

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA



INFORME DE SUFICIENCIA

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA
MÁQUINA FORMADORA DE ENVASES DE VIDRIO IS DE
80 GOTAS/MIN DE VELOCIDAD”**

**Para optar el título profesional de:
INGENIERO MECÁNICO**

SEBASTIÁN GONZÁLES MARIÑAS

PROMOCIÓN 1988-2

LIMA –PERÚ

2009

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por darme la sabiduría, salud, protección y bendición

A mis padres Evaristo y Jovita por darme la vida, formación, ejemplo y que gracias a sus sabios consejos he logrado alcanzar la madurez y la consolidación profesional que todo hombre de provecho anhela conseguirlo.

A mi esposa e hijos por su amor, respeto, comprensión y tolerancia pues son la fortaleza y motivación para continuar proyectándome profesionalmente y que este nuevo pasó sirva de ejemplo y guía para ellos.

A mis hermanos por su apoyo incondicional, confianza y cariño fraternal que siempre nos ha mantenido unidos.

A mi asesor por sus conocimientos y pautas precisas en la elaboración del presente informe.

A todos mis amigos y demás personas que de una manera u otra han contribuido desinteresadamente a que este proyecto concluya satisfactoriamente.

III

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 OBJETIVOS	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL EMPLEO DEL VIDRIO EN LA INDUSTRIA DE LOS ENVASES	5
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.6 ALCANCE	7
1.7 LIMITACIONES	7
CAPITULO II	9
PROCESO TECNOLÓGICO EN LA ELABORACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO	9
2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	9
2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO	10
2.2.1 Recepción de Materias Primas	11
2.2.2 Preparación de las mezclas	11
2.2.3 Fusión de la mezcla y refinación del vidrio	12
2.2.4 Formación del envase:	13
2.2.4.1 Proceso Soplo-Soplo	14
2.2.4.2 Proceso Prensa-soplo	16
2.2.5 Templado	18
2.2.6 Tratamiento superficial	18
2.2.7 Inspección automática	19
2.2.8 Embalaje y manipulación de los productos	20

2.3	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROCESO	21
2.4	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA FORMADORA	21
2.4.1	Características principales	22
2.5	DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LAS MAQUINA IS	24
2.5.1	Mejora continua de las máquinas IS	25
2.5.2	Máquina IS doble gota	28
2.5.3	Datos de la Máquina	29
2.5.4	Diagrama funcional de bloques	29
2.6	ACONDICIONAMIENTO DEL VIDRIO	31
2.6.1	Alimentador	31
2.6.2	Feeder tipo 81	32
2.6.3	Máquina IS con tambor de tiempos	33
2.6.4	Implementación del PLC	35
2.6.4.1	Sistemas	38
2.6.4.2	Subsistemas o componentes	39
2.7	CONDICIONES DE OPERACIÓN	41
	CAPITULO III	43
	MARCO TEÓRICO	43
3.1	CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO	43
3.1.1	Definición de mantenimiento	43
3.1.2	Objetivo del mantenimiento	44
3.1.3	Tipos de mantenimiento	45
3.1.3.1	Mantenimiento correctivo	46
3.1.3.2	Mantenimiento Preventivo	48
3.1.3.3	Mantenimiento Predictivo	52
3.1.3.4	Mantenimiento Proactivo	55

3.1.3.5	Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)	56
3.1.3.6	Mantenimiento productivo total (TPM)	59
CAPITULO IV		62
DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL		62
4.1.-	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.	62
4.1.1	Instalaciones generales	64
4.1.2	Organigrama de la empresa	68
4.1.3	Estructura organizacional	70
4.2.-	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	72
4.2.1	Proceso de mantenimiento	74
4.2.2	Condiciones de mantenimiento	79
4.2.3	Seguimiento del trabajo	80
4.3	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	81
4.3.1	Cálculo de Índices	82
4.3.2	Utilización	82
4.3.3	Disponibilidad	83
4.3.4	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	85
4.3.5	Tiempo medio para la reparación (MTTR)	85
4.3.6	Eficiencia o rendimiento	86
4.3.7	Calidad	87
4.3.8	Efectividad global del equipo (OEE)	88
4.4	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA	90
4.5	IDENTIFICACIÓN PROACTIVA HACIA DONDE DIRECCIONAR EL ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO.	92
4.6	ACUMULACIÓN ESTADÍSTICAS DE FALLAS VS. COSTOS GENERADOS EN LA MAQUINA.	99

VI

4.7	ESTADÍSTICAS DE FALLOS POR IMPACTO ECONÓMICO	101
4.8	DIAGRAMA DE PARETO CLASIFICACIÓN DE FALLAS CLASE A	102
4.9	ANÁLISIS BÁSICO DE PARETO	103
4.10	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	104
4.11	ANÁLISIS DEL DIAGRAMA CAUSA- EFECTO	105
CAPITULO V		111
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		111
5.1	SOLUCIONES PROPUESTAS	111
5.2	PLANTEAMIENTO DEL MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR	112
5.3	ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	114
5.3.1	Metodología para la realización del plan de mantenimiento preventivo mantenimiento preventivo	114
5.32	Requisitos indispensables para implantar el programa de mantenimiento preventivo	114
5.3.3	Programa de mantenimiento preventivo	115
5.3.3.1	Elaboración del check list de las máquinas en base al seguimiento y parámetros más importantes	117
5.3.3.2	Monitoreo del check list	117
5.4	GESTIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	121
5.4.1	Mantenimiento de la máquina	122
5.4.2	Planificación del Preventivo	124
5.4.3	Mantenimiento Correctivo	125
5.4.4	Mantenimiento Preventivo	125
5.4.4.1	Plan de lubricación	126
5.4.4.2	Plan de Limpieza	128
5.4.4.3	Plan de calibración y ajuste	131

VII

5.4.4.4	Plan de sustitución de subsistemas o componentes	133
5.4.4.5	Mantenimiento cero horas (overhaul)	135
5.5	LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO	136
5.5.1	Compras	137
5.5.2	Almacenamiento de Repuestos	139
	CAPITULO VI	146
	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	146
6.1	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	146
6.2	INFRAESTRUCTURA Y OTROS	147
6.3	COSTO DE CAPACITACIÓN DE PERSONAL	148
6.4	EQUIPOS DE MEDICIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	148
6.5	COMPONENTES Y EQUIPOS PARA MEJORAR EL USO ENERGÍA ELÉCTRICA.	149
6.6	COSTOS DE COMUNICACIÓN	149
6.7	AHORROS GENERADOS	150
6.8	CÁLCULO DEL ROI O RETORNO DE LA INVERSIÓN	152
6.9	BENEFICIOS ESPERADOS.	153
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	156
7.1	CONCLUSIONES	156
7.2	RECOMENDACIONES	159
	BIBLIOGRAFÍA	162
	ANEXOS	163

PROLOGO

El objetivo de éste Informe de Suficiencia es proponer un plan de mantenimiento preventivo en una máquina IS formadora Emhart tipo E de una línea de producción continua que procesa envases de vidrio; tal que, al aplicar este programa se logre incrementar la vida útil y la fiabilidad de las máquinas similares que intervienen en el proceso industrial, logrando de éste modo reducir los gastos por mantenimiento. El informe se ha desglosado en seis capítulos como se indica a continuación:

El *capítulo I* es la introducción en la que se enfoca la visión general del informe considerando sus antecedentes; sus objetivos, justificación, sus ventajas-desventajas respecto a la competencia, planteamiento del problema; su alcance, sus limitaciones que se tuvo para la programación e implementación del programa de mantenimiento preventivo.

En el *Capítulo II* se realiza una descripción del proceso desde la materia prima, mezclado, fusión en el horno regenerativo, formado del envase, recocido hasta el producto final, describiendo detalladamente el funcionamiento de cada uno de los equipos que intervienen en el proceso productivo.

El *Capítulo III* corresponde al marco teórico donde se da a conocer las generalidades del mantenimiento parte principal del informe en el que se hace un estudio de los diferentes tipos de mantenimiento que se emplean en la industria.

En el *Capítulo IV* se hace el diagnóstico de la situación actual en la que se encuentra la empresa en lo que respecta al tipo de mantenimiento que emplea.

Capítulo V se plantea una propuesta de solución con el tipo de mantenimiento que se debe implementar en el que se muestra la factibilidad de su empleo.

El *Capítulo VI* es el de la evaluación de costos y se presenta sus beneficios respecto al tipo de mantenimiento que se ha venido empleando.

Para finalizar se dan sugerencias y conclusiones del estudio realizado, así mismo se incluye la bibliografía utilizada y anexos que complementan el presente informe.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En el presente Informe de Suficiencia, se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo en una de las máquinas de producción de 80 Gotas/minuto de velocidad en una empresa procesadora de envases de vidrio, como propuesta de mejora en los métodos de trabajo: mejorar la calidad del proceso y productos, disminuir los costos de producción y obtener rentabilidad organizacional.

En un ambiente tan competitivo como en el que se desenvuelven hoy en día las empresas, el conocimiento de las últimas técnicas en gestión de mantenimiento relacionado a la producción constituye siempre un camino adecuado para alcanzar una mejora en la eficiencia y competitividad de estas. Es ahí donde el mantenimiento preventivo se presenta como una alternativa de solución que ayudará a una mejor gestión en la manufactura.

Es mi mayor anhelo que el presente trabajo contribuya a mejorar la administración del sistema de mantenimiento en una empresa líder en el mercado nacional e internacional en la elaboración de envases de vidrio.

1.1 ANTECEDENTES

La empresa a la que se hace referencia en el presente informe es la transnacional Owens Illinois fabricante de envases de vidrio y la más importante en el mercado peruano. Pertenece a la multinacional Owens-Illinois Inc. (O-I) con sede en Toledo, Ohio, Estados Unidos. Owens-Illinois ingresó al Perú en 1993, cuando adquirió la mayoría de acciones de VINSA (vidrios industriales) de la Compañía Nacional de Cerveza. En 1999 compró la Compañía Manufacturera de Vidrio del Perú, que era de Backus y Johnson. O-I PERU se dedica a la producción y comercialización de envases de vidrio para los siguientes segmentos: Alimentos, Espárragos, Jugos, Gaseosas, Cervezas, Vinos, Licores y frascos Farmacéuticos.

Actualmente cuenta con dos plantas en nuestro país: una en el Callao de 240 y otra en Lurín de 280 toneladas de capacidad instalada.

El presente informe está referido a una de las líneas de producción de la planta del Callao ubicada en la Avenida Venezuela 2965.

1.2 OBJETIVOS

- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para una máquina formadora de una línea de producción de envases de vidrio, con el fin de mejorar los métodos y procedimientos que permitan realizar los trabajos con mayor eficiencia y prontitud, evitando daños consecuenciales a las personas, equipos y medio ambiente.
- Mejorar los servicios de mantenimiento empleados en la actualidad

- Mejorar la disponibilidad de los equipos similares de la planta mediante esta guía de mantenimiento preventivo, así como elevar la vida útil del equipo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La creciente demanda de envases de vidrio en los diversos sectores del mercado en el Perú, principalmente el mercado agro exportador, el de cervezas y bebidas locales, obliga a la empresa a tener un soporte tecnológico elaborado en todas sus áreas principalmente en la de mantenimiento, con planes de contingencia para que cualquier problema en sus equipos y máquinas sea solucionado en forma inmediata y cause el menor impacto económico posible.

1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL EMPLEO DEL VIDRIO EN LA INDUSTRIA DE LOS ENVASES

- **VENTAJAS:**

El vidrio, como material de envasado tiene las siguientes ventajas:

- Parte de materias primas son abundantes en la naturaleza.
- Es químicamente inerte frente a líquidos y productos alimentarios no planteando problemas de compatibilidad.
- Higiénico que posee fácil limpieza y se puede esterilizar
- Es inodoro, no transmite los gustos ni los modifica.
- Garantiza las propiedades organolépticas y del sabor del alimento.
- Es transparente.
- Posibilidad de utilizar vidrio que impida el paso de las radiaciones ultravioletas y perjudiquen al producto.

- Es rígido y resistente a presiones internas, así como a altas temperaturas.
 - Compatible en microondas.
 - Impermeable a los gases, vapores y líquidos lo que garantiza la conservación y vitaminas del alimento incluso en almacenamientos prolongados.
 - Moldeable, con versatilidad de formas y colores.
 - Envases preformados y personalizados.
 - Reciclable al 100%- Es ecológico, no daña el ambiente y es infinitamente reciclable.
 - Retornable: El mismo envase retornable tiene una vida útil de hasta 100 vueltas
-
- **DESVENTAJAS:**
 - Es caro tanto en su producción, distribución y recuperación
 - En el proceso de producción los envases de vidrio utilizan mucha energía
 - En la fase de distribución los envases de vidrio tienen un alto costo energético de transporte pues estos envases son muy pesados demandando una importante fuerza motriz
 - Su manipulación genera cierta peligrosidad por que se corre el riesgo que al romperse produzca cortes y heridas a las personas
 - Se estima que un envase de vidrio demora cientos de años en ser depurada por la naturaleza.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria del vidrio el ritmo de producción es acelerado y las operaciones se ejecutan sin interrupción, pues el proceso de producción no debe sufrir cambios seguidos. Cualquier falla afecta no solo a la etapa donde ocurre, sino también a las demás etapas de la línea de producción. Bajo estas circunstancias la línea en estudio se debe considerar en conjunto como una unidad aislada.

Para que la producción se pueda desarrollar satisfactoriamente, todas las operaciones deben ser constantes; es por esta razón que sus equipos y máquinas deben estar sometidos a un coordinado programa de mantenimiento donde se tenga que prevenir y no corregir las fallas. Si el equipo falla en cualquier etapa la línea se detiene completamente. Para evitar esto, se tiene que aplicar un programa apropiado de mantenimiento preventivo que es la finalidad del presente informe.

1.6 ALCANCE

Los alcances del presente informe se orientan a dar solución inmediata a esta situación proporcionando alternativas, así como proponiendo e impulsando un razonable plan de mantenimiento preventivo enfocado a los equipos más críticos y usando los instrumentos más económicos del mercado.

1.7 LIMITACIONES

Dentro de las limitaciones encontradas podemos resumir las siguientes:

- No se dispone de información histórica necesaria para realizar las acciones de mantenimiento preventivo.

- Se tiene que aprovechar la parada de la máquina para “hacer todo lo necesario en ella” ya que recién allí la tenemos disponible.
- A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de definición de las rutinas de preventivo, sin importar su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto.

CAPITULO II

PROCESO TECNOLÓGICO EN LA ELABORACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO

2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

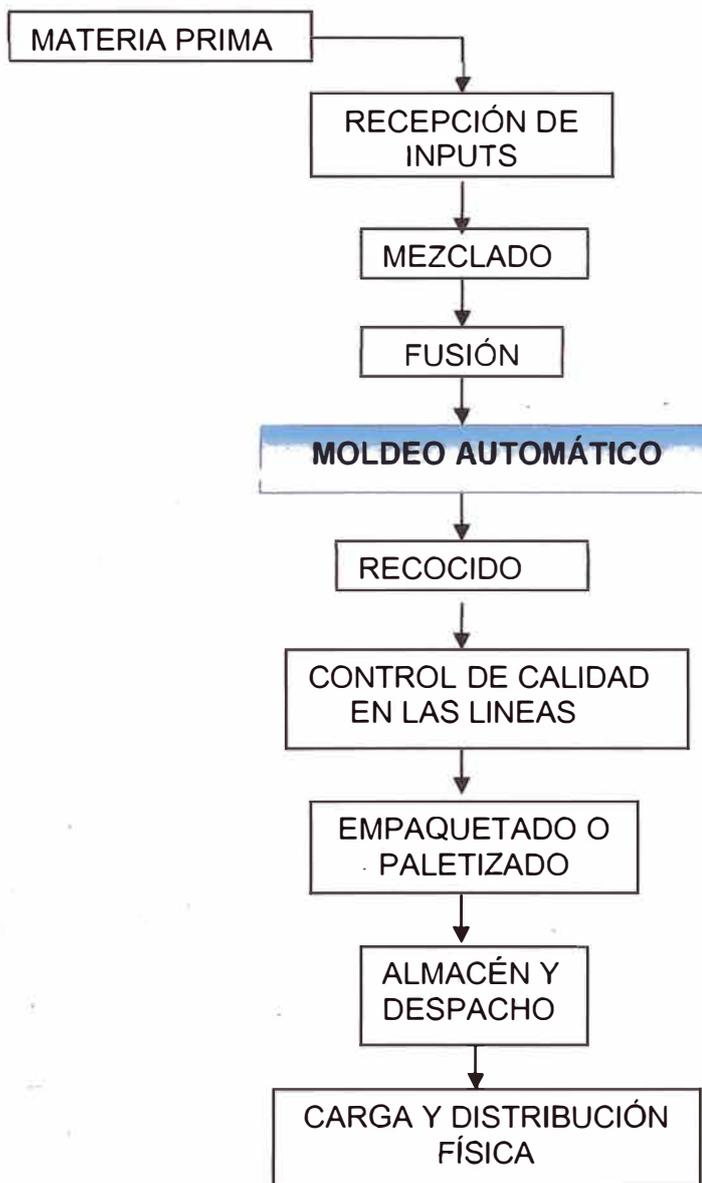


Fig. 2.1. Diagrama del proceso de producción de envases de vidrio

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso de elaboración de vidrio comienza por la recepción de materias primas, el formado y acondicionamiento de la mezcla y termina con la salida del producto frío a la zona fría del archa de recocido. De forma general, el proceso puede considerarse dividido en las siguientes etapas:

El proceso de fabricación de los envases de vidrio comienza con la descarga en los silos de recepción de las materias primas (arena, carbonato sódico, caliza y componentes secundarios), desde los cuales son trasladadas a los silos de almacenamiento. Seguidamente se realiza el pesaje automático de las cantidades exactas de las materias primas mediante básculas electrónicas, lográndose la mezcla adecuada que alimentará el horno de fusión y que se denomina mezcla vitrificable donde se fundirá a 1500° C.

Las principales materias primas naturales son: Arena de sílice (45% de la mezcla) carbonato sódico (15%) que ayuda a fundir bien la sílice y piedra caliza (10%) hace que el vidrio terminado sea mas duradero, estos ingredientes se mezclan también con vidrio reciclado. Las máquinas de la fábrica introducen las cantidades precisas de materiales en el horno, tras 24 horas a 1500° C se produce un líquido viscoso de la consistencia de la miel, el vidrio fundido sale del horno y unas cuchillas cortan el flujo en intervalos precisos para producir gotas cilíndricas, cada gota tiene la cantidad exacta requerida para producir un envase, cae en una especie de cubeta, un distribuidor giratorio lo conduce por las canaletas e introducen en las secciones de la máquina formadora, cada gota de vidrio fundido entra en el PRE molde y en cuestión

de segundos sale una versión en miniatura de la botella llamado palezón cada preforma es transferido a través del mecanismo de inversión hacia el molde de soplado cuya cavidad tiene la forma de la botella final, la sopladora conduce el aire comprimido dentro de la PRE forma estirando el vidrio hacia las paredes de la cavidad del molde este proceso da la forma final a la botella y ahueca el interior. El color ámbar se consigue añadiendo pequeñas cantidades de hierro, carbono y azufre a la mezcla de vidrio. El proceso para la elaboración del vidrio se puede dividir en las siguientes etapas:

2.2.1 Recepción de Materias Primas

En esta etapa se garantiza un control operativo y técnico en las materias primas para verificar su calidad físico - química se debe cumplir con el requisito de la granulometría, es decir, el tamaño de los granos de cada material, el cual, debe estar entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de milímetro. Para el feldespatos y la arena se debe cumplir unos requisitos, tales como tener una composición química estable y determinada. La arena no debe contener arcillas y su contenido de óxidos de hierro debe ser lo más bajo posible.

2.2.2 Preparación de las mezclas

La preparación de la mezcla se puede dividir en cuatro partes:

- Almacenamiento
- Pesaje
- Mezclado
- Transporte.

2.2.3 Fusión de la mezcla y refinación del vidrio

El horno es el lugar donde se lleva a cabo la fusión de las materias primas. Consiste en un recipiente rectangular construido con materiales refractarios resistentes al desgaste producido por el vidrio líquido y las llamas. Hay una entrada de aire de 1000° C, con el fin de enfriar el vidrio que se encuentra dentro del horno. Los gases producidos por el horno son expulsados por los regeneradores (1300° C).

El primer proceso que se identifica claramente en el horno es el de fusión; aquí todas las materias primas no son propiamente fundidas, sino que al suministrarles calor primero se descomponen y después reaccionan; así pues los componentes que poseen menor punto de fusión se vuelven líquidos más rápido que los que tienen mayor punto de fusión (para la sílice es mayor de 1600° C, y para el casco entre 1050 y 1100° C); a medida que va aumentando la temperatura estos últimos también se funden y desaparecen como materiales cristalinos. A continuación se realiza el proceso de refinación, en el cual se eliminan las “semillas” (gran número de pequeñas burbujas que se originan a partir de las reacciones de las materias primas); este proceso empieza casi simultáneamente con el proceso de fusión y continúa hasta que la mezcla de materias primas esté completamente líquida.

Luego el vidrio fundido pasa a un segundo canal, llamado canal de refinación, donde se intenta igualar la temperatura del vidrio en toda su extensión, para posteriormente repartirlo a las máquinas formadoras por medio de los canales.

Para obtener una temperatura uniforme en el vidrio se deben tener en cuenta las pérdidas de calor existentes a través del techo, las paredes y el piso del canal, así como el calor suministrado por los quemadores. Igualmente para acondicionar el vidrio, es necesario tener en cuenta el color del vidrio, la cantidad de vidrio que extrae cada máquina, la forma de la botella, la cantidad de aire disponible para enfriar el equipo de moldura de la máquina y la velocidad de fabricación de la máquina.

2.2.4 Formación del envase

Una vez se ha acondicionado el vidrio, en el alimentador se forma la gota de vidrio con el peso correcto y la forma deseada por medio de un sistema de partes refractarias compuesto por: un tubo que controla el flujo de vidrio hacia el orificio, una aguja que impulsa intermitentemente el vidrio hacia el orificio, que determina la cantidad de vidrio que tendrá la gota.

La máquina I.S. (Secciones Independientes por sus siglas en ingles), es la encargada de formar las botellas a partir de las gotas o velas. Dentro de la máquina se tienen una serie de moldes similares en línea que son alimentados con gotas provenientes del canal alimentador. Estas máquinas funcionan en dos diferentes etapas:

- En un inicio se forman el palezón y la boquilla, ya sea presionando por medio de un pistón o inyectando aire dentro del vidrio.
- Posteriormente pasa al molde de soplo final donde nuevamente se inyecta aire para darle la forma final a la botella.
- En la empresa se emplean los siguientes procesos:

- Proceso Soplo-Soplo
- Proceso Prensa-Soplo

2.2.4.1 Proceso soplo-soplo

Este proceso se utiliza para la fabricación de frascos de boca angosta.

Se toma el palezón del cuello y se coloca en el molde final, formándose el cuerpo del envase; en este momento el vidrio aún muestra un color rojo. Se inyecta aire por la boquilla, inflándolo hasta que el envase toma su forma final.

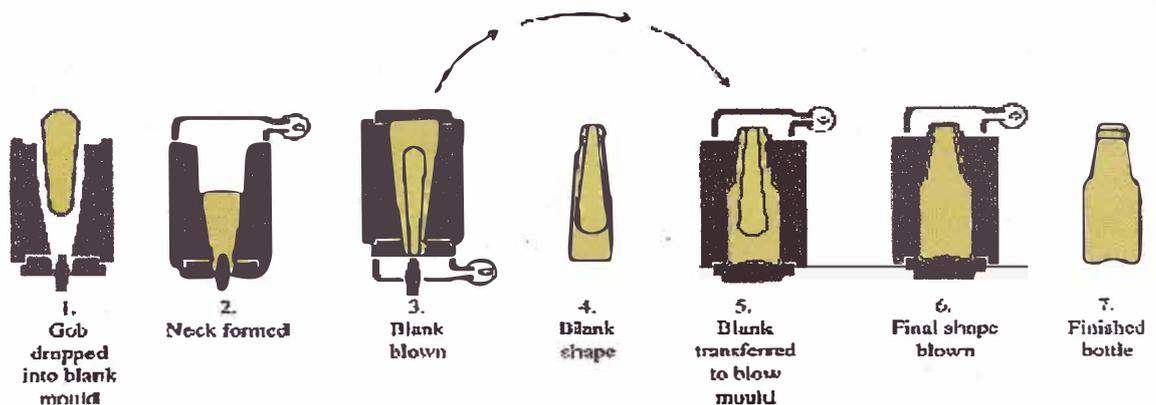


Figura 2.2.- Proceso soplo - soplo

Según muestra el diagrama, se realizan los siguientes pasos:

- (1) **Entrada de carga.**- Consiste en la llegada de la masa de vidrio al PRE molde cerrado a través del embudo ($\phi >$ en 1/32").
- (2) **Soplo de formar la boquilla.**- El siguiente paso es el de la compresión, se aplica el soplo de formar la boquilla tan pronto como sea posible después de que llegue la gota. Este soplo es necesario para tener contacto uniforme con el vidrio lo más pronto posible. El tiempo de soplo de

formar la boquilla debe mantenerse al mínimo de modo que la boquilla pueda resistir el soplo de vela (contra soplo).

- (3) ***Contra soplo (recalentamiento).***- Después del soplo de formar la boquilla el pin baja, este movimiento permite el recalentamiento de la cavidad interior. La cavidad de la gota debe tener una temperatura uniforme para una mejor distribución del vidrio cuando se aplica el contra soplo, mientras más temprano se aplique el contra soplo se tendrá menos probabilidad de formación de ondas en el envase, la presión de contra soplo es regulable según el tamaño del envase, a mayor masa de vidrio habrá mayor presión.
- (4) ***Después de la formación del palezón en el PRE molde el mecanismo porta boquillera gira 180° y pone la vela en el molde.*** La velocidad de inversión puede influir en la distribución del vidrio. Si la velocidad de la inversión es muy lenta por efecto de la gravedad el palezón se va a doblar y si la velocidad de la inversión es rápida la vela también se va a doblar por efecto de la fuerza centrífuga. Es decir la velocidad de la inversión se debe regular para acomodar el peso, la viscosidad y el tamaño de la vela.
- (5) ***Recalentamiento.***-El recalentamiento viene antes del soplo final. La vela debe ser recalentada de modo que llegue a una temperatura uniforme.
- (6) ***Soplo final.***- Se inyecta aire por la boquillera, inflándolo hasta que el envase toma su forma final. La presión que se necesita varía según el peso y tamaño del envase. Los envases mas grandes necesitan usar menos presión, asimismo este tipo de envases generalmente usan más tiempo de contacto con el molde y extrayendo demasiado calor pueden

hacer fisuras en el envase. En general el plazo de sople final debe ser el máximo para hacer duro el exterior del envase antes que salga del molde.

(7) **Sacadora.-** Después del sople final el molde se abre, las uñas del molinete levantan el envase, el brazo de la sacadora gira 180° y pone el envase en la placa muerta, las uñas del mecanismo deben estar bien alineados. Se debe mantener un espacio de ¼" entre el fondo del envase y la placa muerta.

(8) **Placa muerta.-** La finalidad de la placa muerta es enfriar el envase. La placa muerta está preformada de una manera que el aire de enfriamiento está dirigido hacia el fondo y los lados del envase.

2.2.4.2 *Proceso Prensa-soplo*

Este proceso, usado para los envases de boca ancha consiste en los siguientes pasos.

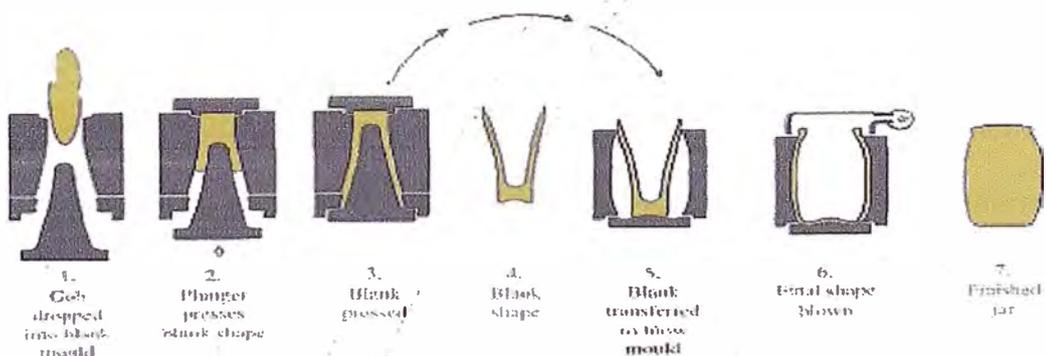


Figura 2.3.- Proceso prensa – soplo

a) La vela se deposita en el PRE molde o bombillo para formar la boquilla.

- b) Se inyecta aire a presión por la parte alta del PRE molde empujando el vidrio hacia la cavidad que forma la boquilla.
- c) Con un pistón que surge de parte baja del PRE molde, se ocupa el espacio de la boquilla, a la vez que se forma el palezón o preforma.
- d) Se coloca el palezón en el molde final donde se inyecta aire por la boquilla inflando el palezón y dando forma y cuerpo al envase.

Posterior al moldeo, el envase es guiado hacia la faja longitudinal, la cual es deseable que esté caliente, para evitar fracturas en los envases por el choque térmico. Debe estar libre de grasa, ya que provoca choques térmicos. El fuego que se le aplica es, en algunos casos ricos en combustible para que impregne con humo o carbón la superficie de la banda en contacto con el fondo del envase, lo que evita los check o fracturas por el choque térmico. De ahí se llevan a un horno para recocerlos; la cara interna deberá enfriarse a la misma velocidad que la cara exterior, para evitar tensiones.

MOLDES

Los moldes utilizados en las máquinas automáticas de la industria del vidrio hueco han alcanzado un alto grado de perfección, tanto en sus tolerancias dimensionales como en el acabado de sus superficies. Actualmente, los moldes suelen realizarse por terceros, aunque en la fábrica se cuenta con un taller para el mantenimiento y reparación de los mismos posterior a ello son almacenados en otro ambiente del mismo taller para un nuevo cambio de referencia. Su elevado costo hace que deban recibir un mantenimiento especial que prolongue su vida útil.

2.2.5 Templado

Una vez que los envases son formados pasan por un horno de recocido llamado templador. Su función es calentar el envase y posteriormente enfriarlo de manera homogénea y controlada para liberar los esfuerzos de tensión y compresión en las paredes del vidrio y evitar así que llegara a romperse el envase; algunas botellas llevan diferentes tratamientos para darle a su superficie ciertas características específicas.

2.2.6 Tratamiento superficial

La tendencia hacia la producción de envases de vidrio más ligeros determina una mayor aplicación de tratamientos sobre la superficie del vidrio para mantener su resistencia, permitiendo así un flujo suave en las líneas de envasado y mejorando su resistencia a la abrasión.

La primera etapa del tratamiento de la superficie, es la del tratamiento "en caliente" aplicada sobre el transportador que conduce los recipientes desde la máquina formadora hasta el túnel de recocido; generalmente consiste en una pulverización en las botellas calientes de vapor de titanio orgánico o compuestos inorgánicos de estaño, aplicando así una capa delgada del metal sobre la superficie del vidrio, este tratamiento se considera que duplica la resistencia del vidrio.

La segunda etapa o tratamiento "en frío", se aplica a los recipientes recocidos y enfriados a la salida del túnel, y consiste en aplicar un compuesto orgánico

tal como ácido oleico, para aumentar la lubricidad de los recipientes y permitir moverse mejor en las líneas de llenado de alta velocidad, reduciendo la abrasión y la temperatura de los envases hasta 100° C – 135° C. Esto logra mantener la fortaleza propia del envase. Si la aplicación de estos materiales para dar tratamiento al vidrio se aplica en niveles excesivos, establece contacto con el anillo del cuello, tienen efectos perjudiciales sobre la eficacia del cierre, la retirada de tapas a torsión y tienden a oxidar las aletas de las tapas.

2.2.7 Inspección Automática

Las botellas y envases son sometidos a numerosos controles de calidad tanto manuales como automáticos, donde se comprueban cada unidad electrónicamente con la finalidad de verificar que cumplan con las diferentes especificaciones de dimensiones, resistencia, configuración, aspecto, etc. A medida que la máquina hace girar cada botella las cámaras y las sondas buscan imperfecciones como grietas o burbujas, el equipo de inspección examina la parte superior para verificar sus dimensiones y asegurarse de que la rosca para el tapón sea moldeado correctamente, antes de enviarlos a su destino todas pasan una última inspección visual, la proporción de vidrio reciclado en la mezcla puede llegar al 90% el vidrio reciclado se funde a una temperatura más baja así que por cada 10% de vidrio reciclado en la mezcla la fabrica gasta un 2 1/2 % menos de energía para producir su vidrio.

Estos instrumentos realizan pruebas ópticas y físicas. Los envases que son rechazados se vuelven a fundir de inmediato. De esta manera se garantiza la calidad que exigen los clientes.

2.2.8 Embalaje y Manipulación de los Productos

Un embalador coloca los envases en cajas de cartón corrugado. Éstos se envían a un sitio donde se los coloca sobre una plataforma de carga, allí se los apila de manera tal que permanezcan con estabilidad. Con una máquina flejadora se colocan bandas plásticas alrededor de las cajas apiladas para darle más estabilidad. Finalmente, se las cubre con una película plástica adherente.

2.3 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROCESO

- MEMORIA DESCRIPTIVA**
- 1.- Materia prima
 - 2.- Horno
 - 3.- Planta de filtración
 - 4.- Máquinas IS
 - 5.- Apilador de botellas
 - 6.- Horno de recocido
 - 7.- Máquinas de inspección Automática
 - 8.- Pallets

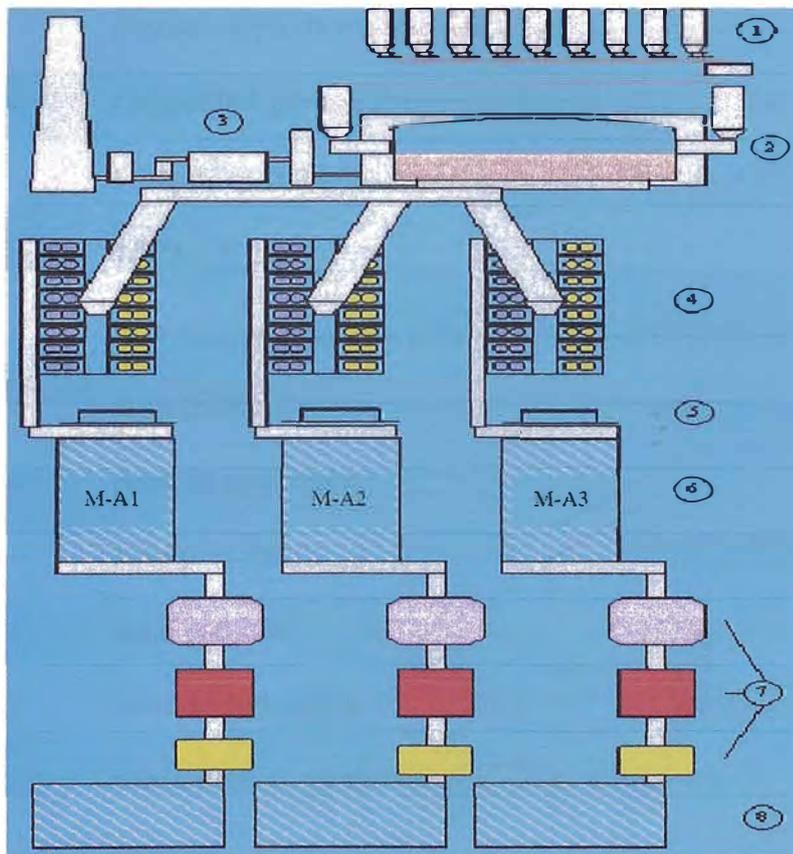


Figura 2.4.- Esquema de distribución de las líneas de producción

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA FORMADORA

El modelo de la máquina es Emhart tipo E actualmente instalada y operativa en la línea A1 de la planta. Emhart en su continua carrera tecnológica de innovación y

mejora de sus productos viene satisfaciendo las necesidades de la industria de envases de vidrio con máquinas IS tipo "E". Este equipo proporciona ventajas como: flexibilidad y confiabilidad, que permiten un alto nivel de productividad.

2.4.1 Características principales

- Operación de toda la gama de tamaños de artículos en todos los procesos. (soplo - soplo, prensa- soplo, prensa- soplo boca ancha, prensa- soplo boca angosta).
- Capacidad para trabajar en simple gota (4 1/4" y 5"), doble gota (4 1/4", 5" y 6 1/4"), triple gota (3 1/2" y 4 1/4") y cuádruple gota (2 1/8")
- La máquina requiere el siguiente suministro de aire comprimido:
- Aire piloto.....3,1 Bar (45 PSI)
- Aire de operación:
- Alta presión.....3,1 Bar (45 PSI)
- Baja presión..... 2,1 Bar (30 PSI)
- Aire de formación.....3,1 Bar (45 PSI)
- Mecanismos de inversión y de pinzas con amortiguación constante
- Presión 7 bar (100PSI)
- Entrega 0,5 Litros/min. (0,13 US Gal./min./sección) (circuito cerrado)
- Mecanismos "servo" opcionales para la inversión y extracción
- Mecanismo de sopladora de alta velocidad con carrera corta o estándar.
- Aire de enfriamiento inferior con control individual para cada sección.

- Bracket lado PRE molde y molde con soporte anti deflector.
- Línea de aire para formar boquilla y soplo final de mayor diámetro.
- Control de enfriamiento de aire para la banda del transportador y los equipos de moldura de la máquina.
- Máquina..... 660 mm H2O
- Faja de la máquina.....550 mm H2O
- Control remoto para velocidad y amortiguamiento en todos los mecanismos operados con aire.
- La máquina está equipada con un sistema de lubricación automática Lincoln la cual garantiza la lubricación en todos los puntos principales de la máquina.
- Presión80 Bar(1160 PSI)
para que logre vencer los inyectores
- Consumo..... 1,3 litros/diarios/sección aprox.
- Cilindro de molde operado con doble vástago y eslabonamiento sumergido en aceite.
- Válvulas de carrete tipo cambio rápido en mecanismos de abrir y cerrar.
- Mecanismo de aguja con control de peso, carrera 6 1/4" y 7 3/16".
- Camas de uso rudo para los mecanismos pistones, embudo y sopladoras.
- Secciones modulares para tambor de tiempos mecánico o electrónico.
- Mecanismo tipo cambio rápido con suministro de aire fijo o independiente y anillos centradores.

- Incremento significativo en la fuerza de cerrado en PRE moldes con igual distribución debido al sistema mejorado de abrir y cerrar, soportes, porta-moldes e insertos.
- Sistema de enfriamiento Vertí flow.
- Aditamentos y calibradores apropiados.
- Flecha estriada en mecanismos porta-coronas centrados por los extremos
- Sistema de lubricación a "posicionadores" de pistón para prensa soplo boca angosta y prensa soplo boca ancha.
- Mecanismos de pinzas y de sopladoras con amortiguadores y barras estabilizadoras.

2.5 DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LAS MAQUINA IS

En 1924 un ingeniero llamado Henry Ingle de la Compañía Hartford (el antecesor de la actual Emhart Glass) presentó su patente de una máquina formadora de vidrio por soplado, actualmente conocida como máquina IS (sección individual). Tres años más tarde, luego de un proceso intensivo de investigación y desarrollo, se instaló con éxito en la compañía Carr-Lowry Glass Baltimore una máquina IS de 4 secciones individuales, Durante los siguientes 80 años, la máquina IS fue continuamente mejorado en respuesta a las crecientes demandas de sus usuarios y los requerimientos del mercado de la industria de los envases de vidrio. Otros nuevos modelos de máquinas fueron ensayados, pero la flexibilidad y el rendimiento de la máquina de sección individual hicieron prevalecer su dominio en la industria, superando a otros nuevos proyectos.

2.5.1 Mejora continua de las máquinas IS

El proceso evolutivo de estas máquinas comienza en 1927 con la construcción de una máquina IS simple gota de accionamiento neumático y de 4 secciones individuales, el primer avance fue su ampliación a 6 secciones y en 1950 se adaptaron a doble gota, posteriormente en 1967 ante la necesidad de producir envases de mayor tamaño se incrementó la distancia entre sus centros (51/2in DG, 61/4in DG) en doble gota. Y a mediados de los 70 se introdujo las máquinas IS triple gota de 41/4in y 3in de distancia entre centros.

Posteriormente las máquinas electrónicas con sistemas de temporización reemplazaron a las inflexibles máquinas de tambor de tiempos mientras que las máquinas de movimiento simultáneo abre y cierra moldes se introdujeron satisfactoriamente en el mercado para reducir algunas variables de proceso, bajar los costos de mantenimiento, reducir los desgastes de los equipos de moldura

(Costos de propiedad).

En la década comprendida entre 1980 y 1990 se desarrollaron vertiginosamente a un ritmo acelerado mejorando los sistemas de refrigeración y a la vez buscando poder trabajar a más velocidad con envases más livianos y con rendimientos óptimos sin despreocuparse de la calidad del envase mejorándolo continuamente para poder competir con los envases de

plástico. Con el objetivo de lograr mayor precisión en cada envase elaborado se desarrollaron una variedad de sistemas neumáticos, eléctricos, hidráulicos y servo mecanismos. Durante los últimos años las máquinas IS se han convertido cada vez más flexibles facilitando los cambios de proceso (soplo-soplo, prensa- soplo) en la actualidad gracias a la reingeniería que se ha logrado en su diseño las modernas plantas de fabricación de envases vienen produciendo con un rendimiento óptimo con máquinas de 12 secciones individuales con servo eléctrico en triple y hasta cuádruplo numero de gotas lo que nos da una idea del ritmo acelerado en que se producen los nuevos envases. Seleccionar la máquina correcta es complejo puesto que hay que considerar cuidadosamente varios factores, no obstante tomar la decisión correcta ha sido la llave del éxito en las modernas plantas de vidrio.

A la hora de evaluar el retorno de la inversión (ROI) se debe estimar el costo total de propiedad, el costo de mantenimiento, tiempo de vida del equipo, la flexibilidad de la producción, el tiempo de inactividad y actualización son importantes elementos que son tan importantes como la inversión inicial. Impulsado por la necesidad de fabricar envases cada vez más grandes, a mayor rapidez, más fiables y aumentar la rentabilidad de las máquinas, los números de cavidades y secciones han aumentado constantemente. Sin embargo, aún mejoras más espectaculares se han hecho en términos de control y la flexibilidad. El resultado es incrementar la producción, acompañado de una mayor fiabilidad y una capacidad mucho mejor de

adaptación continúa de la máquina en configuración para satisfacer demandas cambiantes del mercado.

Las mejoras de los últimos 80 años han sido impulsadas por las necesidades de los fabricantes y la industria en conjunto. Es motivo suficiente para considerar que este proceso de desarrollo continuará. La evolución en la fabricación de los envases de vidrio viene marcada por el perfeccionamiento en la automatización el control de fabricación. El desarrollo tecnológico ha tenido su reflejo más notable en el área de moldeo, con excelentes resultados en el aligeramiento de los envases, la repetibilidad del proceso y el control cualitativo de los envases. La aplicación de modernas tecnologías electrónicas y ópticas y la informatización de los procesos han elevado el nivel de calidad, mejorando la flexibilidad y disminuyendo los costos.

Un alto porcentaje de inversiones realizadas por la industria vidriera está dedicado a medios de control electrónico de calidad. Cada vez los parámetros de calidad son más exigentes y con estas inversiones se asegura que cada envase que sale de fábrica cumpla con las necesidades de envasadores y consumidores.

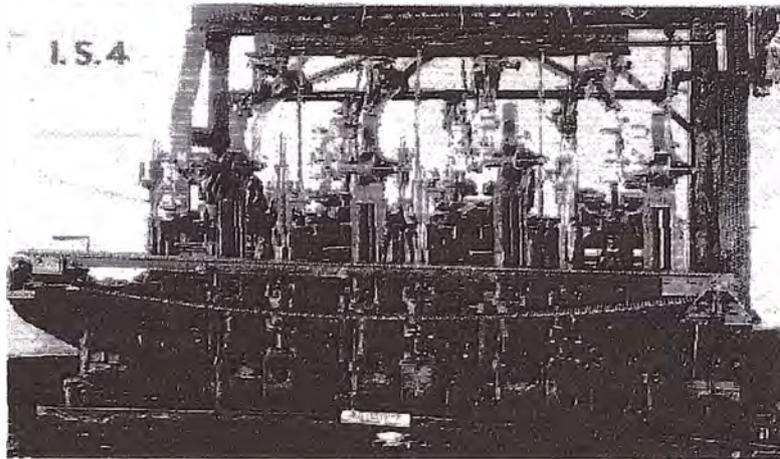


Figura 2.5.- Primera máquina IS de 4 secciones individuales

Fuente: Traducción propia Glass International Septiembre 2007

2.5.2 Máquina IS doble gota

Máquina IS equipada para la producción (soplo- soplo) y (prensa-soplo).

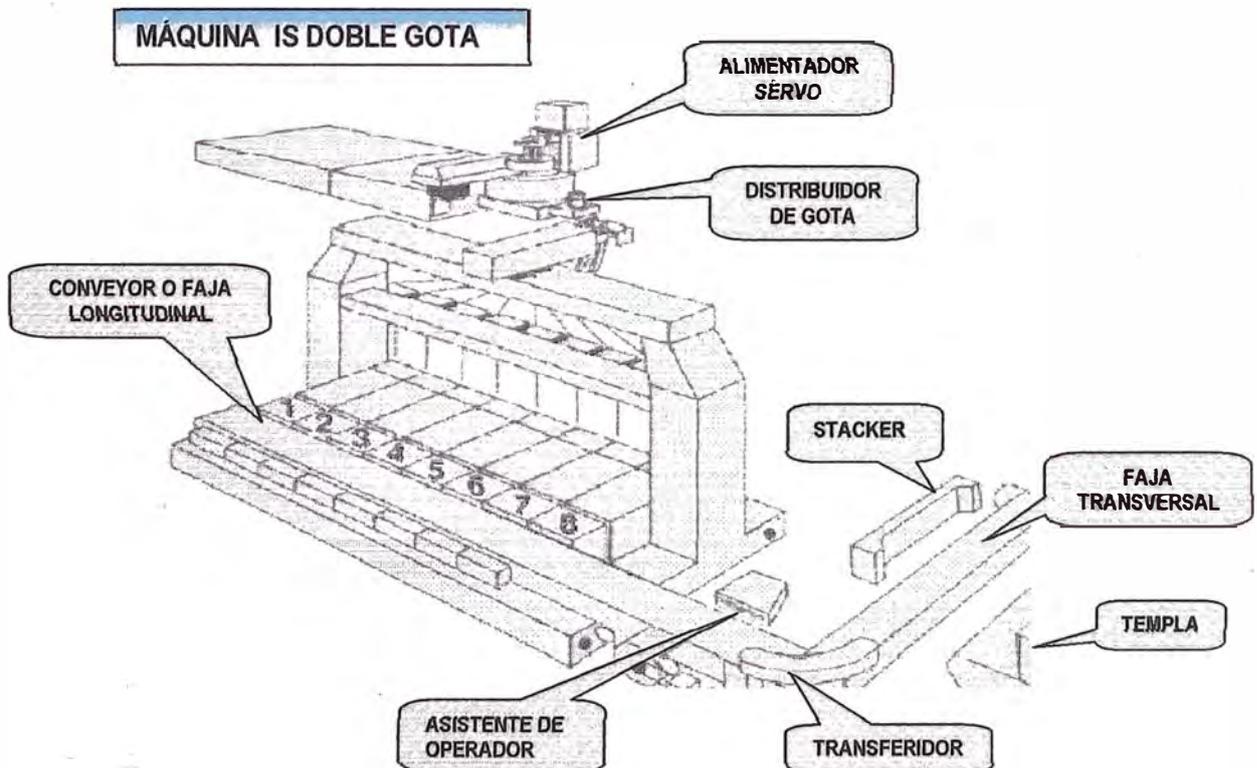


Figura 2.6.- Componentes de la máquina IS

2.5.3 Datos de la Máquina

Tabla 2.1. Peso total aproximado de la máquina:

PESO TOTAL (Toneladas métricas)	
Número de secciones	08
Estructura y secciones de la máquina	46
Ensamblés	2
Sistema de control de formado T-600	5.5
Total	53.5
Fabricante	Emhart Glass
Máquina IS con control electrónico tipo Flex line	

La fabricación de recipientes de vidrio en ésta línea se realiza actualmente, a través de una máquina de sección individual o IS electro neumática doble gota de 80 cortes/min. Para envases de vino. Esta máquina incluye 8 secciones de fabricación, separadas e individuales, cada una de las cuales tiene una multiplicidad de mecanismos de funcionamiento, para convertir una o más cargas (gotas de vidrio fundido) en recipientes de vidrio huecos (botellas), y se elaboran los recipientes a través de sucesivas etapas en la máquina.

2.5.4 Diagrama funcional de bloques

A continuación se presenta el diagrama correspondiente a la máquina formadora de envases de vidrio, donde se presentan los principales componentes y las relaciones existentes entre los distintos elementos. Se

destaca que cada elemento que falle en este sistema implica un error en el funcionamiento del equipo.

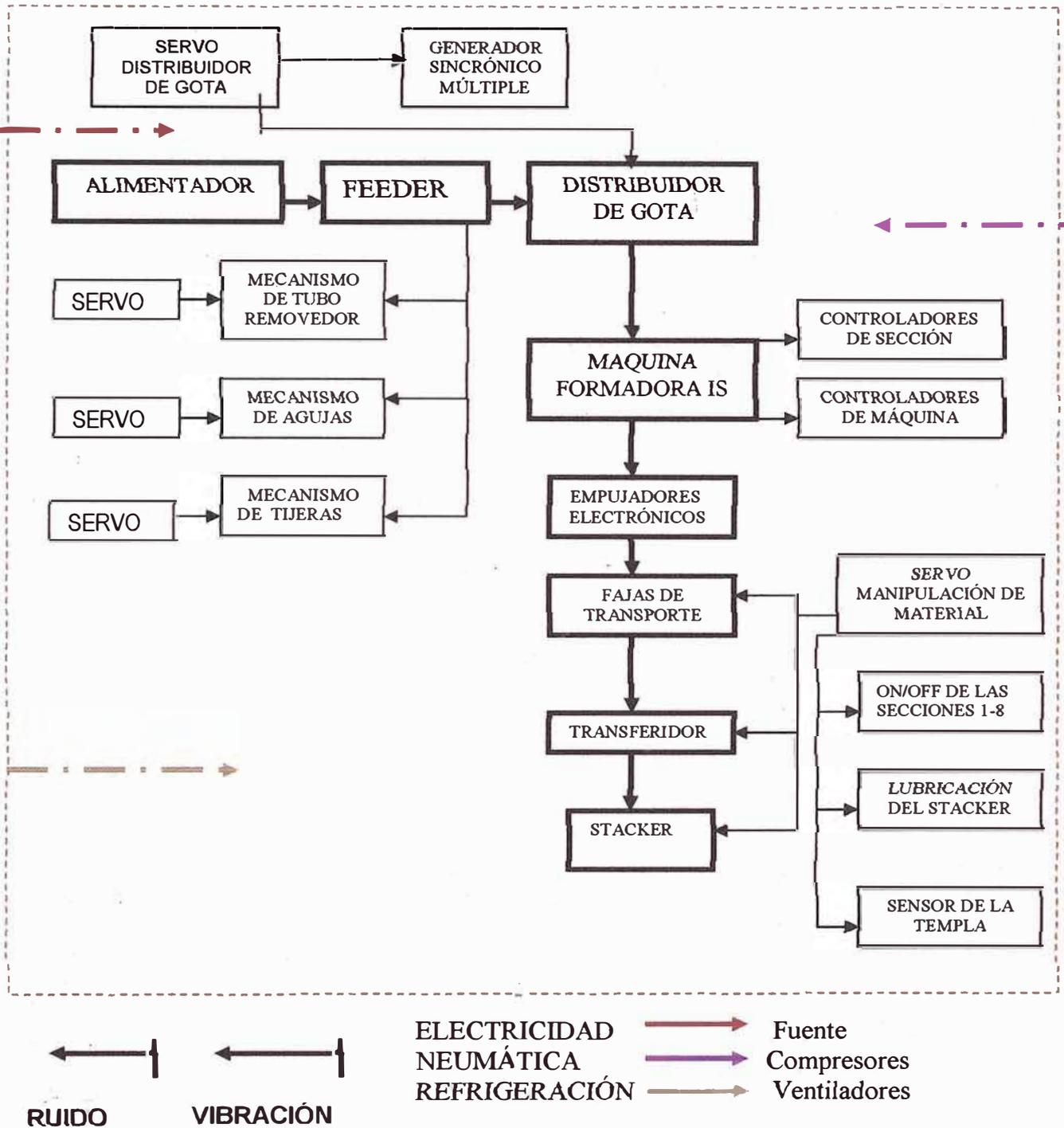


Figura 2.7.- Diagrama de bloques

A través de este diagrama es sencillo comprender el funcionamiento de la máquina, ya que basta con seguir la orientación de las flechas, esto además otorga ventajas a la hora de detectar el origen de las fallas en el equipo sólo siguiendo la orientación lógica del funcionamiento de la máquina.

2.6 ACONDICIONAMIENTO DEL VIDRIO

2.6.1 Alimentador

Acondiciona el vidrio de todo el canal para que se tenga una óptima calidad antes de entregar las masas de vidrio a la máquina formadora.

La velocidad a la que fluye el vidrio en el alimentador depende de su viscosidad, altura hidrostática del vidrio encima del anillo y del diámetro del anillo. La observación y el control de la temperatura es muy importante para controlar la viscosidad.



Figura 2.8.- Vista horizontal y de perfil de un alimentador

Las principales funciones del alimentador son:

- **Transporte.**- Transporta el vidrio desde el horno hasta el tazón.
- **Volumen de vidrio.**- Suficiente como para suministrar a la máquina.
- **Temperatura.**- Exacta homogénea y adecuada para la formación del envase.
- **Calidad del vidrio.**- Homogeneidad en su composición.
- **Economía.**- Para cumplir con los puntos anteriores en los mínimos costos.

2.6.2 **Feeder tipo 81**

Está diseñado para entregar en forma continua a la máquina formadora masas uniformes de vidrio para producir envases u otros artículos de vidrio, su función es dar peso, dar forma y cortar la gota. Las partes esenciales del feeder son las siguientes:

- Mecanismo de mando
- Tazón y orificio
- Tubo refractario y mecanismo del tubo
- Aguja refractaria y mecanismo de la aguja
- Cuchillas y mecanismo de cuchillas
- Diferenciales

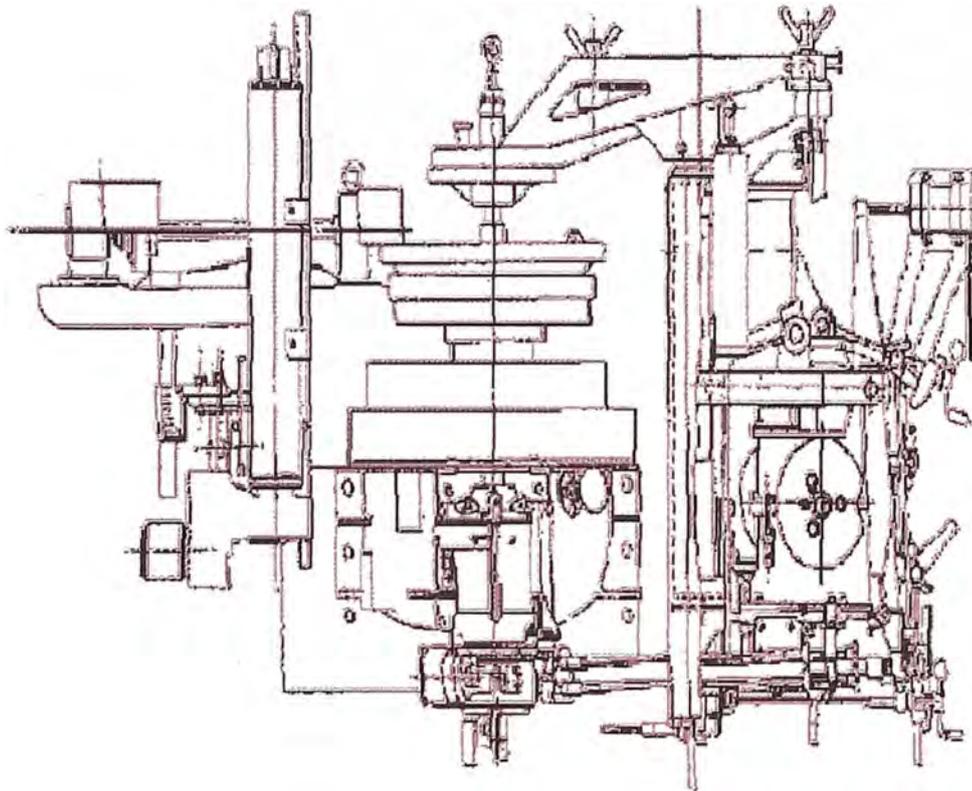


Figura 2.9.- Vista general del Feeder

La operación del feeder y la máquina formadora están siempre sincronizadas.

Mecanismo de mando.- El mecanismo del feeder es operado por un servo motor

2.6.3 Máquina IS con tambor de tiempos

La línea en estudio hace unos 10 años atrás operaba con una máquina IS cuyos mecanismos eran controlados por un tambor de tiempos para el seguimiento de las secuencias cuya desventaja era de no contar con sistemas de protección al operario quién tenía que configurar la posición, sobre el tambor de tiempos, de los tornillos de apertura o cierre del que depende de

éste y que finalmente gobiernan los actuadores del módulo (bloque de válvulas) de cada sección de la máquina y. El tambor de tiempos va montado en un eje de distribución acoplado a la máquina. La sincronización entre los mecanismos dentro de cada sección, y entre las diversas secciones de la máquina estaba, por lo tanto, controlada por el eje de la distribución y las levas de accionamiento de la válvula.



Figura 2.10.- Tambor de tiempos y mando principal del Feeder

El flujo de aire comprimido hacia los cilindros neumáticos se regula por medio de un bloque de válvulas mecánico, que determina a que cilindro enviar aire, gracias a un tambor de tiempos que sobre su periferia lleva unos tornillos dispuestos a diferentes grados que conjugados con su velocidad, determinan los intervalos de tiempo para que se accione el bloque de válvulas y por lo tanto se reparta el aire a los diferentes cilindros en los distintos instantes de tiempo.

Las máquinas modernas han cambiado el tambor de tiempos por técnicas de automatización basada en el PLC y elementos neumáticos más versátiles, seguro y económico que han simplificado las labores de mantenimiento del equipo y a la vez protege la integridad de los operadores con lo cual se ha mejorado notablemente la continuidad de la máquina permitiendo obtener mejores índices de gestión de calidad y mayores beneficios económicos.

Con el auge de la automatización se está reduciendo el mantenimiento a realizarse sobre éstos, como son las tareas de cambio de aceite para el reductor de la transmisión por cadena, el cambio de cadena y piñones, aceite para la lubricación a pérdida utilizada en el tambor y bloque de válvulas; y los repuestos. También se realiza ahorro en el costo de las horas hombre para la realización de este mantenimiento.

2.6.4 Implementación del PLC

Al cambiar el sistema de operación de válvulas que opera por medio de un tambor de tiempos, por un sistema que utiliza un autómata programable. Su tablero de control es una caja para controles de 43 x46 x 30 cm³; dentro de esta caja estará el chasis del PLC.

El PLC es un equipo del tipo modular ref. SLC 503 Allen Brad ley de 4 ranuras o compartimientos.

- **La fuente.** La fuente es Marca Allen Brad ley de referencia 1746 P4 según el catálogo del fabricante. Estas fuentes son diseñadas para soportar

pequeñas caídas de tensión desde 20 milisegundos hasta 3 segundos dependiendo de la carga.

- **El procesador.** El procesador, con una capacidad de memoria RAM de 16K. Incluye también un canal de comunicación RS-232 que brinda flexibilidad para conectar a elementos externos como el computador en el que se realizó la programación
- **Tarjetas de entradas y salidas.** Se utiliza una tarjeta de 16 entradas DC, una tarjeta de 16 entradas AC y una tarjeta de 16 salidas a triac o AC.

Con los cambios mencionados arriba, se tiene un sistema más moderno que incluye la utilización de un controlador lógico programable PLC para que dentro de las posibilidades que éste brinda, se puedan operar los mecanismos o sistemas de la sección en dos modos que son automáticos o manuales. Con el modo manual se podrán verificar uno a uno y de manera detallada, como es el funcionamiento de los mecanismos o sistemas y alguna de sus aplicaciones será cuando se deseen realizar ajustes independientes de velocidad de uno de los sistemas o verificar la respuesta independiente de cada componente de la sección. Con el modo automático el módulo funcionará realizando ciclos de manera repetitiva, como inicialmente estaba trabajando.

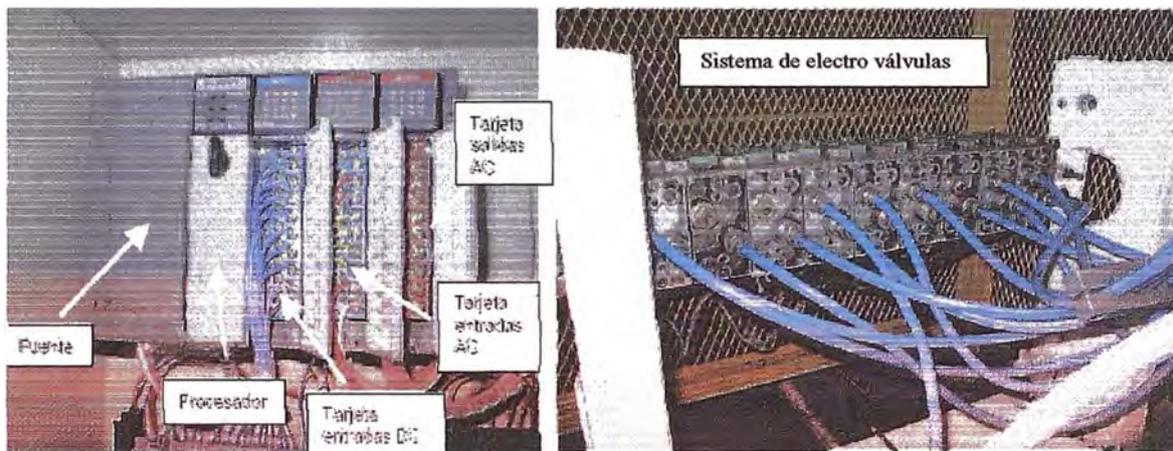


Figura 2.11.- Sistema de control electrónico y sistema de electroválvulas

La línea en estudio viene procesando envases de vidrio con una máquina moderna dispuesta de un sistema de control, en la que un ordenador de supervisión de la máquina (MSC) está conectado a una pluralidad de ordenadores de sección individual (ISCs), asociados cada uno con una correspondiente sección de la máquina IS. Cada ordenador de sección individual está conectado, a través de una consola al operador de la sección (SOC) asociada, con válvulas de solenoide, en un bloque de válvulas electro neumáticas, que son sensibles individualmente a las señales electrónicas de control de la válvula, procedentes del ordenador de la sección y la consola del operador, para controlar el funcionamiento de los mecanismos asociados de funcionamiento de la sección. Un generador de impulsos de sincronización está conectado al ordenador supervisor de la máquina, y a los ordenadores de la sección individual, para sincronizar el funcionamiento dentro de y entre, las distintas secciones individuales.

- 1.-Sección de solenoides pilotos
- 2.-Sección de válvulas de aire de máquina
- 3.-Sección de control de flujo.

La sección piloto contiene 21 válvulas solenoides que operan con 28 Voltios D.C. salida del computador, estos solenoides tienen pequeños puertos de entrada y salida. La presión de aire piloto es de 60 PSI y es controlada por los solenoides.

Las válvulas de aire de máquina son activadas por el aire piloto y controlan el volumen de aire primario además da la potencia para mover los mecanismos de la máquina.

2.6.4.1 *Sistemas*

Los principales sistemas de la máquina IS formadora de envases de vidrio son los siguientes:

1. Sistema electrónico
2. Sistema eléctrico
3. Sistema mecánico
4. Sistema neumático
5. Sistema hidráulico
6. Sistema de enfriamiento



Figura 2.12.- Máquina IS Tipo E1

2.6.4.2 Subsistemas o componentes

1) Sistema electrónico

Esta área satisface las necesidades de la industria de envases de vidrio con controles electrónicos y sistemas integrales.

- Sistema de Control de Tiempos para la Máquina IS. Controla el proceso vítreo del formado de los envases de vidrio.
- Servo cuchillas. Diseñado para operación en simple, doble o triple gota.
- Servo distribuidor de gota, se cambió por sistema servo AC.
- Ofrece una gran versatilidad y flexibilidad en la operación de la máquina IS.
- ISSC (IS- Controlador de sección)
- ISMC (IS- Controlador de máquina)
- 317 empujadores electrónicos

- Flex line drive con EFRA-C
- Sistemas de seguridad y rechazo

2) Sistema eléctrico

Motores, reductores del feeder, del distribuidor de gota, de la faja longitudinal, del transferidor, de la faja transversal, del apilador.

- Electro válvulas de control del sistema de aire
- Arrancadores
- Presostato de alta y baja presión
- Tableros de control
- Sistemas de alarma de presión de aire y temperatura

3.- Sistemas mecánicos

- Mecanismo de aguja
- Mecanismo de tubo removedor
- Mecanismo de cuchillas
- Distribuidor de gota
- Embudo receptor de gota
- Canaletas y deflectores
- Mecanismo de la máquina
 - Mecanismo de embudos
 - Mecanismo de tapas
 - Mecanismo de abre y cierra PRE moldes
 - Mecanismo de pines o pistones
 - Mecanismo de inversión

- Mecanismo de abre y cierra moldes
- Mecanismo de de sopladora
- Mecanismo de pinzas
- Mecanismo de barredores
- Mecanismo porta fondo
- Mecanismo porta coronas
- Faja longitudinal
- Transferidor
- Faja transversal
- Empujador mecánico

4) Sistema neumático

Todos los mecanismos de la máquina IS están accionados y controlados a través de componentes y circuitos neumáticos como: Las válvulas de control de presión, válvulas direccionales, válvulas controladoras de flujo o volumen.

5) Sistema hidráulico

- Bomba de lubricación Lincoln
- Sistema de lubricación automático y manual de las piezas de la máquina.

6) Sistema de enfriamiento

- Verti-flow enfriamiento de las molduras

2.7 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

El equipo necesita de solamente una persona para su operación éste se encuentra en la zona caliente precisamente en el área de formación, la máquina en sí se controla

mediante un PLC sin embargo el operario esta encargado de verificar el correcto funcionamiento de la máquina y además realizar inspecciones periódicas de defectos.

Existen además tres operarios dentro del área de manufactura que deben estar debidamente capacitados para realizar las tareas antes mencionadas. Estas personas trabajan en turnos de 8 horas y se encuentran en constante rotación de actividades, la suma de los tres turnos corresponde a un día laboral.

La máquina tiene una capacidad actual de producción de alrededor de 9600 envases por cada hora de funcionamiento, por lo que en un día la máquina produce 230400 envases de vino

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO

3.1.1 Definición de Mantenimiento

El mantenimiento es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación de los equipos, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo con el fin de garantizar la calidad de los productos y utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones.

El mantenimiento puede ser considerado como un sistema integrado de un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. Los mismos generalmente se ocupan en convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes. La principal salida de los sistemas

de producción son los productos terminados; una salida secundaria son las fallas en equipos. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento. El sistema de mantenimiento toma esto como entrada y le entrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

La implementación de un sistema de mantenimiento redundará con seguridad en concretos retornos de inversión sustentados en la reducción de los costos. Los costos de mayor disminución y cuyo estudio justificaría plenamente una inversión en sistemas de cómputo para la administración del mantenimiento son: Costos en la mano de obra de mantenimiento, costo de repuestos y materiales para mantenimiento, costos de paradas de planta, y costos de paradas no planificadas de máquinas.

3.1.2 Objetivo de Mantenimiento

- Asegurar la competitividad de la empresa por medio de:
- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada,
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa,
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar el beneficio global.

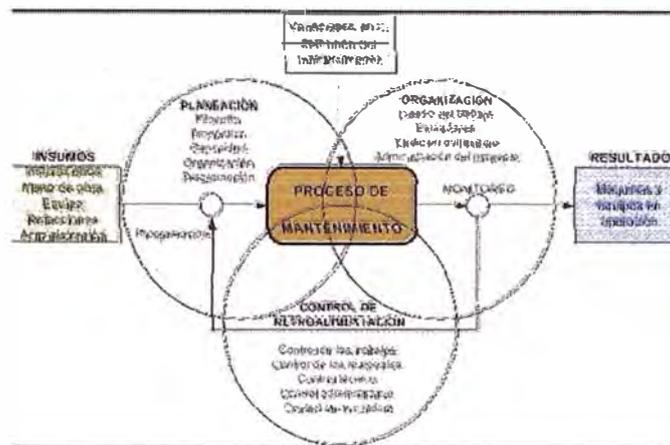


Figura 3.1. Curva de Davies

3.1.3 Tipos de mantenimiento

Los tipos de mantenimiento que se describirán son los siguientes:

- Mantenimiento Correctivo
 - a) De Emergencia
 - b) Programado
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Centrado de la Confiabilidad
- Mantenimiento Productivo Total

Normalmente coexisten varios de ellos en una misma empresa, pues se trata de elegir, el sistema que más convenga, según el tipo de bien a mantener, la política empresarial en esta materia, la organización del mantenimiento y la capacidad del personal y de los talleres, la intensidad de empleo de los bienes, el costo del servicio o las posibilidades de aplicación.

Como le resultará evidente, no todos los bienes a mantener son del mismo tipo. Así podemos discriminar entre:

- Críticos
- Importantes
- Comunes o sin importancia

Esta clasificación está basada principalmente en las consecuencias que pueden acarrear las fallas que se produzcan sobre cada uno de ellos.

3.1.3.1 Mantenimiento Correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

a) Mantenimiento correctivo de emergencia

Tanto este tipo de servicio, cuanto el correctivo programado, actúan sobre hechos ciertos y el mantenimiento consistirá en reparar la falla.

El correctivo de emergencia, deberá actuar lo más rápidamente posible, con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallas no detectadas a tiempo, ocurridas en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso monto, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no queda duda que debe ser altamente calificado y sobredimensionado, en cantidad, pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

b) Mantenimiento correctivo programado

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa muchas veces ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser

realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se va acumulando tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando a ejecutar toda tarea que no se podría hacer con el equipo en funcionamiento. Lógicamente, se aprovecha para las paradas, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

Si bien muchas de las paradas son programadas, otras, son obligadas por la aparición de las fallas. Por ello, este sistema comparte casi las mismas desventajas o inconvenientes que el método anterior.

3.1.3.2 *Mantenimiento preventivo*

Este mantenimiento está basado en intervenciones periódicas, programadas con el objetivo de disminuir el número de fallas que se presentan durante las operaciones de la fábrica, disminuyendo considerablemente el número de estos, así como su grado de complejidad; lo que a su vez se traduce en ahorro de costos. Entre las actividades típicas que representan este método se pueden enumerar: limpieza, ajustes, lubricación, etc.

A continuación se presentan algunas consideraciones de Fucci acerca del mantenimiento preventivo:

¿Cuál es la base de información para un mantenimiento preventivo?

La base de información surge de fuentes internas a la organización y de fuentes externas a ella:

a) **Las fuentes internas:** Están constituidas por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el equipo ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder. Se debe tener en cuenta que los equipos existentes se pudieron haber adquirido nuevos (sin uso) así como usados.

Forman parte de las mismas fuentes, los archivos de los equipos e instalaciones con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los archivos de inventarios de piezas y partes de repuesto y, por último, los archivos del personal disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc.

b) **Las fuentes externas:** Están constituidas por las recomendaciones sobre el mantenimiento, que efectúa el fabricante de cada equipo.

En el caso de compra de bienes de cierta importancia, junto con el mismo, se recibe un manual de operación y mantenimiento. En dicho manual, se recomienda la realización de determinados trabajos de mantenimiento y determinados reemplazos de piezas y/o de materiales de consumo, especificándose la oportunidad de su ejecución sobre una base de tiempo de uso, tiempo desde la última intervención, número de golpes (caso de los telares, de una prensa, etc.), número de vueltas, kilómetros recorridos, cantidad de materia prima procesada, etc.

¿Por qué el fabricante puede formular esas recomendaciones?

Porque se basa en su experiencia, es decir, en el conocimiento que obtiene sobre los productos de su fabricación, por la práctica y por la observación a través de un tiempo prolongado. En ambas fuentes de información se encuentra implícito el conocimiento de la vida útil del equipo.

En todos los casos, la prevención permite preparar el equipo de personal, los materiales a utilizar, las piezas a reponer y la metodología a seguir, lo cual constituye una enorme ventaja.

La mayor ventaja de este sistema es la de reducir la cantidad de fallas por horas de marcha.

Las desventajas que presenta este sistema son:

- a. **Cambios innecesarios:** al alcanzarse la vida útil de un elemento, se procede a su cambio, encontrándose muchas veces, que el elemento que se cambia, permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desarmado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo costo es escaso frente al correspondiente de desarme y armado, en vista de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.
- b. **Problemas iniciales de operación:** Cuando se desarma, se montan piezas nuevas, se rearma y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.

Muchas veces, esto es debido a que las piezas no hermanan como cuando se desgastaron en forma paulatina en una posición dada, otras veces, es debido a la aparición de fugas o pérdidas que antes de la reparación no existían, o a que no se advirtió que también se deberían haber cambiado piezas que se encontraban con pequeños desgastes, o a que durante el armado se modificaron posiciones de piezas que provocan vibraciones por desbalance de las partes rotativas.

- c. **Costo en inventarios:** El costo en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- d. **Mano de obra:** Se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de librar el equipo al servicio lo más rápidamente.
- e. **Mantenimiento no efectuado:** Si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

El planeamiento para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos será objeto de este mantenimiento
- Establecer la vida útil de los mismos
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

El agrupamiento aludido da origen a órdenes de trabajo, las que deben contener:

- Los trabajos a realizar
- La secuencia de esos trabajos
- La mano de obra estimada
- Los materiales y repuestos a emplear
- Los tiempos previstos para cada tarea
- Las reglas de seguridad para cada operario en cada tarea
- La autorización explícita para realizar los trabajos, especialmente aquellos denominados "en caliente" como la soldadura.
- La descripción de cada trabajo con referencia explícita a los planos que sea necesario emplear.

Si se opta por este tipo de mantenimiento, se debe tener en cuenta que: Un bajo porcentaje de mantenimiento, ocasionará muchas fallas y reparaciones y por lo tanto, se sufrirá un elevado lucro cesante. Un alto porcentaje de mantenimiento, ocasionará pocas fallas y reparaciones pero generará demasiados períodos de interferencia de labor entre Mantenimiento y Producción.

3.1.3.3 *Mantenimiento Predictivo*

Este método no consiste en una programación rígida de acciones como en el mantenimiento preventivo. Aquí lo que se programa y cumple con obligación son las inspecciones, cuyo objetivo es la detección del estado físico y técnico de cada parte del sistema y determinar si es necesaria la realización de alguna corrección.

Las inspecciones pueden ser de dos tipos:

a. *Monitoreo discreto*, en el cual las inspecciones se realizan con cierta periodicidad, en forma programada

b. *Monitoreo continuo*, se ejerce en forma constante, con aparatos montados sobre las máquinas.

- Este tiene la ventaja de indicar la ejecución de la acción correctora, lo más cerca posible al fin de su vida útil.
- Este sistema es el que mejor garantiza el mejor cumplimiento de las exigencias de mantenimiento de los últimos años dado que se logra:
- Menores paradas de máquinas, ya sea por programas de paradas preventivas o por roturas aleatorias.
- Mayor calidad y eficiencia de las máquinas e instalaciones
- Garantiza la seguridad y la protección del medio ambiente
- Reduce el tiempo de las acciones de mantenimiento.

A continuación se presentan algunas consideraciones de Fucci acerca del mantenimiento predictivo:

¿En qué se basa el mantenimiento predictivo?

La mayoría de las fallas se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de una futura falla, indicios que pueden advertirse simplemente. En otros casos, es posible advertir la tendencia a entrar en falla de un bien, mediante el monitoreo de condición, es decir,

mediante la elección, medición y seguimiento, de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del bien en análisis.

En otras palabras, con este método, se trata de acompañar o seguir, la evolución de las futuras fallas. ¿Cómo?. A través de un diagnóstico que se realiza sobre la evolución o tendencia de una o varias características mensurables y su comparación con los valores establecidos como aceptables para dichas características.

¿Cuáles pueden ser esas características?

Por ejemplo, pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la velocidad angular, la resistencia eléctrica, el aislamiento eléctrico, los ruidos y vibraciones, la rigidez dieléctrica, la viscosidad, el contenido de humedad, de impurezas y de cenizas en aceites aislantes, el espesor de chapas, el nivel de un fluido, etc.

¿Cuáles son los aparatos e instrumentos a utilizar?

Son de naturaleza variada y pueden encontrarse incorporados en los equipos de control de procesos (automáticos), a través de equipos de captura de datos o mediante la operación manual de instrumental específico. Actualmente existen aparatos de medición sumamente precisos, que permiten analizar ruidos y vibraciones, aceites aislantes o espesores de chapa, mediante las aplicaciones de la electrónica en equipos de ultrasonidos, cromatografía líquida y gaseosa, y otros métodos.

El seguimiento de estas características debe ser continuo y requiere un registro adecuado. Una de sus ventajas es que las mediciones se realizan con los equipos en marcha, por lo cual, en principio, el tiempo de paro de máquinas resulta menor.

¿Cómo se da cuenta que está próximo el desencadenamiento de una falla?

Si bien ésta es tarea para especialistas, se puede decir que, previo a la producción de una falla, la característica seguida se "dispara" de la evolución que venía llevando hasta ese momento.

Además de la ventaja recién citada, el seguimiento permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallas repetitivas; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

Como inconveniente, debemos citar que se necesita constancia, ingenio, capacitación y conocimientos, aparatos de medición y un adecuado registro de todos los antecedentes para formar un historial.

3.1.3.4 *Mantenimiento Proactivo*

En esta estrategia de mantenimiento se identifica y corrige las causas raíz de las fallas de la máquina, Se pretende maximizar su vida útil operativa.

El aumento de la vida operativa de la máquina a través de una estrategia de mantenimiento proactivo indudablemente disminuye los costos de mantenimiento y aumenta la productividad de la planta.

La mayor reducción en el presupuesto de mantenimiento viene de la aplicación de tres principios:

- 1) Por cada falla hay una causa.
- 2) Siempre hay una mejor manera de hacerlo o un mejor producto para usar.
- 3) Si otra empresa similar puede obtener mejores resultados, nosotros también podemos (Benchmarking).

El mantenimiento proactivo esta basado en tres principios:

- Mejorar los Procedimientos antes de que causen fallas.
- Evitar Paradas del equipo para mantenimiento correctivo.
- Aumentar el Intervalo entre intervalos para mantenimiento preventivo.

Causa – Efecto

Típicamente aceptamos que las piezas se gastan o se rompen, reparamos y volvemos a lo mismo sin pensar que las piezas no se rompen por si. Se rompen por descuido, sobrecarga, contaminación, temperatura, exceso de vibraciones, falta de lubricación u otra causa. Si eliminamos la causa, postergaremos la falla.

3.1.3.5 *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)*

Anthony Smith define el MCC o RCM como una filosofía de gestión de mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas

de mantenimiento en función de la criticidad de los equipos pertenecientes a este sistema. El MCC es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, que debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente. La clave de esta metodología es reconocer que la función fundamental del mantenimiento es asegurar que los equipos cumplan sus funciones de forma eficiente en el contexto operacional. La definición de este concepto se refiere a mantener el valor estándar de funcionamiento deseado asociado a su capacidad o confiabilidad inherente. Confiabilidad operacional es la capacidad de un equipo para cumplir el propósito que se espera de él, dentro de los límites de diseño y bajo un contexto operacional específico. En un programa de optimización de la confiabilidad operacional de un sistema, es necesario el análisis de los siguientes parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos.

La metodología del MCC propone un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento en un contexto operacional, a partir del análisis de las siguientes siete preguntas:

¿Cuál es la función del activo? (funciones y criterios de funcionamiento)

Cada elemento ha sido adquirido para un propósito determinado, es decir tiene una función específica; la pérdida de estas funciones afectara al resto de la organización. Entonces el primer paso es definir las funciones y estándares funcionales de cada equipo.

¿De qué manera puede fallar? (fallos funcionales)

Identificar como puede afectar el fallo en cada equipo a la realización de sus funciones, afectando su capacidad para cumplir con el estándar de funcionamiento.

¿Qué origina la falla? (modos de falla)

Identificar los modos de fallos que tienen más capacidad de causar la pérdida de esta función, es decir, identificar que es lo queremos prevenir.

¿Qué sucede cuando hay falla? (efecto de los fallos)

Cuando se han determinado cada modo de fallo, también deben identificarse los efectos de cada uno de ellos de manera que se pueda priorizar la importancia de cada uno.

¿Qué ocurre si falla? (consecuencia de los fallos)

O también ¿cuánto importa cada fallo? Las consecuencias de cada fallo indican cuales son la que hay que prevenir y el esfuerzo para detectar cada una de ellas. RCM clasifica las consecuencias en 4 grupos:

- Consecuencia de fallos no evidentes
- Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente
- Consecuencia operacional
- Consecuencias no operacionales

Si un fallo tiene consecuencias significativas en cualquiera de estas categorías es importante tratar de prevenirlo. Si las consecuencias no son significativas, no amerita hacer un mantenimiento preventivo que no sea las rutinas básicas de lubricación y servicio.

¿Se puede hacer algo para prevenir la falla? (tareas preventivas)

RCM reconoce tres categorías más importantes de mantenimiento preventivo:

- Tareas cíclicas “a condición” (mantenimiento predictivo por monitoreo)
- Tareas de reacondicionamiento cíclico (frecuencia de mantenimiento)
- Tareas de sustitución cíclica

¿Qué pasa si no se puede prevenir la falla? (tareas “a falta de”)

Averiguar no solo si son factibles de realizar sino si merece la pena hacerlas.

En algunos casos es mejor rediseñar.

3.1.3.6 *Mantenimiento Productivo Total*

Este sistema caracterizado por las siglas TPM, se basa en el principio que la mejora de los equipos debe implicar a toda la organización, colocando a todos los integrantes de la organización (desde operadores hasta la alta dirección), en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes.

El TPM se define como el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados a través de actividades en pequeños grupos en el conjunto de toda

la compañía. Este término fue definido en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Planta y se fundamenta en las siguientes metas:

- Maximizar la eficiencia del equipo (mejorar la eficacia global)
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para la vida útil del equipo
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos en la implantación del TPM
- Implicar activamente a todos los empleados
- Promover el TPM a través de la gestión de la motivación: actividades autónomas en pequeños grupos.

El TPM se explica por sus tres características principales:

- Efectividad total a efectos de obtener la rentabilidad adecuada, teniendo en cuenta que ésta hace referencia a la producción, a la calidad, al costo, al tiempo de entrega, a la moral, a la seguridad, a la salubridad y al ambiente.
- Sistema de mantenimiento total consistente en la prevención del mantenimiento (diseño libre de mantenimiento) y en la mejora de la mantenibilidad.
- Intervención autónoma del personal en tareas de mantenimiento.

Una vez que los empleados se encuentran bien entrenados y capacitados, se espera que se ocupen de las reparaciones básicas, de la limpieza del equipo a su cargo, de la lubricación (cambios de aceites y engrases), ajustes de piezas mecánicas, de la inspección y detección diaria de hechos anormales en el

funcionamiento del equipo. Para ello, es necesario que hayan comprendido la forma de funcionamiento del equipo y puedan detectar las señales que anuncian sobre la proximidad de llegada de las fallas. El mantenimiento principal lo seguirán realizando los especialistas, quienes poseen formación e instrumental adecuado.

Por estos motivos, la labor de motivación y adoctrinamiento de esta filosofía del trabajo resulta fundamental.

CAPITULO IV

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se hace un análisis completo del área de mantenimiento de la empresa OI. Para ello, se evaluarán los indicadores de mantenimiento como herramienta de diagnóstico de la gestión, a fin de establecer la efectividad de las acciones tomadas y así diagnosticar la fase operativa.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa OI está dedicada a la fabricación y comercialización de envases de vidrio, se ha constituido en un proveedor seguro y confiable de envases de excelente calidad para satisfacer la demandas de:

- Industria de licores
- Industria cervecera
- Industria de alimentos
- Industria de refrescos y otros

En cada una de las etapas de su desarrollo se han incorporado las últimas innovaciones de la compleja tecnología de la fabricación de envases de vidrio,

mediante la instalación de modernos equipos y maquinarias que han mejorado notablemente su productividad. Para equilibrar este avance es necesario la capacitación y perfeccionamiento de su personal, para así afrontar los requerimientos actuales del avance tecnológico.

Owens Illinois del Perú actualmente cuenta con un horno de 240 toneladas diarias de capacidad instalada para alimentar a tres máquinas de formación de envases instaladas en tres líneas de producción:

- **LÍNEA A1:** Doble gota de 8 secciones individuales para la elaboración de *envases grandes de boca angosta empleando el proceso soplo-soplo y trabaja normalmente a 80 cortes/minuto. Esta es una máquina Emhart adaptada.*
- **LÍNEA A2:** Doble gota de 8 secciones individuales para la elaboración de *envases pequeños de boca ancha, emplea el proceso prensa soplo y trabaja normalmente a 120 cortes/minuto. Es una máquina Owens-Illinois.*
- **LÍNEA A3:** Doble gota de 10 secciones individuales para la elaboración de *envases personales de bebidas gaseosas, emplea el proceso soplo-soplo y trabaja normalmente a 150 cortes/minuto. Es una máquina Owens-Illinois.*

Estas máquinas son electrónicas y producen aproximadamente alrededor de 504,000 unidades/día, contribuyendo así con más del 50% de la oferta del mercado nacional.

La fábrica opera en 3 turnos diarios de ocho horas durante los 7 días de la semana con plena capacidad de mano de obra. Para producir contenedores de vidrio botellas y frascos de diferentes tamaños y colores.

La empresa es de carácter privado, por cuanto la totalidad de su capital es aportado por los accionistas que lo conforman y en consecuencia no recibe ningún aporte del estado, su organización es formal debido a que está constituida de forma legal y se rige por la ley orgánica del trabajo y demás ordenamientos jurídicos establecidos.

El objetivo general de la empresa es fabricar envases de excelente calidad tomando en cuenta la productividad, competitividad y rentabilidad.

Entre los objetivos específicos destaca el ambiente de trabajo altamente Pro activo, ofreciendo a sus empleados un crecimiento personal, logro de adiestramiento y participación en el proceso de toma de decisiones. Satisfacer con éxito las necesidades de los clientes fabricando productos de óptima calidad bajo un control que se rige por las exigencias competitivas del mercado.

4.1.1 Instalaciones generales

- **Composición y Fusión:**

El conjunto de instalaciones de Composición-Fusión, están automatizadas e informatizadas:

- Transporte neumático de las materias primas desde los depósitos de recepción hasta los silos elevados de las torres de composición.

- Básculas de pesadas automáticas de las composiciones, controladas por sistemas informáticos.
- Mezcladoras de composición automáticas con control informático.
- Transporte por cintas de las composiciones hasta las tolvas de almacenamiento de los hornos.
- Sala de fusión, desde la cual se controla por medios automáticos todo el proceso de fusión de los hornos.

Horno

Horno de bucle de alimentación lateral por enfordadora mecánica, con aporte de calefacción por la parte trasera por medio de mecheros de gas natural y funcionamiento alternativo a petróleo con quemadores y apoyo eléctrico en la solera, con una capacidad de fusión de 240 TM/día.

- Federes de acondicionamiento de vidrio. Uno de ellos tiene dispuesta una célula de coloración para la coloración del vidrio en continuo de 20 TM/día.
- Fabricación vidrio soplado:
- máquinas IS, con sistema de control electrónico, dos de 8 y una de 10 secciones para fabricaciones en doble gota (3 máquinas)
- Archas de recocido, por gas, de ciclo automático con sus instalaciones auxiliares.

Vidrio Frío:

- Máquinas de inspección y control dimensional.
- Máquinas de inspección y control de fracturas.

- Máquinas de inspección y control de aspecto.
- Máquinas de embalado en cajas.
- Robots de embalado y, paletizado.
- Control de calidad final.

Tabla 4.1. Equipos que intervienen en el proceso

	TIPO DE EQUIPO	PROVEEDOR		
1	Línea de dosificación de La mezcla.	Glass Tech Establishment (Italia)		
2	AREA DE FORMACIÓN			
	Horno de fusión del vidrio de 240 Toneladas diarias			
	Equipo del Horno	Tecnología Italiana		
	Materiales refractarios			
3		A.1	A.2	A.3
	Máquina IS	Emhart	OI	OI
	Número de secciones	8	8	10
	Número de gotas	2	2	2
	Proceso	Soplo- soplo	Prensa - soplo	Soplo- soplo
	Referencia	Envases de vino	Frascos de mermelada	Coca cola descartables
	Cortes/min.	80	120	150
	Peso del envase	400gr.	150 gr.	200gr.
	Toneladas/Día	92,16	51,84	86,4
	Horno de recocido	Antonini (Italia)	GTE (Italia)	Antonini (Italia)
4	Máquinas de inspección	Bush & Spreen (Alemania), AGR (USA), IRIS (Francia)		
5	Transportadores de líneas, paletizadores	All Glass (Italia)		
6	Retráctil-Máquina de embalaje	Tecnología rusa		

Otras instalaciones:

- Línea automática de ensamblado de aisladores, con 3 máquinas de pegado, robots de dispensación de herrajes, máquinas automáticas de control y paletización de aisladores.

- Taller de decoración de frascos, en el que se encuentran instaladas máquinas de pintado, así como hornos de recocido (templados).
- Nave de compresores, instalados 7 compresores en dos líneas: Una línea de aire comprimido de 60PSI, para el consumo en las distintas máquinas del proceso. La segunda línea de 100 PSI para el abastecimiento del horno.
- Circuito cerrado para el agua de refrigeración en los hornos y demás procesos, con piscina de enfriamiento y depuradora del agua.
- Conjunto de instalaciones para el reciclado del vidrio, tanto frío como caliente. Incluye rascadores, machacadoras, cintas de transporte, silos, etc., de funcionamiento automático.
- Instalación contra-incendios en todos los ambientes, sprinklers en almacenes, puestos de columna seca, alarmas en las instalaciones generales.
- Piscina de acumulación de agua para abastecimiento de las necesidades de fábrica, como de toma de caudales de las bombas de los sistemas contra incendios. Esta piscina tiene 100 metros de profundidad.
- Conjunto de almacenes cerrados para productos terminados.
- Muelles y plataformas de carga de productos terminados.
- Plataformas de apilado de platos de aisladores.
- Taller de moldes.

- Taller vidrio frío.
- Talleres de cambios de máquinas.
- Talleres de mantenimiento

4.1.2 Organigrama de la empresa

Para cumplir con los objetivos señalados la empresa se encuentra seccionada en cuatro gerencias, dentro de las cuales existen distintas intendencias que tienen a su cargo diferentes departamentos que realizan una función específica, las cuales se identifican a continuación:

a) ***Gerencia de Planta:*** Está comprometido en garantizar la elaboración de productos óptimos que satisfagan las necesidades de los clientes además del perfecto estado de la planta y la capacitación del personal garantizando la consecución de un producto de alta calidad, esta gerencia está conformada por las siguientes áreas:

- Área de silos mezcla y hornos
- Área de formación
- Área de moldura
- Área de reparación de máquinas
- Área de inspección automática

Área de Formación: Su función es la de mantener la confiabilidad y continuidad de todos los equipos críticos que están a lo largo de todo el proceso productivo de la planta, como también de todos los servicios e instalación de la empresa así como sus medios de

transporte interno. Coordina todas las actividades tendientes al mejoramiento estructural de la planta ya sea de construcción, instalación o aplicación de la misma.

Asimismo vela por el desarrollo de eficientes y efectivos programas de entrenamiento del personal en el área que corresponde, conjuntamente con la elaboración de programas de mantenimiento preventivo que garanticen el buen funcionamiento de las instalaciones y un servicio óptimo para mayor satisfacción de los clientes. Las jefaturas que lo conforman son:

- Coordinador de mantenimiento
- Jefatura de mantenimiento eléctrico
- Jefatura de mantenimiento mecánico
- Jefatura de mantenimiento decoración
- Jefatura de instrumentación y control
- Jefatura control de calidad

b) Gerencia de Administración: Esta se encarga de llevar el control estricto de las operaciones administrativas de la planta y de la contabilidad general. Es responsable de la capacitación del recurso humano con el que cuenta mediante la organización de programas de entrenamiento continuo. Así mismo regula todo lo relacionado con la compra de insumos, materia prima y demás implementos que usualmente utiliza la empresa, las jefaturas que lo conforman son:

- Jefatura de compras
- Jefatura de contabilidad
- Jefatura de finanzas
- Jefatura de ventas

c) **Gerencia de Recursos Humanos:** Tiene como objetivo planificar, coordinar, dirigir y controlar las unidades organizativas asignadas a ésta, para el logro de las metas y objetivos establecidos en la empresa. De igual forma tiene a su cargo el reclutamiento y selección del personal necesario para la empresa, además de la capacitación y actualización de todo el personal en cada una de las dependencias en la empresa.

d) **Gerencia de Mercadeo.-** Su función es diseñar, analizar, orientar y ejecutar los diferentes procesos que definen la gestión Integral del mercadeo en la empresa multinacional que permita a la organización adoptar las estrategias de mercadeo en un espacio de tiempo definido a corto, mediano y largo plazo, las cuales le ayudarán a lograr los objetivos en esta área fundamental de la estructura de la empresa.

4.1.3 Estructura organizacional

Las líneas de producción en la empresa trabajan bajo el esquema de célula de manufactura, que consiste en la formación de equipos de trabajo multidisciplinario de alto desempeño, conformado por integrantes de cada

departamento de la organización, unidos para trabajar, para aportar ideas y soluciones a los problemas de la línea de producción. La célula esta conformada de la manera que indica la figura 14:

Personal:

- Líder de célula: Es el coordinador de producción, encargado de la conducción del proceso completo de producción de envases de vidrio. Jefe de personal de la célula. Nivel de estudios requerido: Ingeniero industrial o mecánico.
- Especialista de formación: Técnico de formación con 25 años de experiencia en la formación de envases de vidrio.
- Técnicos de formación: Analista de formación de envases, son los encargados de hacer los cambios de referencia en las líneas de producción, revisar minuciosamente los moldes y demás accesorios de moldura así como poner a punto las máquinas hasta que estas consigan su funcionamiento óptimo. Encargados del buen desempeño de las maquinas de formación. En la empresa se les denomina personal de tiempo activo. Nivel de estudios requerido: técnico superior en mecánica.
- Operador de el equipo de moldura proceso tiempo activo moldes es el que prepara lo que ingresará a la máquina luego de ser inspeccionada, si se encuentra alguna deficiencia deberá recogerlo y conducirlo al taller para reparar nuevamente la moldura.

- Operador proceso de formación: Opera y controla las maquinas formadoras de envases. Nivel de estudios requerido: técnico superior en mecánica
- Inspector de línea: encargado de la inspección de calidad del envase cada hora. Utiliza técnicas estadísticas. Nivel de estudios requerido: Técnico superior en control de calidad.
- Operador de maquinas de inspección. Encargado del buen funcionamiento de estas maquinas. Nivel de estudios requerido: técnico superior en electricidad o electrónica
- Operador de paletizado o empaque: Opera y controla los equipos de embalaje del producto.
- Mecánico especialista: Mecánico con 20 años trabajo en industria de vidrio
- Mecánico de formación: mecánico especialista en maquinas formadoras de envases de vidrio. Nivel de estudios requerido: técnico superior en mantenimiento mecánico
- Electricista e Instrumentista: encargados de los equipos de electricidad e instrumentación de la línea completa
- Auditor de calidad: Realiza auditorias periódicas de calidad al producto empacado.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Según el organigrama actual de la empresa OI, el área de mantenimiento se encuentra bajo la gerencia de planta (ver figura 13), pero es independiente en sus

actividades, ya que presta servicios a todas las áreas de la empresa y no solamente a los equipos de producción.

Este departamento está conformado por dos áreas de logística y formación:

El *área de logística*, se encarga básicamente de las compras de repuestos, el manejo de inventarios del almacén de repuestos y la selección de proveedores de mantenimiento.

El *área operativa de formación* en cambio, se encarga de la gestión del mantenimiento en sí, esto incluye la programación de trabajos tanto de mantenimiento correctivo como de mantenimiento preventivo de toda la empresa, teniendo como prioridad los trabajos en planta (producción).

El área netamente operativa está conformada por personal técnico capacitado en mantenimiento mecánico, instrumentación y electricidad. Por su parte, el área de logística, cuenta con un almacén de repuestos y personal para la gestión y administración de los recursos. La estructura organizativa se muestra en la figura 15.

El departamento de mantenimiento está a cargo del coordinador de mantenimiento, siendo sus funciones generales velar por el mantenimiento y buen funcionamiento de las máquinas y/o equipos de la empresa, incrementar su vida útil y controlar los gastos por concepto del mantenimiento. Mientras sus funciones específicas son las de:

- Asegurar que los activos de la empresa sigan desempeñando las funciones deseadas.

- Velar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento de maquinaria y/o equipos.
- Recolección de datos de las actividades de mantenimiento, para la programación del mantenimiento preventivo.
- Incrementar el tiempo de vida útil de los equipos a menor costo.
- Organizar, programar, dirigir y controlar las actividades del mantenimiento.
- Elaboración de manuales y procedimientos involucrados al mantenimiento de equipos.

En el área logística se encuentra el responsable de las compras, quien evalúa a los proveedores y realiza los pedidos en coordinación con el coordinador de mantenimiento. Finalmente se encuentra el almacenero quien tiene como funciones:

- Administrar los recursos del almacén.
- Asegurar que no falten los repuestos y materiales críticos para el buen desempeño del mantenimiento de equipos.
- Hacer seguimiento a los inventarios.
- Informar al coordinador de mantenimiento el estado actual de los inventarios, sobre todo de los críticos.
- Registrar las salidas de los repuestos por máquina

4.2.1 Proceso de Mantenimiento

Primero se da la ocurrencia de la falla en el equipo, luego el operador comunica el evento al coordinador de producción, quien emite un requerimiento de mantenimiento y lo entrega al coordinador de

mantenimiento. En esta fase, el jefe elabora por primera vez la orden de trabajo (OT) de mantenimiento en donde da una descripción detallada del evento (basándose en la información suministrada por el coordinador de producción), establece los recursos y el personal que se encargará de atender el requerimiento. Seguidamente, la orden de trabajo es entregada a uno o más técnicos, quienes de ser necesario, se trasladan al área de logística para retirar los materiales necesarios. Luego, se dirigen hasta el lugar donde se encuentra el equipo que ha presentado la falla y proceden a solucionar el problema. De requerirse otros materiales o equipos especiales, se notifica al coordinador de mantenimiento quien es la persona responsable para dar ese tipo de autorizaciones al área de logística.

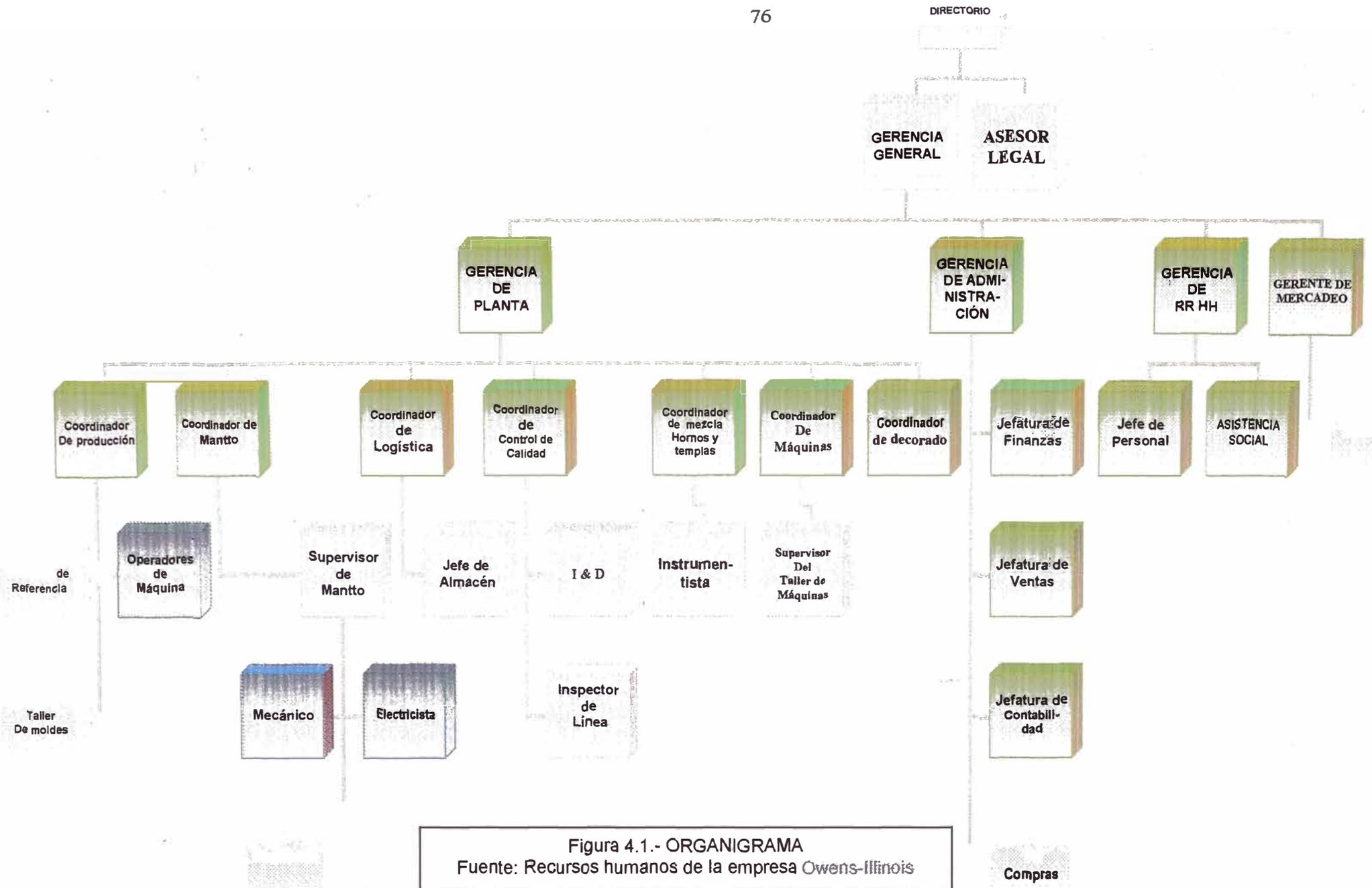


Figura 4.1.- ORGANIGRAMA
Fuente: Recursos humanos de la empresa Owens-Illinois

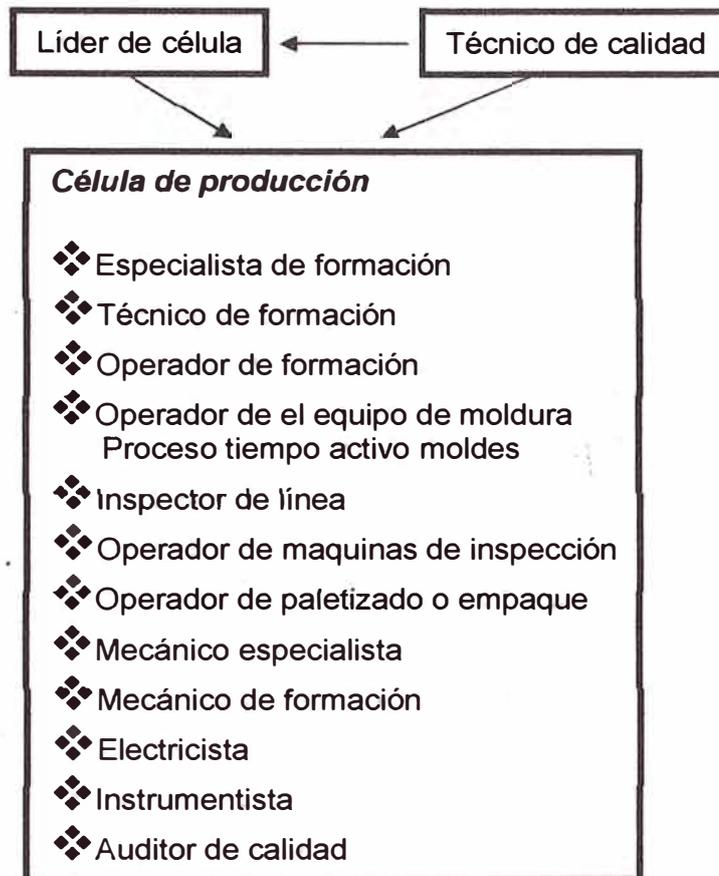


Figura 4.2.- Estructura organizacional

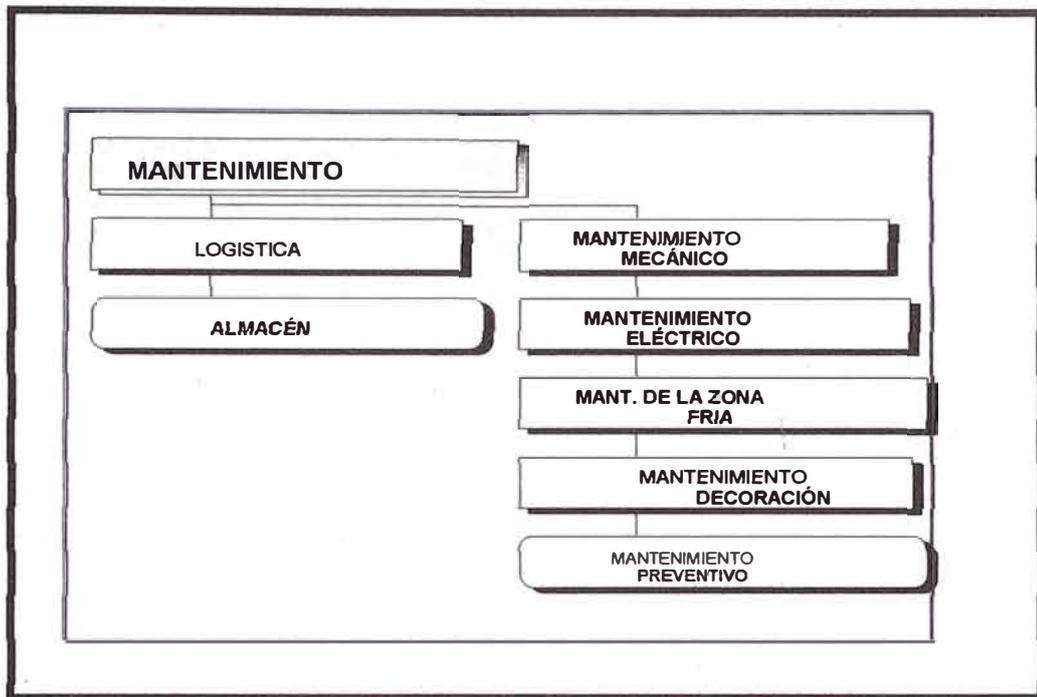


Figura 4.3.- Organigrama del departamento de mantenimiento

Al finalizar la intervención y comprobar que el equipo se encuentra operativo nuevamente, los técnicos retornan la orden de trabajo al coordinador de mantenimiento para que solicite la conformidad de la solución con el responsable del área solicitante y poder así almacenar el documento en un archivo.

Es importante destacar, que este mismo procedimiento se repite al prestar servicio a otras áreas de la empresa, diferentes de producción, con la diferencia de que la persona responsable generalmente es el gerente de la misma. La figura 16, se presenta el diagrama de flujo de datos para el

procedimiento descrito anteriormente y que corresponde a los servicios realizados por el departamento de mantenimiento.

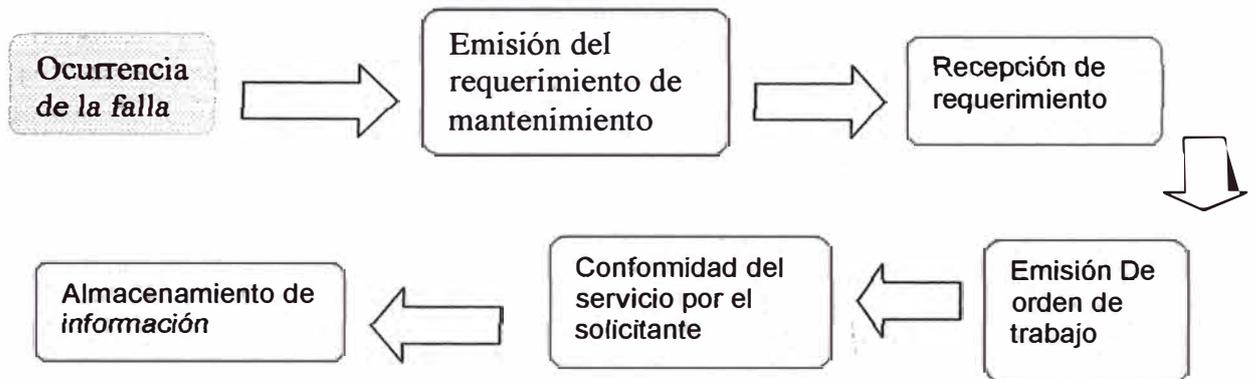


Figura 4.4. Diagrama de flujo de un requerimiento de mantenimiento

4.2.2 Condiciones de Mantenimiento.

La empresa viene desarrollando desde el 2003 un plan de mantenimiento mas riguroso ya que anteriormente el plan de mantenimiento era netamente correctivo por esa razón no se cuenta con documentación de posibles mantenciones.

A partir del 2003, la empresa comienza a realizar un riguroso registro de las actividades de operación de las máquinas de manufactura, así fue posible apreciar los altos gastos que tenían por conceptos de mantenimiento correctivo y tiempos muertos de este equipo pues en este año se registra una gran cantidad de problemas y compra de repuestos. Es por esto que en el año 2004 se comienza a implementar un plan de mantenimiento mensual pero

solo del tipo visual y operativo, realizado por técnicos electrónicos y mecánicos, este simple plan de mantenimiento produjo grandes mejoras en general. Si bien se mejoraron los índices de fallas de los equipos seguían existiendo. Es por esto que en el 2005 se incrementan las inspecciones visuales pero además se implementa un plan de mantenimiento completo por parte de un equipo eléctrico y mecánico de la misma empresa, este consiste en reemplazar ciertos elementos que constituyen la máquina formadora.

4.2.3 Seguimiento del trabajo

El seguimiento del trabajo de mantenimiento correctivo (60%) diario se hace mediante las órdenes de trabajos emitidas después de una solicitud hecha por el área que lo necesite y luego es archivada, mientras que el seguimiento de los trabajos asignados al área de mantenimiento preventivo(40%) se realiza en las reuniones con el área de producción semanalmente por el comité de esa reunión bajo la dirección del gerente de planta, verificando el porcentaje de avance de dichas asignaciones de trabajo y revisando o asignando los recursos para dichas asignaciones. Asimismo en estas reuniones se planifica con el personal de tiempo activo y el equipo de estrategia los trabajos a realizar en la máquina durante los cambios de referencia en el tiempo estimado para su ejecución. El seguimiento de las variables operacionales de los equipos de planta aún no se realiza en forma continua por la falta de un buen historial de los mismos. Los trabajos de mantenimiento correctivo son mínimos por lo que esas tareas son asignadas directamente al personal técnico y son informadas por parte de ellos a los coordinadores de mantenimiento y de

máquinas cada fin de semana. Los repuestos son controlados por el área de logística de mantenimiento y es la que se encarga de mantener el stock mínimo de los repuestos críticos.

4.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Para determinar la situación actual del mantenimiento preventivo de la empresa y establecer la efectividad de las acciones tomadas, se utilizaron los indicadores de mantenimiento descritos en el Capítulo III, a saber:

- Utilización
- Disponibilidad
- Tiempo medio entre fallas
- Tiempo medio para la reparación
- Rendimiento del proceso
- Calidad
- Efectividad global del equipo
- Capacidad productiva

4.3.1 Cálculo de índices

Disponibilidad: (Pérdidas por paros)
• Fallos
• Averías

Rendimiento: (Pérdidas por velocidad)
• Pausas no programadas
• Velocidad de operación reducida

Calidad: (Pérdidas por defectos)
• Defectos y retrabajos
• Productos con errores

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$



Para determinar la situación actual del mantenimiento preventivo de la empresa y establecer la efectividad de las acciones tomadas, se utilizaron los indicadores de mantenimiento que se detalla a continuación. Durante el mes de agosto del 2008 se hizo seguimiento la operación de la máquina obteniendo los resultados mostrados en la tabla mostrada en el ítem 4.6

A continuación se muestra el resultado del cálculo de índices:

4.3.2 Utilización

T_{pp} : Tiempo de producción programada

T_c : Tiempo calendario

$$\text{UTILIZACIÓN} = T_{pp} / T_c \times 100$$

$$(365 \div 365) \times 100 = 100\%$$

Nuestro índice de utilización es relativamente alto debido a que la demanda de producción para este año se presenta por encima de lo esperado con un aumento del 10% en referencia al año pasado y se ve la necesidad de una mayor utilización respecto a que se presentan fallas comunes en las máquinas.

4.3.3 Disponibilidad

Este indicador viene a ser la disponibilidad operativa con la que cuenta cada máquina de producción y según información suministrada por la empresa utilizada como referencia para contrastar los resultados de esta investigación, se considera que este indicador debe ser mayor al 85%.

Según las estadísticas de fallas que se realizó durante el mes de agosto con presencia física aleatoria de 16 días (384 horas) según muestran los datos que se detalla en el ítem 4.6.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{TIEMPO DE OPERACION - TIEMPOS PERDIDOS y TIEMPOS BAJOS}{TIEMPO DE OPERACION}$$

Donde:

Tiempo de operación = 384 horas

Tiempos perdidos: Son los ocasionados por fallas en el equipo (minutos): 710 minutos = 12 horas

Tiempos bajos: Tiempos de ajuste y puesta en marcha más tiempos autorizados (minutos).

- Tiempo perdido por cambios de molduras; PRE moldes, moldes, boquilleras, tapas, embudos, etc.: 12 horas
- Tiempo perdido por cambios de referencia: 10 horas (se hicieron dos cambios de 5 horas cada uno)
- Tiempo que demora la máquina en ponerse a punto después de cada cambio: 2horas.

Tiempos perdidos y tiempos bajos: 36 horas

Disponibilidad = $\frac{384 - 36}{384} \times 100 = 90.62\%$ correspondiente al mes de agosto del 2008.

Para incrementar la disponibilidad debemos programar una evaluación rigurosa de las paradas por fallas ya que estas afectan la producción programada de igual manera se debe reestructurar el programa de mantenimiento preventivo de la máquina en lo que se refiere a aquellos componentes de la máquina que estén sometidas a fricción con una prioridad alta y de este modo podríamos reducir el número de fallas y por ende el tiempo muerto.

4.3.4 Tiempo medio entre fallas (MTBF)

$$\text{MTBF} = \frac{T_{pp} - T_m}{N_f}$$

Donde: T_{pp} = Es el tiempo programado para la producción

T_m = Es el tiempo muerto

N_f = Es el número de fallas

A causa de paradas de emergencia el número aproximado de fallas en la máquina es de 16 fallas según vemos en el cuadro del ítem 4.6

$$\text{MTBF} = \frac{384 - 36}{16} = 21,75 \text{ horas/mes}$$

Ya que aproximadamente los tiempos muertos son causados por fallas de los mecanismos de la máquina se debe implementar un plan de mantenimiento autónomo haciendo énfasis en la capacitación de los operadores y ayudantes de cada turno. Pero sin importar la criticidad de la máquina es necesario reducir el número de fallas en por lo menos un 25%. Así de éste modo si se logra implantar con éxito este plan, el tiempo muerto se reduciría también en un 25%.

4.3.5 Tiempo medio para la reparación (MTTR)

$$\text{MTTR} = \frac{T_m}{N_f}$$

Donde: T_m = Tiempo muerto

N_f = Número de fallas

$$MTTR = \frac{36}{16} = 2.25 \text{ horas/falla}$$

Y realizando una evaluación juiciosa y estricta de nuestro plan de mantenimiento preventivo, podremos definir los puntos de falencia en el mismo y así atacarlos puntualmente con el fin de mejorar el desempeño de la máquina formadora y así reducir el número de fallas

4.3.6 Eficiencia o rendimiento

$EFICIENCIA = \frac{VELOCIDAD \text{ o } CAPACIDAD \text{ DE OPERACION}}{VELOCIDAD \text{ o } CAPACIDAD \text{ DE DISEÑO}}$

Donde:

Velocidad o Capacidad de Operación = Velocidad real de la línea o capacidad potencial usada en el equipo. (Incluye la operación deficiente del equipo provocada por controles, sub.-ensambles, etc. Así como, baja moral, condiciones contractuales, programación de producción, etc.). Velocidad o Capacidad del Diseño = Velocidad o capacidad potencial máxima del equipo.

Tabla 4.2. Cambios de referencia que se realizaron durante el mes de Agosto

FECHA	ENVASE	VELOCIDAD DE OPERACIÓN	PESO (gr.)	TON./DÍA
04/08/08	Inca Kola de 1 litro	60 Cortes/min.	450	77,76
15/08/08	Vino	80 Cortes/min.	400	92,16

En las máquinas formadoras la velocidad de operación es variable puesto que varía en proporción inversa al peso del envase que se está fabricando. En operación estas máquinas han alcanzado a trabajar hasta con 100 cortes/min. Para condiciones de máxima operación cuyo valor lo vamos a tomar como velocidad a plena capacidad. Por lo tanto

$$\text{Eficiencia} = \frac{80}{100} = 0,8$$

4.3.7 Calidad

CALIDAD = $\frac{\text{PRODUCCION OBTENIDA o APROBADA}}{\text{PRODUCCION PROGRAMADA}}$

Donde:

Producción Obtenida o Aprobada = Total de producción aprobada, no incluye defectos en el proceso, rechazo, defectos de calidad, deficiente acarreo de material, etc.

Producción Programada = Producción total que es esperada alcanzar con el proceso.

Para determinar este indicador voy a considerar las eficiencias reales de producción promedio obtenidas en las 4 semanas:

Tabla 4.3. Eficiencia promedio del mes de agosto

SEMANA	32	33	34	35	\bar{X}
η	93,5	92,8	94,2	94,9	0,9385

4.3. 8 Efectividad global del equipo (OEE)

Esta medida evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento. La OEE está fuertemente relacionada con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está funcionando.

Este indicador muestra las pérdidas reales en la máquina medidas en tiempo y es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial. Este indicador se maneja diariamente.

$$\text{O.E.E} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

$$\text{O.E.E} = 0,9062 \times 0,8 \times 0,9385 \rightarrow \text{O.E.E} = 68,04\%$$

Este es el valor que se busca mejorar a través de la implementación de un sistema integrado de mantenimiento y logística.

Clasificación

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas, incluso toda una planta, respecto a otras consideradas excelentes, y proporciona una idea de cuales son los factores a mejorar para escalar posiciones en esta clasificación.

- $OEE < 65\%$ Inaceptable Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
- $65\% \leq OEE < 75\%$ Regular → Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
- $75\% \leq OEE < 85\%$ Aceptable → Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
- $85\% \leq OEE < 95\%$ Buena → Muy buena competitividad. Entramos ya en valores considerados por la clase mundial
- $OEE \geq 95\%$ Excelente → Competitividad excelente

Los resultados hacen evidenciar que el problema no radica básicamente en la calidad sino en el rendimiento de la línea y en la disponibilidad de la máquina que se encuentran alejados del 90%. Para elevar el OEE de la máquina se deberá aumentar la disponibilidad de la máquina, el rendimiento de la máquina, evitando las pérdidas de producción y de esta manera asegurar el cumplimiento de las metas propuestas por la empresa. En conclusión, el mantenimiento en la línea necesita mayor atención; por esa razón, se propone un programa de mantenimiento preventivo acompañado de la implementación del mantenimiento autónomo, debido a que uno de los mayores problemas es las deficiencias en la operación y la falta de compromiso tanto de operarios como de técnicos.

Logrando implementar este programa, se conseguirá:

- Prolongar la vida útil de la máquina
- Disminuir los costos por mantenimiento

Esta mejora en la gestión del mantenimiento, permitirá además lograr los objetivos trazados por el área de producción y los objetivos generales trazados por la empresa.

4.4 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA

Este estudio permite identificar las fallas potenciales de diseño y proceso antes de que estas ocurran, para facilitar la elaboración del plan de mantenimiento preventivo.

Con el fin de establecer cierto orden de las fallas que ha presentado la máquina analizada, es que se define un criterio de criticidad que establece ponderadores sobre las distintas fallas según sea su importancia. Los parámetros que se tomaron en cuenta para realizar esta jerarquización fueron, el tiempo muerto que se produce debido a una falla y la frecuencia con la que ella se produce. Lo anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla 4.4. Índice asociado a los costos de la falla

ÍNDICE GRAVEDAD	
Ponderación	Tiempo Muerto
1	Menos de 3 horas
2	Entre 3 y 6 horas
3	Mas de 6 horas

Tabla 4.5. Índice asociado a las frecuencias de la falla

ÍNDICE FRECUENCIA	
Ponderación	Frecuencia de paradas
1	Una vez al año
2	Mas de una vez al año

Con los criterios anteriores se procede a confeccionar el AMEF dándole un cierto valor "crítico" a las distintas fallas. Este orden será de mucha utilidad para la identificación de las fallas y sus efectos además de la preparación del diagrama causa-efecto

**4.5 IDENTIFICACION PROACTIVA HACIA DONDE DIRECCIONAR
EL ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO**

FALLAS Y OCURRENCIAS	IMPACTO PRODUCCIÓN	IMPACTO MANTENIMIENTO	IMPACTO A LA SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
F1: SERVO MECANISMO DE AGUJA. Mecanismo se para repentinamente y no aparece ninguna alarma.	X	X	
F2: SERVO MECANISMO DE CUCHILLAS. Corte desigual, se observa una gota hacia un lado y otra centrada.	X	X	
F3: MECANISMO DISTRIBUIDOR DE GOTA. Mecanismo ingresa pero luego se sale.	X	X	
F4: CONTROLADOR DE LA SECCIÓN IS. Sección no arranca.	X	X	
F5: 317 EMPUJADORES ELECTRÓNICOS. Mecanismo se para en cualquier sección.	X	X	
F6: DRIVES. Desfases entre las velocidades de la máquina desde el servo feeder	X	X	
F7: SISTEMA FLEXLIN. PLC no cambia la pantalla	X	X	
F8: CONTROLADOR DE LA MÁQUINA IS. No existe comunicación con los barredores	X	X	

Tabla 4.6. EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (O.E.E.) – MÁQUINA FORMADORA DE ENVASES I.S ANTES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Equipo	Especificación Técnica	Valores
EMMIS-A1	Capacidad de diseño	100 T /día
	Tiempo de operación/día	24Hrs(1440min)
	Producción Programada	92,16 T /día
	Ciclo Productivo (min.)	80 gotas /min.

Equipo			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
EMMIS-A1	CD	Capacidad de diseño	100 T						
	CO	Capacidad de operación	90	91	92	90	90	91	91
	TO	Tiempo de operación	1440 min.						
	TP	Tiempos perdidos	100	90	80	95	92	80	85
	TB	Tiempos Bajos	40	39	35	44	48	45	42
	PP	Producción Programada	92,16 T						
	PO	Producción Obtenida		90	91	92	90	90	91

			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Prom.Sem.
	D	Disponibilidad	0,9	0,91	0,92	0,9	0,9	0,91	0,91	0,907
	E	Eficiencia	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	C	Calidad	0,8625	0,895	0,9175	0,8925	0,92	0,9375	0,945	0,94

OEE (Semana 01) DxExC =0,682

D	E	C	OEE
0,907	0,8	0,94	0,682

OWENS ILLIONOIS		SUBSISTEMA: MECANISMO DE AGUJA				
		COMPONENTE: Servo motor				
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA	ACCIONES CORRECTIVAS	CLASIFICACIÓN GRAVEDAD
1	Producir la forma adecuada de la gota requerida por la máquina formadora	A Mecanismo no funciona	1 Mecanismo queda trabado repentinamente y no emite ninguna señal de alarma.	Mecanismo se detiene, por falta de aire de suspensión.	Se revisa presión en los tanques de suspensión	1
				Servo amplificador deteriorado, no hay voltaje de salida	Se cambia el drive	2
				Motor dañado, al intentar moverlo el voltaje de salida se dispara al máximo	Se reemplaza motor dañado	2
				Problema con el circuito de arranque, falso contacto o falla del pulsador	Se reemplaza el pulsador	1

Tabla 4.7. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA

OWENS ILLIONOIS		SUBSISTEMA: MECANISMO DE TIJERAS				
		COMPONENTE : Servo motor				
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA	ACCIONES CORRECTIVAS	CLASIFICACIÓN GRAVEDAD
2	Cortar las masas de vidrio requeridas por la máquina formadora.	A Mecanismo se detiene, por falta de aire de suspensión.	1 Corte desigual, una centrada y la otra descentrada	Mala regulación o desajuste del guiador de la gota.	Se reemplaza el guiador	1
				Cruce de las cuchillas sin calibrar	Se calibra el cruce de las tijeras según el manual	1
			2 Se enciende alarma en el tablero de arranque	Se revisa activación de las llaves termo magnéticas del tablero	Se cambia la fuente	1

OWENS ILLIONOIS		SUBSISTEMA: DISTRIBUIDOR DE GOTA					
		COMPONENTE: Servo motor					
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	ACCIONES CORRECTIVAS	CLASIFICACIÓN GRAVEDAD	
3	Suministrar a la máquina la gota proveniente del alimentador	A Incapaz de suministrar las masas de vidrio	1	Mecanismo no se mueve,	Mecanismo trabado, no existe salida de voltaje	Se cambia el servo amplificador	2
			2	Mecanismo ingresa pero luego sale	El control envía la señal al mecanismo y no recibe respuesta en el tiempo deseado.	Se verifica si la señal responde correctamente a la posición del mecanismo	1
					Mecanismo se demora demasiado en activar el sensor	Se aumenta la presión o se abren los reguladores de flujo del pistón de retrac.	1
			3	Mecanismo no ingresa	El sistema sólo entrará si están encendidos el servo feeder y el servo cuchillas.	Se verifica si están en serie con los interlocks.	1
Sensor con placa metálica pegada	Se cambia el sensor.	1					

OWENS ILLINOIS		SUBSISTEMA: CONTROLADOR DE SECCIÓN						
FUNCIÓN		COMPONENTE : Block de válvulas						
		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	ACCIONES CORRECTIVAS	CLASIFICACIÓN GRAVEDAD		
4	Sirve de interfase entre las señales eléctricas del computador y los controles neumáticos de la sección.	A	No controla el funciona miento regular de los mecanismos.	1	No funciona uno de los mecanismos	Falla en la señal neumática	Se cambia el block de solenoides	1
					Falla en la señal eléctrica	Se cambia micro fusible de 1.5 Amperios de la tarjeta de salida	1	
				2	Sección no arranca	No llega señal de voltaje en las tarjetas de salida	Se resetea control de sección	1
				3	Sección no carga	Mala temporización	Se verifica el estado de la sección	1
						No llega señal de carga/no carga	Verificar número de entradas en el PLC	1
				4	No trabajan aires de enfriamiento	Válvula dañada	Se cambia la válvula	1
				5	No rechaza envases	Fusible de la salida Hewr no funciona	Se cambia fusible y se revisa el recorrido de la señal	1
						Temporización defectuosa	Se corrige los tiempos de los rechazadores	1
				6	Parada intempestiva de sección	Falla en la tarjeta de temporización	Se cambia la tarjeta	1
						Conectores sucios	Se realiza limpieza de conectores	1

OWENS ILLINOIS		SUBSISTEMA: MECANISMO DE BARREDORES							
		COMPONENTE : Empujadores electrónicos							
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA	ACCIONES CORRECTIVAS	CLASIFICACIÓN GRAVEDAD	
5	Transferir los envases ya formados desde cada placa de enfriamiento hacia la faja longitudinal	A	Mala transferencia de los envases	1	Mecanismo se queda en la posición de origen	No se encuentra posición de inicio.	Se cambia el poste y Se cambia la tarjeta	2	
						No se recibe señal de inicio de sección	Se cambia fusible en la tarjeta de salida de sección	1	
						Conectores flojos	Revisión y ajuste	1	
						Conectores sin protección	Ajustar o cambiar conector hembra de la canaleta	1	
OWENS ILLINOIS		SUBSISTEMA: DRIVES							
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA	ACCIONES CORRECTIVAS	CLASIFICACIÓN GRAVEDAD	
6	Suministrar energía	A	Transfiere una potencia menor a la del rango establecido.	1	No arranca un motor	Motor malogrado	Cambiar el motor	2	
						Drive malogrado	Cambiar el drive	2	
						Problema con el circuito de arranque	Revisar las conexiones y hacer seguimiento al circuito eléctrico	1	
					2	Desfasases entre las velocidades de la máquina desde el servo motor	El servo motor está con el switch de sincronismo interno activado	Verificar y corregir la tarjeta de transición	1
					3	No se puede modificar el ratio de un drive	Se perdió la comunicación con el drive	Resetear el drive	1
4	Drive no va a la velocidad correcta	Mala configuración de parámetros	Configurar los parámetros	1					

OWENS ILLIONOIS		SUBSISTEMA: FLEXLINE						
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA	ACCIONES CORRECTIVAS	CLASIFICACIÓN GRAVEDAD
7	Recibe y almacena toda la información de control para todas las estaciones COM-SOC.	A	Incapaz de almacenar la información	1	No Arranca el PLC	PC malograda	Cambiar LA PC	1
						Tarjeta de QNX malograda	Cambiar la tarjeta	1
						Tarjeta de RS 422 malograda.	Cambiar la tarjeta	1
				2	PLC no cambia la pantalla	Teclado desconectado o malogrado	Corregir o cambiarlo	1
						Falla en una de las pantallas de función	Configurarlo	1
3	PLC no bootea se queda en mensaje Node 2	Falla en la configuración de QNX	Configurarlo	1				

OWENS ILLIONOIS		SUBSISTEMA : CONTROLADOR DE LA MÁQUINA						
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA	ACCIONES CORRECTIVAS	CLASIFICACIÓN GRAVEDAD
8	Controlar los tiempos de operación de la máquina	A	Es incapaz de controlar la operación de la máquina.	1	No funciona el spray del cucharón del distribuidor	Control de la máquina está apagado.	Verificar que en la pantalla de estado de la máquina aparezca	1
						No existe señal de comunicación entre el tablero del empujador y el ISMC	Se cambia la tarjeta doble serial	1

4.6 ACUMULACION ESTADÍSTICAS DE FALLAS VS. COSTOS GENERADOS EN LA MAQUINA

Tabla 4.8. Cuadro estadístico de fallas y sus costos generados

SUBSISTEMA	OCURENCIA Y FALLAS	DETALLE DE LA FALLA	FECHA	TIEMPO	PÉRDIDA (S/.)	VALOR PORCENTUAL
Mecanismo de barredor sección1	F5	Se acude por falla del poste barredor. Se para la sección	04-Agosto	15 min.	S/. 120	0,84%
Distribuidor de gota	F3	Problemas en el sensor de posición del distribuidor, hace falsa señal. Se para la producción.	09-Agosto	30 min.	S/. 1920	13,48%
Lubricador de cucharones	F2	Se revisa manguera de aceite notándose que está obstruida.	12-Agosto	45 min.	S/. 360	2,52%
Transferidor	F6	Cadena de paletas está trabada con el perno de soporte. Se detiene la producción	14-Agosto	15 min.	S/. 960	6,72%
Distribuidor de gota	F3	Se resetea la falla pero no entra en comunicación. Se detienen todos los mecanismos para seguir el orden de encendido. Parada de producción	15-Agosto	30 min.	S/.1920	13,48%
Block de válvulas sección 2	F4	Se cambia electro válvula de abre y cierra pinzas por falla mecánica. Se para la sección	17-Agosto	30 min.	S/. 240	1,68%
Transferidor	F6	Se interrumpe el movimiento del transferidor se revisa la parte mecánica y la parte eléctrica. Se interrumpe la producción.	18-Agosto	20 min.	S/. 1280	8,99%
Mecanismo de barredor sección7	F5	Se para el mecanismo. Se procede al cambio de tarjetas de activación, de salida y del temporizador. Se detiene solo la sección.	20-Agosto	2 horas	S/. 960	6,72%
Swab de la máquina	F8	Problemas con eventos del swab en manual, se traban algunos mecanismos. Afecta parcialmente a la producción.	22-Agosto	30 min.	S/.960	6,72%

Barredor de la sección 4	F5	Se para el barredor. Se limpia el conector quedando operativo. Se detiene la sección.	24-Agosto	15 min.	S/.120	0,84%
Block de válvulas sección 4	F4	Cambio de block de válvulas (paquete de solenoides), se cambia mecanismo de agujas. Se detiene solo la sección.	25-Agosto	3 horas.	S/. 1440	10,08%
Mecanismo de barredor sección 6	F5	Se realiza cambio del poste barredor durante el cambio de referencia.	26-Agosto	45 min.	S/. 2880	20,16%
Mecanismo de barredor sección 2	F5	Parada intempestiva del poste barredor, se revisa las levas, se cambia todo el mecanismo, se cambia tarjeta de tarjeta. Se detiene la sección	28-Agosto	30 min.	S/.240	1,68%
Mecanismo de barredor sección 2	F5	Se detiene nuevamente, se cambia leva de manejo. Se detiene la sección.	29-Agosto	30 min.	S/.240	1,68%
Block de válvulas sección 3	F4	Problemas con el cierra moldes, se cambia tarjeta, se cambia electro válvula. Se detiene la sección.	31-Agosto	45 min.	S/.360	2,52%
Block de válvulas sección 3	F4	Problemas con el cierra PRE moldes, se cambia carrete NC N ° 1 que estaba rota y por precaución se cambia también carrete NO a la válvula N ° 11. Se detiene la sección.	02- Set	30 min.	S/.240	1,68%

- Para la velocidad de máquina de 80 cortes/min. La máquina forma 160 envases/min.
- Costo de fabricación: S/. 0,40 por cada envase. En un minuto de paralización de la máquina se pierde: S/. 64
- Asimismo al parar una sola sección se pierde 20 envases en cada minuto, equivalente a S/. 8

TOTAL: S/.14240 Pérdida total

4.7 ESTADÍSTICA DE FALLOS POR IMPACTO ECONÓMICO

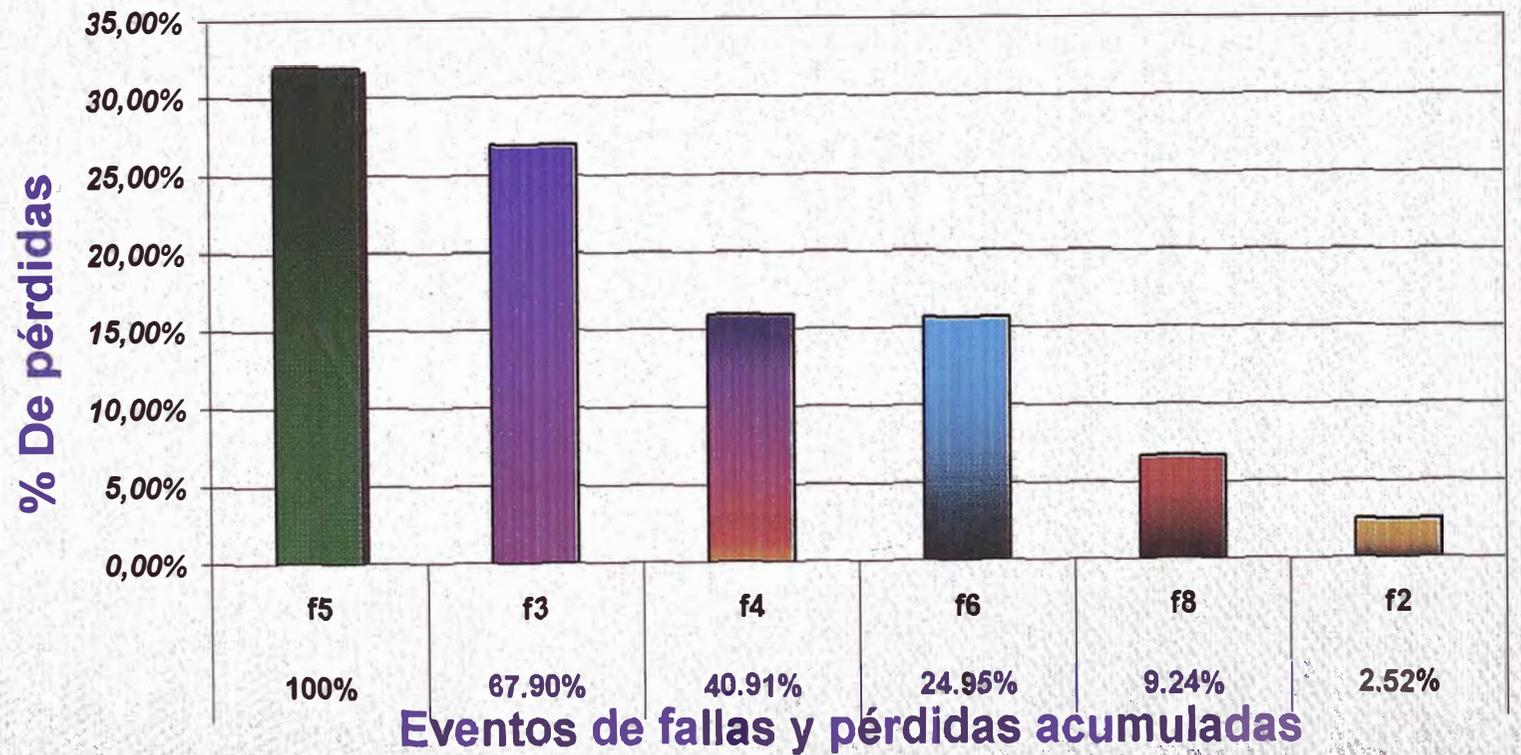


Figura 4.5. Histograma

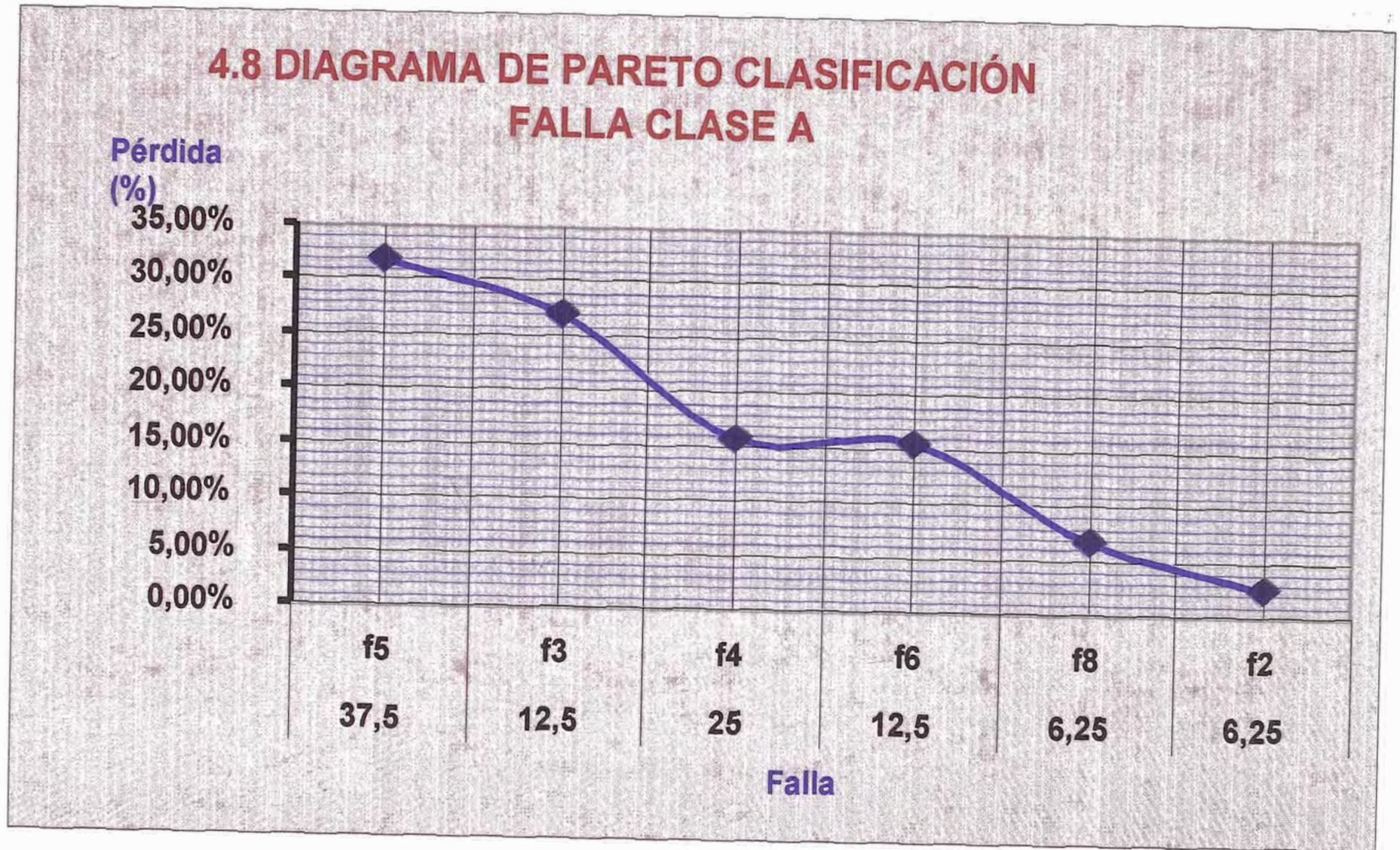


Figura 4.6. Polígono de frecuencia

4.9 ANÁLISIS BÁSICO DE PARETO MÁQUINA IS

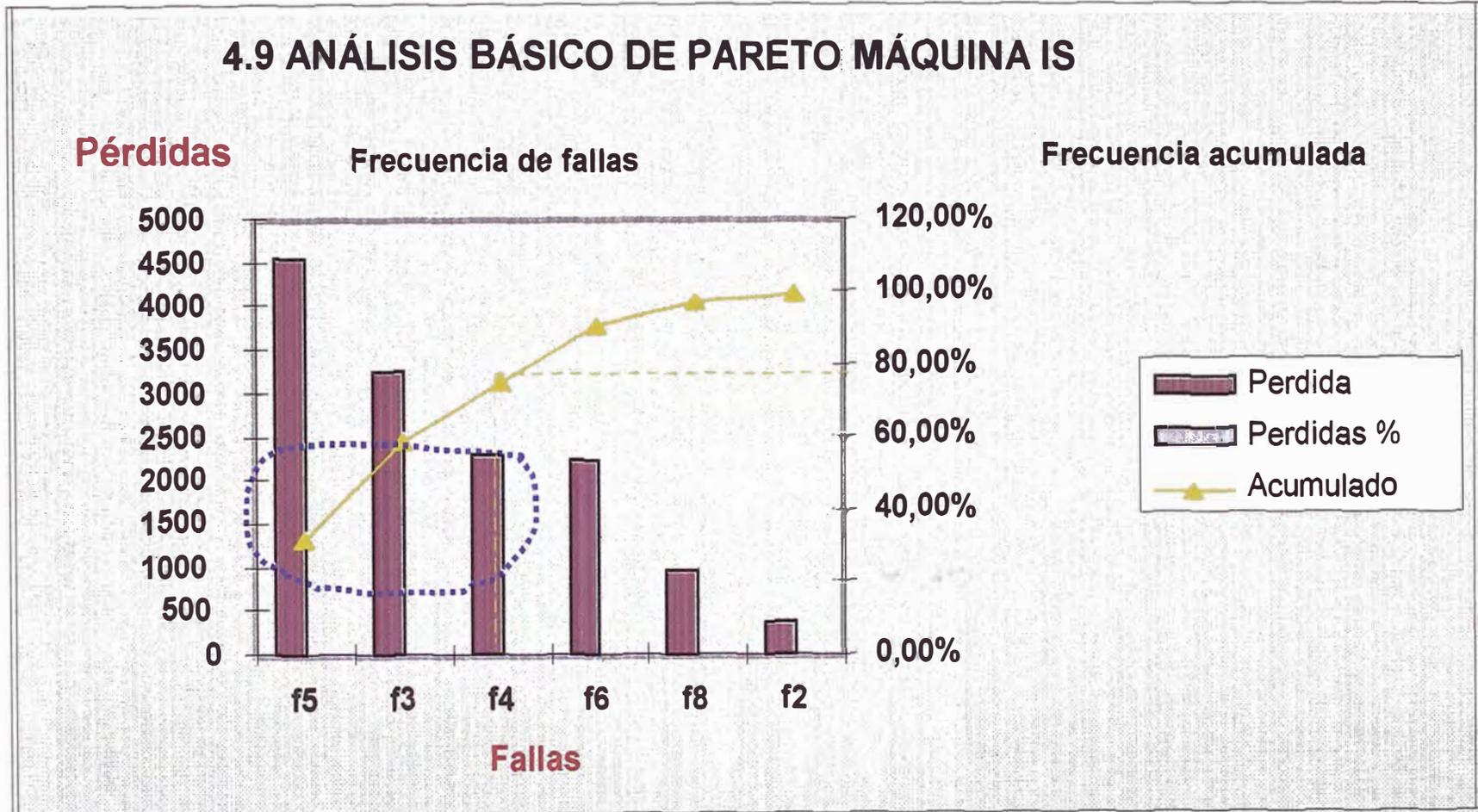


Figura 4.7. Diagrama de Pareto

Del diagrama de Pareto mostrado las fallas f5, f4 y f3 son las que poseen una pérdida que representa, en porcentaje, más del 20% de las pérdidas, estas fallas son del tipo A. Las fallas f6 y f8 son del tipo B, ya que sus costos representan, en porcentaje, entre 10% y 20%. Las fallas f2 son del tipo C, ya que su costo representa, en porcentaje, menos del 10%. Por tanto el esfuerzo del programa de mantenimiento preventivo se concentrara en eliminar las fallas del tipo A y de este modo eliminar el 80% de las causas. El resultado de analizar el grafico de Pareto es para demostrar que el 20% de las fallas se llevan el 80% de los costos o de los tiempos muertos.

4.10 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Al no contar con un historial detallado de la máquina se optó por extraer información de los operadores de máquina y personal de tiempo activo y a la vez hacerle seguimiento a la máquina en plena operación para determinar las causas de las paradas constantes e ir determinando fallas críticas y los parámetros que se deberían evaluar diariamente por el operador y ser revisado por el mecánico de máquinas, de este modo elaborar un check list que nos permita establecer un programa de mantenimiento con el fin de mantenerlos en buenas condiciones de uso, renovándolos antes de que su tasa de fallos sea inaceptable.

- a. Usar índices de control de gestión de mantenimiento (disponibilidad, confiabilidad, etc.)
- b. Emplear algunas herramientas de calidad como los diagramas de causa y efecto, Pareto, etc.

- c. Monitorear y realizar un historial de las operaciones realizadas y todas las fallas y soluciones presentadas.
- d. Involucrar al personal de mantenimiento de la empresa en la gestión de mantenimiento preventivo explicándole la importancia de su participación.
- e. Desarrollar un programa de capacitación tanto para operadores como para los técnicos de la empresa, no solamente lo que es mantenimiento sino también capacitar en seguridad industrial y preservación del medio ambiente.
- f. Pedir información a la empresa respecto a los diferentes sistemas para conocer y resolver con mayor precisión los problemas y algunas dudas existentes.

4.11 ANÁLISIS DEL DIAGRAMA CAUSA- EFECTO. CAUSAS IDENTIFICADAS

Esta es una herramienta de análisis que representa todas las posibles causas que provocan un efecto, es muy útil para identificar, analizar y dar solución al problema (efecto). Nos ayudamos de esta herramienta para detectar las causas de las fallas del tipo A considerando que es una herramienta proa activa que nos permite mejorar y aclarar las soluciones del mantenimiento preventivo.

1. PROCESOS

1.1 Mala operación de la máquina

- 1.1.1 Inexperiencia en la operación**
- 1.1.2 Poca habilidad**
- 1.1.3 Irresponsabilidad y descuido**

1.2 Falta de capacitación

- 1.2.1 Inexistencia de adiestramiento a los operadores**
- 1.2.2 Inexperiencia del personal de mantenimiento**
- 1.2.3 No se tiene mucha información técnica del fabricante**

1.3 Falta de supervisión adecuada de tareas

1.4 Escasa comunicación

- 1.4.1 Descoordinación permanente**
- 1.4.2 Desaciertos en las decisiones**
- 1.4.3 Diferencias individuales**

- 1.5 Poca inspección
 - 1.5.1 En la operación
 - 1.5.2 En la calidad

2. MÁQUINA

- 2.1 Antigüedad de la máquina
- 2.2 Exceso de carga de trabajo
 - 2.2.1 Incremento de velocidad
 - 2.2.1.1 Excesiva vibración
 - 2.2.1.2 Descuido en la lubricación
 - 2.2.1.3 Inaccesibilidad a la operación
- 2.3 Diseño de los mecanismos
 - 2.3.1 Las piezas no soportan las cargas de trabajo
 - 2.3.2 Deterioro y desgaste frecuente de los pernos de sujeción.
- 2.4 Deficiencia en el mantenimiento
 - 2.4.1 Planeación inadecuada
 - 2.4.2 Malas reparaciones en el taller

3. MÉTODOS

- 3.1 Falta de mantenimiento autónomo
- 3.2 Falta de tareas de mantenimiento preventivo (rutas relubricación)
- 3.3 Falta de análisis de los equipos para prevenir las fallas

4. MEDIDA

- 4.1 La confiabilidad de algunos mecanismos es baja
- 4.2 Falta de indicadores de mantenimiento fácil y útil para el personal.

5. MATERIALES

- 5.1 Falta de stock de repuestos
- 5.2 Falta de presupuesto para algunas tareas

6. MEDIO

- 6.1 No hay innovación de tareas
- 6.2 condiciones tensas por tiempo de trabajo
- 6.3 Falta de motivación para aprender nuevas técnicas

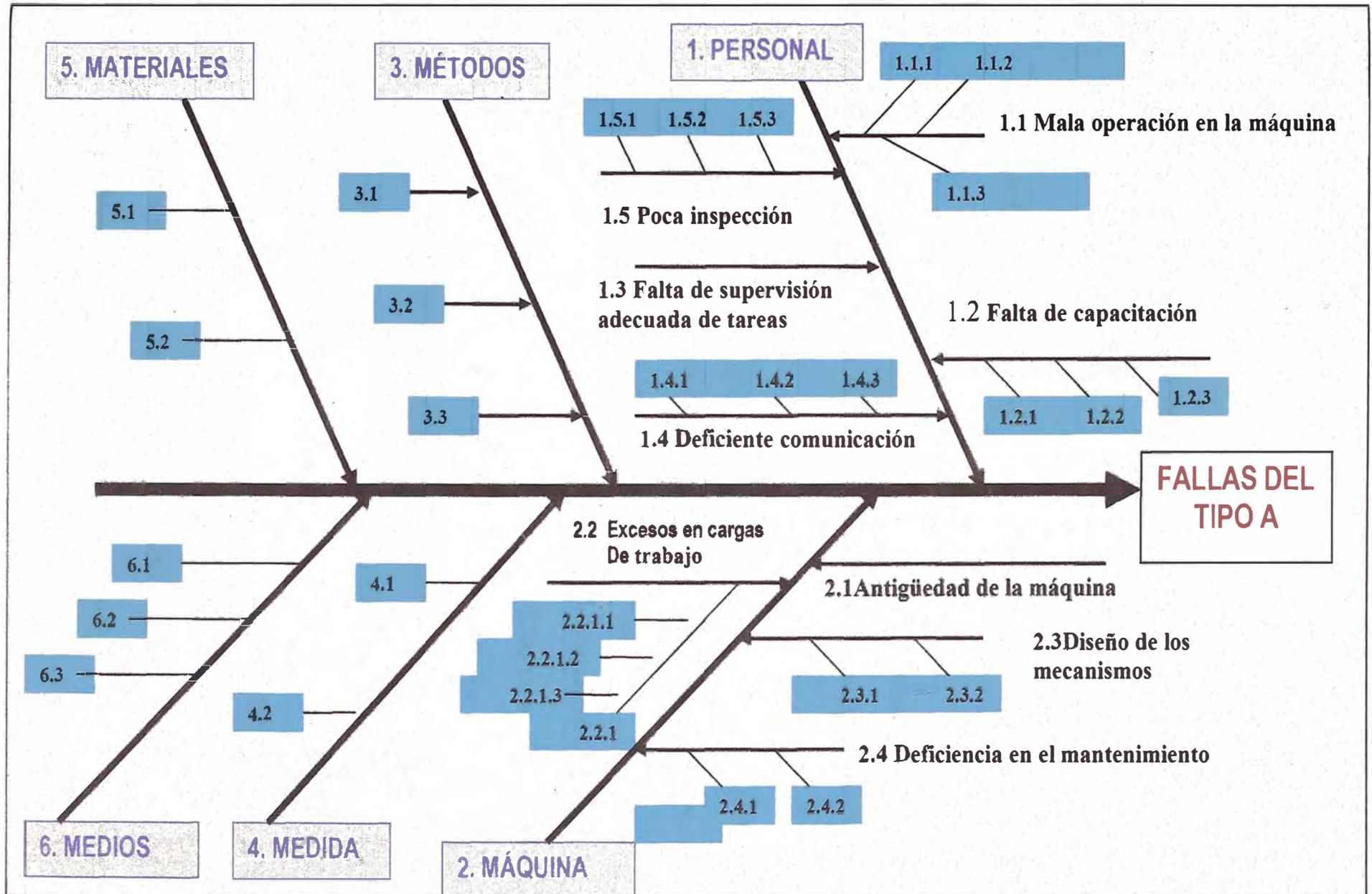


Figura 4.8. Diagrama Causa y efecto

COMENTARIOS

Este diagrama puede estar sujeto a cambios según se vaya conociendo mejor el funcionamiento de la máquina.

La finalidad de estos diagramas es ayudar a encontrar los posibles orígenes del problema.

Las acciones a implementar, resultado del análisis efectuado y con el fin de asegurarnos que trataremos de eliminar en forma definitiva las causas básicas del problema son:

- a. Algunas de las acciones importantes a implementar son: mejoras en el diseño, entrenamiento y capacitación y una buena determinación de necesidades de mantenimiento preventivo como resultado del análisis.
- b. Las causas de falla se reducen a la falta de adiestramiento a los operadores en el puesto ya que deben desarrollar su habilidad para evitar que el vidrio caliente caiga quemando los cables y dañen su protección.
- c. Asimismo se ha podido observar algo de responsabilidad en el operador al no detectar a tiempo las fugas de aceite de lubricación de la máquina que al caer y acumularse sobre los bornes de los conectores envían falsas señales provocando que los barredores salgan fuera de tiempo. Por esa razón es recomendable limpiar los conectores cada 15 días.
- d. Según el análisis causa y efecto, el diseño de este sistema también es causal de falla, pues al estar en permanente vibración debido a la velocidad de

trabajo 80 ciclos/min., genera desgaste y rotura en los pernos de anclaje así como recalentamiento de sus piezas y fatiga de algunos de sus componentes.

- e. Finalmente se tiene que mejorar la calidad del aire comprimido pues también está ocasionando fallas en el mecanismo ya que los pistones de las válvulas neumáticas se quedan pegados ya sea al entrar o al salir debido a la humedad del aire.
- f. Este AMEF concentra la totalidad de las fallas registradas por la empresa durante el mes que hemos empleado para el análisis. Se puede observar que no son una gran cantidad, asimismo este análisis asigna un valor crítico a cada falla utilizando el criterio visto anteriormente. Los barredores electrónicos y la falla del controlador de sección resultaron ser las fallas más críticas, obteniendo ambas el valor máximo de la escala. Esto será de gran utilidad para análisis posteriores.

CAPITULO V

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

En el capítulo IV, se identificó que el principal problema de la baja disponibilidad de la máquina es por fallas funcionales de sus componentes como los empujadores electrónicos, el distribuidor de gota, los controladores de sección con mayor incidencia; asimismo se identificaron las causas que lo originan. En este capítulo se analizarán las posibles soluciones y la implementación de un programa de mantenimiento que logre aumentar la disponibilidad de la máquina de 90,62% a 95% en un periodo de un año.

5.1 SOLUCIONES PROPUESTAS

Para encontrar la mejor solución al problema, se agrupan las causas fundamentales con la finalidad de determinar una posible solución para estas. Estas posibles soluciones así como sus beneficios se muestran en la matriz Causa-Solución-Beneficio de la tabla 9 mostrada.

La solución para el mejoramiento del área de mantenimiento, pasa por varios aspectos y todos apuntan a un sistema de gestión de mantenimiento y logístico

integrado que permita el manejo unificado de la información de las áreas de mantenimiento y de logística.

Tabla 5.1 Matriz Causa-Beneficios

CAUSAS	SOLUCIÓN	BENEFICIOS
1.- Exceso de carga de trabajo.	- Programar la velocidad de operación de la máquina	- Evitar desgaste y roturas de sus mecanismos
2.- Deficiencia en el mantenimiento.	Planificar actividades de mantenimiento a través del mantenimiento preventivo (Reorganizando el área).	- Planificación de los trabajos y los consumos de mantenimiento. - Mayor disponibilidad de la máquina.
3.- Falta de capacitación	-Promover capacitación del personal operativo de las máquinas y del personal de mantenimiento. -Implementación del mantenimiento autónomo	-Mejor desempeño debido a una definición clara de funciones. -Reducción tiempos de atención de mantenimiento
4.- Diseño de los mecanismos y componentes.	- Evaluar al proveedor y Hacer requerimiento de información técnica	- Mayor conocimiento de la tecnología de los materiales.

La solución propuesta se presenta a continuación:

5.2 PLANTEAMIENTO DEL MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR

El mantenimiento actual requiere de un enfoque global tal que lo integre óptimamente en el contexto empresarial. Para ello, en el presente informe se elaborará un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Owens Illinois -Planta Callao, cuyo proceso es la fabricación de envases de vidrio aplicando conceptos modernos en la gestión de mantenimiento.

Muchos programas de mantenimiento persisten solamente en la idea de reparar las fallas que se van presentando, dado que el deseo de los directivos de la empresa es producir al máximo.

El mantenimiento correctivo es inevitable así se haya implementado un programa de mantenimiento preventivo, pues solo se dedica a realizar mantenimientos de emergencia.

Dada la necesidad de tener el servicio confiable de los sistemas y componentes de las máquinas formadoras de envases de vidrio en la planta Callao, se implementará un programa de mantenimiento preventivo tipo L.E.M, dado que es el más apropiado para este tipo de necesidad de producción continua (puesto que la operación se hace las 24 horas del día durante los 365 días del año). Si se implementa adecuadamente este plan, se podrá prevenir fallas, reparaciones costosas y pérdidas de tiempo en la producción por paradas no programadas.

Razón por la cual se implementarán rutinas de inspección ya establecidas por el fabricante de las máquinas como: Lubricación de todas aquellas piezas externas a la máquina sometidas a fricción, dado que la máquina posee un sistema de lubricación automática. Este sistema se basa en el hecho que las partes de un equipo se desgastan en forma desigual y es necesario prestarles un servicio racional, para garantizar su buen funcionamiento.

La empresa Owens Illinois planta Callao, por el tipo de producción que posee, no se puede programar paradas para mantenimiento, ya que se necesita cumplir con los volúmenes de producción y los cronogramas de entregas

5.3 ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.3.1 Metodología para la realización del plan de mantenimiento preventivo

La metodología empleada para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo en la planta Callao de Owens Illinois se basa en tres principios fundamentales que son:

- Fácil de organizar
- Fácil de entender
- Fácil de administrar

5.3.2 Requisitos indispensables para implantar el programa de mantenimiento preventivo

Una vez hecho el estudio de factibilidad para implementar el mantenimiento preventivo concluimos que si se va a ejecutar debemos contar con lo siguiente:

- Personal directivo capacitado para administrarlo
- Personal técnico capaz de hacerlo funcionar
- Convencimiento pleno por parte de todas las personas involucradas de la eficiencia y bondades del programa.

- Recursos financieros para iniciarlo
- Sistema adecuado de acopio y manejo de información.
- Áreas productivas administrativas dispuestas a colaborar.
- Sistemas de control para costos presupuestos y actividades.

5.3.3 Programa de mantenimiento preventivo

El programa de mantenimiento preventivo que aplicaremos está agrupado en tres especialidades específicas y se prestan más para la sistematización. Los tres grupos son:

- L: Actividades de lubricación
- E: Actividades eléctricas y electrónicas
- M: Actividades mecánicas

Debido a que la mayoría de los mecanismos componentes de la máquina necesitan lubricación estas actividades son las más numerosas y por consiguiente hay que estandarizarlo y codificarlo con el propósito de mejorar su manejo.

Las actividades eléctricas propiamente dichas son pocas debido a que en estos elementos no hay desgaste ya que no hay fricción y ésta constituye la mayor fuente de falla. Lo mismo sucede si nos referimos a los elementos electrónicos tales como computadoras y elementos de control y medición en las cuales la mayoría de las actividades son correctivas, por ser

paradójicamente, casi nada lo que se les puede hacer para prevenir daños imprevistos limitándose sólo a labores tales como:

- Limpieza
- Mantener limpio el ambiente de trabajo
- Controlar la temperatura
- Controlar la humedad relativa ya que al tener los valores por debajo del 40% hace que estos elementos se carguen electro estáticamente y al descargarse trastornan su funcionamiento y alteran la información
- Prevenir o eliminar vibraciones en equipos electrónicos
- Controlar las variaciones de voltaje.

La cantidad de actividades mecánicas es menor que la de lubricación pero mucho más que la de electricidad ya que sus elementos y componentes sí sufren desgaste por fricción, por muy buena que sea la lubricación. Dentro de estas actividades se incluyen las de tipo neumático e hidráulico.

Para el buen funcionamiento del programa de mantenimiento preventivo es de vital importancia la existencia de un manual de mantenimiento y de un buen plan maestro (Check list) con toda la información que nos permita hacer un listado de las actividades de lubricación, eléctricas y mecánicas que la máquina requiera. Los check list nos indican los pasos a verificar en cada subsistema que podría eventualmente ser el responsable del modo de falla estudiado.

5.3.3.1 Elaboración del check list de las máquinas en base al seguimiento y parámetros más importantes

Con la finalidad de reunir la información de las máquinas para elaborar un programa de mantenimiento preventivo sistematizado en el presente informe se ha programado un plan de mantenimiento que se adapta de la mejor manera posible a las necesidades específicas del programa y de las personas que lo manejan. En el Check list se incluye toda la información de las tres máquinas operativas en la planta y se consigna de manera detallada.

Cada mecánico de máquinas diariamente en su turno correspondiente debe realizar el control minucioso en las máquinas de las líneas A1, A2 y A3 respectivamente llevando a cabo la inspección diaria de acuerdo al formato de registro arriba mostrado. De este modo se realiza el seguimiento de las máquinas en operación teniendo en cuenta los parámetros arriba indicados, además de conversar con el operador de máquina quien indicará las paradas mas frecuentes que nos permitirá determinar las fallas críticas y comenzar un plan de mantenimiento, empezando por el check list diario.

5.3.3.2 Monitoreo del Check List

Todos los días el mecánico de turno del taller de máquinas debe entregar esta hoja a al coordinador de mantenimiento previamente firmado por ambos y el operador de la máquina de esta forma se logrará lo siguiente:

- 1) Llevar un registro de operatividad de las máquinas y determinar la criticidad.
- 2) Mantener fichas de control y seguimiento en donde se podrá fácilmente verificar el estado físico o funcional de los sistemas y subsistemas principales de la máquina.
- 3) Establecer parámetros máximos y mínimos a ser evaluados.
- 4) Estructurar un programa de mantenimiento preventivo
- 5) Registrar los reportes y/o beneficios alcanzados con ello

Tabla 5.2 INSPECCIÓN DIARIA DEL MECÁNICO DE MÁQUINAS- EDICIÓN

CHECK LIST

MÁQUINA / EQUIPO... MÁQUINA IS..... CÓDIGO... A1.....

SEMANA.....32..... MES: AGOSTO 2008

MECANISMOS	DESCRIPCIÓN	Min.	Máx.	Lu.	Ma.	Mié.	Ju.	Vi.	Sá.	DOM.
MECANISMO DEL FEEDER	Presión de aire de lubricación del feeder	40 PSI	50 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Nivel del aceite de lubricación del feeder	50%	100%	√	√	√	√	√	√	√
	Nivel de aceite del diferencial del feeder	50%	100%	√	√	√	√	√	√	√
TUBO REMOVEDOR	Presión de enfriamiento de la pista de tubo removedor	40 PSI	50 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Caudal del aire de enfriamiento de la pista del tubo removedor	scfm	scfm	√	√	√	√	√	√	√
	Nivel de aceite del mecanismo del tubo	50%	100%	√	√	√	√	√	√	√
	Nivel de aceite reductor giro tubo refractario	50%	100%	√	√	√	√	√	√	√
MECANISMO DE TIJERAS	Presión de aire en el panel de lubricación	40 PSI	50 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Nivel de aceite de la bomba de lubricación	50%	100%	√	√	√	X	√	√	√
ATOMIZADORES DE CUCHILLAS	Presión de aire de atomización	40 PSI	50 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Caudal de agua	0 GPM	1 GPM	√	√	√	√	√	√	√
	Presión de agua antes del regulador	50 PSI	60 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Presión de agua después del regulador	10 PSI	15 PSI	√	√	√	√	√	√	√
LUBRICACIÓN DE LOS CUCHARONES	Presión del aire de atomización	40 PSI	50 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Nivel del aceite de lubricación de los cucharones	50%	100%	√	√	√	√	√	√	√
MÁQUINA Unidad de lubricación Lincoln	Frecuencia de lubricación	50 min.	60 min.	√	√	√	√	√	√	√
	Nivel de aceite	50%	100%	√	√	√	√	√	√	√

PRESIONES DE OPERACIÓN	Operación de máquina	30 PSI	45 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Operación de máquina									
	Subida de aguja	40 PSI	50 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Molde	30 PSI	45 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	PRE molde	30 PSI	45 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Pilotaje	50 PSI	60PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Tapa	30 PSI	40 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Barredores	30 PSI	45 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Pinzas	40 PSI	50 PSI	√	√	√	√	√	√	√
AMORTIGUACIÓN CONSTANTE	Presión entrada bomba de amortiguación constante	150 PSI	200PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Presión retorno bomba de amortiguación constante	50 PSI	60 PSI	√	√	√	√	√	√	√
	Nivel de aceite bomba de amortiguación constante	50%	100%	√	√	√	√	√	√	√

COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Mecánico responsable

Operador

Coordinador de mantenimiento

5.4 GESTIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Debido a las necesidades de producción, son dos los tipos de mantenimiento que deberían ser desarrollados en la empresa, éstos son el mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo. En el caso del mantenimiento preventivo se hará un trabajo en conjunto con el área de producción, específicamente con los operarios o maquinistas de las máquinas. Este mantenimiento preventivo se subdividirá como sigue:

- **Mantenimiento de Limpieza y Lubricación;** básicamente este mantenimiento será realizado por el mismo operador con asesoría del mecánico de máquinas y se hará al inicio y final de cada turno de producción.
- **Mantenimiento eléctrico y electrónico;** en el cual se hará la verificación de contactores, relés, timers, canaletas, borneras y todo componente que esté en los tableros eléctricos y tuberías eléctricas de la planta así como sensores, tarjetas electrónicas, controladores.
- **Mantenimiento mecánico;** En el cual se hará la limpieza y recambio de cadenas, rodamientos, piñones, levas, ejes, etc. de cada componente de la máquina.
- **Mantenimiento Neumático;** involucra las válvulas pistones, unidades de mantenimiento, mangueras, conectores y la lubricación del mismo.
- **Mantenimiento de motores eléctricos;** Se realiza a todo motor eléctrico ya sea DC o AC y a las cajas reductores de los moto reductores, especialmente en aquellos que son críticos.

El mantenimiento correctivo se realizará diariamente según solicitud de mantenimiento y/o al realizar las inspecciones diarias, se espera que el número de solicitudes disminuya con la implementación del preventivo.

5.4.1 Mantenimiento de la máquina

La finalidad es de mantener el equipo en buen estado y disminuir las paradas de máquina por mantenimiento correctivo, así como controlar la duración de las piezas y partes de la máquina, además la de mejorar la comunicación entre operador y personal de mantenimiento para que ésta sea la adecuada.

Desde el punto de vista del mantenimiento el atributo más valioso de los operarios es que están cerca del equipo durante mucho tiempo. Esto los pone en una posición ideal para realizar muchas de las tareas de prevención y búsqueda de fallas. Estas por lo general son tareas de muy alta frecuencia algunas serán diarias o hasta de una o dos veces por turno.

Por lo que se recomienda al operador seguir los siguientes pasos:

- El operador deberá detectar el problema del proceso.
- Elaborar una orden de servicio y/o coordinar con el coordinador de producción.
- Toda regulación y modificación será con pleno conocimiento del departamento de mantenimiento.

- Todo cambio de partes y repuestos será evaluado por el coordinador de producción.
- Todo repuesto a cambiar es nuevo, y el usado o malogrado deberá ser devuelto al almacén de mantenimiento de máquinas.
- Todo trabajo a realizar en la máquina se hará usando las herramientas y medidas adecuadas.
- El operador está restringido a desarmar la máquina sin previa autorización del departamento de mantenimiento.

Precauciones

Al momento de llegar a la máquina se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Antes del funcionamiento.

El operador al recibir el turno deberá seguir la siguiente secuencia operativa:

- Verificar las condiciones de temperatura del vidrio en las tres zonas del alimentador, además de los parámetros requeridos por la máquina para la referencia que se está produciendo.
- Recepcionar y verificar los reportes de los turnos anteriores referentes a posibles fallas de algún componente de la máquina y poder comunicar a la instancia correspondiente según sea el caso.

Durante el funcionamiento.

- Realizar el control de defectos de los envases que se están fabricando para hacer las correcciones pertinentes, este control se realiza con una periodicidad de 20 minutos así como el control del peso de los envases.
- Monitoreo del check list conjuntamente con el mecánico de turno de mantenimiento de máquinas.

- Realizar la lubricación periódica de todos los elementos de moldura como: PRE moldes, moldes, boquilleras en sus cavidades interiores, tapas, fondos, etc. La periodicidad de esta actividad está determinado por la velocidad de la máquina y el tamaño del envase.

5.4.2 Planificación del Preventivo

Éste se refiere al mantenimiento realizado exclusivamente por el personal técnico del departamento de mantenimiento.

- El objetivo es establecer procedimientos que aseguren el correcto funcionamiento de todos los subsistemas involucrados en la producción de envases de vidrio, asegurando que éstos se mantengan y trabajen correctamente aumentando la eficiencia de la máquina.
- La responsabilidad del cuidado del equipo se le dará a cada operador bajo la supervisión del coordinador de producción, mientras que en lo que al mantenimiento respecta la responsabilidad caerá sobre el coordinador de mantenimiento, quien será el encargado de gestionar, facilitar y programar las labores de mantenimiento de las máquinas.
- Para tener un buen entendimiento de los procedimientos y labores del mantenimiento se deberá tener en cuenta las siguientes definiciones.
 - I. Sistema: Conjunto de componentes que conforman una máquina o equipo, cada sistema cumple una función específica de la máquina como el sistema mecánico, normalmente no se realiza el mantenimiento a los sistemas sino a sus componentes y al cambio de sus repuestos.

- II. **Componente:** Es aquel elemento que forma parte de un sistema, es en el componente donde se realiza el mantenimiento, mediante el cambio de los repuestos o simplemente hacen un mantenimiento de recuperación.
- III. **Repuestos:** Es la unidad mínima en una máquina, el repuesto normalmente tiene una sola vida y la única actividad que compete es el cambio de dicho repuesto.
- IV. **Mantenimiento:** Tener operativo la máquina o equipo.

5.4.3 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se dará cuando se tenga que realizar una actividad de mantenimiento no programado, normalmente se da cuando falla un repuesto o sistema por falta de mantenimiento ocasionando gastos innecesarios, horas muertas de mano de obra y paradas de máquina en consecuencia productos no vendidos. Este mantenimiento será realizado por los técnicos de mantenimiento, los cuales responderán en función a las solicitudes de servicio de mantenimiento que deberá ser generado por los usuarios de la máquina junto al coordinador de producción, con el fin de que quede registrada cada actividad de mantenimiento en el formato de mantenimiento correctivo de equipos mostrado en el Anexo 3.

5.4.4 Mantenimiento Preventivo

Los responsables del mantenimiento serán en primer lugar los operadores quienes realizarán los mantenimientos de rutina como limpieza y lubricación de ciertos repuestos según el mantenimiento de limpieza y lubricación

especificado en el Anexo 3, mientras que las labores más complejas del mantenimiento preventivo serán hechas por los técnicos del área de mantenimiento.

El modelo de mantenimiento preventivo propuesto contempla:

- Plan de lubricación.
- Plan de limpieza.
- Plan de ajuste y calibración.
- Plan de sustitución de subsistemas o componentes (recambio).
- Overhold de la máquina

El plan agrupa las tareas, inspecciones o actividades rutinarias y extraordinarias que han de realizarse en los sistemas y/o subsistemas de la máquina siguiendo las estrategias establecidas para garantizar, la realización de un mantenimiento preventivo que asegure la confiabilidad de la máquina, y así lograr aumentar su disponibilidad prolongando además su vida útil.

5.4.4.1 *Plan de lubricación*

Este plan identifica componentes a ser lubricados, la frecuencia para hacerlo, el fluido a usar, la cantidad de lubricante y el método para hacerlo. El plan establece la frecuencia de sustitución del lubricante, se respetan las especificaciones de los fabricantes en cuanto al tipo de fluido usado para la lubricación.

- ***Lubricación de la máquina***

La máquina se lubrica automáticamente para ello cuenta con una bomba Lincoln la que se encarga de hacer llegar el aceite lubricante (aceite Lincoln) a la mayoría de los mecanismos de la máquina: ejes, rodamientos, chumaceras, etc. El nivel del aceite debe inspeccionarse periódicamente. Asimismo hay otra bomba independiente que se encarga de lubricar los mecanismos de inversión y al mecanismo de pinzas por separado y para la lubricación de los mecanismos del feeder se cuenta con un tanque de aceite que lubrica los ejes y levas del mecanismo de aguja, pista del tubo removedor, mecanismo de cuchillas.

El personal responsable para realizar las actividades de lubricación y engrase de los sistemas externos de la máquina son los mecánicos de mantenimiento, según las recomendaciones del fabricante y reportarlos al encargado de mantenimiento.

Los motores eléctricos de corriente alterna y el motor reductor de la faja transversal deben reforzar su lubricación con grasa puesto que están soportando altas temperaturas, el cálculo de la cantidad de grasa es empírico, se agrega grasa hasta que salga por los orificios de purga, lo que indica que no es necesario agregar más grasa.

- ***Lubricación por aceite***

El caso de la lubricación por aceite, es fundamentalmente hacia la lubricación de cojinetes que requieren como lubricante un fluido (aceite específicamente). Se emplea para el caso de la lubricación de cojinetes con aceite, se dispone de sistemas instalados para dosificar el aceite por goteo directo, de esta forma la responsabilidad pasa directamente al plan de inspección diario donde el mecánico del taller de máquinas debe chequear el nivel de aceite y rellenar si es el caso.

5.4.4.2 Plan de Limpieza

El plan consiste en programar la limpieza de la máquina y mecanismos expuestos a la acumulación de suciedad cuando hay un cambio de referencia para facilitar las labores de inspección y a la vez conservar las condiciones de higiene y seguridad requeridas.

Para tal efecto como parte del plan y el programa de ejecución se debe definir claramente los métodos de limpieza que requiere la máquina, teniendo en cuenta que la seguridad debe contemplar, no afectar el desempeño del equipo por una mala práctica o un abuso de los químicos o equipos de limpieza y a la vez no generar riesgos y daños a personas y medio ambiente. Se recomienda hacer el mantenimiento de limpieza del siguiente modo:

Tabla 5.3. Lubricación de los principales sistemas y subsistemas de la máquina

COMPONENTE A SER LUBRICADO	TIPO DE ACEITE	FRECUENCIA	MÉTODO
SISTEMA: MECÁNICO			
Mecanismos de la máquina a través de una bomba Lincoln (5galones)	Aceite Lincoln	La bomba se llena cada 16horas	Automático
Mecanismos de inversión mediante una bomba de amortiguación constante con recirculación.	Aceite Light	Se cambia cada 6 meses cartucho de amortiguación	Automático
Mecanismos de pinzas mediante una bomba de amortiguación constante con recirculación.	Aceite Light	Se cambia cada 6 meses cartucho de amortiguación	Automático
Mecanismos del feeder	Aceite Light liviano	Se cambia cada 6 meses	Automático
Equipos de moldura	Mezcla de grafito Climol 190	Según condiciones de velocidad y T °.	Manual
Mecanismo de tijeras	Aceite Emulsionante	Continua	Automático
Canaletas	Aceite Climol + base 10.	Mensual	Manual
Cucharones	Aceite Emulsionante	Continua	Automático
SUBSISTEMA: FAJA DE LA MÁQUINA			
Moto reductor	Aceite W 600	3 días	Manual
Polines motriz y conducido	Aceite W 600	3 días	Manual
Chumaceras rodamientos	Aceite W 600	3 días	Manual
Subsistema: Transferidor			
Moto reductor	Aceite W 600	3 días	Manual
SUBSISTEMA: FAJA TRANSVERSAL			
Moto reductor	Grasa EP2	Semanal	Manual
SUBSISTEMA: EMPUJADOR DE BOTELLAS			
Eje de leva, rodamientos	Aceite W 600	3 días	Manual
Moto reductor	Aceite W 600	3 días	Manual
COMPRESORES DE AIRE COMPRIMIDO			
Compresor INGERSOLL RAND de tornillo rotativo (02)	Roto-Inject Fluid	4000 horas	Automático
Compresores CENTAC (02)			
Compresores SULLIER (02)	Roto-Inject Fluid	4000 horas	Automático
Motores eléctricos	Grasa lítica		Manual
VENTILADORES DE ENFRIAMIENTO DE LAS MOLDURAS			
Motores	Grasa lítica		Manual
Chumaceras / acoplamientos	Grasa sintética		Manual

- El área de trabajo debe permanecer limpia durante toda la jornada de trabajo, debiendo mantenerse al alcance únicamente las herramientas necesarias a utilizar.
- Limpiar con aire con aire comprimido a una presión moderada, para no desprender las conexiones eléctricas. Tener precaución con la alimentación y conexiones eléctricas

Cada vez que hay un cambio de referencia se debe aprovechar en limpiar la máquina

Lavado con hidrojete: Debido a que la máquina está permanentemente en contacto con aceites o grasa cada vez que hay cambio de referencia se debe aprovechar en limpiar la máquina. Se recomienda hacer un lavado exhaustivo sin el uso de detergentes agresivos que puedan dañar sellos, elastómeros en general. Se debe realizar con cuidado por que la máquina posee componentes eléctricos o electrónicos que deberían estar adecuadamente sellados para resistir el lavado.

- Limpieza con trapo industrial: Usada en componentes internos de la máquina, para eliminar la humedad que puede generar problemas de corrosión. Cuando se combina con el uso de líquidos desengrasantes, debe observarse el debido cuidado del uso de estos productos, evitando el contacto con la piel y materiales o componentes que puedan verse degradado o afectado.
- Espátulas y cepillos metálicos: son necesarios para retirar cubiertas protectoras como pinturas, o sedimentos.

- Mantener limpia la zona de manipulación de la máquina sobre todo de residuos de vidrio para evitar que tanto las fajas de transporte y el transferidor se detengan por atascamiento.

Debe tenerse especial cuidado en piezas cuyos materiales sean blandos ya que se pueden producir desgastes indeseados. También debe usarse implementos de seguridad en las manos para evitar excoriaciones en la piel. Se debe evaluar cautelosamente si algunos productos o técnicas están contraindicados para algunos materiales o equipos ya que su empleo puede causar un deterioro prematuro, a un componente que no resista el uso de alguna sustancia o método específico.

Las sustancias o métodos empleados pueden causar daños a los seres humanos si no se tiene el cuidado necesario para su manipulación y uso. Como seguridad y protección del trabajador se debe usar en máquina guantes de asbesto, casco, zapatos punta de acero para evitar lesiones y heridas, así como taponeras de oído para contrarrestar el ruido de la máquina.

5.4.4.3 *Plan de calibración y ajuste*

Se necesita evitar fallas o interrupciones del proceso por desajustes o falta de la correcta torsión en los tornillos y pernos de los mecanismos de la máquina. En los mecanismos hidráulicos y/o neumáticos los mismos tienden a descalibrarse por su propia condición operativa.

Todos los mecanismos de la máquina deben tener el ajuste adecuado para que pueda funcionar óptimamente, por tal razón durante los cambios de referencia el operador y el grupo técnico de máquinas de tiempo activo debe calibrar cuidadosamente los siguientes componentes:

- Calibración de las tijeras, para que pueda efectuar el corte correctamente
- Calibración del distribuidor de gota con las canaletas para que la masa de vidrio se deslice suavemente y mejore la entrega hacia los PRE moldes.
- Calibración del mecanismo de inversión con respecto al molde. Esto se realiza con la máquina detenida. El operador tiene que verificar la luz entre las boquilleras y el molde con unas linternas para medir espesores, esta luz debe ser de 0,05 milímetros. De este modo se elimina las grietas que se pueden producir en los cuellos de los envases al momento de la entrega del palezón.
- Se deben calibrar las pinzas también, esto se realiza con la máquina detenida simulando con envases fríos centrándolos y posicionándolo hasta que las pinzas lo agarren.
- Los brazos de los PRE moldes y moldes también deben ser calibrados para producir un cierre hermético para ello se debe verificar si los eslabones de los brazos tienen juego o no.

En el caso que se presenten fallas durante el funcionamiento de la máquina esto pasa a ser evaluado por el mantenimiento correctivo.

El descalibrado y los desajustes tienen efectos parecidos, tienen tendencia creciente en la generación de fallas, es un indicio de componentes con alto desgaste o que ya han cumplido su vida útil y deben ser cambiados, ya que pierden su función específica y operatividad frente al descalibrado o desajuste, lo cual induce modos de fallas. El plan contempla detectar y registrar los eventos de falla y el tiempo de ocurrencia de las mismas sin necesidad de la interrupción del proceso. Todas las prácticas de calibración y ajuste deben ser adecuadas a cada componente, usando herramientas que garanticen el trabajo. A los equipos eléctricos se les aplica un plan de mantenimiento general, en el cual se incluyen ajustes, limpieza, calibraciones y sustituciones; los equipos eléctricos no representan en la actualidad una fuente importante de eventos de fallas, su función y confiabilidad operacional es adecuada bajo un esquema de mantenimiento de rutinas.

5.4.4.4 Plan de sustitución de subsistemas o componentes

Para aumentar la disponibilidad de la máquina en términos de evitar paradas y reparaciones no programadas, se recurre a la sustitución preventiva, es decir, cambiar el componente por otro nuevo o reparado luego que el primero haya cumplido un determinado tiempo en operación según un criterio de mantenimiento preventivo basado en tiempo o condición, se desea con ello mantener la disponibilidad de operación de la máquina al máximo, para que pueda cumplir su función sin afectar el desempeño.

El componente sustituido en algunos casos aún pueda seguir prestando servicio de manera aceptable, aunque no se desea asumir el riesgo de una falla en la función del conjunto del cual forma parte.

Tabla 5.4. Sustitución de algunos componentes de la máquina

EQUIPOS VARIABLES	FRECUENCIA	JUSTIFICACIÓN	CONDICIÓN
Equipo de moldura	Cada 2 años	Para evitar problemas de medición por capacidad	NUEVO
Cucharones	Cada cambio de referencia		REPARADO
Canaletas	Cada cambio de referencia		REPARADO
Deflectores	Cada cambio de referencia		REPARADO
Tijeras	Cada 2 meses	Según la velocidad y el peso de las masas de vidrio	NUEVO
Rótulas/ Bocinas/ Retenes	Cada 6 meses	Como previsión	NUEVO
O-rings/ Retenes	Cada 6 meses	Para evitar fugas	NUEVO
Inyectores de la bomba de lubricación	Cada 6 meses	Para evitar fugas	NUEVO
Chuck porta aguja	Anual	Desgaste de abrazaderas y pernos de sujeción	NUEVO
Billas de tubo removedor	Anual	Desgaste	NUEVO
Amortiguadores de las pinzas	Cada 6 meses	Para evitar fugas	NUEVO
Poste electrónico del barredor	Anual	Renovación de pistones por desgaste de bocinas, cremalleras	REPARADO

La aplicación del criterio de sustitución de subsistemas y/o componentes puede ser antieconómica si se emplea indebidamente, su justificación se

apoya en aspectos de seguridad y protección donde la severidad de una falla puede ser muy alta. Si el componente es inaccesible para su rápido reemplazo, la pérdida de función del equipo arriesga la producción, las personas o el medio, y su consecuencia es afectar negativamente la seguridad de la operación. Para estos casos el impacto de la falla, además, afecta la continuidad operativa de la línea, es por tanto recomendable para mantener la confiabilidad del conjunto, y no introducir riesgos, establecer un plan de sustitución preventiva.

5.4.4.5 *Mantenimiento cero horas (overhaul)*

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano. La empresa durante la parada del horno para su refacción total que normalmente se realiza cada 5 años se debe realizar un overhaul a la máquina cambiando todos los mecanismos sustituyéndolos por otros nuevos si es que se tiene en stock en el almacén de repuestos, caso contrario sustituirlos por sus similares reparados y calibrados que se tiene en stand by en el taller de máquinas de la empresa. Esto beneficia la continuidad de la máquina en el proceso productivo

debiendo realizarse solamente mantenimiento correctivo en caso de producirse alguna falla operativa.

5.5 LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO.

La logística de mantenimiento es la encargada de mantener los artículos o repuestos necesarios para poder realizar el mantenimiento a los equipos o máquinas de toda la empresa. Las actividades principales de la logística son la compra y el almacenaje de los repuestos.

Si se trata del rubro repuestos, es conveniente tener en cuenta que cuando adquirimos un nuevo equipo, podemos solicitar al proveedor un listado de repuestos recomendados para emplear durante el primer año o los dos primeros años de uso del equipo.

En general, los costos de los repuestos, suelen ser mucho más bajos adquiridos de este modo que cuando se solicita cotización sólo por ellos. Por otra parte, en esas condiciones, tenemos la seguridad de que los repuestos son piezas exactamente iguales a las que se encuentran montadas en el equipo.

Es necesario determinar qué artículos son los más críticos, ya sea en frecuencia y en valor monetario siendo los más importantes aquellos que en menor cantidad representan el mayor valor de inventario. Podemos en consecuencia, adquirir materiales de escaso valor, cubriendo períodos relativamente extensos de uso.

Si en cambio su consumo muestra una alta aleatoriedad, es decir, momentos en que la demanda resulta muy baja o muy alta, debemos buscar ayuda en la estadística para gestionar adecuadamente los repuestos necesarios. Más sencillamente se gestionan los materiales y repuestos que podemos contabilizar como necesarios para los trabajos que se ejecutan durante las paradas programadas. Podemos comprarlos con la debida anticipación (just in time) de modo de minimizar el costo total, resultante del costo de mantener inventario, más el costo de ordenar el mismo. Lo que no debemos perder de vista, es el grado de criticidad o de importancia de los equipos a los cuales estarían destinados estos materiales y las consecuencias que genere una falla no reparada en tiempo.

Por lo tanto por ser esta un área indispensable para realizar un buen mantenimiento a los equipos o máquinas de la empresa, debería estar conformado como sigue.

5.5.1 Compras

Las compras deben ser realizadas por un comprador del área Logística el cual debe tener conocimientos técnicos, para de esta forma pueda elegir el repuesto necesario para las actividades de mantenimiento y no existan demoras de compra. Los requerimientos deberán ser canalizados a través del almacenero, con el visto bueno del supervisor de mantenimiento, los requerimientos de repuestos deberán estar en función del programa de mantenimiento y del stock del almacén de mantenimiento. La información que se provee al comprador por parte de mantenimiento debe contener todas las especificaciones técnicas de lo que se está pidiendo con el fin de agilizar y hacer más eficiente la compra. El pedido de un determinado repuesto se debe

realizar a través de un documento o a través de un sistema informático que integre mantenimiento, almacén y compras. El fin de esto es registrar los pedidos y poder hacer un seguimiento de dicho pedido, ya que queda registrado y finalmente podrá ayudar a realizar un historial del consumo de repuestos por máquina

El comprador a su vez debe seleccionar los proveedores, los cuales deben ser categorizados en función del tipo de repuesto. Las categorías existentes para los repuestos son como sigue:

- a) **Mecánicos:** Dentro de esta categoría se encuentran repuestos tales como los de transmisión (cadenas, o'rings, fajas, poleas, piñones y otros), rodamientos y chumaceras, cuchillas de corte clasificadas por tipo de máquina y todos aquellos repuestos propios de la máquina los cuales deben estar codificados según marca, esta puede ser similar al código utilizado por el proveedor de la marca.
- b) **Neumáticos:** Tales como pistones, electroválvulas, conectores y accesorios neumáticos, mangueras, unidades de mantenimiento y otros.
- c) **Eléctricos:** Corresponde a cables de todo tipo, contactores, relés, terminales, timers, fusibles, borneras y otros.
- d) **Electrónicos:** Pertenecen a esta categoría los controladores de temperatura, componentes electrónicos, semiconductores, tarjetas electrónicas.
- e) **Lubricantes y solventes:** Se encuentran en esta categoría los aceites y grasas, solventes como el afloja todo, pegamentos, limpia contactos, pastas, etc.

f) **Ferretería:** Son los artículos en general, como herramientas varias, lijas, cintas, esponjas, pernos, tuercas, espárragos, luminarias, tomacorrientes, interruptores, etc.

g) **Artículos de limpieza y seguridad:** Guantes de cuero y quirúrgicos, protectores para oídos, máscaras para polvos gruesos y gases, lentes con filtro UV y para soldadura, escobillas, esponja verde, trapo industrial, paños absorbentes, etc.

5.5.2 Almacenamiento de Repuestos

El lugar de almacenamiento de repuestos debe estar cerca del lugar donde se realizan las operaciones del mantenimiento con la finalidad de hacer más eficiente y rápido el trabajo del personal técnico.

La organización física de los repuestos debe ser de acuerdo a su categorización por el tipo de repuesto con excepción a los repuestos utilizados para las envasadoras de filtrantes, ya que estas máquinas contienen repuestos especiales y de mucha variedad, que si se categorizan por su tipo se necesitaría un mayor espacio de almacenaje.

Los repuestos de poco movimiento deberán ubicarse en la parte posterior del almacén y los repuestos de mayor movimiento deberán ser ubicados cerca del lugar de despacho. Además el almacenaje de los repuestos deberá ser de tal forma que mantenga los repuestos en óptimas condiciones, tal es el caso de las cuchillas utilizadas en las envasadoras para el corte del laminado, los

cuales deberán ser almacenados bañados en aceite para mantener el metal y el filo de la misma. Todo repuesto deberá estar asignado a una orden de trabajo de mantenimiento para controlar las salidas y los gastos de mantenimiento y generar el historial por máquina y las frecuencias del consumo de cada repuesto para poder en el futuro programar las compras de los repuestos por frecuencia de uso y minimizar la valorización del almacén en repuestos.

Una vez que se haya implementado la logística de mantenimiento y este organizada se podrá realizar con más facilidad una planificación del mantenimiento preventivo ya que todos los recursos estarán disponibles en el momento y lugar oportuno.

Mantenimiento y seguimiento de los equipos involucrados en la energía eléctrica

El mantenimiento que se realizará en los elementos que transportan y derivan la energía es el de asegurar que no existan puesta a tierra de las líneas, para evitar de esta forma que existen fugas de corriente a tierra y generen gastos innecesarios. También es el de asegurar el buen funcionamiento de la subestación de la planta, ya que éste es el equipo principal de transformación de la energía y si por falta de mantenimiento este equipo fallase provocaría una parada general en toda la planta.

El mantenimiento corresponde desde la subestación hasta los tableros principales de cada piso correspondientes a la planta principal de postres y refrescos. La subestación está conformada por la unidad de llegada de alta

tensión unidad de transformación, la unidad de baja tensión y la unidad de bancos de condensadores. El mantenimiento básicamente es de limpieza de los contactos en los contactores y llaves electromagnéticas principales.

Tabla 5.5. Plan de mantenimiento de la máquina IS

PLAN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO DE LA MÁQUINA IS LÍNEA A1. Preventivo				
TIPO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	ENCARGADO	TIPO DE MANTENIMIENTO
Sistema	SERVO FEEDER	Subsistema	Sistema de traslación	
EQUIPO DETENIDO	Cambio de servo motor	2 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de pulsador MS	5 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de limit switches	5 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de conectores del sistema	1 año	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Limpieza de tableros y filtros	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Cambio de filtros de tableros	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Mantenimiento completo a ventilador de tablero	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza y ajuste de tarjetas y transductor	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
Sistema	SERVO TIJERAS	Subsistema	Sistema de traslación	
EQUIPO DETENIDO	Cambio de mecanismo completo	2 años	MANTENIMIENTO	MECÁNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de pulsador MS	5 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Cambio de sensor de posición inicial	2 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de conectores del sistema	1 año	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de tableros y filtros	Semanal	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de filtros de tableros	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Mantenimiento completo a ventilador de tablero	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza y ajuste de tarjetas y transductor	Anual	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvula de seguridad	2 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de motor/resolver	4 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO

PLAN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO DE LA MÁQUINA IS LÍNEA A1, Preventivo				
TIPO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	ENCARGADO	TIPO DE MANTENIMIENTO
Sistema	SERVO DISTRIBUIDOR DE GOTA	Subsistema	Sistema de traslación	
EQUIPO DETENIDO	Cambio de servo motor	2 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de cableado interior	2 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de filtros de tableros	1 año	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de conectores del sistema- verificar	6 meses	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de tableros y filtros	Semanal	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Mantenimiento completo a ventilador de tablero	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvula de interceptor	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvula de retracción	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
Sistema	SEGURIDAD Y RECHAZO	Subsistema	Sistema de traslación	
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvula de embudo	4 años	MANTENIMIENTO	MECÁNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvula de HEWR	4 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Cambio de válvula de asistente de operador	4 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Mantenimiento de válvulas de rechazo, asistente de operador y embudo	1 año	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Prueba de operatividad sistema de seguridad	Mensual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de pulsadores de parada	5 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Verificación de rechazos y swab	Semanal	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de tablero y tarjetas de control, asistente de operador	6 meses	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvula de embudo	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvula de HEWR	4 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO

PLAN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO DE LA MÁQUINA IS LÍNEA A1. Preventivo				
TIPO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	ENCARGADO	TIPO DE MANTENIMIENTO
Sistema	CONTROLADORES DE SECCIÓN	Subsistema	Sistema de traslación	
EQUIPO DETENIDO	Cambio de paneles BK (incluye cableado interior)	4 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Cambio de paneles BW (incluye cableado interior)	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Cambio de panel de block de válvulas (incluye cableado interior)	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de cableado interior BK	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de cableado interior BW	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de filtros de tablero	1 año	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de block de solenoides	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de block de carretes	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvulas de contra sopro	4 años	MANTENIMIENTO	MECÁNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvulas de vacío	4 años	MANTENIMIENTO	MECÁNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de válvulas de aire guía	4 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de tableros y filtros	Semanal	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de conectores del sistema	1 año	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Mantenimiento completo a ventilador de tablero	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Mantenimiento de blocks de solenoides, carretes, contra sopro, vacío, aire guía	1 año	MANTENIMIENTO	MECÁNICO/ ELÉCTRICO

PLAN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO DE LA MÁQUINA IS LÍNEA A1. Preventivo				
TIPO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	ENCARGADO	TIPO DE MANTENIMIENTO
Sistema	CONTROLADORES DE LA MÁQUINA	Subsistema	Sistema de traslación	
EQUIPO DETENIDO	Limpieza de tablero 605-49	Semanal	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de conectores del sistema	6 meses	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Cambio de válvula de spray de vaciador	4 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Cambio de pulsador de parada	5 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
Sistema	EMPÚJADORES ELECTRÓNICOS	Subsistema	Sistema de traslación	
EQUIPO OPERANDO	Overhaul del mecanismo	4 años	MANTENIMIENTO	MECÁNICO
EQUIPO OPERANDO	Mantenimiento al mecanismo y válvula de control	6 meses	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Cambio de cableado interior al ducto BW	2 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de tablero y radiador	Anual		
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de conectores del sistema	6 meses	MANTENIMIENTO	MECÁNICO
EQUIPO OPERANDO	Mantenimiento completo a ventilador de tablero	Anual	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
Sistema	FLEXLINE CON EFRA-C	Subsistema	Sistema de traslación	
EQUIPO DETENIDO	Cambio de drive	6 años	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO DETENIDO	Mantenimiento de motores	2 años	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de tableros y filtros	Semanal	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de conectores del sistema	6 meses	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO DETENIDO	Mantenimiento completo a ventilador de tablero	Anual	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO
EQUIPO DETENIDO	Cambio de filtros de tableros	Anual	MANTENIMIENTO	ELÉCTRICO
EQUIPO OPERANDO	Limpieza de tarjetas y paneles	Anual	MANTENIMIENTO	ELECTRÓNICO

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

En este punto se presenta el análisis costo-beneficio, detallando cada inversión que se realizará para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento, los ahorros que se lograrán con la implementación y, finalmente el tiempo en que se recuperará la inversión propuesta.

6.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Un aspecto que no se debe dejar de lado es el costo de inversión que implica el desarrollo de la planificación de mantenimiento y logística, así como las actividades previas a su implementación.

Todo esto debe ser ejecutado de manera planificada, organizada y controlada para no exceder en plazo y costo, por lo que es necesario considerar esta propuesta como un proyecto independiente, lo que a su vez permitirá considerarlo como un centro de costo independiente.

Los costos estimados del programa están conformados básicamente por los costos del personal involucrado en su desarrollo, no solo los programadores que son costo directo sino también los costos indirectos del personal de la empresa que deberán dedicar parte de su tiempo en apoyar y asesorar a los programadores en los temas específicos del negocio.

Para la ejecución de las acciones previas a la implementación del programa no es necesario contar con personal adicional. Por lo tanto, para esta etapa se han considerado los costos del personal de mantenimiento involucrado.

Tabla 6.1. Costo de implementación.

COSTO ESTIMADO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO						
PERSONAL	SALARIO MENSUAL (\$)	CANTIDAD	FACTOR	COSTO MENSUAL(\$)	Nº MESES	SUB TOTAL
Ingeniero de proyecto	1000	01	0,5	500	03	1500
Ingeniero de mantenimiento	800	01	0,75	600	03	1800
Ingeniero de logística	700	01	0,75	525	03	1575
Ayudantes de campo	200	02	1	400	01	400
Programador	600	01	1	600	02	1200
TOTAL : 6475 Dólares						

6.2 INFRAESTRUCTURA Y OTROS

Para la implementación del programa de limpieza se necesitan algunos materiales e implementos como etiquetas para la identificación de los materiales, se necesitan

materiales de limpieza como escobas, recogedores, bolsas y protección como mascarar para polvo, gorros, lentes protectores y guantes.

Para el almacenamiento y la mejor disposición de las herramientas, materiales y equipos en mantenimiento se deberán adquirir maletines porta herramientas, estantes para determinados repuestos, zonas delimitadas para los equipos, carteles y otros.

La inversión para este punto se detalla a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 6.2. Costo de materiales e implementos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO(S/.)
1	Artículos de limpieza: 4 escobas, 2 recogedores, esponja, trapo industrial, espátulas, cepillos, desengrasante , etc.	133
1	Pintura de varios colores (6 galones)	192
2	Estantería para repuestos diversos	1670
1	Armario de herramientas	435
	Subtotal	2430
	IGV (19%)	462
	TOTAL	2892

6.3 COSTO DE CAPACITACIÓN DE PERSONAL

En este caso la empresa enviará a su similar Cristalerías Peldar de Colombia durante un mes a los operadores de la máquina para que reciban capacitación en campo sobre la operación y mantenimiento de máquinas IS costado íntegramente por la empresa, lo cual significará una inversión de: 6000 dólares.

6.4 EQUIPOS DE MEDICIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

Los equipos de medición para el mantenimiento son aquellos que se utilizarán para medir variables o unidades como voltaje, corriente, temperatura, resistencia y otros

que son importantes en la detección de problemas y en las actividades de mantenimiento, los equipos necesarios a adquirir se muestran en el Anexo 4.

El Total de la inversión de estos equipos es de **S/. 2833**

6.5 COMPONENTES Y EQUIPOS PARA MEJORAR EL USO ENERGÍA ELÉCTRICA.

Se necesitan de ciertos equipos con el fin de lograr un uso adecuado de la energía eléctrica y así disminuir los gastos por consumo del mes. Básicamente se necesita un medidor multifuncional de energía, un banco de condensadores y su respectiva instalación, éstos son detallados en el Anexo 5.

El Total de la Inversión de estos equipos es de **S/. 6510**

6.6 COSTOS DE COMUNICACIÓN

Estos costos son el resultado de sumar todos los gastos de llamadas telefónicas, por fax e Internet al fabricante Emharth ya sea por consultas de averías en la máquina o por repuestos que no se cuenta en ese momento en el almacén. Este costo estimado es: S/. 500

En resumen, para realizar la implementación de todo el sistema de gestión de mantenimiento es necesario invertir:

- Costos de Implementación: 6475 dólares = S/. 19425
- Tipo de cambio a la fecha: 1 dólar = 3 nuevos soles

- Infraestructura: S/. 2892
- Costos de capacitación de personal: S/. 18000
- Costos de comunicación: S/. 500
- Inversión de equipos de medición para el mantenimiento: S/. 2833
- Inversión de equipos para la mejora del uso de la energía eléctrica:
- S/. 6510.

Por lo tanto la inversión total del proyecto es de S/.50 160

6.7 AHORROS GENERADOS

Los ahorros producidos con la implementación se darán consecutivamente en el ahorro de energía, mejora del ambiente del trabajo, gastos innecesarios en el que se incurren por el mantenimiento correctivo, disminución de pérdidas por máquinas paradas y horas hombre. La cuantificación del ahorro por concepto de la energía se calcula de la siguiente manera:

- La máquina permitirá el ahorro de la diferencia de la tarifa de hora punta (S/.32.51 por kW) vs. la tarifa de hora fuera de punta (S/. 22.48 por kW.). Esta diferencia equivale a S/. 10.03 por kW. Esta tarifa es multiplicada por la máxima demanda que en promedio es de 18 kW, por lo que el ahorro inmediato será de S/. 180,5
- Otro ahorro se logra eliminando el consumo de energía reactiva a 0. Actualmente se realiza un pago promedio de S/. 200 mensuales por el consumo de esta energía.

- Existirán otros ahorros que se darán a largo plazo, trabajando en equipo con el área de producción y la empresa en general, éste es un tema de cultura organizacional que permitirá hacer un buen uso de la energía eléctrica sin desperdiciar ésta.
- Uno de los mayores ahorros se dará en el mantenimiento preventivo cuya determinación se efectúa como sigue:

Número de envases/minuto: 160
 Número de envases/hora: 9600
 Costo unitario de producción: S/. 0,40
 Costo unitario de venta: S/. 0,50
 Beneficio/unidad: S/. 0,10

Tabla 6.3. Indicadores de mantenimiento antes y después de haber implementado el programa.

INDICADORES	Utilización (%)	Disponibilidad (%)	MTBF Hrs./mes	MTTR Hrs./falla	Eficiencia (%)	Calidad (%)	OE E (%)
Antes de la implementación	100	90,62	21,75	2,25	80	93,65	68,04
Después de la implementación	100	95	34,2	1,8	80	94	71,44

De acuerdo a la tabla ha habido un incremento de 3,4%. El beneficio por la mejora será:

3,4%de 9600 envases = 326 envases/hora.

En soles será: $0,10 \times 244 = 32,6$ soles/hora.

Para estimar el ROI tendremos que tener en cuenta la situación antes de la inversión y la que se ha producido como consecuencia de la inversión.

El Resumen el ahorro mensual está dado por:

- Ahorro eléctrico por hora fuera de punta: S/. 180,5.
- Ahorro por energía reactiva: S/. 50

Luego el beneficio total: $B(t) = 230,5 + 32,6t$

6.8 CÁLCULO DEL ROI O RETORNO DE LA INVERSIÓN

El ROI (Return of Investmentes) es el beneficio que obtenemos por cada unidad monetaria invertida en tecnología durante un periodo de tiempo. En éste caso lo vamos a utilizar para analizar la viabilidad de nuestro proyecto y medir su éxito.

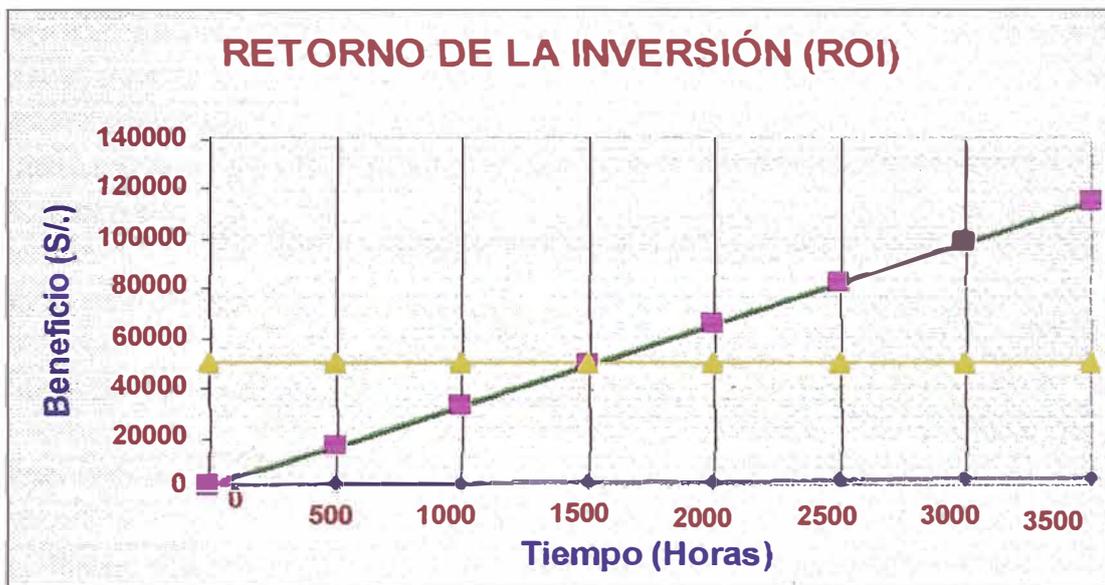
$$\text{ROI} = (\text{Beneficios/Costos}) \times 100$$

$$\text{ROI} = \frac{B(t)}{50160} = \frac{230,5 + 24,4t}{50160}$$

El proyecto será rentable cuando: $230,5 + 32,6t > 50160$

Resolviendo: $t > 1532$ horas $\rightarrow t > 64$ días

Es decir que el capital invertido se estará recuperando en la primera semana del tercer mes.



6.9 BENEFICIOS ESPERADOS

En el capítulo IV se determinó que la disponibilidad de la máquina era el 90.62%, la principal causa eran las interrupciones en la producción por desperfectos de la máquina. Con la implantación de nuestro plan de mantenimiento lograremos un incremento de este indicador reduciendo el tiempo de paradas y por lo tanto el número de fallas a un promedio de 20 fallas mensuales, luego: En un mes de 30 días

(720 horas) si logramos reducir los tiempos muertos a 36 horas, obtendríamos una disponibilidad de:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{720 - 36}{720} \times 100 = 95\%$$

Asimismo su $\text{MTBF} = 684 / 20 = 34,2$ horas/mensuales

$$\text{MTTP} = 36 / 20 = 1,8 \text{ horas/falla}$$

Si mantenemos la velocidad de la máquina también se mantiene su rendimiento.

Rendimiento = 0,8

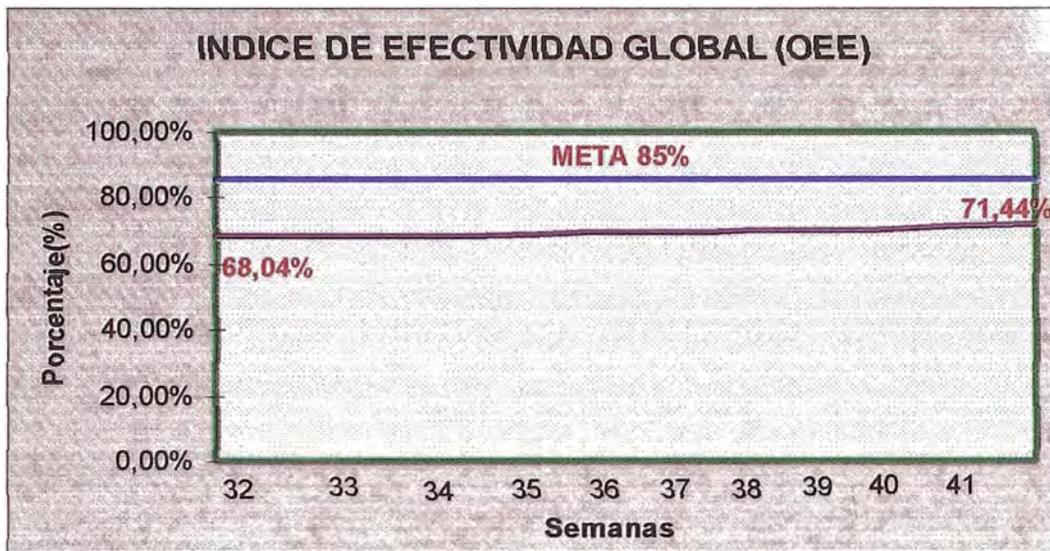
Asimismo con un mejor control de defectos en máquina de los envases que se están produciendo su eficiencia a la calidad se elevará a 94%.

Luego la Eficiencia global de la máquina después de la implementación de nuestro programa será:

$$\text{OEE} = 0,95 \times 0,8 \times 0,94 = 0,7144 = 71,44\%$$

La gestión de repuestos es fundamental a la hora de disminuir, entre otros, los costos de falla de un equipo.

Las fallas que podrían ser rápidamente reparadas, esto es, que exista el repuesto en bodega al momento de su necesidad.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Los procedimientos actuales usados en las actividades del mantenimiento de maquinarias y equipos en la elaboración de ENVASES DE VIDRIO no aseguran la eficiencia de las actividades del mantenimiento, debido a que no existe un orden o procedimientos establecidos para cada labor. No existe un historial ni las fichas técnicas para cada máquina involucrada en los procesos.

7.1 CONCLUSIONES

Después del análisis del área y evaluar la propuesta para la implementación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El no existir un ambiente apropiado en el área de mantenimiento hace que las labores de mantenimiento no sean eficientes, se producen pérdidas de tiempo por búsqueda de herramientas, repuestos o simplemente porque no se supo dónde se puso alguna pieza del equipo en mantenimiento, estas demoras hacen que las horas perdidas por máquina parada y mano de obra muerta se incrementen y de la misma manera se generen pérdidas en producción.

2. Para evitar que se siga generando ineficiencias en el mantenimiento de máquinas y equipos se debe organizar el área y el ambiente de trabajo, para esto se recurre a la implementación del mantenimiento autónomo filosofía que permite organizar el ambiente de trabajo, mejorar el clima laboral, aumentar la eficiencia y efectividad de la labor del mantenimiento y facilitar al incremento de la productividad del área de producción de envases de vidrio.
3. Siempre que se quiera adoptar cambios en una empresa, va a existir una resistencia por parte del personal de la misma. Esto se debe a la naturaleza del ser humano para resistirse al cambio. Por esto a la hora que se va a generar un cambio, es necesario capacitar continuamente al personal de la empresa de tal forma que entiendan el motivo y las ventajas que puede traer consigo el cambio.
4. La falta de procedimientos para mantenimiento y calibración de los mecanismos genera desorden en los trabajos los cuales aumentan los tiempos de parada de máquinas y un mal seguimiento de la vida de las máquinas, no permitiendo que se realice una adecuada gestión de mantenimiento para las máquinas.
5. Las herramientas de sistemas informáticos son de gran ayuda para el seguimiento y programación de las actividades a realizarse, a la vez permite desarrollar el historial de la máquina. Con la información recabada se pueden

tener una serie de resultados e indicadores que permitan evaluar la gestión del mantenimiento.

6. La energía juega un papel importante en el ahorro de costo, sobre todo cuando el consumo de éste se realiza de manera indiscriminada.
7. El mantenimiento correctivo en función al mantenimiento preventivo genera mayor gastos, por lo que el implementar el mantenimiento preventivo en la gestión del mantenimiento trae como consecuencia la disminución de los gastos de mantenimiento.
8. El buen control en la logística de mantenimiento permite también bajar costos significativos, implementado a la vez un sistema informático de seguimiento y de almacenaje de repuestos para el área.
9. La aplicación del mantenimiento preventivo como el único tipo de mantenimiento, se sustenta en que el paso de un estilo netamente correctivo a uno planificado (preventivo) involucra una gran inversión de tiempo, pero sobretodo un cambio de mentalidad, lo que genera un gran despliegue por parte de las jefaturas. Los otros tipos de mantenimiento (predictivo, proactivo, etc.) podrían proponerse para más adelante. En síntesis con la implementación del mantenimiento preventivo, la empresa da un gran paso al incremento de su disponibilidad, confiabilidad de sus equipos y a reducir el costo de sus operaciones, pero sobretodo a aumentar la satisfacción de sus clientes.

7.2 RECOMENDACIONES

El éxito del programa, más allá de las especificaciones técnicas, políticas, está basado en el compromiso de trabajo proactivo y honesto de los involucrados en su implementación, puesta en marcha y servicio.

Las recomendaciones que se dan a continuación son de suma importancia para la mejora en la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento, las más resaltantes son las siguientes:

1. Antes de aplicar el mantenimiento preventivo la máquina se debe poner en óptimas condiciones de funcionamiento.
2. Se recomienda aplicar el plan de mantenimiento por pasos, sin importar lo rápidamente que se pueda integrar.
3. Ningún plan de mantenimiento debe permanecer estático, debe incluir nuevas técnicas administrativas que actualicen su funcionamiento.
4. Se recomienda elaborar una ficha técnica para cada máquina con el fin de registrar cada una de ellas y hacerle el seguimiento a partir de esta ficha.
5. Se recomienda elaborar actas de operación para cada referencia donde quede registrado todas las condiciones de operación de cada una de ellas de modo que para próximos requerimientos de algunas de ellas se programen estos

datos en la máquina y de este modo se reducirán los tiempos por cambios de referencia y aumente la disponibilidad de la máquina.

6. Se deberán codificar las máquinas de la manera más simple para facilitar el entendimiento de códigos y facilidad en la búsqueda de las máquinas por código.
7. Una vez implementado la gestión de mantenimiento se deberá calcular los índices de mantenimiento periódicamente para evaluar el sistema y empezar así mejoras continuas con relación a la gestión implementada.
8. Se recomienda evaluar siempre a los proveedores y periódicamente buscar mejores alternativas para de esta manera disminuir costos en la adquisición de repuestos y mejora en los tiempos de entrega del producto o servicio necesitado por parte de mantenimiento.
9. Codificar e identificar físicamente los repuestos para su facilidad de seguimiento y búsqueda de los repuestos.
10. El mantenimiento necesita fundamentalmente de datos, cosa que las empresas no suelen reunir por lo que la gestión de mantenimiento es casi nula. Por ello se propone metodologías de adquisición de datos donde se muestre una hoja de registro de evaluación que cada operario debe llenar antes de utilizar la máquina, con lo que todos los operarios se convierten también en parte del

equipo de mantenimiento, reduciendo la tasa de fallas inesperada que es lo que justamente es lo que se desea evitar.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- AUDISIO, Adolfo.
2000 Síntesis del Mantenimiento Industrial
WWW. Adolfoaudisio.com.ar
- 2.- CHRISTENSEN, Claudio Héctor/ MARUZZI, Darío
2000. Consideraciones sobre CMS
En revista; El club de Mantenimiento, año 1 N ° 2. Setiembre 2000
- 3.- FUCCI, Tomás A
2000. La logística de Producción. Mantenimiento
Universidad de Luján (WWW.unlu.edu.ar)
- 4.- GÓMEZ SANCHEZ SOTO, Rubén
1995. Nuevas Técnicas de Gestión de Mantenimiento. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- 5.- VARGAS GÁLVEZ. Pedro
1995. Implementación del Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Productivo Total (TPM). Lima. Colegio de Ingenieros del Perú.
- 6.- VÍCTOR ORTIZ ALVAREZ. Apuntes y materiales del XI curso de Actualización Profesional .Gestión Integral de Mantenimiento. 2008. Perú
7. EMHARTH. Manual de instrucciones

ANEXO 1

OWENS ILLINOIS		Dep.: MANTENIMIENTO			
		PARTE DE AVERIAS			Nº
F A B R I C A C I O N	De _____ línea _____ a _____			Maquina:	
	Mantenimiento			Marca:	
	Tipo de avería _____			Código:	

Código de urgencia (real) _____					

M A N T E N I M I E N T O	Informe de la reparación:				
EMISION	RECEPCION	REPARACION	OBSERVACIONES	IMPUTACION	
Fecha	Fecha	Fecha			
Hora	Hora	Hora			
Firma	Firma	Firma			

ANEXO 3

CONTROL DE EXISTENCIAS DE MATERIALES Y REPUESTOS

DESCRIPCIÓN: _____		CÓDIGO: _____						
DISTRIBUIDOR: _____		UNIDAD DE MEDIDA: _____						
UTILIZACIÓN: _____		LÍMITE DE REORDEN: _____						
CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR: _____								
Nº DE ORDEN	FECHA	SALIDA		ENTRADA		SALDO		OBSERVACIONES
		CANTIDAD	(\$)	CANTIDAD	(\$)	CANTIDAD	(\$)	

CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA O EQUIPO: _____					
CÓDIGO DE LA MÁQUINA O EQUIPO: _____					
CÓDIGO	OPERACIÓN	FECHA PROGRAMADA	FECHA DE EJECUCIÓN	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO REAL

MANTENIMIENTO CORRECTIVO (EMERGENCIA)

Informe de tiempo perdido debido a fallas

Fecha: _____ Departamento: _____

Máquina	Tiempo perdido debido a la Interrupción	Causa de la Interrupción	Acción tomada

ANEXO 4

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (S/.)
01	<p>Mega metro digital de 0-200/2000 MOHM 250/1000V Marca: Amprobe Modelo: AMB-45 Detalle: 1. Resistencia: hasta 4000 Mohmios 2. Voltajes de prueba: 250, 500 Y 1000V 3. Mide voltaje: 600V AC/DC 4. Mide resistencias bajas 5. Descarga automática 6. Pantalla digital INCLUYE: Juego de puntas, Estuche de transporte, Manual de usuario</p>	1642.56
01	<p>7. Multímetro digital 8. Marca: Wavatek Meterman 9. Modelo: 34XR 10. Detalle: 11. Display 4000 cuentas 12. Verdadero valor eficaz 13. Voltaje DC: 1000V 14. Voltaje AC: 750V 15. Corriente AC/DC: 10^a 16. Resistencia: 40Mohm 17. Capacitancia: 4000mF 18. Frecuencia: 40MHz 19. Prueba de diodos, Continuidad, temperatura 20. Función HOLD 21. Display Iluminado 22. INCLUYE: Puntas de prueba, Termocupla tipo K, Holster protector, Correa con imán para colgar, Clips cocodrilo, Manual de usuario</p>	459.36
01	<p>23. Punta Lógica 24. Marca: Wavatek Meterman 25. Modelo: LP10A 26. Detalle: 27. Para prueba de circuitos digitales 28. Detecta pulsos mayores a 30nS hasta 17MHz 29. LEDs indicadores de estado HI / LO 30. Niveles TTL y CMOS</p>	83.52
01	<p>Tacómetro digital 0 – 10000 RPM</p>	194.88
Sub. Total		2380.32
IGV		452.26
Total		2832.58

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (S/.)
01	<p>POWER METER</p> <p>Marca: Merlin Gerin - SQUARE D</p> <p>Modelo: 50980+50982+50984</p> <p>Detalle:</p> <p>1. Alimentación: 110/220 VAC</p> <p>2. Lecturas: intensidades, tensiones, potencias y energías activa, reactiva, aparentes, THD de corriente y voltaje, etc.</p> <p>3. Incluye el módulo de comunicación Modbus/RS485</p> <p>4. Incluye el módulo de alarmas IO22</p> <p>5. Incluye el software de monitoreo PM-SOFT</p>	4559.97
01	CONVERTIDOR DE SEÑAL RS485/RS232	736.96
01	<p>ALARMA SONORA</p> <p>Detalle:</p> <p>6. Alimentación: 220 VAC</p> <p>7. Presenta 4 tipos de sonido</p> <p>8. Presenta luces roja y verde</p> <p>9. Incluye manual de uso y reparaciones</p>	184.75
01	<p>CABLEADO E INSTALACIÓN</p> <p>Detalle:</p> <p>10. Cableado de 100 metros</p> <p>11. Tipo: Cable de 2 hilos blindados</p> <p>12. Incluye mano de obra</p>	935.25
01	<p>CONDENSADOR TRIFASICO</p> <p>Marca: Siemens</p> <p>Detalle:</p> <p>13. 12 KVAR / 220 VAC</p> <p>14. 89.5 mm diámetro</p> <p>15. 345 mm altura</p> <p>16. Instalación de caja metálica y componentes (incluye mano de obra)</p>	2053.9
Sub. Total		5469.93
IGV		1039.27
TOTAL		6509.20

Machine Packages SIS 5"

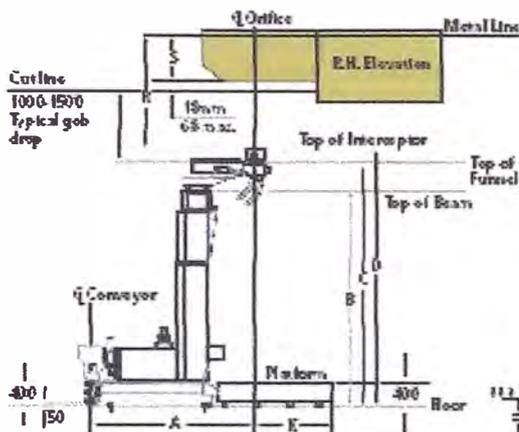
- Firm standard package specification including: Servo Feeder, Machine, Conveyor with Extension, Ware Transfer, FlexIS SIS Control with Ware Handling Control and one set of Accessories
- Available in 6, 8 and 10 section configurations

WARE RANGE Reference	5" DOUBLE OOB		
	R&B	P&B	NNPB
BODY DIAMETER	TW1992M104		
Max Body Diameter with Veri-Flow® 5700	95mm		
HEIGHT UNDER FINISH			
Minimum	73mm	55mm	
Maximum	325mm	290mm	
FINISH DIAMETER			
Maximum	48mm	90mm	24mm
MACHINE FEATURES			
Control System FlexIS SIS	•		
Servo Gob Distributor 536	•		
Delivery Suspension System DSS	•		
Baffle Mech. 200 Series (no Pentagraph)	•		
Funnel Mech. 200 Series one way	•		
Blowhead 200 Series	•		
Quick-change Plunger Mechanism 62 - 11016 w/o Sensor	•		
Quick-change Accessories	•		
Stack Coating Blank Side	•		
Veri-Flow® Blowside through the bed	•		
Constant Cushion Invert & Take-out Mechanism	•		
Conveyor	•		
Dual Axis Servo Pusher	•		
Deadplate Coating manual adjustable	•		
Automatic Lubrication System	•		
Forming Process			
Blow & Blow	•		
Press & Blow	•		
OPTIONS			
Vacuum Blow side	•		
Narrow Neck Press and Blow /NNPB	•		
HiLo Dead Plate	•		
Risk Eco	•		

SERVICES (see 200-1700 for detailed specification)

Media	Pressure Bar	Consumption per Section DG Nm ³ /min
Low Pressure Operating Air	2.1	1.0
High Pressure Operating Air	3.1	1.0
Forming Air (P&B)	3.1	2.0
Forming Air (P&B)	3.1	2.0
Vacuum Option	0.15 absolute	0.2 - 0.3
Cooling Air Veri-Flow® Blowside and Blank Stack	1300mm H ₂ O	55
Conveyor	600mm H ₂ O	10
Lubrication Oil	0	1.3 liter/day
Cooling Water	2.1	15 liter/min

Machine Packages SIS 5"

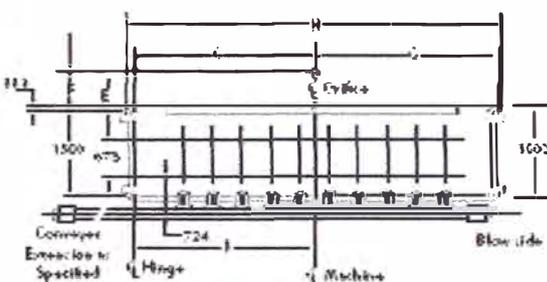


DIMENSION SPECIFICATIONS FOR FEEDER & SPOUT

	SHEAR	ARCURE	PARALLEL
Feeder			
& Spout			565 Shear
871 Dia	47%	N/A	371
155 Dia	47%	N/A	392

OPTIONS

87 Dia	33%	75%	771
87 Dia	27%	75%	781
87 Dia	47%	33%	371
87 Dia	47%	33%	392



DIMENSION SPECIFICATIONS - SIS MACHINE

Sections Dimension	Delivery C/C	G	B	H
		mm	mm	mm
A		3817	3817	
B		3752	3624	
C	00 4 3/8"	3752	3754	
D	00 4 3/8"	3833	4198	
E		1156	1156	
F		887	887	
G		3752	3752	
H		3752	3824	
I		3824	3737	
J		815	817	
Machine Weight (including)		30	30	
Wheels and Accessories		37000	36000	
General Installation Layout Drawings		200-12346	200-12350	

All the above figures are typical values. For project specific requirements contact Emhart Glass Technical Services.

Emhart Glass makes every effort to provide valid helpful information to its customers so that our equipment will be best utilized. If you encounter information that is not correct or information which can be misunderstood or not understood, please advise Emhart Glass so that we improve this information.

Emhart Glass Worldwide Presence

Principal - Emhart Glass SA - Hirschengraben 25, CH-5250 Olten, Switzerland - Telephone +41 41 340 43 10, Telex +41 141 746 42 71 - www.emhartglass.com - info@emhartglass.com

GERMANY NEUMUNSTER -
Telephone +49 12131 2525 0, Telex +49 12131 2525 123
ITALY DECO (SAC-OFAR) -
Telephone +39 1278 51 00 1, Telex +39 0151 51 00 200
JAPAN KAWASAKI -
Telephone +81 144 322 7271, Telex +81 144 322 4030
MALAYSIA KEMER BANGSA -
Telephone +60 12982 1122, Telex +60 12982 7777
RUSSIA, MVD OOO -
Telephone +7 495 745 12 40, Telex +7 495 745 12 40
SINGAPORE -
Telephone +65 6739 1465, Telex +65 6739 6422
SPAIN MADRID -
Telephone +34 91 768 0064, Telex +34 91 768 0225
SWEDEN ÖRNESPO -
Telephone +46 179 312 820, Telex +46 179 312 801

SWEDEN GUNDSVALL -
Telephone +46 190 120 100, Telex +46 190 155 281
UK MANCHESTER -
Telephone +44 161 875 700, Telex +44 161 875 17 07
USA CLEARWATER FL -
Telephone +1 827 528 2500, Telex +1 827 528 5812
USA SUNBURG NY -
Telephone +1 807 324 2871, Telex +1 807 324 1848
USA ENFIELD CT -
Telephone +1 860 814 4272, Telex +1 860 814 4920
USA OWENSVILLE MO -
Telephone +1 857 457 2121, Telex +1 857 457 2145

TWY 100

* Sales Representative / Manufacturing Location

EMHARTGLASS

Machine Packages SIS 6^{1/4}

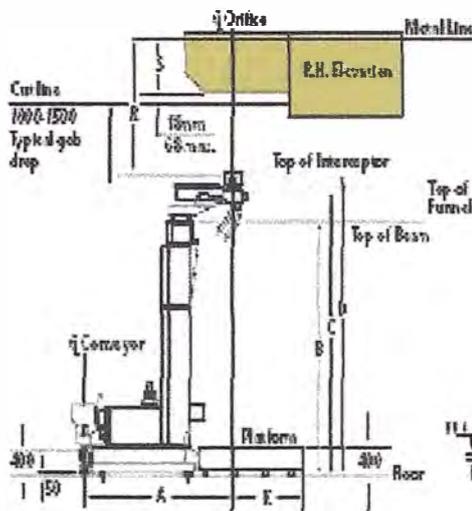
- Firm standard package specification including: Servo Feeder, Machine, Conveyor with Extension, Waste Transfer, FlexIS SIS Control with Waste Handling Control and one set of Accessories
- Available in 6, 8 and 10 section configurations

	6 1/4 DOUBLE GIB		
	600	700	800
ACHIEVE FINCE Reference	770000000		
BODY DIMENSION			
Width	2700	3000	3300
HEIGHT UNDER FINISH			
Minimum	1500	1500	1500
Maximum	2200	2200	2200
FINISH DIAMETER			
Width	450	500	550
MACHINE FEATURES			
Control System FlexIS SIS	+		
Servo Feed Mechanism SIS	+		
Delivery Suspension System DSS	+		
Efficient Mach. 2.0 Series with Patented	+		
Fuller Mach. 2.0 Series	+		
Blow-off MT Series	+		
Quick-change Pallet Mechanism QP-1000 w/o Sensor	+		
Quick-change Accessories	+		
Adjustable Blows SIS	+		
Vert. Roll-Blowdown through the bed	+		
Complete Custom Invert. & Take-out Mechanism	+		
Conveyor	+		
Dust Air Clean Filter	+		
Variable Control Panel Available	+		
Automatic Lubrication System	+		
Forming Process			
Blow & Blow	+		
Push & Blow	+		
OPTIONS			
Mount on skid	+		
Machine Make Filter and Blow W/SP	+		
Full Dead Plate	+		
Red Etc.	+		

SERVICES (see 300-1760 for double specification)

Media	Pressure Bar	Consumption per Section D ₂ Min/Min
Low Pressure Operating Air	2.1	1.5
High Pressure Operating Air	2.1	1.5
Forming Air (Blow)	2.1	2.4
Forming Air (Push)	2.1	3.1
Vacuum Option	1.14 (vacuum)	0.2-0.3
Control Air Vert. Roll-Blowdown and Blowing Stack	(vacuum) 0.2	0.2
Conveyor	(vacuum) 0.2	0.2
Lubrication Oil	0.1	1.8 (per day)
Cleaning Water	2.1	1.8 (per day)

Machine Packages SIS 6 1/2

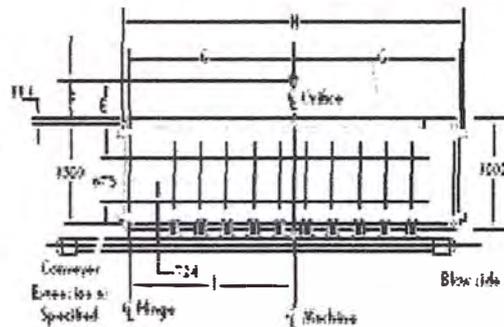


DIMENSION SPECIFICATIONS FOR FEEDER & SPOUT

	5 mm	Minimum 8 mm	
Feeder & Spout	2000g	Shear	Parallel
665 Dia	56	6.4	27
665 Dia	27	6.4	26

OPTION:

61 Dia	24	7.5	27
61 Dia	25	7.5	26
615	45	6.2	27
615	47	6.4	26



DIMENSION SPECIFICATIONS - SIS MACHINE

Section Dimension	Dalvey CC	5 mm	8 mm	10 mm
A		1004	1004	1004
B		1000	1000	1000
C	02728	1000	1000	1000
D	02430	1000	1000	1000
E		1100	1100	1100
F		100	100	100
G		100	100	100
H		100	100	100
I		100	100	100
K		100	100	100
Machine Weight (excludes Molds and Accessories)		10	10	10
General Installation Level (mm)		1000	1000	1000

All the above figures are typical values. For project specific requirements contact Emhart Glass Technical Service.

Emhart Glass makes every effort to provide valid helpful information to its customers so that our equipment will be best utilized. If you encounter information that is not correct or information which cannot be understood or not understood, please advise Emhart Glass so that we can improve this information.

Emhart Glass Worldwide Presence

Princip - Emhart Glass SA - Hirschengraben 22, CH-8505 Olten, Switzerland - Telephone +41 41 749 42 00, Telex +41 1411 745 42 01 - www.emhartglass.com - info@emhartglass.com

GERMANY NEUMEN

Telephone +49 (0)31 2525 0, Telex +49 (0)31 2525 100

ITALY CROCI (CAGLIARI) -

Telephone +39 (0)70 51 55 1, Telex +39 (0)70 51 55 100

JAPAN KAWASAKI

Telephone +81 (66) 222 7277, Telex +81 (66) 222 4034

MALAYSIA, KEMER BAHRU

Telephone +60 67862 1122, Telex +60 67862 7777

INDONESIA, MANGCEN

Telephone +62 (40) 720 12 40, Telex +62 (40) 720 12 40

SINGAPORE -

Telephone +65 2726 1468, Telex +65 2726 6422

SPAIN MADRID -

Telephone +34 (91) 708 0084, Telex +34 (91) 282 2227

SWEDEN ÖREBRO

Telephone +46 (10) 327 800, Telex +46 (10) 327 800

SWEDEN SUNDSVALL

Telephone +46 (10) 100 100, Telex +46 (10) 100 100

UK, MANCHESTER -

Telephone +44 (161) 8751 701, Telex +44 (161) 8751 701

USA, CLEARWATER FL -

Telephone +1 (352) 328 8100, Telex +1 (352) 328 8100

USA, GIBBERA NY -

Telephone +1 (516) 724 2377, Telex +1 (516) 724 2377

USA, SHREVE CT -

Telephone +1 (860) 814 4010, Telex +1 (860) 814 4010

USA, GARDENVILLE PA -

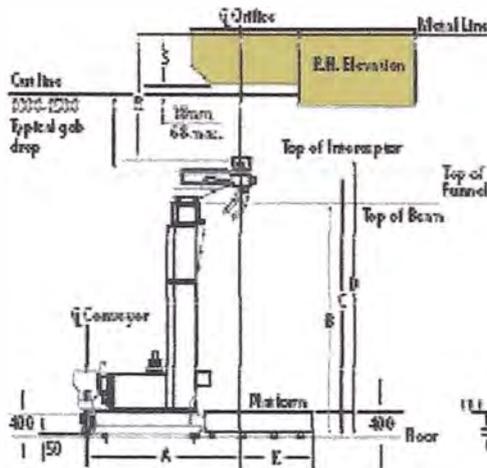
Telephone +1 (610) 427 1122, Telex +1 (610) 427 1122

EMHART GLASS

• Data Representative • Manufacturing Location

EMHARTGLASS

Machine Packages SIS 5 1/2

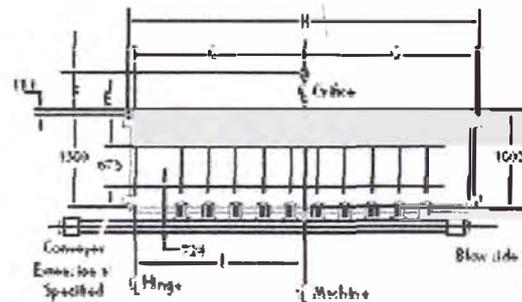


DIMENSION SPECIFICATIONS FOR FEECEB & SPOUT

	5 mm	Minimum Range
Finish	As above	Timber
& Spout	Steel	565 Steel
200 Dia	20	1/4
200 Drop	27	3/4

OPTIONS

21 Dia	24	1/2	20
21 Drop	25	1/2	20
200	24	2/3	27
210	25	2/3	29



DIMENSION SPECIFICATIONS - SIS MACHINE

Sections	Dimension	Delivery CD	6 mm	8 mm	10 mm
A				3500	3500
B				3150	3150
C		2045.5		2000	2000
D		2045.5		2010	2010
E				1700	1700
F				210	210
G				1700	1700
H				2700	2700
I				2800	2800
J				1000	1000
K				3000	3000
MACHINE WEIGHT INCLUDING HOLES AND ACCESSORIES				37000	40000
General Installation Layout Drawing				210-1400	210-1400

All the drawings are typical. For project specific requirements contact Emhart Glass Technical Services.

Emhart Glass makes every effort to provide valid helpful information to its customers so that our equipment will be best utilized. If you encounter information that is not correct or information which cannot be understood or not understood, please advise Emhart Glass so that we improve the information.

Emhart Glass Worldwide Presence

Principal - Emhart Glass SA - Hirschengraben 22, CH-8220 Olten, Switzerland - Telephone +41 41 349 42 00, Telex +41 841 745 42 01 - www.emhartglass.com - info@emhartglass.com

GERMANY NEUSS -
Telephone +49 (0)21 25 25 2, Telex +49 (0)21 25 25 127
ITALY LEGNANO-ORZINUOVI -
Telephone +39 (0)31 81 22 1, Telex +39 (0)31 81 22 222
JAPAN KAWASAKI -
Telephone +81 (0)44 322 7277, Telex +81 (0)44 322 4036
ISALAYAMA, KOKUBO (SAITAMA) -
Telephone +81 (0)485 1100, Telex +81 (0)485 7717
PRAGUE, PRAHA 6 -
Telephone +42 (0)2 240 72 41, Telex +42 (0)2 240 72 41
SINGAPORE -
Telephone +65 (0)2 276 1400, Telex +65 (0)2 276 1402
SPAIN MADRID -
Telephone +34 (0)1 398 0064, Telex +34 (0)1 398 0064
SWEDEN ÖRSKÖLD -
Telephone +46 (0)10 317 800, Telex +46 (0)10 317 807

SWEDEN ÖRNÖS-ALL -
Telephone +46 (0)10 100 100, Telex +46 (0)10 100 107
UK WALSLEY -
Telephone +44 (0)192 820 700, Telex +44 (0)192 820 701
USA CLEARWATER FL -
Telephone +1 (813) 828 2200, Telex +1 (813) 828 2200
USA EUMPA NY -
Telephone +1 (212) 754 2571, Telex +1 (212) 754 2571
USA ENFIELD CT -
Telephone +1 (860) 814 4010, Telex +1 (860) 814 4010
USA OGDENSBURG NY -
Telephone +1 (815) 697 0100, Telex +1 (815) 697 0100

+ Sales Representative ■ Manufacturing Location

EMHARTGLASS

SIS Machine Package



Standard Glass Container Forming Package

Specification

The firm standard line package specification:

- Servo Feeder 555 Servo Feeder, 555 Shear
- Gob Distributor 535 Servo
- Delivery suspended type
- Standard IS DG Machine 4 1-4
5 1-4
5 1-2
6 1-4
in 5, 9, 10 section
incl Tandem 10 + 6
- Section 26 line EPVB, standard MFC
in 131
- Mechanism latest Emhart standard
- Cooling Blank side: stack with
on-off control
Blow side: VentiFlow
through the bed
- Conveyor with
Extension FlexPusher
(2 Servo Axis)
- Wire Transfer 178 complete with Fingers
- FlexIS SIS Control Complete incl. Wire
Handling Control
190m cable
- One set of accessories Quick Change Accessories
for one Job

For detail consult the specific Technical News Bulletin (TRB)

Options

- Vacuum Blow Side
 - Narrow Neck Press and Blow (NNPB)
 - HBL dead plate cooling
 - FlexEco Control
- Extras
- Feeder Front Plate
 - Feeder Retractor
 - Feeder Plunger and Tube Hold
 - Shear Mechanism Lubrication Pump
 - Shear Spray System
 - Scoop Otter
 - Flex Hoses for Air Supply to Machine
 - HF & LF Regulator
 - Air Line Filter
 - Condensation Drain
 - Wire Reject
 - Stainless Steel Manibids
(Final Blow, Finish Cooling, Seize Blow)
 - NNPE Positioner

Control Cabinet FlexIS SIS

Machine Control Cabinet 900*500* 2400 mm

Pusher Control Cabinet 800*500* 2400 mm

Section Controller Cabinet 900*500* 2400 mm

Utility

Machine: see print 200 - 1760

Control: see print 601 - 20010

EMHART GLASS
GERMANY Headquarters Telephone +49 (0)2171 2525 0, Telex +49 (0)2171 2525 125 ITALY Design Services Telephone +39 (0)194 81 55 1, Telex +39 194 81 60 222 JAPAN
Representative Telephone +81 (0)46 225 2371, Telex +81 441 225 4858 JRCJAP, Mexico Telephone +52 (0)561 249 13 40, Telex +52 1493 245 10 41 SINGAPORE Telephone
+65 8778 1456, Telex +95 8778 2452 EMHART, MARK Telephone +34 (0)71 758 2194, Telex +34 (0)71 265 0225 SWITZERLAND, Geneva Telephone +41 (0) 749 42 00,
Telex +41 71 749 42 71 UK Headquarters Telephone +44 (0)11 8791 711, Telex +44 (0)11 8791 787 USA, Kalamazoo, MI Telephone +1 (517) 825 5521, Telex
+1 (517) 822 5513

www.emhartglass.com • info@emhartglass.com

EMHART GLASS
199418 - 1/11