores críticos, para que así el envase soplado se transporte sin resbalar adicionándole paletas con cierta separación para que los envases puedan se elevados de una altura inferior a una superior. Los ángulos de inclinación en nuestro caso oscilan entre 45°

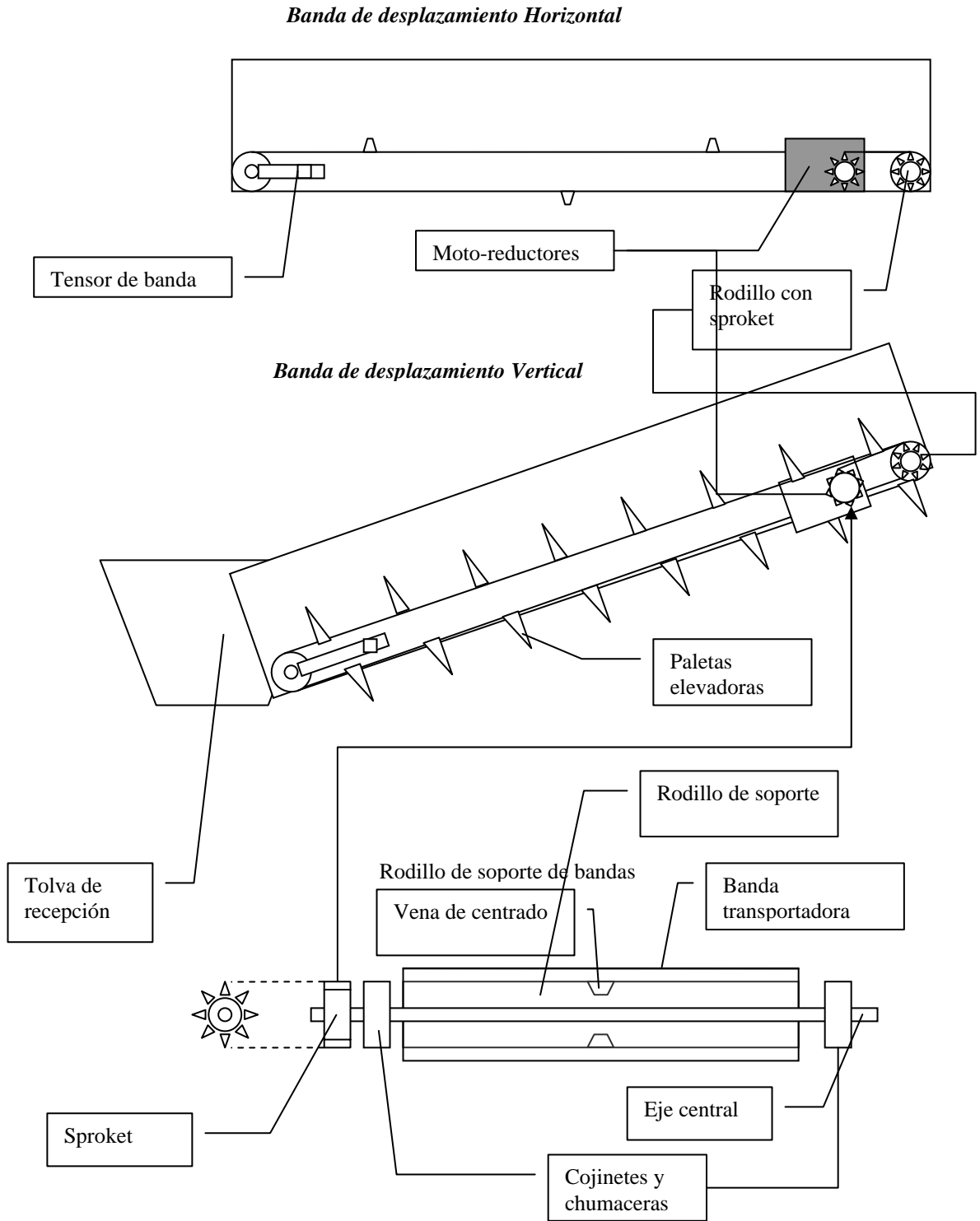
La velocidad de las fajas funciona normalmente a velocidades constantes. El procedimiento usual de movimiento consiste en un dispositivo de mando eléctrico, su marcha comienza cuando el operador pulsa un botón respectivo o es activada por un panel de control central. Para el traspaso de un transportador de silos a otro se emplean desviadores de acero inoxidable activados por fuerza neumática o por sopladores que empujan al envase a la banda transportadora.

En ciertos transportadores se utiliza bandas de eslabones de poliuretano, este tipo de banda se emplea cuando el transporte solo requiere movimiento horizontal y tiene grandes distancias de recorrido, es fácil de limpiar y el desgaste que sufre es mayor que la de la banda protegida por hule, la ventaja es que es liviana y muy pocas veces se desvía de su canal.

La tensión de las bandas es muy importante debido al tipo de producto transportado provoca un constante desplazamiento lateral de las bandas no conforme a lo que está diseñada la banda con un posible atascamiento posterior de la banda.

La revisión constante aplicado a los transportadores se basa en la lubricación de los rodamientos, mediante los cuales gira el cilindro, igualmente la revisión de las tensiones como su alineamiento es de suma importancia, la revisión periódica del estado de los rodillos ayudará a determinar que tipo de material es el mas adecuado según la aplicación del sistema incluyendo la carga total que se le aplica a la banda y su velocidad de transporte.

Figura 7. Diagrama del sistema de bandas transportadoras



1.7.5 Silos de almacenamiento

Un silo de almacenamiento es un dispositivo que por medio de crear un espacio ya sea implementando acero inoxidable o telas, mantiene en reserva el producto ya terminado para su posterior entrega al consumidor.

Un silo de almacenamiento no proporciona un elemento 100% confiable de recepción de la materia prima, esto se mantiene dependiendo el tipo de material a contener y limitado por el peso total que un envase puede soportar en el silo de almacenamiento.

Este elemento de producción es relativamente bajo en costos de mantenimiento y su utilidad es grande. Este elemento se describe a mayor detalle en el capítulo 5.

2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

2.1 Organización

Una organización esta determinada por regímenes que la mantienen funcionando; el proceso de creación de una estructura de relaciones que permite los afectados realizar los planes de gerencia y satisfacer las metas propuestas. Todo diseño organizacional abarca la alineación y la interrelación de las funciones de planeación, dirección y control en donde se debe contemplar los cambios entre ellos y considerarse para lograr mutua correspondencia entre otros elementos de la organización.

Los elementos que se consideran básicos en una organización son: la especialización, la estandarización, la coordinación y la autoridad.

En donde la especialización se entiende como la identificación de determinadas tareas asignándolas tanto a personal, como a grupos, o áreas y divisiones.

La estandarización está relacionada a crear ejercicios que los empleados deben mantener al realizar su labor, estos son estandarizados por el tipo de empresa que los utilice, y cuyo objetivo es el de generar un rango en el cual mantenerse mediante procesos escritos o manuales de procedimientos, en donde se describirán los puestos, responsabilidades y reglas que se deben mantener en una organización; agregando el tipo de comportamiento que se espera tener con cada nivel de responsabilidad, todo esto permite una evaluación por parte del personal administrativo.

Con base a estos elementos se puede crear planes de contratación como de capacitación, creación de actitudes que refuerzan valores cuya finalidad es generar

buenos resultados; en el plan de organización se espera llegar a crear un sentimiento en los empleados que desempeñan su labor a conservar sus acciones regidas con respecto al plan de trabajo estipulado.

En la coordinación abarca mecanismos y procesos para correlacionar las tareas y actividades con sus respectivos elementos de trabajo, en cierta forma toda organización se somete a reglas, procedimientos, objetivos e indicativos para llegar a tener un nivel de coordinación adecuado. Adicionalmente la toma de decisiones es influida por la gran amplitud del personal y como se distribuye en una empresa.

Un diseño de jerarquías que mantienen una coordinación, aumenta significativamente la aplicación de una comunicación de ambas direcciones para una toma de decisiones, tanto para aplicación de una actividad o como una coordinación amplia de varios factores.

La autoridad se basa en que es un derecho de tomar decisiones de diversas importancias, la autoridad se puede distribuir en distintas forma; se debe mantener en un centro ciertas funciones y otras en cambio diversificarlas.

2.1.1 Estructura organizacional.

La estructura organizacional es un medio del que se sirve una organización cualquiera para conseguir sus objetivos con eficacia.

Una organización es un grupo humano deliberadamente constituido en torno a tareas comunes y en función de la obtención de objetivos específicos.

Para alcanzar los objetivos propuestos, partiendo, en la casi totalidad de los casos, de recursos limitados, resulta necesaria la construcción de un esquema o modelo, que permita la interrelación e interacción de sus elementos.

La estructura será entonces, la herramienta que le permita a la organización alcanzar sus objetivos.

1. Permite lograr una determinada disposición de sus recursos,
2. Facilita la realización de las actividades y
3. Coordinación de su funcionamiento

Según Henry Mintzberg (1998):

"La estructura organizacional puede definirse como el conjunto de medios que maneja la organización con el objeto de dividir el trabajo en diferentes tareas y lograr la coordinación efectiva de las mismas".

De esta manera, puede realizarse el esfuerzo coordinado que lleve a la obtención de objetivos, definiendo las relaciones y aspectos más o menos estables de la organización.

En la estructura, las partes están integradas, es decir que se relacionan de tal forma que un cambio en uno de los elementos componentes afecta y genera cambios en los demás elementos, en las relaciones entre los mismos y en la conducta de la organización en general.

La estructura organizacional presenta dos aspectos:

1. Lo formal. Se puede identificar con los elementos visibles, susceptibles de ser representados, modelados con el uso de diversas técnicas, que analizan más adelante, como organigramas, manuales, procedimientos, documentación de sistemas, etc.
2. Lo informal. Se puede identificar con lo que no se ve, lo no escrito, lo que no está representado en los modelos formales; entran aquí las relaciones de poder, los intereses grupales, las alianzas interpersonales, las imágenes, el lenguaje, los símbolos, la historia, las ceremonias, los mitos y todos los atributos conectados con la cultura de la organización, que generalmente más importa para entender la vida organizacional. *Franco (1998)*

La suma de los componentes formales e informales constituye la estructura de la organización; es por eso que la estructura formal y la informal se encuentran estrechamente relacionadas. Si se define en forma adecuada, la estructura formal debe reflejar las pautas de comportamiento informal.

2.2 Componentes del Área de Mantenimiento

El departamento es una o varias divisiones de la organización, un área bien determinada, una división o sucursal de una organización sobre la cual un gerente tiene autoridad para el desempeño de actividades específicas.

De las distintas clases en que se clasifican las organizaciones y que se abarcan los departamentos en una empresa la departamentalización funcional es la que más se adecua al área de mantenimiento de la planta Plastiglas S.A., debido a que agrupa a los empleados en unidades de acuerdo a sus competencias y recursos que pueden aportarse adecuando al trabajo a realizar.

Al agrupar tanto las actividades como a los trabajadores resulta más práctico y económico; debido a que se puede obtener un proceso adecuado por jerarquías para la toma de decisiones, y a su vez retroalimentar en forma de escalera desde los trabajadores pasando por los supervisores, luego por los mecánicos que a su vez retroalimentan al Coordinador de Mantenimiento que se encarga de crear y proporcionar datos de mantenimiento al Gerente de Planta.

Esta estructura es beneficiosa por que los gastos se mantienen bajos debido a que los integrantes del departamento comparten conocimientos en forma de capacitación de ciertos trabajos, su experiencia en otros lados de trabajo para mejorar el sistema en donde laboran, y la utilización de sus propias herramientas, en el caso que la empresa no tenga recursos para conseguirlos; la satisfacción de ambas partes la empresa y el trabajador mejora cuando hay diversidad de empleados que comparten sus habilidades especializadas, el resultado de esto mantiene una trayectoria de promociones laborales dependiendo del interés que demuestra el personal para aprender.

El respaldo a la especialización del personal en las habilidades, la reducción de personal no indispensable aumentando el control en las áreas de trabajo, el estímulo y entrenamiento en el ambiente laboral, el intercambio mutuo de destrezas entre superiores y subalternos y aumento de la toma de decisiones son beneficios que se deben tener en cuenta para este tipo de departamentalización.

No obstante todo método no es infalible, este tipo de departamentalización puede tener dificultades, como ejemplo esta la toma de decisiones rápidas que requieran aprobaciones se tienen que saltar niveles de la estructura, igualmente cuando se tiene fricción entre los diversos departamentos se necesita que se arreglen las dificultades antes de continuar laborando, la búsqueda de los responsables para determinadas tareas; generalmente se ve afectado la importancia que se le da a los objetivos generales de la organización porque suelen centrarse en las metas del departamento.

La comunicación entre áreas de trabajo, la visión de prioridades de realización de actividades, la coordinación del tiempo de realización de actividades, o la especialización de coordinadores de áreas que son expertos en campos restringidos pueden ser elementos que afectan a la realización propia de este tipo de departamentalización.

2.2.1 Coordinador del área de mantenimiento

El coordinador de mantenimiento debe ser un profesional del área de Ingeniería teniendo en cuenta a los egresados en áreas de Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica, deben completar un mínimo de 2 años en cargos del área de mantenimiento en empresas de base industrial.

Las aptitudes propias de un coordinador de mantenimiento deben ser: honrado, tener una alta responsabilidad, crear un buen ambiente para trabajar en equipo, mantener una disciplina adecuada, correlacionarse y poder trabajar bajo presión.

El coordinador de mantenimiento debe procurar que la eficiencia y confiabilidad de los equipos del área de mantenimientos estén en su mayor expresión así poder coordinar adecuadamente los planes de mantenimiento preventivo con sus prioridades; puedan utilizar los tiempos de ocio en la producción.

En los planes de mantenimientos preventivos el coordinador de mantenimiento debe procurar que la planeación sea adecuada, mantener supervisión continua de los mantenimientos, a base de estos crear planes de mejoras en las máquinas; generación de órdenes de mantenimiento, tanto preventivas como correctivas si amerita el caso y tener un control administrativo en tiempos.

Se debe dar apoyo técnico en las áreas de trabajo que ayudarán a bajar los problemas que pueden causar las máquinas a la producción y en consecuencia la calidad del producto debe ser incondicional.

Los conocimientos básicos deben enfocarse en el buen manejo de herramientas, mantener conocimientos actualizados en programas de mantenimiento preventivo, poseer buenos trabajos de manufactura y manejar sistemas de calidad ISO con sus respectivas capacidades para procesar gráficos. Poder solicitar repuestos y crear un control de presupuestos y a base de estos tener un control adecuado.

La capacitación constante del personal de mantenimiento es otra función que el coordinador de mantenimiento debe tener previsto en sus planes de acción en la empresa, lo cual ayudará a reducir la mano de obra por problemas imprevisto y que puedan ser resueltos de manera mas eficaz al tomar decisiones que no ameriten intervención por parte del coordinador de mantenimiento, ahora sí el desperfecto es mayor o lleva ajustes muy precisos es mandatario que un técnico previamente capacitado realice y supervise esta actividad.

Se debe realizar un análisis en los indicadores de mantenimiento, los cuales proporcionan una información propicia conforme a cómo se están ejecutando los planes de mantenimiento y consecuentemente modificar los patrones de conducta, tiempos conforme la empresa ha estipulado a realizar.

2.2.2 Técnico de mantenimiento

Un técnico de mantenimiento es aquel cuya función, mediante órdenes de trabajo impartidas por el Coordinador de Mantenimiento, proporciona servicios de mantenimiento a los elementos de producción tanto a la máquina de producción como a

los equipos auxiliares exceptuando los equipos auxiliares que poseen garantía de fabricación o que el mantenimiento sea de parte de una empresa subcontratada que le dará seguimiento a las máquinas, igualmente el técnico de mantenimiento de la empresa puede ayudar al técnico exterior y viceversa.

El técnico de mantenimiento debe poseer para el cargo una educación a nivel técnico (*como mínimo*) se opta por la rama de mecánica tanto industrial, eléctrica, electromecánica, refrigeración o carreras a fines, debe poseer 2 años en cargos del área industrial.

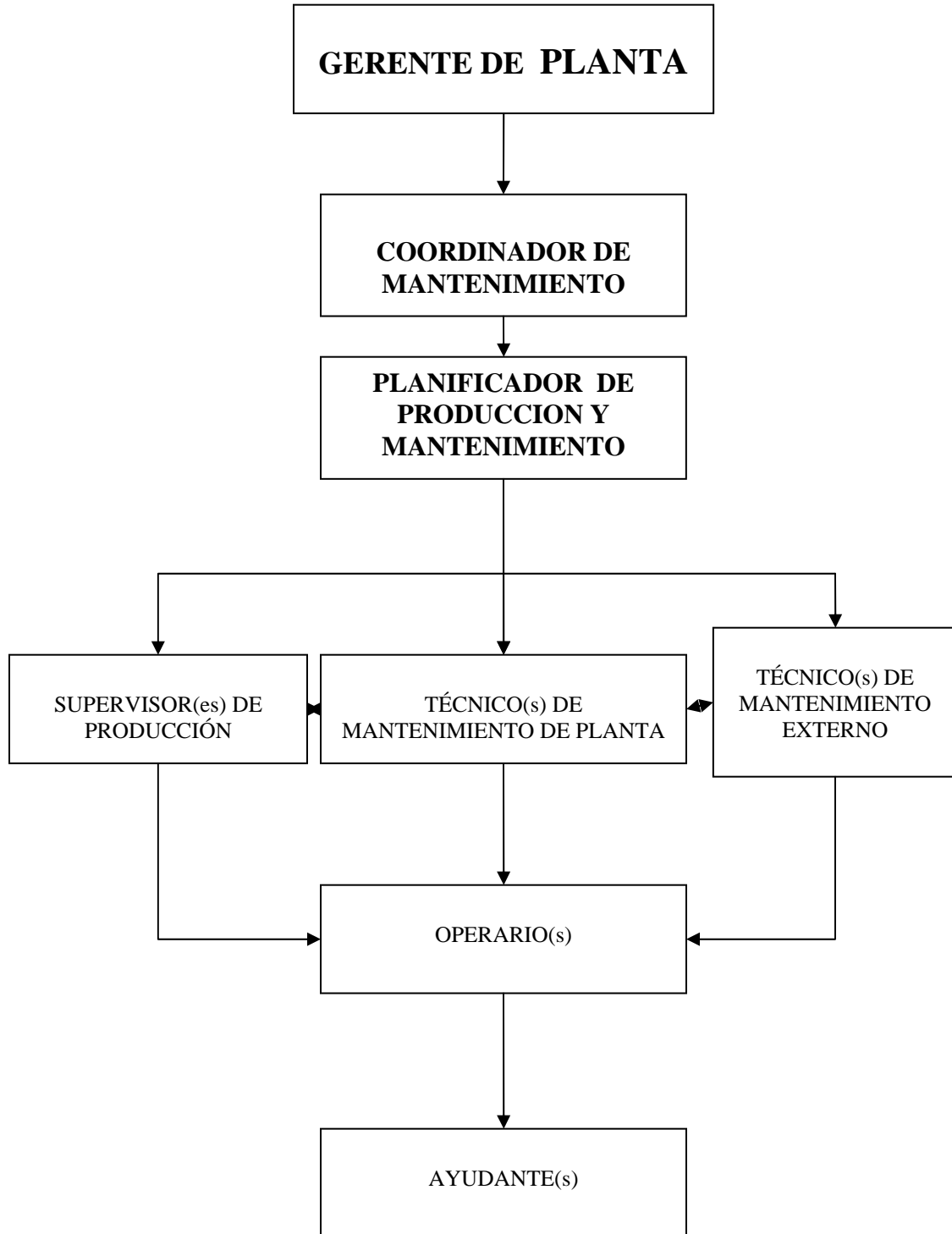
Las aptitudes necesarias para el cargo deben incluir que el personal sea honrado, se responsabilice por actividades propuestas, poder trabajar en equipo y mantener una buena disciplina, comunicarse adecuadamente con el personal tanto coordinadores como con operadores y poder trabajar bajo presión.

En sus conocimientos básicos debe tener un amplio manejo en herramientas y sus aplicaciones, conocer elementos básicos de electricidad y mecánica industrial y tener buenas prácticas en la manufactura para poder mantener un rango operacional adecuado de las máquinas en la empresa.

Los deberes que se otorgan al técnico de mantenimiento es la de ejecutar y llenar adecuadamente las órdenes de trabajo, tanto para mantenimientos preventivos como mantenimientos correctivos impartidas por el coordinador de mantenimiento, acatar tiempos establecidos y reportar daños y/o anomalías en las máquinas como de la infraestructura de la planta, debe procurar que los problemas técnicos que están en su área sean resueltos, en su cooperación con el personal de producción debe proceder a capacitar en todo proceso que estipulado a realizar adicionalmente participar en capacitaciones que la empresa decida convenientes, todo esto acatando las normas de seguridad y procedimientos establecidas por la empresa.

El técnico de mantenimiento tiene que llenar una bitácora de seguimiento de turno, la cual servirá para llevar anotado todas las actividades que se realizó en el lapso del tiempo de trabajo y para posterior registro.

2.3 Organigrama



3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1 Generalidades

El programa de mantenimiento preventivo está basado en la aplicación de métodos y normas estipuladas para el control y mejora de determinadas áreas en una empresa, la prevención se compromete a reducir tiempos de paro en el trabajo de producción con elementos para su realización y retroalimentación proporcionando un control del área sometida, adicionando al mantenimiento y complementando los posibles agujeros en el plan de mantenimiento.

Fue desarrollado en el programa de Microsoft Office Excel y tiene como objetivo ser un elemento de ayuda al Coordinador de Mantenimiento en la manutención del registro de actividades realizadas en Plastiglas y que procura conservar un control y desarrollo de actividades según elementos retroactivos como hojas de verificación diaria para equipos, reportes de daños y ordenes de Trabajo. Además consta de un Cronograma de Mantenimiento en donde se mantiene comunicación con producción especificando a qué máquinas se le dará mantenimiento y cuanto tiempo se requiere para realizar tales actividades.

El principio del programa de mantenimiento se basa en la cantidad de máquinas principales empleadas en la planta y los respectivos equipos auxiliares que ayudan a la maquinaria a funcionar correctamente; cada una posee actividades que aplazan el cambio parcial o completo de un elemento de máquina en funcionamiento, determinadas tanto por el fabricante del equipo como por técnicos que han trabajado en los mismos y

comprobando que cierto tipo de actividades ayudan a aminorar los desperfectos tanto mecánicos como eléctricos.

El programa de Microsoft Office Excel posee cantidad de elementos y fórmulas aplicables para que al sistema se introduzca y mejore este programa, para este caso se aplican los elementos para control y proceso de mejoras en el sistema de mantenimiento.

3.1.1 Plan de carga de trabajo

El plan de carga de trabajo se basa en el análisis del tiempo empleado para realizar las actividades preventivas y correctivas en el área de mantenimiento. El análisis sirve para determinar cuantas personas se requieren para cubrir todas las actividades obteniendo reducción de tiempos en al realizar las actividades. Al utilizar la información de las actividades que se realizan en los mantenimientos preventivos, número de correctivos, ajustes y cambios de molde, tiempos de cada una de estas actividades se llega a determinar la cantidad de personas requeridas para la realizar una estructura de trabajo funcional.

3.2 Área de mantenimiento preventivo

Los planes de mantenimientos de la maquinaria dentro de Plastiglas S.A. son generados a partir de los manuales de máquinas y la experiencia del personal de mantenimiento. Además consta de una herramienta de seguimiento digital la cual guarda un historial por actividad.

La herramienta primeramente posee en la herramienta el Listado de Actividades por máquina en la empresa, propiamente constituida por una pestaña en el programa de mantenimiento preventivo, en la pestaña se detalla específicamente qué máquinas hay en

la empresa, la cantidad de actividades que tiene cada máquina, el tiempo de realización de cada actividad y su frecuencia de realización.

Esta pestaña se detalla ver (Anexo – tabla I y tabla II), cada columna muestra un indicativo propio que ayuda a identificar los valores dados: A continuación se describe el contenido de cada columna:

1. Código de máquina: Toma las tres primeras iniciales del nombre de la máquina ayudando a la cuarta columna a formar un código según la máquina y el número de actividad por máquina.
2. Número de Máquina: Se asigna un número específico a cada máquina desde las máquinas principales hasta equipos auxiliares el cual crea un control dentro de la herramienta de mantenimiento.
3. Número de Actividad: Se asigna un número correlativo según la cantidad específica de actividades de mantenimiento por máquina.
4. Código: Selecciona la información de la columna de Código de máquina mas la columna de número de máquina y la columna del número de actividad de mantenimiento para que genere un código por actividad y dar seguimiento a esta actividad en la herramienta de mantenimiento.
5. Máquina: Se coloca el nombre de la máquina ya sea máquina principal o equipos auxiliares.
6. Actividad: Se detallan las actividades de mantenimiento propias de cada máquina.
7. Tiempo: Describe el tiempo necesario para la realización de la actividad de mantenimiento.
8. Frecuencia: Se asigna la frecuencia de realización de las actividades de mantenimiento.

En el registro de la herramienta del programa de Microsoft Excel se tiene una pestaña que mantiene registro de la cantidad de máquinas existentes en la empresa, la cantidad de personal empleado para realizar las actividades, el registro de los códigos generados en el listado de actividades por máquina y el tipo de mantenimiento que se le asigna a la actividad. Igualmente se emplea para poder crear validaciones de celdas empleadas en otras áreas de la herramienta de mantenimiento (Anexo-tabla X.)

La tercera pestaña de la herramienta posee el plan de mantenimiento propiamente dicho, consta de 6 columnas diferentes que a continuación se explican: (Anexo-tabla XI.)

1. Contiene la máquina, descripción del nombre de la máquina a la que se designa el mantenimiento.
2. Código: Contiene el código de la actividad estipulada según la herramienta.
3. Actividad: posee fórmulas que seleccionan según la máquina y el código que obtiene la actividad deseada.
4. Frecuencia de días: con esta columna se basa el planeador de mantenimiento para seleccionar que tipo de actividad se debe realizar según la fecha.
5. Fecha de último mantenimiento: al alimentar la herramienta de mantenimiento con las actividades realizadas en la fecha dada, esta columna cambia de color la fecha para indicar que fecha fue realizado el mantenimiento.
6. Fecha del próximo mantenimiento: Utiliza la frecuencia de días y las suma a la fecha del último mantenimiento y dependiendo si se ha realizado o no cambia de color negro a rojo para que se tenga un control de las actividades y poder asignarlas al siguiente mantenimiento.

Cantidad de Actividades

Todas las actividades de mantenimiento son listadas en un grupo de actividades que poseen cantidad y a que máquina se le debe realizar mantenimiento, en la pestaña del programa de Microsoft Excel cantidad de actividades de mantenimiento se almacena un cuadro de registro de actividades de una tabla dinámica que se selecciona los elementos desde la pestaña de plan de mantenimiento para obtener el listado de máquinas, número de actividades por máquinas y la frecuencia que corresponde dicha actividad (Tabla VIII)

Tabla II. Listado de cantidad de actividades por frecuencia de máquinas.

Tipos de máquinas	Frecuencia de días						Total general
	7	15	30	90	180	365	
MÁQUINA							
CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)				3			3
COMP. AF 1			1		2	1	4
SECADOR DE ALTA 1			3				3
SIDEL 08	2	3	4	3	1		13
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1				4			4
TRANSPORTADOR DE SILOS 1		2	1				3
Total general	2	5	9	10	3	1	30

el cual genera otro cuadro más simplificado:

Tabla III. Resumen de actividades por frecuencia

Frecuencia Días	Cantidad Actividad
7	2
15	5
30	9
90	10
180	3
365	1

De este cuadro se busca la frecuencia según lo establecido por el plan de mantenimiento y se crea el cronograma de mantenimiento. (Tabla No. IV)

Tabla IV. Disposición por fechas de las actividades a realizar

Cantidad de Actividades

SOPLADORAS											
Cantidad de Preventivas	2	5	2	9	2	2	5	2	2	7	
Semanas	22-03-07	29-03-07	05-04-07	12-04-07	19-04-07	26-04-07	03-05-07	10-05-07	17-05-07	24-05-07	01-06-07
Mes	ABRIL						MAYO			JUNIO	
Frecuencia	7	15	7	30	7	45	7	60	7	15	7

Frecuencia de actividades en 2 meses

En la cantidad de actividades preventivas se introduce una fórmula para que busque según la frecuencia establecida en el cuadro anterior y determine el fabricante que actividades se debe realizar y así tener un control de cuantas actividades se deben realizar a la semana.

Este cronograma debe ser revisado por el planeador de mantenimiento y así generar órdenes de trabajo necesarias para la distribución y asignación adecuada de los mantenimientos a cada personal de su área de trabajo.

El Registro de mantenimiento preventivo.

Esta pestaña de la herramienta sirve para alimentar la herramienta con respecto a las actividades propuestas por el planeador de mantenimiento y que el personal ya halla realizado. Toda actividad designada por la herramienta debe ser revisada, asignada, realizada y retroalimentada según lo propuesto por la herramienta. (Anexo-tabla XIV.)

La descripción del sistema empleado en esta pestaña es:

1. Fecha de ejecución: Se introduce la fecha en que se realizó la actividad de mantenimiento
2. Semana: La semana en que se destinó el mantenimiento se debe colocar en esta columna
3. Hora de Inicio: El inicio de la ejecución de mantenimiento.
4. Hora final: se coloca la hora en que se finalizó el conjunto de actividades de mantenimiento.
5. Máquina: se introduce el nombre de la máquina a la que se le realizó el mantenimiento
6. Actividad (listada): se introduce el código de las actividades que se realizaron en la semana actual.
7. Mecánico: El nombre del ejecutante se coloca en esta parte.
8. Tipo de mantenimiento: para este caso el tipo de mantenimiento empleado será mantenimiento preventivo.
9. Tiempo de mantenimiento: Toma la hora de inicio y la hora de finalización de los mantenimientos y los contabiliza para tener un estimado de tiempos de mantenimiento en minutos.
10. Número de Orden: El número de orden de trabajo que se le asignó al mantenimiento se introduce para tener control en cual orden se tiene confirmación de realizar los mantenimientos.

3.3 Área de mantenimiento correctivo

En la realización de mantenimientos preventivos llega la situación de imprevistos en el plan de mantenimiento o simples fallas que ocasionan que la máquina se detenga sin previo aviso, hay ciertos niveles de importancia en la aplicación del plan de mantenimiento pero todo depende de que tan fácil sea reparar la situación, que tan práctico sea tener un repuesto o simplemente el personal capacitado para realizar dicha actividad.

En la herramienta de mantenimiento se tiene contemplado un área específica para almacenar los daños reportados y reparados en la máquina y obteniendo rango de valores de daños y crear planes de acción.

El desarrollo de la alimentación de datos está basado en el reporte de daño que un operador realiza y a lo cual puede intervenir el operario, supervisor de área, mecánico, Coordinador de mantenimiento o técnico externo.

La pestaña que contiene el elemento de mantenimientos correctivos se describe (Anexo-tabla XV.)

1. Área: Parte de elementos o áreas de trabajo en el cual esta resumida a el área de sopladoras, se toma como un solo elemento por el hecho que solo sopladoras se trabajan en la empresa Plastiglas de Guatemala.
2. Fecha de Registro: indica que día fue realizado el reporte de daño de la máquina
3. Fecha de Ejecución: Todo mantenimiento correctivo es realizado en una fecha específica y es lo que se registra.
4. Semana: Para tener registro de que semana es realizado el mantenimiento correctivo.
5. Mes: Indica el mes en el cual fue realizado el mantenimiento

6. Realizado Por: Con este registro se puede tener control si un mantenimiento fue adecuadamente realizado y poder orientar mejor al personal con la tarea realizada.
7. Hora de Inicio: El comienzo de realización del mantenimiento.
8. Hora de finalización: El final de la realización del mantenimiento.
9. Equipo: Indica a que equipo se le realizó el mantenimiento
10. Actividad no listada: es la descripción por parte del coordinador de mantenimiento para corregir la actividad.
11. Tipo de Mantenimiento: Como indicativo siempre se coloca mantenimiento Correctivo no programado.
12. Tiempo de Mantenimiento: Hace alusión al tiempo total de la actividad realizada.
13. Número de orden de trabajo: Controla el número de registro de orden de trabajo.
14. Número de Reporte: Es para tener control del los reportes de daño.
15. Cumplimiento: Esta casilla controla según la fecha de realización, en caso de no haber completado la actividad aparece un número, en caso contrario no marca ningún número.
16. Comentarios: Es donde el operario indica que medidas tomó para opacar el daño ocurrido.

En este espacio también se registra las actividades que mejoran la eficiencia de la máquina como instalaciones de secadores de aire, limpieza de elementos de succión de aire o cambios de moldes. Las actividades que son realizadas por proveedores externos entregan sus propios reportes para entregar las actividades realizadas en la máquina.

3.4 Disposición en la documentación

Para comenzar los mantenimientos se debe crear la herramienta de mantenimiento con planes de mantenimientos de cada proveedor de máquinas. Al generar una orden de trabajo se selecciona desde la herramienta de mantenimiento (Anexo-tabla XI.) para poder colocarlos en las hojas de actividades que debe realizar el mecánico (Anexo-tabla XVII.), este formato posee

1. El nombre de la máquina a la que se le tiene que realizar el mantenimiento.
2. Descripción de qué fecha debe ser realizado el mantenimiento, mecánico al que se designa el trabajo, el turno en que se tiene que trabajar.
3. El número correspondiente a la orden de trabajo designada.
4. El tipo de prioridad, se basa en prioridad 1 los mantenimientos preventivos que no se han realizado y son atrasados según la herramienta de mantenimiento, prioridad 2 son los mantenimientos preventivos a ser ejecutados en la semana actual, prioridad 3 son los mantenimientos correctivos programados.
5. Se selecciona el código y la descripción de la actividad a realizar junto con el tiempo necesario para realizar dicha actividad.

El final de cada listado de actividades se coloca un indicativo de las actividades a realizar antes y después de realizar los mantenimientos preventivos.

- Al realizar engrase de equipos, limpiar lubricante contaminado y remover lubricante excedente
- Verificar el funcionamiento de la máquina antes de empezar el mantenimiento
- Fijarse en los ruidos no normales de la máquina
- Verificar fugas de aceite, sensores, cables rotos, sincronización. Etc.
- Preguntar al operario sobre los fallos que a tenido la máquina durante el turno

- Reparar los daños encontrados o realizar el reporte de daño correspondiente
- Arrancar la máquina una hora antes de finalizar el mantenimiento y hacer los ajustes pertinentes

Ordenes de trabajo

Son formatos (Anexo-tabla XVIII.) empleados por el coordinador de mantenimiento y el realizador de las actividades de mantenimiento para asignar tareas al personal operativo como para alimentar la herramienta de mantenimiento. Cada orden de trabajo especifica el lugar y máquina donde se realiza la actividad, que turno debe realizar la actividad listada, fecha en que fue reportada la actividad, quien solicitó la actividad, y la información específica por parte de realizador acerca de lo que se hizo, hora y fecha en que fue realizada la actividad, junto con firmas de aprobación de la realización de las actividades por parte del supervisor a cargo y el mecánico de turno.

Con las órdenes de trabajo se pretende obtener un conjunto de elementos que ayuden tanto a la planeación de elementos que mejoren la máquina como realizar los análisis correspondientes de los recursos empleados, procesos de realización en cada actividad, control de repuestos, manejo de personal.

La acción tomada por el planeador de mantenimiento está determinada por la importancia de la actividad aplicada a mantenimiento preventivo para cada máquina en la empresa, mantenimiento correctivo programado que se estipula con cierto tipo de tiempo y repuestos y el mantenimiento correctivo que se da cuando no hay otra opción más que cambiar la pieza.

El emprender una acción en una actividad que pretende mejorar por medio de respuestas aplicables al sistema es una manera de obtener resultados para el control de problemas y que pretenden reducirlos.

3.5 Cadena de proceso en la documentación

La documentación del programa de mantenimiento se realiza a través de una cadena de procesos ya estipulada.

Primeramente se debe introducir toda actividad de mantenimiento según fabricante de cada máquina, experiencia de técnicos, tiempo para cada actividad con su frecuencia de realización, para que la herramienta de mantenimiento cree por medio de fórmulas los códigos correspondientes para su control.

Al tener la herramienta de mantenimiento lista para su funcionamiento se procede al manejo por parte del coordinador de mantenimiento, el cual dispondrá con que frecuencia realizar la revisión del sistema para su mejora o modificación según se presente la situación.

El coordinador de mantenimiento procederá a generar las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo copiando los códigos y las actividades desde la pestaña del plan de mantenimiento (en donde se filtrará la columna por frecuencias según la frecuencia estipulada por el coordinador de mantenimiento correspondiente a la semana en curso) hacia el formato de orden de trabajo por actividades (Anexo-tabla XVII.) a este formato se le debe agregar una hoja de orden de trabajo (Anexo-tabla XVIII.) donde estipulará que se debe realizar, la semana que corresponden las actividades, el tipo de actividad es (preventivo o correctivo), y el nombre de coordinador de mantenimiento.

La orden de trabajo que se le entrega al operador se realiza en la fecha de comienzo de semana, teniendo en cuenta que si la máquina esta parada se podrá comenzar a realizar el mantenimiento en caso contrario se debe proceder con el mantenimiento en tiempos que la máquina no esté produciendo.

El operador proceder a realizar las actividades con respecto a la orden de mantenimiento, (procurando seguir todas las instrucciones indicadas), al finalizar las actividades de mantenimiento el operador o mecánico llenarán la orden de trabajo con las actividades que se realizaron, número de requisición de repuestos, códigos de los repuestos empleados y cantidad de los mismos, se coloca la hora, fecha de inicio y de finalización la firma del operador, la firma de aprobado por parte del encargado de turno, en que caso que no hayan concretado ciertas actividades se indica la razón; por aquellos inconvenientes o fallos observados durante el mantenimiento se llenarán los formatos de reportes de daños (Anexo-tabla XVI.) indicando que persona fue la que observó el daño, la fecha en que se llena el formato, que máquina está afectada y una breve descripción del daño observado para ser entregado al encargado de mantenimiento.

El coordinador de mantenimiento al recoger los datos correspondientes al finalizar la semana procederá a llenar la herramienta de mantenimiento, ya sea en las pestañas de mantenimiento preventivo como las de mantenimiento correctivo, terminado de llenar la herramienta, esta por medio de fórmulas indicará los tiempos de realización de las actividades por máquina e indicará que actividades faltan por realizar; en el momento que el planificador vea la herramienta tendrá noción de qué actividades hacen falta y se programaran para la semana entrante, en caso que haya recursos para realizarlas.

Los reportes de daños (Anexo-tabla XVI) que fueron entregados y no se pudieron realizar durante el transcurso de la semana se procesarán en la herramienta

teniendo control de las actividades faltantes procurando hacer las solicitudes correspondientes de repuestos o materiales que se deben emplear en la reparación, el personal necesario, solicitar al cliente permisos de trabajo (en caso que sea necesario) y tiempo prudencial para realizar las actividades: al tener realizado todo esto se verá en que fecha podrá ser programado el mantenimiento.

Al haber terminado de ingresar los datos correspondientes a la herramienta se procederá a archivar los documentos en carpetas teniendo así un registro físico de las actividades que se realizaron, pudiendo guarda hasta un máximo de 3 meses de papeleo.

3.5.1 Listado de verificación diaria de las máquinas (Check-List)

La documentación de la verificación diaria por máquina es dispuesta por el planificador de mantenimiento cada mañana entregándosele al mecánico de turno el cual procederá a realizarlos. Cada máquina posee una lista de revisión básica que sirve para determinar si hay o no problemas que pueden ser revisados y planear su revisión en un paro programado, en caso contrario el personal que toma los datos reportará que los equipos se encuentran en buen estado.

El coordinador luego de haber revisado las listas de verificación determinará si hay que realizar alguna actividad de corrección para que se pueda programar en una futura planeación de actividades, utilizando al personal interno de la empresa o solicitar a contratistas externos para realizar estas tareas. El almacenamiento de las actividades la realiza el planeador de mantenimiento en un formato digital que permita observar el comportamiento de la máquina.

Cada semana el programador de actividades debe enviar el cronograma de actividades del mantenimiento de la semana entrante y 2 semanas posteriores según lo estipulado en el formato cronograma de actividades (Anexo-Tabla XXV.) al el

coordinador de mantenimiento, coordinador de logística y coordinador de producción, indicando cuantas horas son necesarias para concretar el mantenimiento, que máquinas se le tiene programado mantenimiento, tener personal disponible y ayuda técnica de ser necesario para solicitar al cliente tiempo de espera por mantenimiento en ciertos equipos de ser necesario este formato es colocado en un lugar estratégico para que el personal vea en que fechas deben realizarse los mantenimientos.

Para los trabajos que requieran tiempo o espacio para su realización y afecten al cliente se solicita al cliente un permiso de trabajo, en donde indica los elementos básicos de seguridad industrial para distintos tipos de trabajo describiendo a los solicitantes, la fecha de realización, los responsables, características de trabajo, características de los riesgos observados, el equipo de protección adecuado, requisitos mínimos para la ejecución del trabajo, el herramental que se utiliza, los requisitos al ser terminadas las tareas de mantenimiento y las recomendaciones otorgadas por el coordinador de seguridad industrial.

4. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Como toda actividad nueva en una empresa la puesta en marcha de un sistema acarrea problemas que pueden afectar desde el papeleo hasta actividades que se programaron debido a diferentes casos, actividades que no se aplican a ciertas máquinas o mal llenado de formatos, pero todo esto se debe mejorar a partir de visualizar el problema al someter a prueba la realización de las actividades llegando a la retroalimentación de las actividades realizadas, finalizando por la modificación por parte del coordinador de mantenimiento y aprobación de las modificaciones por el programa de control.

4.1 Plan de aplicación a corto plazo.

El plan de aplicación a corto plazo se pone a prueba durante el primer mes de operación, los elementos a utilizar son: el personal que realiza las actividades, formatos de ordenes de trabajo con las actividades descritas, un supervisor de turno encargado que se realicen adecuadamente los mantenimientos, sistema de repuestos encargado de proporcionar los repuestos que se utilizan, elementos necesarios para el trabajo (herramientas y equipos de protección) y la máquina en paro si es necesario para el mantenimiento.

La funcionalidad de esta prueba es determinar la viabilidad del sistema, que problemas se enfrentan al inicio de la utilización del programa, la actitud del personal a seguir ordenes de trabajo y llenar los formatos de órdenes de trabajo, creando conciencia del seguimiento de líneas de proceso y el uso apropiado de las herramientas de trabajo.

El planeador de mantenimiento debe estar conciente que todo mantenimiento esta sometido al tiempo de producción en donde se debe solicitar tiempo de espera o utilizar un equipo auxiliar mientras se le da mantenimiento a un equipo principal. Para este plan a corto plazo al seguir los pasos de procesamiento en los datos se debería proceder luego que el programador de mantenimiento entrega las ordenes de trabajo al personal este debe esperar al momento en que la máquina tiene programado el paro y proceder con las respectivas medidas de seguridad. Se debe colocar en la máquina una señal que indique la que no se opere la máquina mientras esta sometida a mantenimiento, apagar equipos auxiliares innecesarios y tener listo elementos de protección.

El procede a comenzar las actividades según lo estipulado en la orden de mantenimiento, todo daño observado y que no se pueda operar en el momento de el mantenimiento se procede a ser reportado por el operador y entregado al planeador de mantenimiento para que este según existencias pueda ver si es viable o no proceder a cambiar la pieza dañada. El operario al terminar de realizar el mantenimiento procede a llenar las ordenes de trabajo con las actividades que se realizaron, anotar si se utilizaron repuestos, el tiempo que le tomo todas las actividades y cuando se realizaron.

El plan de corto plazo se diseña para que durante el primer mantenimiento se vea reflejado que datos pueden ir en las órdenes de mantenimiento, que planeación es acertada con respecto a los tiempos de realización de cada actividad, si las actividades planeadas sean coherentes o no aplican en la máquina indicada, cuanto personal es necesario, si la máquina debe parar para realizar cierto tipo de control, el elemento de control se lleva cuando el personal lleva a cabo el primer mantenimiento, si hay elementos que al personal no se le ha explicado como realizarlo este solicita al coordinador de mantenimiento una breve explicación (en caso que no haya nada escrito en los manuales de procedimientos).

El objetivo de estudio en esta empresa nos represento el indicativo del problema se dio en el llenado las hojas de mantenimiento, en donde no se tenía control del llenado de las actividades ejecutadas, en un lapso de tiempo el operador da prioridad a las actividades mas prácticas en lugar de las de mayor importancia para el funcionamiento de la máquina, el cambio de turno de personal para cada mantenimiento afecta cuando no se anotaba cuales actividades ya se habían realizado por consiguiente se realiza 2 veces la misma operación, el orden apropiado de ejecución de actividades y como deben completarse cada operario tiene un método específico, los reportes de daños que se deben haber llenado por parte del operador de cada máquina no eran congruentes, faltantes de información específica a lo cual se debía ir a consultar con el operador en donde se encontraba el daño.

La disponibilidad de repuestos se encuentra atada al proceso de compras por lo cual se debe solicitar con anticipación cualquier repuesto cuando es una pieza original de la máquina (en caso que no se encuentre en existencia en el almacén de bodega). En caso que un repuesto sea de vital importancia puede haber la necesidad mandar a fabricar localmente el repuesto, aunque esto influya en la vida útil de la máquina y repercuta en otras piezas del sistema.

4.1.1 Planes de acción

El plan de acción está sujeto a la mejora de los elementos que pudieron afectar la ejecución del procedimiento en la herramienta de mantenimiento.

A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan no puede omitir:

1. Cuál será el objetivo primordial del sistema a desarrollar, y cuáles serán los rangos de alcance.
2. Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.

3. Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
4. Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
5. Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.
6. Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
7. Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
8. Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
9. Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
10. Planos, diagramas, información técnica de equipos.
11. Plan de seguridad frente a imprevistos.

Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la redacción de un informe de lo acontecido el cual debe incluir:

1. Los equipos que han sido objeto de mantenimiento
2. El resultado de la evaluación de dichos equipos
3. Tiempo real que duro la labor
4. Personal que estuvo a cargo
5. Inventario de piezas y repuestos utilizados
6. Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento
7. Conclusiones

4.1.2 Medición y análisis

El análisis del mantenimiento se puede hacer de distintas maneras, una es el análisis de la cantidad de actividades que se planearon realizar en una fecha estipulada y de las cuales fueron concretadas, otro análisis se puede realizar al comprobar la funcionalidad de la máquina al ponerlas en marcha (con una supervisión adecuada del sistema). Para la herramienta se evalúa la capacidad del personal para realizar cierta cantidad de actividades de mantenimiento.

Este análisis comienza al estipular la cantidad de actividades por semana, a cada operador de máquina se le entrega una orden de trabajo con una cierta cantidad de actividades que debe concretar (hágase el caso que estas actividades las puede realizar los diversos operadores de las máquinas y que laboran en turnos rotativos) al finalizar la semana en que se estipula realizar los mantenimientos se recoge las ordenes de trabajos luego de haberlas llenado correctamente, para luego ser introducidas al sistema de mantenimiento. Luego de contabilizar la cantidad total de actividades se procede a llenar la pestaña de mantenimiento (Anexo-tabla XIX.) en donde se procede a colocar: el área en donde se están realizando las actividades, la semana asignada, el mes, la fecha exacta de realización, máquina a la que se le está haciendo mantenimiento, se coloca la cantidad de actividades a realizar según el fabricante (estas son la cantidad de actividades que el proveedor de la máquina estipula realizar según cronograma de actividades); cantidad de actividades preventivas programadas (generalmente es la misma cantidad de actividades según el fabricante a menos que hayan actividades atrasadas); la cantidad de actividades correctivas programadas (son estipuladas por el coordinador de mantenimiento según los daños reportados por el personal y que necesitan de un tiempo para poder realizarlas), la columna de actividades preventivas se llena con la cantidad numérica de actividades completadas en la semana; la columna de actividades correctivas realizadas es completada con el número de actividades que se presentaron y se realizaron como mantenimientos correctivos.

Luego de haber ingresado los datos se procede a la pestaña de tablas (Anexo-tabla XXVI.) que concatena las actividades de la semana en curso nos sirve para poder llenar las gráficas de los indicadores de mantenimiento.

4.2 Indicadores de procesos.

Los indicadores de mantenimiento son gráficas que demuestran el progreso obtenido por el personal de la planta en respuesta al plan de mantenimiento. Estos avances se reflejan en la cantidad total de mantenimientos en porcentajes comparado a la productividad de la máquina.

El gráfico de mantenimiento (Anexo-tabla XXVII) muestra la cantidad de actividades realizadas versus la cantidad de actividades estipulada según el fabricante, la importancia de este gráfico radica en mantener un constante desarrollo y seguimiento de las actividades de mantenimiento en la máquina, este gráfico ayuda al coordinador de mantenimiento a presentar los avances obtenidos y que beneficios puede traer el realizar un buen mantenimiento.

El gráfico (Anexo-tabla XXVIII.) es desarrollado para poder comparar la productividad de la producción acontecida durante el transcurso de la semana y el cumplimiento que se tuvo de las actividades de mantenimiento que se grafica en porcentajes siendo este la sumatoria de la cantidad de los mantenimientos preventivos y correctivos programados realizados dividido la sumatoria de la cantidad de mantenimientos que se deben hacer según el fabricante y la cantidad de mantenimientos correctivos programados. La productividad es la suma de la producción total dividida la producción nominal o esperada de envases.

Para demostrar el seguimiento de los mantenimientos correctivos se tiene la gráfica (anexo-tabla XXIX) de seguimiento de la ejecución de los mantenimientos

correctivos programados semanal esta grafica muestra como se da el avance entre los mantenimientos programados, los mantenimientos correctivos no programados la las ordenes de trabajo acontecidas en el turno. En la primer columna se muestran la cantidad de mantenimientos que son programados a la semana, la segunda columna muestra la cantidad de mantenimientos correctivos programados realizados, la línea continua indica la cantidad de daños reportados en la máquinas y la línea punteada indica la sumatoria de correctivos por realizar atrasados y la cantidad de mantenimientos correctivos hechos quitando los correctivos planeados y revisados.

En la comparación de la productividad y la eficiencia mecánica (Anexo-tabla XXX.) donde la eficiencia mecánica es obtenida de procesar la suma de minutos disponibles efectivos menos la suma de minutos perdidos por daño mecánico o eléctrico y ambos divididos dentro de la suma de minutos disponibles efectivos esto nos da un porcentaje de eficiencia mecánica y podemos compararlo con la productividad global de las máquinas, haciendo comparaciones entre estos dos datos se observa que la eficiencia mecánica siempre esta por lo menos 10 % arriba de la productividad debido a que la producción no solo es afectada por las fallas mecánicas, puede influir el tiempo de espera que comience a operar el cliente, los paros debido a llenar la capacidad de los silos de almacenamiento, paros por pruebas de calidad, falta de insumos también pueden afectar los factores externos tal es el caso de cortes de electricidad o lluvia .

La comparación de la cantidad de tiempo empleado de mantenimiento correctivo contra la cantidad de mantenimientos preventivos se muestra ver (Anexo-tabla XXXI) aquí se pretende tener un mayor porcentaje de mantenimiento preventivo nuestra meta es tener un 100 % de mantenimientos preventivos y 0 % de mantenimientos correctivos no programados pero esto es prácticamente imposible de alcanzar ya que los mantenimientos correctivos debido a imprevistos nunca dejarán de suceder, un elemento de máquina que no fue revisado, fabricado o diseñado según estipulaciones siempre

tiene posibilidad de fallar: para términos reales nuestro objetivo es alcanzar el 88% de mantenimientos preventivos y un 12 % de mantenimientos correctivos no programados.

En el ultimo gráfico comparativos se procura comparar la cantidad de mantenimientos realizados contra las fallas mecánicas mensuales, con este gráfico y con ayuda de la herramienta podemos reunir la información de los sucesos que acontecieron en mayor frecuencia durante un mes, nos da el indicativo para poder crear planes de acción y proponer mejoras en ciertos procesos en donde se vea involucrado la mayor cantidad de fallos. Con el podemos medir la eficacia de lo realizado en un mes posterior observando si se incrementó o disminuyó la cantidad de fallas acontecidas.

4.3 Datos recolectados.

Al recabar cada hoja de mantenimiento se procesaron los datos contenidos en ellas, tomando en cuenta cada recomendación y propuesta de mejora para que la herramienta de mantenimiento funcionara mejor.

Los datos obtenidos se ingresaron en la herramienta cada uno en su pestaña correspondiente, los mantenimientos correctivos se ingresaron en la herramienta de Microsoft Excel para tener un registro de las actividades hechas en cada máquina que nos ayudará en la obtención de gráficos informativos y reportes al personal externo de la empresa. Cada semana se reportan en una junta de avance cuales fueron las actividades realizadas para la mejora de la empresa y es ahí donde se puede agregar los datos concernientes al mantenimiento correctivo, actividades diversas.

Para los datos recolectados del mantenimiento preventivos se procede a coleccionar las órdenes de mantenimiento generadas el día viernes de la semana en curso para ingresar los datos correspondientes en la pestaña de mantenimiento preventivo este nos alimenta la herramienta para tener control del manteniendo realizado y al colocar la

cantidad de actividades procedemos a construir las gráficas indicadoras del mantenimiento realizado.

4.4 Ventajas y dificultades al desarrollo del programa de mantenimiento.

El mantenimiento siempre se le debe considerar como una ventaja que conlleva a la mejora continua de un proceso actual o que nos ayude en un futuro.

La mayor ventaja observada en la aplicación de un sistema de control en el mantenimiento se encuentra que cada máquina en la empresa tiene un manual de actividades concernientes a mantener el buen funcionamiento de la máquina pero el personal a cargo de realizar el mantenimiento es parte del personal operativo rotativo, la colocación de ordenes de trabajo ayuda a mantener la correcta realización de los procesos para cada actividad de mantenimiento.

En el desarrollo de las actividades se vio una dificultad al procesar los datos en la herramienta, se generalizo todo el sistema a lo cual se agregaron actividades que no eran aplicables a cierta máquina o el tiempo en que se deberían realizar no era congruente a la realidad.

Tener control de la realización de actividades en el turno nocturno por supervisores de mantenimiento o la renuencia de realizarlas fue un problema recurrente. El hecho de cambio de turno y al no anotar que actividades realizo el turno saliente provocó la realización de 2 veces el mantenimiento.

La utilización de repuestos que podían estar disponibles en bodega a desarmar otra máquina con las mismas partes para poder hacer funcionar otra, esto provocaba que al no saber que piezas se removían de esta al momento de la puesta en marcha tiene la

posibilidad de fallar, o provocar mal funcionamiento en otras partes y por ende atrasos de la producción.

La ventaja de crear un control en las piezas utilizadas y su posterior reposición, mantiene un stock completo en bodega; para el buen manejo de solicitudes de repuesto se les debe colocar correctamente los datos (el código del repuesto, a que máquina es la afectada, cantidad).

La desventaja que posee la herramienta con respecto a los repuestos radica en la falta de contemplación de repuestos y cantidades son necesarias al realizar cada mantenimiento, al momento que la máquina para se procede a solicitar en bodega los repuestos y lubricantes necesarios para cada máquina esto causando atrasos al comenzar las actividades.

En la herramienta se esta contemplando las actividades de mantenimiento a cierta periodicidad pero este lapso de tiempo se ve afectado debido a que no se puede colocar los distintos tipos de frecuencia para el mantenimiento.

Para el beneficio de todos los que emplean la herramienta de mantenimiento es necesario participación mutua y sin obstáculos, elaborando una retroactividad y se pueda mejorar cada actividad, el proceso de adaptación del personal puede ser algo complicado y laborioso pero si se realizan las cadenas de proceso tanto así el registro como la extracción de datos son hechas a cabalidad y concientemente por la persona a cargo.

4.5 Mejoras continuas

En la mejora constante en la herramienta de mantenimiento provoca que cada una de las partes tenga lazos de trabajo adecuados.

Para esta mejora continua de las actividades de mantenimiento se debe procurar darle seguimiento a las actividades que nos muestran los problemas de mantenimiento, cada una de estas puede tener una mejora pequeña pero importante para el desempeño de la máquina y por ende subir el nivel de la empresa.

Los hechos más destacados son:

1. Crear fichas técnicas en donde se detalla paso a paso cuál es el seguimiento de cada mantenimiento, estas fichas se les asigna un código por actividad y se adjuntan a un manual de operador colocado en cada máquina.
2. Al revisar las actividades de mantenimiento se debe enviar el cronograma de mantenimiento con 2 semanas de anticipación por la cantidad de repuestos y personal que sean necesarios, al mismo tiempo solicitar tiempo de demora en caso sea necesario. Si las actividades de mantenimiento tiene cambio de repuestos muy amplios o es un mantenimiento fuerte se deberá solicitar en un lapso mayor de tiempo los repuestos debido al tiempo de espera por cotizaciones, creación de repuestos, embarques (si el proveedor es externo) y presupuestos asignados.
3. Promover el cambio en la distribución de actividades de mantenimiento en la individualización de tareas a realizar por cada turno (mejorando el control de las mismas), la revisión de los tiempos empleados para cada actividad y la adecuación de actividades ajustándolas al diseño de cada máquina.
4. El seguimiento de la generación de reportes de daños de forma activa y consiente de las piezas con defectos con entrega directa al coordinador de mantenimiento para que tome acciones con el asunto.
5. Se debe procurar la compra de herramental adecuado para cada turno, facilitando la operación del mantenimiento, esto incluyendo hojas técnicas de especificaciones de repuestos y lubricantes empleados.

6. Propuesta de la supervisión del mantenimiento por el mecánico de turno debido al conocimiento de las máquinas, el control y ayuda al personal operativo en todo momento que se requiera.
7. Colocar las actividades de transportadores de silos en forma conjunta para facilitar el desarrollo de las actividades y separarlas por líneas de distribución hacia el cliente.
8. Para las listas de verificación diaria se debe procurar reducir los tamaños para la reducción de costos por papeleo

Se debe mantener un contacto directo con la gerencia central de mantenimiento informándole de todo acontecimiento fuera del plan de mantenimiento preventivo.

5 MONTAJE DE SILO PARA ALMACENAMIENTO DE ENVASES.

5.1 Bases para el montaje de equipos

La función de un piso a nivel del terreno o sobre el suelo son transmitir las cargas hacia el suelo dar una superficie de trabajo adecuada para todo elemento.

Es preciso en la construcción tomar precauciones para asegurar la uniformidad de los asientos; los asientos desiguales se presentarán si la carga del edificio se concentra en ciertos puntos, en donde la carga que es ejercida por un edificio es superior en uno de sus cimientos la posibilidad de la resistencia o capacidad de carga del material del cimiento provoquen en las paredes del mismo experimenten deterioros o incluso derrumbarse.

Si el lecho de fundación es de roca firme, no es necesario extender el cimiento sobre una gran superficie, bastaría con desmontar la roca para nivelar el lecho de fundación y llenar todas las fisuras y huecos con buen hormigón de cemento.

La erección de edificios sobre tierra ordinaria y capa estratigráfica de arcilla blanda exige asentar el macizo del cimiento sobre un área lo suficientemente grande para la distribución de la carga.

La arcilla compacta corriente proporciona un buen lecho de fundación, pero es obligatorio que se conserve seca y al abrigo de las influencias atmosféricas debido a las propiedades de la arcilla a determinados elementos atmosféricos.

La arena proporciona un buen lecho de fundación cuando está confinada y libre de corrientes de agua. Para asegurarse contra un corrimiento lateral de los granos de arena, que puede ser ocasionado por las corrientes de agua, es aconsejable confinar la superficie ocupada por los cimientos.

La grava es un buen lecho de fundación por su elevada resistencia a la compresión. En circunstancias corrientes, el subsuelo de grava es incompresible, de fácil extracción y no lo afectan los elementos atmosféricos.

La profundidad de los cimientos. Si no existen circunstancias o exigencias particulares, puede tomarse en cuenta la tabla de la profundidad de los cimientos:

1. En subsuelo de grava a 70 cm.
2. En terreno ordinario a 1 metro
3. En subsuelo arcilloso a 1.25 m

Los requisitos del lecho de fundación para poder optar por una buena superficie de trabajo se determinan los siguientes términos:

1. Ser duro y sólido
2. Ser compresible o incompresible en absoluto
3. Tener estratificación horizontal

Para proceder a ejecutar la cimentación de una construcción debe efectuarse una excavación a criterio del constructor con objeto de quitar la capa superficial de tierra vegetal y hacer el desplante sobre una capa de terreno resistente, ya sea de tipo arcilloso o preferiblemente de tipo volcánico. Es recomendable que el cimiento quede arriba del nivel del manto freático debido a la reducción de costos por extracción de agua, también evitar que en terremoto no se pierda la humedad constitutiva.

Concreto para la base de los silos

El concreto es un material compuesto de un aglomerante donde se mezclan agregado de distintos tamaños. Se emplea un concreto pesado que está constituido por agregados de densidad relativamente grande, como la barita, ilmenita, hierro, limonita, magnetita o acero y a menudo se utiliza como protección contra la radiación, su peso unitario varía desde 180 a 350 lb/ft³ (28.278 a 54.985 kN/m³)

Para reducción de costo se generaliza una plancha de concreto peso normal de 20 cm. de grosor este concreto tiene un peso unitario de aproximadamente 150 lb/ ft³ - 23.565 kN/m³ y está hecho con agregado de peso normal disponible de manera común y natural en la ubicación de la construcción. La roca natural que tiene un peso, una resistencia y propiedades de durabilidad similares a los de la piedra caliza es la que más a menudo se utiliza para el concreto de peso normal. El tipo de concreto se usa con mucha frecuencia debido a su bajo costo y disponibilidad de agregados.

Para el anclaje de los silos se requiere de elementos como pernos de sección circular en forma de L para sujeción de las bases soporte en la estructura de metal que soportará el silo, cada elemento se le dará un tratamiento térmico que le ayudará al soporte de la estructura. Dependerá del peso total y la vibración que creará el elemento para poder determinar si hay la necesidad de reforzar el las bases o implemente se realiza un anclaje simple de la instalación.

Las conexiones eléctricas son determinadas por el diseño del silo de esta manera se ahorra el cálculo eléctrico y la compra de alambrado, todo esto lo proporciona la empresa proveedora de sistemas de control numérico o PLC a la que se le asignará la programación para el buen funcionamiento del elemento.

5.2 Que es un silo y sus elementos

Un silo es una maquinaria cuya función principal es almacenar de forma adecuada y provechosa producto dando abasto al cliente en el momento que se necesite teniendo libertad de movimientos en la producción y mantenimiento con las máquinas sopladoras.

Sistema de Carga: un sistema de bandas transporta las botellas de la máquina de soplado o etiquetadora hacia el área de almacenaje en silos. Las botellas se distribuyen uniformemente en cada silo para optimizar la capacidad de almacenaje.

Sistema de Almacenaje: se compone de uno o varios Silos modulares. Su capacidad puede ser fácilmente incrementada en fecha posterior agregando módulos para ajustarse a los futuros requerimientos de producción, cuando la cinta de carga se encuentra ubicada en la parte superior del silo y cuando el silo consta de varios módulos unidos la misma cinta de carga recorre longitudinalmente la totalidad de los mismos.

Sistema de Descarga: un sistema de bandas recibe las botellas de los silos y los transporta hacia el posicionador de botellas de la línea de llenado. La cantidad de botellas que se sacan de los silos es de acuerdo a la demanda de la línea de llenado.

La rampa de descarga de botellas es una parte móvil puesto que está unida a la pared del silo mediante una articulación o bisagra que le permite tener un movimiento de giro con respecto a un eje coincidente con el límite inferior de una de las paredes del silo. La fijación en una posición dada corre a cargo de unos tirantes cuya longitud es susceptible de ser regulada. Los ángulos posibles obtenidos de la rampa con respecto a la horizontal son tales que el más pequeño de ellos permitiría a las botellas superar su ángulo de equilibrio y deslizarse libremente hacia la salida.

Esta rampa puede o no estar instalada en los silos de almacenamiento, todo depende del silo y si el objetivo perseguido es la regulación de la altura de la boca de salida de botellas en función del tamaño de las botellas.

Los Flaps de dosificación, en la rampa de descarga de botellas, tiene adosada una superficie que es una continuación de la superficie de la propia rampa de descarga, pero que es independiente de esta última puesto que está dotada de un sistema de giro que le permite colocarse con distintos grados con respecto a la rampa de descarga que le hace de soporte.

Para el control del nivel de los silos se emplea sensores lumínicos que utilizan la luz reflejada a través de un espejo y devuelta a el sensor, al no recibir señal lumínica este marca señal e indica la posición a la cual cortó, enviando la señal al panel de control que genera un gráfico en porcentaje de llenado del silo.

Todos los sistemas de silo están automatizados para operar en modo automático con respecto a la llenadora, esta manda señales automatizadas a la distribución de las bandas en los silos para que transporten los envases hacia la llenadora.

5.3 Especificaciones técnicas

En la construcción de silos se requiere de ciertos elementos para la instalación y funcionamiento del proceso. La práctica común del diseño consiste en diseñar en función de una carga viva de 75 lb/pie^2 para fabricación liviana y de 125 lb/pie^2 para fabricación pesada y almacenamiento. El piso debe estar uniformemente apoyado sobre el suelo. El suelo debe estar uniformemente compactado o bien usar una subbase granular de 4 pulg. de espesor. Incluso con una subbase uniforme, es probable que el piso se asiente de manera distinta que el muro colindante y de los cimientos de

columnas; el piso se debe aislar de éstos, Estas juntas de aislamiento, llamada a veces juntas de expansión, permitiendo el movimiento vertical como el horizontal.

Se requiere conocer la envergadura de lo que se provee de esta manera diseñar el interior tanto como su capacidad máxima, crear un sistema de caída del producto, su distribución luego de estar almacenado y su sistema de transporte evitando la mayor cantidad de producto apachado.

Los elementos más básicos en la instalación del silo son:

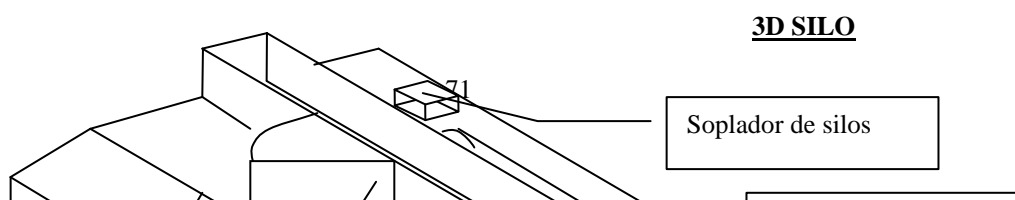
1. Construcción del Marco en 11 Ga. CRS. (Hot Rolled Steel Sheet - 11 GA(hierro galvanizado) . (0.120 thick) Steel Sheet)
2. Sprocket tipo 1-1/2" para rodillos giratorios, árboles de 4" por rodillo.
3. Sprocket tipo auto-alineante.
4. Rieles Laterales de Acero Inoxidable de 6" de Alto
5. Reductor de Velocidad 60:1
6. Material de protección grado alimenticio Intralox or PVC, para protección en la distribución del producto
7. Anclajes de 2" en centros de 12" (Bandas de hule inclinadas)
8. Cobertura completa de polycarbonato.
9. Fondo, Paredes Laterales y Cubierta: Acero Inoxidable Aluminizado de 14 Ga o 16 Ga
10. Soportes Intermedios de Acero Estructural Angular de 3" y 4" Completamente Cerrado.
11. Construcción Modular, fácilmente modificable para ajustarse a las necesidades cambiantes de almacenaje.
12. Deflectores alivianadores de presión interna para evitar el daño en las botellas.
13. Ventana de acrílico para monitoreo de supervisión del nivel de las botellas.
14. Velocidad de Salida: Hasta 2000 BPM. para 2.0 lt.

15. Censores de nivel o sensores acústicos para detectar el porcentaje de producto en el silo en determinado tiempo.
16. Suelo soporte de 20 cm de grosor de concreto, con suelo preparado eliminando los niveles de humus colocando un nivel de suelo selecto para compactación y nivelación dejándolo currar naturalmente.
17. Un sistema de electricidad 220 volts. Para la distribución y conexión por el fabricante hacia los equipos motrices (motoreductores y sopladores de bandas), paneles eléctricos y la luz eléctrica de los silos.
18. Bases soporte de ¼ pulg. de ancho y 20 cm de lado, anclados al piso con pernos de 10 pulg. de largo y diámetro de ¾ pulg. a esta placa se tienen soldados pernos de ½ pulg. de 10 pulg. de largo para la sujeción de los parales.
19. Parales de soporte de hierro con bases especiales soldadas para unirse con las bases ancladas

A razón del tamaño del silo será la cantidad de materiales empleados. Conjuntamente a esto el costo total del proyecto se verá reflejado a la disponibilidad del silo.

5.4 Diseño

Figura 8. Diseño de silo de almacenamiento



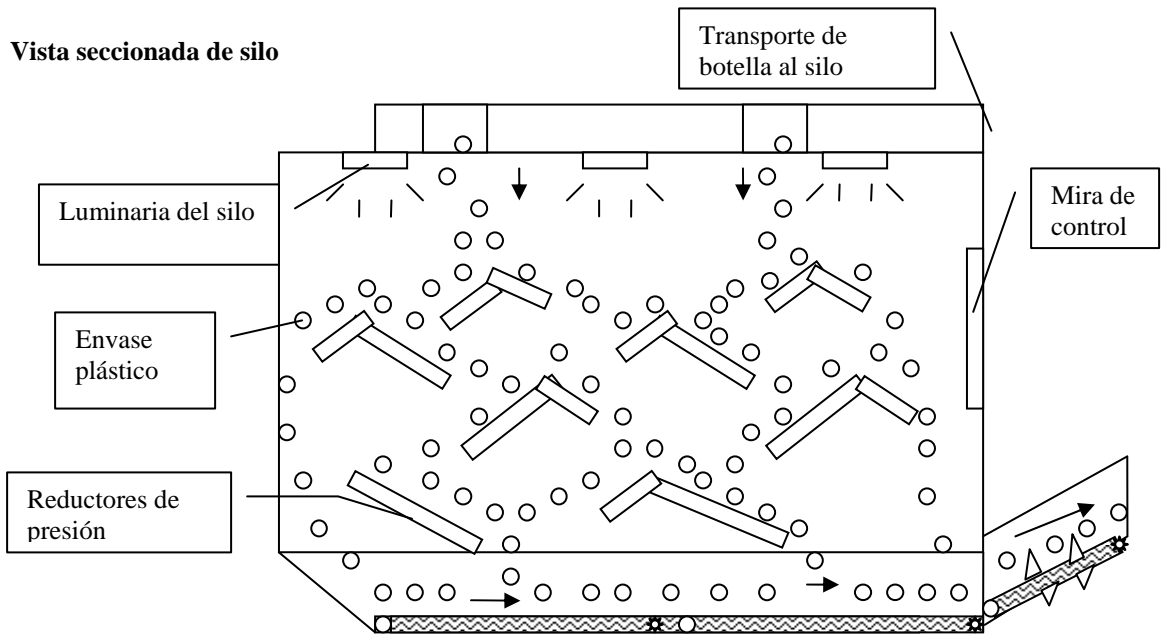


Figura 9. Suelo Soporte

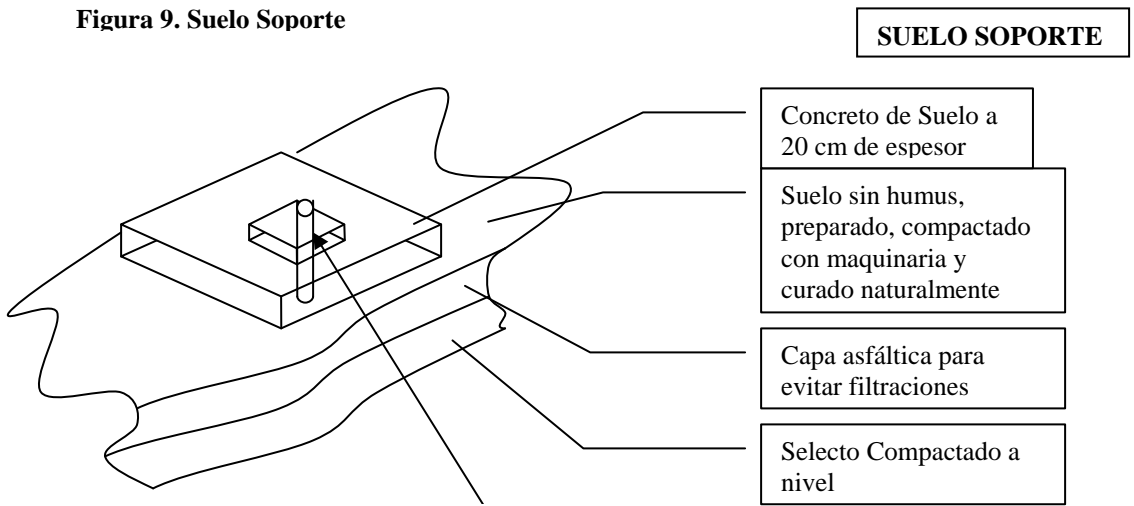


Figura 10. Bases de paral de soporte

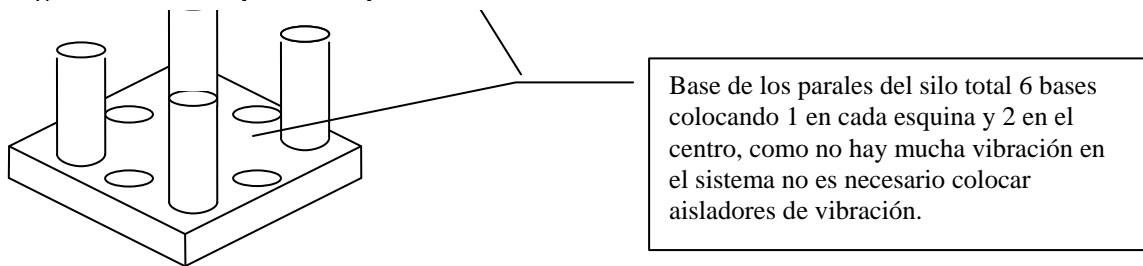
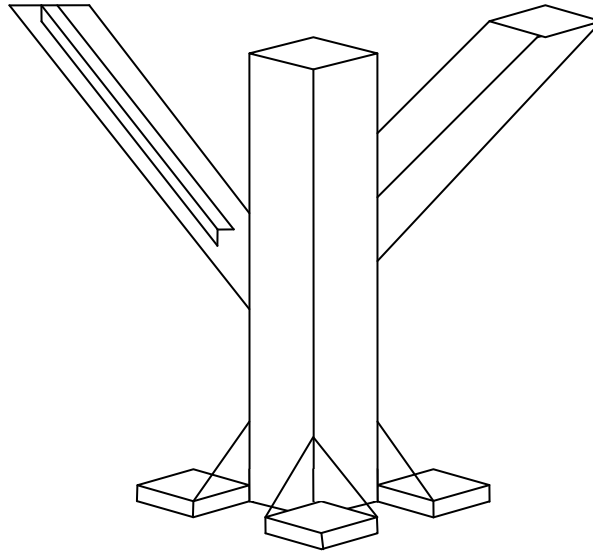
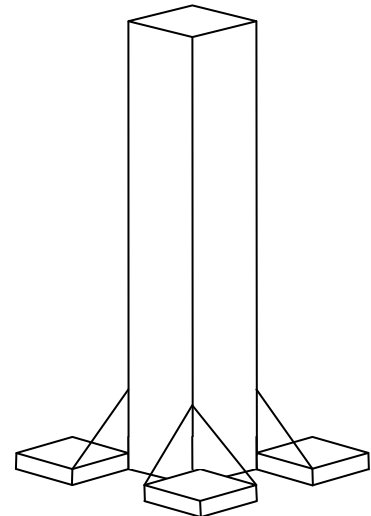


Figura 11. Parales de soporte de estructura en el silo

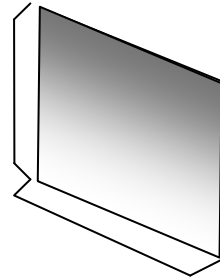


Paral de esquina con refuerzos lateral rectangular derecho y refuerzo izquierdo hembra 90 ° angulado



Paral de centro: Base de 25X25 cm. con grosor de ¼ pulg. Parales de 10x10 cm. Con alturas de 2.2 m.

Figura 12. Láminas del cuerpo del silo



Láminas de acero inoxidable #304 de 1/16 pulg. de grosor; las dimensiones son 3.2 m X 1.1 m siendo en total 36 planchas con pestañas de sujeción de 5 cm. de largo para tornillos de ½ pulg. colocados 15 cm. entre cada uno.

El Peso total es de repartido en 6 cargas iguales aproximadamente un peso dinámico que varía desde el peso total de la estructura hasta un promedio de 140,000 botellas pesando 25 grs. se tiene 3500 Kg. en total. El peso de la estructura está basado en la cantidad de placas de acero son colocadas y por consiguiente las uniones, soportaría y elementos motrices.

5.5 Adición al plan de mantenimiento preventivo.

Para poder introducir al plan de mantenimiento se requiere saber los distintos tipos de mecanismos mecánicos y eléctricos a instalar debido a que cada fabricante al emplear diferentes componentes con tiempo de vida estipulados hace un estimado mediante pruebas en laboratorios de la cantidad de horas de vida y a razón de estos introduce actividades ya sea lubricación de los elementos hasta cambio parcial o total de los mismos.

El listado proporcionado por el fabricante y la frecuencia de realización es lo que se toma para poder agregar al sistema de control de mantenimiento de la empresa por medio del programa de mantenimiento.

De los elementos que se le agregan al silo son:

1. Sopladores de aire para crear una presión interna en el silo
2. Desviadores neumáticos con elementos como pistón neumático, una electroválvula neumática.
3. 2 bandas transportadoras para transportar las botellas, con motores trifásicos de 2.0 HP 220/440 Vac Trifásico. Y reductores de velocidad de 10:1 velocidad. Con chumaceras de acero con cojinetes auto-alienantes, sproket de movimiento.
4. Tablero de control
5. Foto-celdas detectores de nivel

En la adición del mantenimiento las actividades de los elementos de máquinas se pueden describir a continuación.

1. En la estructura se requieren las actividades de limpieza de superficies de forma externa e interna estas se debe realizar una vez cada semana manteniendo limpias las superficies de contacto del tablero.

2. En el dispositivo revisión de la tornillería de sujeción y de las superficies metálicas se requiere revisión periódica por mes realizando aprietes o cambio de las estructuras del sistema.
3. Para el cableado eléctrico se debe revisar la condición física del daño o terminales flojas para esta actividad se requiere una verificación del sistema cada 2 semanas apretando o cambiando los elementos.
4. La revisión del funcionamiento de todo el sistema si posee algún ruido, o lámparas quemadas hay que revisar una vez por semana confirmado si hay funcionamiento adecuado y/ o ruido en la maquinaria.
5. Revisión del blower (soplador) de llenados de silos la frecuencia se debe realizar cada mes.
6. Limpieza de filtros de sopladores bandas y silos la frecuencia a realizar es cada semana.
7. Revisión de compuertas de orientación sobre bandas y silos aplica para la frecuencia a realizarse cada 3 semanas.
8. Limpieza de transporte como es envase alimenticio se requiere que cada 2 semanas sea realizada esta actividad.
9. Limpieza de filtros de paneles eléctricos siendo los componentes eléctricos de vital importancia se requiere una revisión semanal.
10. Revisar pistones de activación de compuertas debido a su importancia y funcionalidad estos elementos se recomienda revisarlos cada 3 semanas.
11. Revisión del estado de sensores, fotoceldas, espejos en ambientes donde no hay polvo en exceso se recomienda realizar esta actividad cada mes pero como en nuestro lugar de trabajo el nivel de polvo acumulado se debe al paso de montacargas siendo obligatorio la limpieza cada semana.

Para comenzar introduciendo datos en la herramienta de mantenimiento se procede a llenar en la lista de actividades los siguientes datos correspondientes a las actividades recomendadas según el fabricante y otras actividades que se crean prudentes

agregar dependiendo de la experiencia obtenida con otras instalaciones de igual magnitud.

Tabla V. Descripción de actividades en silo

# Maq	# Act	Actividad	Tiempo promedio min.	Frecuencia de realización días
1	1	Revisión del soplador de llenados de Silos	50	30
1	2	Limpieza de filtros de sopladores bandas y silos	20	7
1	3	Revisión de compuertas de orientación sobre bandas y silos	30	30
1	4	Limpieza de transporte (completa)	100	15
1	5	Limpieza de filtros de paneles eléctricos	30	7
1	6	Revisar pistones de activación compuertas de apertura	55	45
1	7	Revisión del estado y limpieza de sensores, fotoceldas, espejos	60	30
1	8	Limpieza General de Silo	215	45
1	9	Limpieza de tableros eléctricos interna y externamente, apriete de conexiones eléctricas	60	15
1	10	Revisión del torque en la tornillería del silo	150	30
1	11	Revisión del cableado eléctrico y sus conexiones	25	15
1	12	Revisión de ruidos anormales	20	7
1	13	Revisión del Motor reductor de las bandas	30	15
1	14	Lubricación de chumaceras de las bandas	15	15
1	15	Revisión del estado de Sproket y cadena de transmisión	15	45

Al obtener las actividades se procede luego a la asignación de código por actividad concatenando la selección de las primeras 3 letras de la máquina junto con el número de máquina y el número de la actividad correspondiente. Ejemplo Silo 1 actividad 1 = SIL 1-1.

Tabla VI. Asignación de códigos a las actividades

Cod. Máquina	Código	Máquina
SIL	SIL-1-1	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-2	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-3	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-4	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-5	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-6	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-7	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-8	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-9	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-10	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-11	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-12	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-13	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-14	SILO 1 TEC
SIL	SIL-1-15	SILO 1 TEC

Se procede a realizar la validación de datos en la tabla de excel en la pestaña de listados. Esto para poder obtener los datos hacia otras pestañas del sistema.

Tabla VII. Validación de actividades.

MÁQUINA	MECÁNICO	CÓDIGO DE ACTIVIDAD	TIPO DE MANTENIMIENTO
Silo almacenamiento 1	Coordinador de mto	Sil-1-1	Preventivo
		Sil-1-2	Correctivo planeado
	Supervisor	Sil-1-3	Correctivo no planeado
	Operario 1	Sil-1-4	
	Operario 2	Sil-1-5	
	Operario 3	Sil-1-6	
	Operario 4	Sil-1-7	
	Mecánico	Sil-1-8	
		Sil-1-9	
		Sil-1-10	
		Sil-1-11	

Cuando la descripción de actividades ya está estipulada y la herramienta haya validado los códigos se procede a completar el plan de mantenimiento llenando las columnas correspondientes para la libre ejecución de las actividades.

Se llena el nombre de la máquina a tratar, el código de arrastre validado de esta manera la casilla de Actividades por medio de la búsqueda horizontal el nombre y el código en la pestaña de actividades descritas arrastre la descripción asignada igualmente ocurriendo lo mismo con el arrastre de la frecuencia de actividades.

Para determinar que actividad fue realizada se tiene que llenar la pestaña de registro de esta manera al revisar las actividades aparecerá la fecha de realización en la columna la fecha del último mantenimiento; la columna de la derecha se tiene la sumatoria de la fecha del último mantenimiento y la frecuencia estipulada por actividad, esta es la que se controla para poder generar las ordenes de mantenimiento.

De esta manera se llega a obtener una tabla lista para la revisión por el planeador de mantenimiento.

Tabla VIII. Asignación de las actividades por fechas.

MAQUINA	CODIGO DE ACTIVIDAD	Actividad	Frecuencia de realización días	FECHA DEL ULTIMO MANTENIMIENTO	FECHA DEL PROXIMO MANTENIMIENTO
SILO 1 Alm.	SIL-1-1	Revisión del soplador de llenados de Silos	30	0/1/año	30/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-2	Limpieza de filtros de sopladores bandas y silos	7	0/1/año	07/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-3	Revisión de compuertas de orientación sobre bandas y silos	30	0/1/año	30/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-4	Limpieza de transporte (completa)	15	0/1/año	15/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-5	Limpieza de filtros de paneles eléctricos	7	0/1/año	07/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-6	Revisar pistones de activación compuertas de apertura	45	0/1/año	45/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-7	Revisión del estado y limpieza de sensores, fotoceldas, espejos	30	0/1/año	30/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-8	Limpieza General de Silo	45	0/1/año	45/1/año
		Limpieza de tableros eléctricos interna y externamente, apriete de conexiones eléctricas			
SILO 1 Alm.	SIL-1-9		15	0/1/año	15/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-10	Revisión del torque en la tornillería del silo	30	0/1/año	30/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-11	Revisión del cableado eléctrico y sus conexiones	15	0/1/año	15/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-12	Revisión de ruidos anormales	7	0/1/año	07/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-13	Revisión del Moto reductor de las bandas	15	0/1/año	15/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-14	Lubricación de chumaceras de las bandas	15	0/1/año	15/1/año
SILO 1 Alm.	SIL-1-15	Revisión del estado de Sproket y cadena de transmisión	45	0/1/año	45/1/año

CONCLUSIONES

1. La aplicación del mantenimiento a los equipos, la infraestructura, las herramientas, maquinaria, y demás implementos de trabajo en la empresa representa una inversión que a mediano y largo plazo demostrará beneficios monetarios y operacionales, siempre y cuando el costo de mantenimiento periódico no sobrepase el costo – beneficio de una máquina y sea más rentable la obtención de una nueva.
2. El control del mantenimiento representa una herramienta importante en seguridad laboral, debido a que en la mayoría de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser evitados con una simple revisión periódica; manteniendo las áreas y ambientes de trabajo en orden y limpieza, con buena iluminación, siendo parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.
3. Las actividades de mantenimiento se deben realizar por personal debidamente capacitado e inducido con la herramienta adecuada y los equipos de seguridad necesarios, para completar las actividades propuestas en la mejora continua de la máquina sin tener ningún riesgo.
4. La disponibilidad de una herramienta de mantenimiento que se adecúe al trabajo requerido de una planta o lugar de trabajo facilita al programador de mantenimiento asignar tareas al personal en caso que el coordinador de mantenimiento se ausente.

5. Para la obtención de resultados en una fábrica con la implementación de un nuevo sistema de control se requiere que al personal se le capacite al comenzar la relación laboral y se les continúen instruyendo en los métodos y procesos más adecuados siendo estos dirigidos a mantener un nivel de confianza y aceptación al sistema.

6. Dar seguimiento a la gestión de mantenimiento en su desarrollo obligando al programador la continua supervisión de las actividades y los implementos necesarios para su desarrollo estable.

RECOMENDACIONES

1. El coordinador de cada área debe estandarizar los procesos de la empresa.
2. La requisición de repuestos debe estar contemplada por el coordinador de mantenimiento en la capacidad de suplir una simple emergencia como los distintos elementos requeridos para los mantenimientos de gran importancia tomando en cuenta el tiempo empleado para aprobación de la compra y envío por parte de empresas externas.
3. El presupuesto mensual debe tener contemplado los límites estipulados por la empresa matriz.
4. Según lo observado en el departamento de mantenimiento se debería dividir en diferentes áreas de desarrollo y definir los planes de acción de cada área en caso que no existiera consultores externos para el desarrollo de estas actividades:
 - a. Sección Mecánica: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar las maquinarias y equipos mecánicos.
 - b. Sección Eléctrica: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar los mandos eléctricos, generadores, subestaciones, y demás dispositivos de potencia.
 - c. Sección Electrónica: conformada por aquellos encargados del mantenimiento de los diversos dispositivos electrónicos.
 - d. Sección Informática: tienen a su cargo el mantener en un normal desarrollo las aplicaciones de software.

- e. Sección Civil: conformada por aquellos encargados del mantenimiento de las construcciones, edificaciones y obras civiles necesarias para albergar a los equipos
5. Cada propuesta de mejora requiere de un análisis de costos por la gerencia antes de la implementación y su posterior aplicación.
 6. El programa de mantenimiento debe obtener resultados que mejoren a corto, mediano y largo plazo los lugares de trabajo de los operadores, abarcando un lapso de un año de prueba.

BIBLIOGRAFÍA

1. German A. Riabini, 1990, Máquinas e Instalaciones Frigoríficas, Ciudad la Habana ,Cuba, ORBE.
2. Stephen Michael Elonka, 1988, Refrigeración y Acondicionamiento de aire, preguntas y respuestas, Tercera Edición, , Estados Unidos de América, McGraw-Hill.
3. Stephan Konz, 1992, Manual de distribución en plantas industriales, Ciencia y Técnica, Mexico DF, Limusa S.A.
4. Robert C. Roaler, P.E, 1990, Manual de mantenimiento Industrial Tomo 1, Mexico, Magra-Hill.
5. Ramses Martinez, 2007, Manual de Operaciones Mantenimiento Planta Plastiglas S.A. Guatemala. Guatemala.
6. Leonel Adalberto Ortuño Valdivieso, 1993, Importancia de la Refrigeración de Moldes para fabricación de envases plásticos, Guatemala, Facultad de Ingeniería Escuela de ingeniería Mecánica USAC.
7. Toledo Melgar, Raúl Estuardo,1999, Plan de mantenimiento preventivo para máquinas extrusoras de cintas de polipropileno, Guatemala, Facultad de Ingeniería Escuela de ingeniería Mecánica USAC.

8. Molina Thomae, Roberto, 1985, Consideraciones para el diseño, operación y mantenimiento de una torre de enfriamiento tipo industrial, Guatemala, Facultad de Ingeniería Escuela de ingeniería Mecánica USAC

9. Wikimedia Foundation, Inc.,1993,Chiller,Estados Unidos, Consultado 20 Noviembre 2007 Disponible en <http://en.wikipedia.org/wiki/Chiller>

10. Donaldson Company Inc. 2002, Secadores de Aire. Alemania, <http://www.donaldson.com/es/index.html>

11. Textos Científicos. Inc., 1997, PET, Poli Etilén Tereftalato España Consultado el 1 de Octubre del 2007, Disponible en:
<http://www.textoscientificos.com/polimeros/pet>

ANEXOS
Tabla IX Listado de Actividades

1	2	3	4	5	6	7	8
COD. MAQUINA	No. De Maquina	No. De Actividad	CODIGO	MAQUINA	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	FRECUENCIA (DIAS)
SID	8	14	SID-8-14	SIDEL 08	Control/limpieza de la camara infraroja.	3	7
SID	8	15	SID-8-15	SIDEL 08	Control limpieza de los detectores fotoelectricos.	13	7
SID	8	16	SID-8-16	SIDEL 08	Engrase guias brazo de transferencia.	40	15
SID	8	17	SID-8-17	SIDEL 08	Engrase guias de elongacion.	39	15
SID	8	18	SID-8-18	SIDEL 08	Engrase guias fondo de Moldes.	20	15
SID	8	19	SID-8-19	SIDEL 08	Control lamparas de horno	15	30
SID	8	20	SID-8-20	SIDEL 08	Control de limitadores de par entre preformas	10	30
SID	8	21	SID-8-21	SIDEL 08	Control de reflectores de horno	10	30
SID	8	22	SID-8-22	SIDEL 08	Engrase pistas de rodamiento/Rampas de volteo	5	30
SID	8	25	SID-8-25	SIDEL 08	Revision fugas de aire del Racor rotativo aire	15	90
SID	8	26	SID-8-26	SIDEL 08	Control del nivel de aceite del motoreductor.	15	90
SID	8	27	SID-8-27	SIDEL 08	Control/limpieza de los filtros de ventilacion	35	90
SID	8	28	SID-8-28	SIDEL 08	Control seguridad leva escamoteable cierre molde	20	180
CHI	3	1	CHI-3-1	CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)	Verificar aceite del compresor	20	90
CHI	3	2	CHI-3-2	CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)	Verificar si existen fuga de refrigerante*	11	90
CHI	3	3	CHI-3-3	CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)	Limpiar filtro de aire	34	90
COM	1	1	COM-1-1	COMP. AF 1	Mantenimiento de las 4000 horas: Cambio de Aceite, limpieza de filtro de aceite, Cambio de anillos de la segunda y tercera etapa, reemplazar Scrapers, revisar válvulas, cambiar filtro de aire, reemplazar empaquetaduras de aire, etc.	600	180
COM	1	2	COM-1-2	COMP. AF 1	Mantenimiento de las 8000 horas: Cambio de aceite, limpieza de filtro, cambio de anillos primera segunda y tercera etapa, reemplazar Scrapers, revisar válvulas, cambiar filtros de aire, etc.	1800	365
COM	1	3	COM-1-3	COMP. AF 1	Revisar correas y tensionarlas según sea el caso	150	180
COM	1	4	COM-1-4	COMP. AF 1	Engrasar motor eléctrico	15	30
TOR	1	1	TOR-1-1	TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	Engrasar	30	90
TOR	1	2	TOR-1-2	TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	Limpieza general	480	90
TOR	1	3	TOR-1-3	TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	Limpieza del panel Electrico	30	90
TOR	1	4	TOR-1-4	TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	Apretar terminales electricos	30	90
SEC	1	1	SEC-1-1	SECADOR DE ALTA 1	Desmontaje y limpieza de motor-ventilador	20	30
SEC	1	2	SEC-1-2	SECADOR DE ALTA 1	Limpieza de condensador	40	30
SEC	1	3	SEC-1-3	SECADOR DE ALTA 1	Verificar si existen fugas de refrigerante	10	30
TRA	1	1	TRA-1-1	TRANSPORTADOR DE SILOS 1	Revision de motores motoreductores de elevadores	25	15
TRA	1	2	TRA-1-2	TRANSPORTADOR DE SILOS 1	Revision de tension de las bandas elevadoras	60	30
TRA	1	3	TRA-1-3	TRANSPORTADOR DE SILOS 1	Revision de motores de bandas lineales	45	15

Tabla X Listado para validación



LISTAS PARA VALIDACIÓN

MÁQUINA	MECÁNICO	CÓDIGO DE ACTIVIDAD	TIPO DE MANTENIMIENTO
SIDEL 08	Coordinador de Mtto	SID-8-14	PREVENTIVO
CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)		SID-8-15	CORRECTIVO PLANEADO
COMP. AF 1	Supervisor de turno	SID-8-16	CORRECTIVO NO PLANEADO
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	Operador de Sopladora	SID-8-17	
SECADOR DE ALTA 1	Operador de Sopladora	SID-8-18	
TRANSPORTADOR DE SILOS 1	Operador de Sopladora	SID-8-19	
SILO DE ALMACENAMIENTO	Operador de Sopladora	SID-8-20	
	Operador de Silos de Almacenamiento	SID-8-21	
	Auxiliar de actividades	SID-8-22	
	Control de Calidad	SID-8-25	
	Mecánico de turno	SID-8-26	
		SID-8-27	
		SID-8-28	
		CHI-3-1	
		CHI-3-2	
		CHI-3-3	
		COM-1-1	
		COM-1-2	
		COM-1-3	
		COM-1-4	
		TOR-1-1	
		TOR-1-2	
		TOR-1-3	
		TOR-1-4	
		SEC-1-1	
		SEC-1-2	
		SEC-1-3	
		TRA-1-1	
		TRA-1-2	
		TRA-1-3	

Tabla XI Actividades por Realizar

MÁQUINA	CÓDIGO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DIAS)	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	FECHA DEL PROXIMO MANTENIMIENTO
SIDEL 08	SID-8-14	Control/limpieza de la camara infraroja.	7	27/3/07	3/4/07
SIDEL 08	SID-8-15	Control limpieza de los detectores fotoelectricos.	7	27/3/07	3/4/07
SIDEL 08	SID-8-16	Engrase guias brazo de transferencia.	15	27/3/07	11/4/07
SIDEL 08	SID-8-17	Engrase guias de elongacion.	15	27/3/07	11/4/07
SIDEL 08	SID-8-18	Engrase guias fondo de Moldes.	15	27/3/07	11/4/07
SIDEL 08	SID-8-19	Control lamparas de horno	30	27/3/07	26/4/07
SIDEL 08	SID-8-20	Control de limitadores de par entre preformas	30	27/3/07	26/4/07
SIDEL 08	SID-8-21	Control de reflectores de horno	30	27/3/07	26/4/07
SIDEL 08	SID-8-22	Engrase pistas de rodamiento/Rampas de volteo	30	27/3/07	26/4/07
SIDEL 08	SID-8-25	Revisión fugas de aire del Racor rotativo aire	90	27/3/07	25/6/07
SIDEL 08	SID-8-26	Control del nivel de aceite del motoreductor.	90	27/3/07	25/6/07
SIDEL 08	SID-8-27	Control/limpieza de los filtros de ventilacion	90	27/3/07	25/6/07
SIDEL 08	SID-8-28	Control seguridad leva escamoteable cierre molde	180	27/3/07	23/9/07
CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)	CHI-3-1	Verificar aceite del compresor	90	01/00	30/3/00
CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)	CHI-3-2	Verificar si existen fuga de refrigerante*	90	01/00	30/3/00
CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)	CHI-3-3	Limpiair filtro de aire	90	01/00	30/3/00
COMP. AF 1	COM-1-1	Mantenimiento de las 4000 horas: Cambio de Aceite, limpieza de filtro de aceite, limpieza de anillos de la segunda	180	01/00	28/6/00
COMP. AF 1	COM-1-2	Mantenimiento de las 8000 horas: Cambio de aceite, limpieza de filtro, cambio de anillos primera segunda y tercer	365	01/00	30/12/00
COMP. AF 1	COM-1-3	Revisar correas y tensionarlas segun sea el caso	180	01/00	28/6/00
COMP. AF 1	COM-1-4	Engrasar motor eléctrico	30	01/00	30/1/00
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	TOR-1-1	Engrasar	90	01/00	30/3/00
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	TOR-1-2	Limpieza general	90	01/00	30/3/00
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	TOR-1-3	Limpieza del panel Electrico	90	01/00	30/3/00
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	TOR-1-4	Apretar terminales electricos	90	01/00	30/3/00
SECADOR DE ALTA 1	SEC-1-1	Desmontaje y limpieza de motor-ventilador	30	01/00	30/1/00
SECADOR DE ALTA 1	SEC-1-2	Limpieza de condensador	30	01/00	30/1/00

Tabla XII Cantidad de Actividades



AREA (Todas)

Cuenta de CODIGO FRECUENCIA (DIAS)

MAQUINA	7	15	30	90	180	365	Total general
CHILLER (ALIM. A SIDEL 08)			1	3			3
COMP. AF 1			3		2	1	4
SECADOR DE ALTA 1			4				3
SIDEL 08	2	3	4	3	1		13
TORRE DE ENFRIAMIENTO 1			2	4			4
TRANSPORTADOR DE SILOS 1		2	1				3
(en blanco)							
Total general	2	5	9	10	3	1	30

Descripción de las actividades por máquina a realizar en el periodo de cada frecuencia

Frecuencia	Actividad.
7	2
15	5
30	9
90	10
180	3
365	1

Columnas de Frecuencia de actividades con la respectiva cantidad de actividades por realizar en esa frecuencia

Tabla XIII. Actividades por fecha

SOPLADORAS	22-03-07	29-03-07	05-04-07	12-04-07	19-04-07	26-04-07	03-05-07	10-05-07	17-05-07	24-05-07	01-06-07
Cantidad de Preventivas	2	5	2	9	2	2	2	5	2	2	7
Semanas											
Mes	ABRIL										
Frecuencia	7	15	7	30	7	45	7	60	7	15	7
							MAYO				
											JUNIO
											7

Cronograma de actividades distribuidas por fecha y frecuencia, es de donde parte la selección de mantenimientos efectuados por semana. Cronograma fijo para la selección de mantenimientos determinados por el fabricante.


Tabla XIV Registro de actividades realizadas mantenimiento Preventivo

REGISTRO
Mantenimiento - Area Pet



FECHA DE EJECUCION MM/DD/AA	SEMANA	MES	HORA DE INICIO	HORA FINAL	MAQUINAS	ACTIVIDAD (Iistada)	MECANICO	TIPO DE MANTENIMIENTO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO (MIN)	NUMERO DE ORDEN
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-1	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-14	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-15	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-16	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-17	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-18	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-19	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-20	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-21	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-22	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-25	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-26	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-27	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
27/03/2007	26-Mar	Mar-07	18:00	11:29	SIDEL 08	SID-8-28	OSEAS BLANCO	PREVENTIVO	1049	3739
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	
								PREVENTIVO	0	

Tabla XV. Registro de actividades realizadas



Tarea variás
Sin O. T.
Equipo del KM 21
Registro

Correctivo no programado
Correctivo Programado
Cambio de Nombres

REGISTRO
Mantenimiento - Area Pet

AREA	FECHA DE REGISTRO MM/DD/AA	FECHA DE EJECUCIÓN MM/DD/AA	SEMANA mm/dd/aa	MES	Realizado por	HORA DE INICIO	HORA DE FINAL	EQUIPO	ACTIVIDAD (NO LISTADA)	REPORTADO POR	TIPO DE MANTENIMIENTO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO (MIN)	NUMERO DE ORDEN DE TRABAJO	NUMERO DE REPORTE	CUPL.	COMENTA-RIOS
												0				
												0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				
											CORRECTIVO PLANEADO	0				

SEMANA DEL 26 DE MARZO DEL 2007

Tabla XVI. Reporte de Daños


 plásticos, S.A.		Departamento de Mantenimiento Reporte de Daños	Número de Reporte _____
Elaborado por:	Máquina	Fecha	
Daño reportado			
Área de mantenimiento			
Recibido por	Firma	Fecha	

Tabla XVII. Formato de actividades a realizar por fecha

No. DE ORDEN		Area	PET	<input checked="" type="checkbox"/> MO PET	SIDEL 20	Fecha Mecanico Turno	31/05/07	LISTADO DE ACTIVIDADES PARA EJECUTAR mantenimiento
Descripción del área de trabajo								Nota: Coloque el gancho si la actividad fue efectiva.
Prioridad	Alta	Prioridad 2 : Media	3	Baja	ACTIVIDADES			
No.	PRIORIDAD	CODIGO	Descripción de actividades de mantenimiento		Tiempo			
1	1	SIP-20-16	Engrase guías brazo de transferencia.		35			
2	1	SIP-20-17	Engrase guías de elongación.		35	La Descripción de fecha, mecánico y turno que se le asigna.		
3	1	SIP-20-18	Engrase guías fondo de Moldes.		35			
4	2	SIP-20-1	Control del Circuito de aire 7 Bar		15			
5	2	SIP-20-3	Engrase leva/contraleva vestido/desvestido		10			
6	2	SIP-20-4	Engrase de leva de eyección preformas.		10	La Descripción de máquina para realizar el mantenimiento		
7								
8								
9								
10						La Descripción de actividades de mantenimiento		
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
TOTAL					140			

NOTA

- *AL REALIZAR ENGRASE DE EQUIPOS, LIMPIAR LUBRICANTE CONTAMINADO Y REMOVER LUBRICANTE EXCEDENTE
- *VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ANTES DE EMPEZAR EL MANTENIMIENTO
- *FIJARSE EN LOS RUIDOS NO NORMALES DE LA MÁQUINA
- *VERIFICAR FUGAS DE ACEITE, SENSORES, CABLES ROTOS, SINCRONIZACIÓN. ETC.
- *PREGUNTAR AL OPERARIO SOBRE LOS FALLOS QUE A TENIDO LA MÁQUINA DURANTE EL TURNO
- *REPARAR LOS DAÑOS ENCONTRADOS O REALIZAR EL REPORTE DE DAÑO CORRESPONDIENTE
- *ARRANCAR LA MÁQUINA UNA HORA ANTES DE FINALIZAR EL MANTENIMIENTO Y HACER LOS AJUSTES PERTINENTES PARA ASÍ GARANTIZAR EN BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA MISMA

Tabla XX. Check list sopladora



SOPLADORA
Lista de Verificación Diaria - Mantenimiento

ELABORADO POR: _____ FECHA : _____
 TURNO: _____

#	ACTIVIDADES	SBO 16	SBO 12	SBO 08	SBO 20	OBSERVACIONES
1	VERIFICAR SI LA MÁQUINA TIENE GOTEOS DE AGUA < Indicar con gancho la máquina, si la máquina no tiene goteo y una (X) si tiene. (indique el lugar)					
2	VERIFICAR SI EXISTEN FUGAS DE AIRE < Indicar con gancho la máquina, si la máquina no tiene fuga y una (X) si tiene. (indique el lugar)					
3	VERIFICAR SI EXISTEN RUIDOS ANORMALES < Indicar con gancho la máquina, si la máquina no tiene ruidos y una (X) si tiene. (indique el lugar)					
4	ENTRAR EN EL MENU (ALARMAS) E INDICAR CON UN GANCHO SI EXISTEN ALARMAS QUE SE REPITEN MAS DE 2 VECES Y CAUSAN PAROS EN LA MAQUINA. (ANOTAR EN OBSERVACIONES CUALES SON)					
5	VERIFICAR QUE LOS SECADORES DE AIRE DE ALTA Y DE BAJA ESTEN TRABANDO SIN ANORMALIDADES Y NO TENGAN ALARMAS. < Indicar con gancho la máquina, si la máquina no tiene alarmas y una (X) si tiene. (indique el lugar) en observ.					
6	VERIFICAR QUE EL BRUMISADOR DE AGUA ESTE TRABAJANDO CORRECTAMENTE Y EL VORTEC < Indicar con gancho la máquina, el brumisador esta trabajando bien y una (X) si no esta trabajando bien.					
7	REVIZAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS FILTROS DE AIRE DE LOS VENTILADORES DEL HORNO < Indicar con gancho la máquina, si los filtros estan bien y una (X) si hay filtros que estan mal indicar cual en obs.					
8	VERIFICAR LA PRESIÓN DE ENTRADA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO < Indicar la presión en la máquina que corresponde.					
9	VERIFICAR LA PRESIÓN DE SALIDA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO. < Indicar la presión en la máquina que corresponde.					

NOTA: SI SE ENCUENTRAN PROBLEMAS EN MAQUINAS EN EL CHECK LIST, LLENAR REPORTES DE DAÑOS PARA QUE ESTAS ACTIVIDADES PUEDAN SER PLANIFICADAS PARA SU EJECUCION.

MECÁNICO: _____ COORDINADOR DE MTTTO: _____

Tabla XXI. Chek list chiller de enfriamiento



ELABORADO POR: _____ FECHA: _____

TURNO: _____

#	ACTIVIDADES	CHILLER DE SBO 08	SBOCHILLER DE SBO 12	SBOCHILLER DE SBO 16	SBOCHILLER DE SBO 20	OBSERVACIONES
1	VERIFICAR PRESIÓN DE AGUA <small>< Indicar con (-) la máquina si la máquina tiene buen nivel de agua</small>					
2	VERIFICAR SI LOS MOTORES TIENEN RUIDO EXTRAÑOS <small>< Indicar con (+) la máquina si el motor no tiene ruidos y una (X) si tiene (indique el lugar)</small>					
3	VERIFICAR SI EXISTEN FUGAS EN LAS TUBERÍAS <small>< Indicar con (+) la máquina si la máquina no tiene fugas y una (X) si las tiene (indique el lugar)</small>					
4	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DE AGUA <small>< Con un medidor infrarrojo mida la temperatura de entrada del agua</small>					
5	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DE AGUA <small>< Con un medidor infrarrojo mida la temperatura de salida del agua</small>					
6	VERIFICAR SI LA BOMBA TIENE RUIDO O GOTEO POR SELLOS <small>< Indicar con (+) la máquina si la bomba no tiene ruidos y una (X) si tiene</small>					
7	ANOTAR TEMPERATURA DE SET-UP					
8	ANOTAR AMPERAJES DE LAS BOMBAS					
9	VERIFICAR NIVEL DE ACEITE DE LOS COMPRESORES <small>< Coloque un gancho si tiene buen nivel y una X si el nivel es bajo ></small>					

MECÁNICO: _____ COORDINADOR DE MANTENIMIENTO: _____



CHECK LIST SECADORES DE AIRE.

Lista de Verificación Diaria - Mantenimiento

Tabla XXII. Check list secadores de aire

ELABORADO POR: _____ FECHA: _____

TURNO: _____ SECADOR /FABRICANTE _____

TIPO/MODELO _____

EQUIPO	ACTIVIDADES	SECCIONES DE BAJA PRESIÓN							OBSERVACIONES Realizadas con Máquinas en Funcionamiento
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
SECADOR #1 COPRESOR BOQUE	ANOTAR LA TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AIRE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AIRE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AGUA.	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA ULTIMA FECHA EN QUE FUE CAMBIADO EL FILTRO								
SECADOR #2 SBO 16	ANOTAR LA TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AIRE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AIRE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AGUA.	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA ULTIMA FECHA EN QUE FUE CAMBIADO EL FILTRO								
SECADOR #3 SBO 12	ANOTAR LA TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AIRE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AIRE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AGUA.	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA ULTIMA FECHA EN QUE FUE CAMBIADO EL FILTRO								
SECADOR #4 SBO 08	ANOTAR LA TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AIRE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AIRE	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AGUA.	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
	ANOTAR LA ULTIMA FECHA EN QUE FUE CAMBIADO EL FILTRO								

Tabla XXIII Check list de compresores de aire



Check list diario para compresores ALTA PRESION AF

LISTA DE VERIFICACION DIARIA DE MANTENIMIENTO

MECÁNICO: _____ COORDINADOR DE MANTENIMIENTO: _____ COMPRESOR: _____

Elaborado por:	
Turno: Grupo:	
semana del _____ al _____ del 20 ____ día _____	
total de horas de servicio	H
serie del equipo	

CAPACIDAD	
HORA DE CARGA	H
TANQUE AIRE DE CONTROL	°C
AGUA DE ENFRIAMIENTO	°C

CALIBRACION DE PRESIONES				
Presion de Aceite (1.5 bars Mínimo)		Bar		
CALIBRACION DE TEMPERATURAS				
1° Etapa (230° Max)		°C		
2° Etapa (230° Max)		°C		
3° Etapa (180° Max)		°C		
PARAMETROS DE OPERACIÓN				
Presion de aceite (2 a 4 Bars)		Bar	TEMPERATAURA 2° ETAPA	
Presion del agua (3.5 a 6 bars)		Bar	Valvula de admision 1	°C
Presion 1° Etapa (4 a 6 bars)		Bar	Valvula de admision 2	°C
Presion 2° Etapa (13 a 15 bars)		Bar	Valvula de descarga 1	°C
Presion 3° Etapa (42 bars Max.)		Bar	Valvula de descarga 2	°C
TEMPERATAURA 1° ETAPA			TEMPERATAURA 3° ETAPA	
Valvula de admision 1		°C	Valvula de admision 1	°C
Valvula de admision 2		°C	Valvula de descarga 1	°C
Valvula de admision 3		°C	TEMPERATAURA HORIZONTAL (80 grados Max)	°C
Valvula de admision 4		°C	TEMPERATURA VERTICAL (80 grados Max)	°C
Valvula de admision 5		°C	TEMPERATURA ACEITE (60 grados Max)	°C
Valvula de admision 6		°C	TEMPERATURA DE AGUA ENTRADA (30 Grados)	°C
Valvula de descarga 1		°C	TEMPERATURA DE AGUA SALIDA (40 Grados)	°C
Valvula de descarga 2		°C	TEMPERATURA DE SALIDA DE AIRE (60 grados Max)	°C
Valvula de descarga 3		°C		
Valvula de descarga 4		°C		
Valvula de descarga 5		°C		
Valvula de descarga 6		°C		
OBSERVACIONES				

Tabla XXIV. Check list de torres de enfriamiento



TORRES DE ENFRIAMIENTO
Lista de Verificación Diaria - Mantenimiento

ELABORADO POR: _____ FECHA: _____
 TURNO: _____

#	ACTIVIDADES	Torre de enfriamiento			OBSERVACIONES
		1	2	3	
1	VERIFICAR SI ESTA OPERANDO NORMALMENTE LA PURGA < Indicar con (✓) la máquina si la máquina está operando normalmente				Realizadas con Máquinas en Funcionamiento
2	VERIFICAR NIVEL DE AGUA < Indicar con (✓) la máquina si la máquina tiene buen nivel de agua				
3	VERIFICAR SI LOS MOTORES TIENEN RUIDO ANORMALES. < Indicar con (✓) la máquina si el motor no tiene ruidos y una (X) si tiene (indique el lugar)				
4	VERIFICAR SI EXISTEN FUGAS EN LAS TUBERÍAS < Indicar con (✓) la máquina si la máquina no tiene fugas y una (X) si las tiene (indique el lugar)				
5	ANOTAR LA TEMPERATURA DE ENTRADA DE AGUA Con un medidor infrarrojo mida la temperatura de entrada del agua	°C	°C	°C	
6	ANOTAR LA TEMPERATURA DE SALIDA DE AGUA Con un medidor infrarrojo mida la temperatura de salida del agua	°C	°C	°C	
7	VERIFICAR SI LA BOMBA TIENE RUIDO O GOTEOS POR SELLOS < Indicar con (✓) la máquina si la bomba no tiene ruidos y una (X) si tiene				
8	VERIFICAR EL NIVEL DE QUÍMICO DE DOSIFICACIÓN < Indicar con un gancho la máquina si el nivel está normal y si no es así complementarlo				
9	VERIFICAR EL IMPULSO DOSIFICADOR si se encuentra anormal regularlo e indicar en observaciones a que máquina se le reguló				

MECÁNICO: _____ COORDINADOR DE MANTENIMIENTO: _____

Tabla XXV. Cronograma de mantenimiento


Area Pet
 Cronograma de Mantenimiento del ___ Mayo al ___ Junio

EQUIPOS	TIEMPO ESTIMADO	VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Turno															

Tabla XXVI. Indicador de mantenimiento realizado por fecha

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MES	(Todas)
AREA	SOPLADORAS
SEMANA	(Todas)
MAQUINA	(Todas)

Correctivas programadas	0
Preventivas S. Fabricante	0
Preventivas Programadas	0

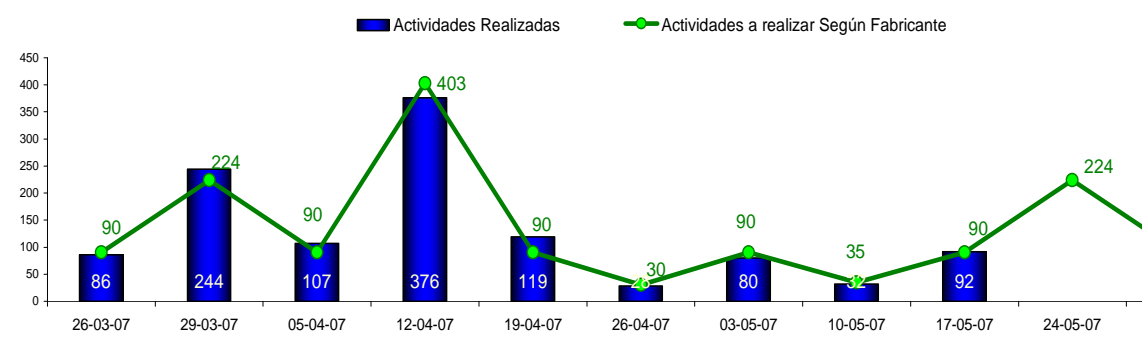
Datos	Total
Suma de ACTIVIDADES A REALIZAR SEGÚN FABRICANTE	
Suma de ACTIVIDADES CORRECTIVAS PROGRAMADAS	
Suma de ACTIVIDADES PREVENTIVAS PROGRAMADAS	
Suma de ACTIVIDADES PREVENTIVAS REALIZADAS	
Suma de ACTIVIDADES CORRECTIVAS REALIZADAS	

Corectivas Realizadas	0
Preventivas Realizadas	0

CUMPLIMIENTO según Fabricante	#DIV/0!
CUMPLIMIENTO según Programado	#DIV/0!

Tabla XXVII. Seguimiento de los mantenimientos preventivos programados

SEGUIMIENTO DE LA EJECUCIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PROGRAMADOS



Concepto	26-03-07	29-03-07	05-04-07	12-04-07	19-04-07	26-04-07	03-05-07	10-05-07	17-05-07
Actividades a realizar Según Fabricante	90	224	90	403	90	30	90	35	90
Actividades Realizadas	86	244	107	376	119	28	80	32	92

Tabla XXVIII. Comparación del cumplimiento del programa de mantenimiento contra la productividad semanal

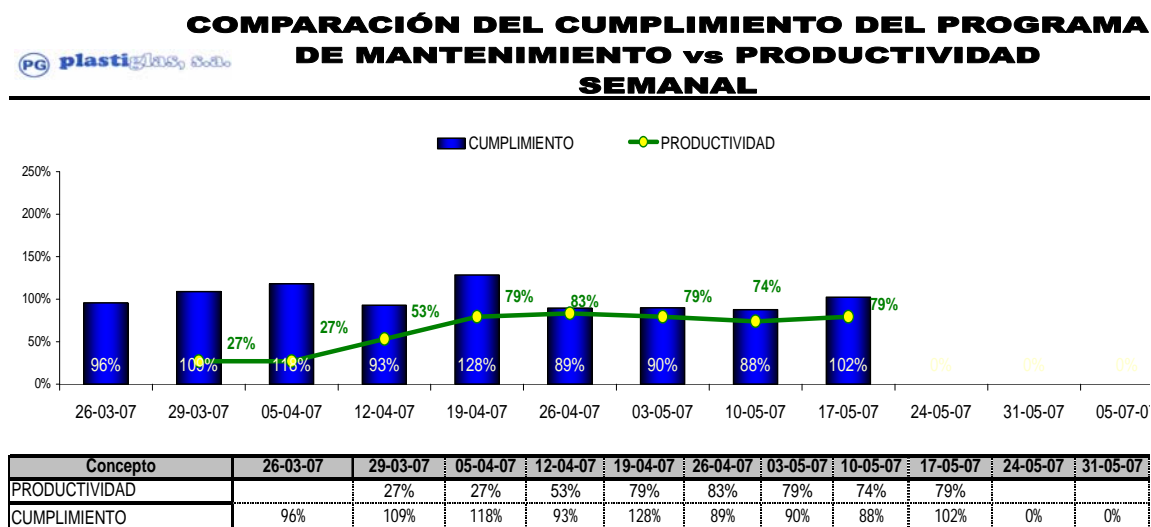


Tabla XXIX. Seguimiento de la ejecución de los mantenimientos correctivos programados semanal

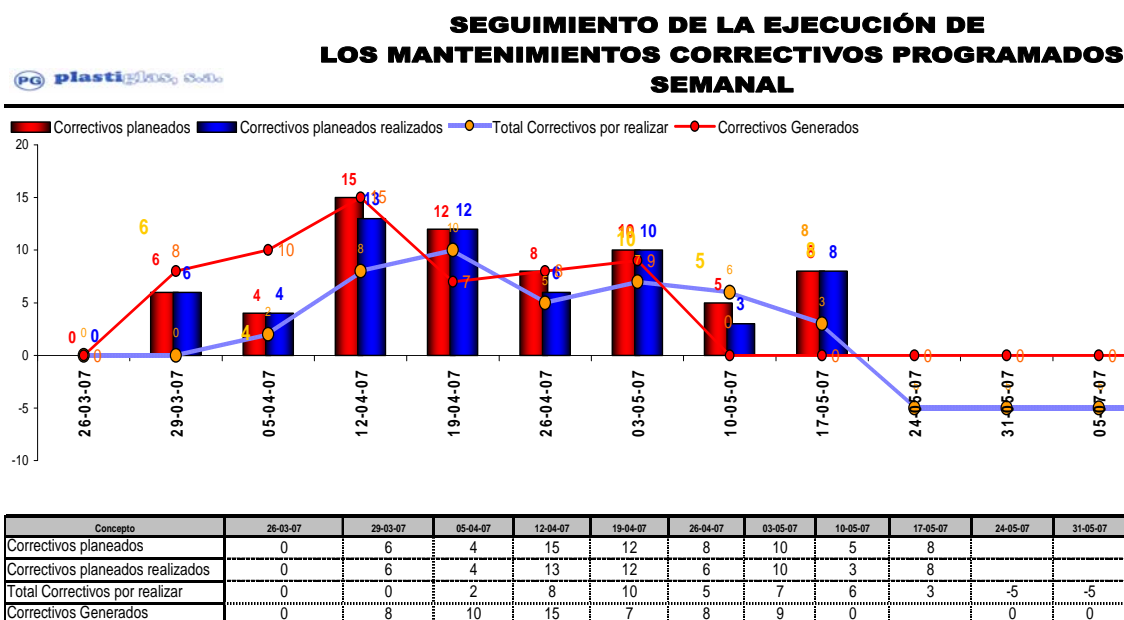


Tabla XXX. Comparativo de la eficiencia mecánica contra la productividad semanal

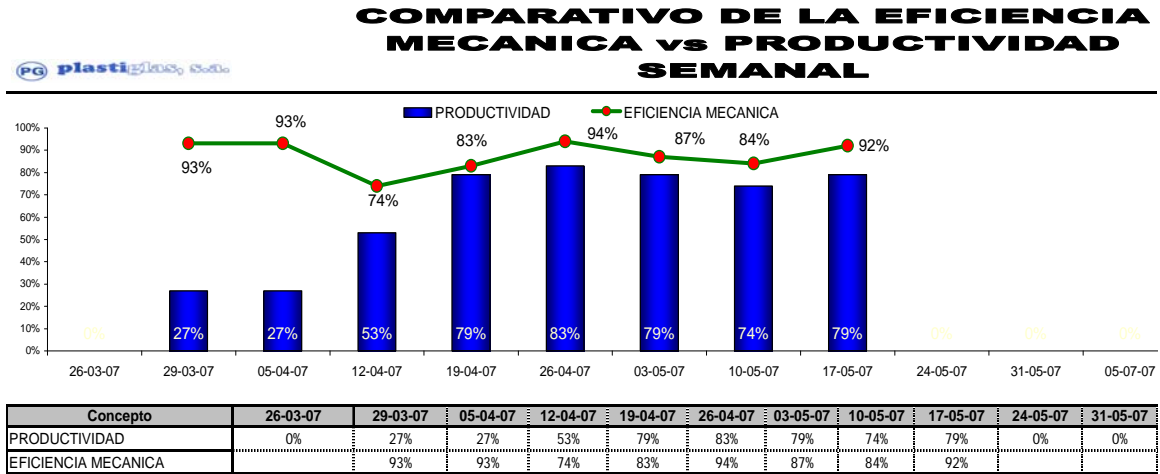


Tabla XXXI. Comparativo entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo no programado

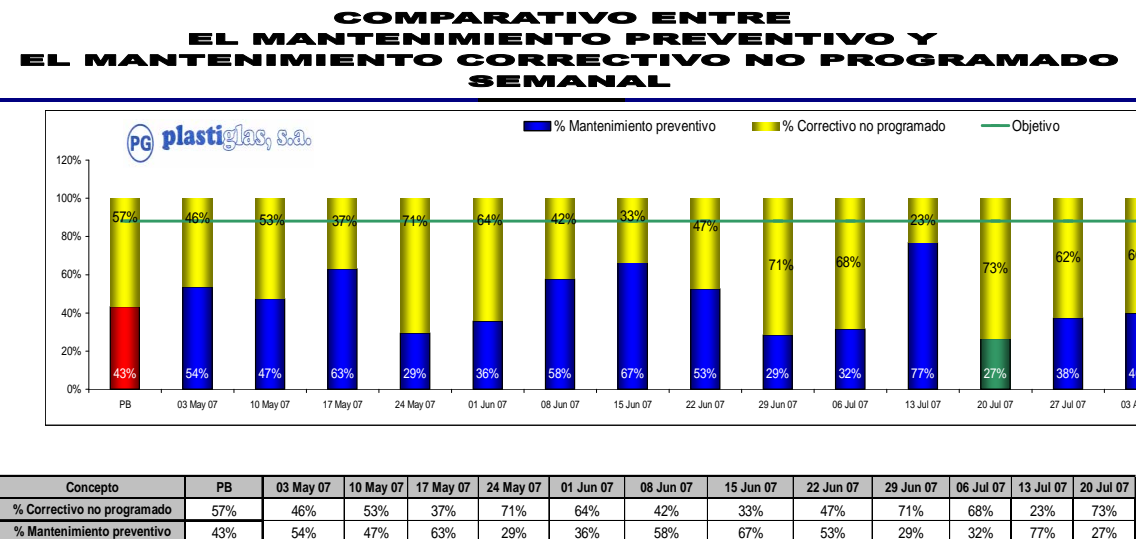
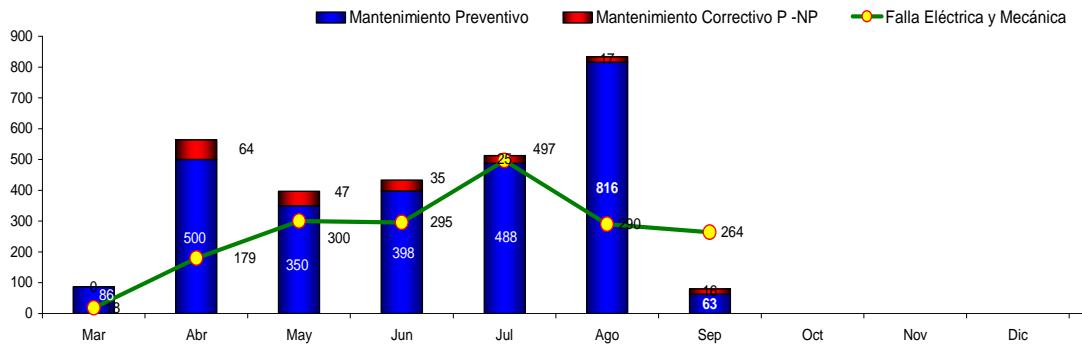


Tabla XXXII. Comparación entre los mantenimientos realizados versus las fallas mecánicas mensuales.



COMPARACIÓN ENTRE LOS MANTENIMIENTOS REALIZADOS vs LAS FALLAS MECANICAS MENSUALES



Concepto	PB	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Mantenimiento Preventivo	-	86	500	350	398	488	816	63		
Mantenimiento Correctivo P -NP	-	0	64	47	35	25	17	16		
Falla Eléctrica y Mecánica	-	18	179	300	295	497	290	264		