



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

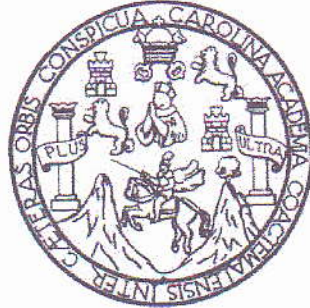
**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EFICIENTAR EL PROCESO
DE LAVADO DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA MÁQUINA LAVADORA
LAVATEC**

Pablo Andrés Torres Alvarado

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Guatemala, septiembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EFICIENTAR EL PROCESO DE LAVADO
DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA MÁQUINA LAVADORA LAVATEC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

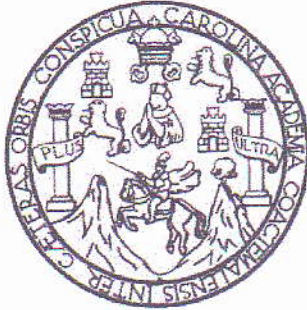
PABLO ANDRÉS TORRES ALVARADO
ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vázquez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Elvis José Álvarez Valdez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EFICIENTAR EL PROCESO DE LAVADO DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA MÁQUINA LAVADORA LAVATEC

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha diciembre de 2010.

Pablo Andrés Torres Alvarado

Guatemala, 27 de junio de 2011

Ingeniero:
Julio César Campos Paiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12

Estimado Ing. Campos:

Por este medio me dirijo a usted para presentarle el trabajo de graduación titulado **“Mantenimiento productivo total para eficientar el proceso de lavado de envases de vidrio de una máquina lavadora lavatec”**, desarrollado por el estudiante universitario Pablo Andrés Torres Alvarado.

Este trabajo constituye un valioso aporte a la industria, principalmente en la satisfacción de necesidades del sector productivo.

Me es grato informarle que el presente trabajo de graduación me es completamente satisfactorio, por lo que me permito aprobarlo, solicitando darle trámite respectivo.

Sin otro particular, me suscribo a usted.

Atentamente,

Victor Manuel Ruiz Hernandez
INGENIERO MECANICO
COLEGIADO 4620

Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Colegiado No. 4620
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del asesor del trabajo de graduación titulado, **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EFICIENTAR EL PROCESO DE LAVADO DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA MÁQUINA LAVADORA LAVATEC** del estudiante Pablo Andrés Torres Alvarado, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑANZA A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Humberto Pérez Rodríguez'.



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, julio de 2011.

/beheci.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria, al Trabajo de Graduación titulado **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EFICIENTAR EL PROCESO DE LAVADO DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA MÁQUINA LAVADORA LAVATEC** del estudiante **Pablo Andrés Torres Alvarado**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, septiembre de 2011

JCCP/behdei



Ref. DTG.338.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EFICIENTAR EL PROCESO DE LAVADO DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA MÁQUINA LAVADORA LAVATEC**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Andrés Torres Alvarado**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, septiembre de 2011

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme el don de vida y sabiduría para alcanzar esta meta, y por estar siempre a mi lado.
Mi familia	A mis padres Dr. Edgar Torres e Ileana de Torres, por ser un ejemplo de vida y depositar en mi sacrificio, amor y confianza. Así mismo a mis hermanos Daniel, Marcos, Klemen, Dulce por el apoyo brindado.
Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.	Especialmente al Ing. Julio García y al señor Ramón Lepe, por el apoyo brindado , y por ser personas de gran ejemplo a seguir.
Mi asesor	Ing. Víctor Ruiz, por el apoyo brindado.
Mis amigos	Ricardo Oliva, Edén Chiquitó, Gabriela Hernández, Henry González, Erick Deleon, Natalia Espinal, Corina González, Emilio Matzar por su apoyo y amistad.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme la formación como profesional.
La Facultad de Ingeniería	Por la excelente enseñanza académica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	I
GLOSARIO.....	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	1
1.1. Historia de hechos relevantes que inciden en el mantenimiento vigente.....	2
1.2. Tipos de mantenimiento industrial.....	4
2. SISTEMA KANTIANO DE MANTENIMIENTO.....	9
2.1. Unidad de producción.....	9
2.2. Unidad de mantenimiento.....	10
2.3. Sistema integral de mantenimiento.....	10
2.4. Niveles de mantenimiento.....	10
2.5. Relaciones.....	12
2.5.1. Disponibilidad.....	12
2.5.2. Confiabilidad.....	13
2.5.3. Mantenibilidad.....	13
3. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	15
3.1. Calidad.....	15
3.2. Producción.....	15
3.4. Productividad.....	16

3.5.	Mantenimiento productivo total.....	16
3.6.	Requerimientos mínimos para desarrollar el programa TPM.....	17
3.7.	Objetivos del TPM.....	18
3.8.	Pilares del TPM.....	19
3.9.	Diagrama de Pareto como base para el mantenimiento.....	21
3.9.1.	Descripción del diagrama de Pareto.....	21
3.9.2.	Diagramas de Pareto y tareas de mantenimiento.....	21
4.	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA.....	25
4.1.	Componentes de la máquina.....	25
4.1.1.	Mesa de acumulación.....	25
4.1.1.1.	Canales de carga.....	26
4.1.1.2.	Dedos auxiliares de empuje.....	26
4.1.2.	Cadena de porta canastas o cangilones.....	27
4.1.2.1	Canastas o cangilones.....	27
4.1.3.	Sección de Pre-enjuague.....	28
4.1.4.	Tanques de remojo en sosa cáustica.....	28
4.1.5.	Secciones de enjuague con sosa cáustica.....	29
4.1.5.1.	Limpieza exterior.....	29
4.1.5.2.	Limpieza interior.....	29
4.1.6.	Sección de enjuague final.....	30
4.1.7.	Drenajes.....	31
4.1.8.	Accionamientos por parte de motorreductores.....	31
4.1.9.	Área de descarga de botellas.....	32
4.1.10.	Controles y dispositivos de seguridad.....	33
4.1.11.	Controladores de temperatura.....	34
4.1.12.	Válvulas reguladoras de caudal.....	34

4.2.	Proceso del ciclo de lavado con que se desinfectan las botellas con soda cáustica.....	34
5.	IMPLEMENTACIÓN PROGRAMADA DE UN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	37
5.1.	Desarrollo de los pilares del programa de mantenimiento productivo total aplicados para la máquina lavadora.....	37
5.2.	Mejoras enfocadas.....	39
5.3.	Mantenimiento planificado.....	41
5.4.	Mantenimiento de calidad.....	43
5.5.	Prevención del mantenimiento.....	44
5.6.	Programa de seguridad para la máquina.....	46
5.6.1.	Botón de emergencia.....	48
5.6.2.	Interruptor “listo para el mantenimiento”.....	48
5.6.3.	Toma de muestras.....	48
5.6.4.	Dosificación/productos químicos.....	49
5.6.5.	Dispositivos de protección del motor.....	49
5.6.6.	Protección de engranajes.....	49
5.6.7.	Control de los engranajes.....	50
5.6.8.	Informaciones importantes.....	50
5.7.	Mantenimiento en áreas administrativas.....	51
5.8.	Organización de los grupos de trabajo.....	51
5.9.	Programa de seguridad para los grupos de trabajo.....	53
5.10.	Rendimiento de las piezas.....	55
5.11.	Desarrollo del plan de operaciones.....	55
5.12.	Análisis de los factores que afectan el proceso adecuado de lavado.....	56
5.13.	Fallas frecuentes y sus soluciones.....	57
5.13.1.	Perturbación en la presión de agua fresca.....	57

5.13.2.	Perturbación en el aire comprimido.....	58
5.13.3.	Perturbación del accionamiento sincrónico se adelanta/se atrasa.....	59
5.13.4.	Sobrecarga del engranaje en el accionamiento sincrónico.....	60
5.13.5.	Controlador de temperatura accionamiento.....	61
5.13.6.	Perturbación del freno del accionamiento.....	62
5.13.7.	Falta/acumulación de botellas re arranque “autom”, perturbación en la zona de introducción y de descarga.....	63
5.13.8.	Acumulación de botellas sin re arranque autom.....	64
5.13.9.	Barrera de luz (conjunto de introducción y de descarga).....	64
5.13.10.	Perturbación en el conjunto de introducción.....	65
5.13.11.	Perturbación de el conjunto de transferencia.....	66
5.13.12.	Perturbación en el conjunto de descarga.....	67
5.13.13.	Perturbación en bombas.....	68
5.13.14.	El manómetro indica una presión de bomba demasiado baja.....	69
5.13.15.	Falta de agua, perturbación en el nivel de llenado.....	69
5.13.16.	Sobrepresión en la tubería de presión de las bombas.....	70
5.13.17.	Nivel de llenado de las cajas de agua/falta agua.....	70
5.13.18.	Sobrepasado el tiempo de control del llenado automático.....	71

5.13.19.	Las temperaturas nominales no se alcanzan o sólo lentamente.....	72
5.13.20.	Temperatura del baño de calentamiento.....	73
5.13.21.	Sensor de temperatura defectuoso.....	74
5.13.22.	Perturbación de dosificación. Perturbación control del tiempo de dosificación de la sosa.....	74
5.13.23	Medidor de la conductividad de la sosa defectuoso.....	75
5.13.24.	Las botellas no están limpias.....	76
5.13.25	El agua sale por los lados de las toberas de rociado.....	77
5.13.26.	La máquina no arranca.....	77
5.13.27.	“PARADA DE EMERGENCIA” activada.....	78
5.13.28.	Interrupción de conservación.....	78
5.14.	Perdidas en calidad.....	79
5.15.	Prearranque de la máquina.....	80
5.16.	Arranque de la máquina	81
5.16.1	Puesta en marcha con función “Listo para el servicio automático”	81
5.16.2	Puesta en marcha en el servicio manual.....	83
5.17.	Revisión de funcionamiento.....	84
5.18.	Paro de la máquina.....	85
6.	LIMPIEZA DE LA MÁQUINA.....	87
6.1.	Importancia de limpieza.....	87
6.2.	Equipo adecuado para realizar la limpieza.....	87
6.3.	Mantenimiento asociado a la limpieza de partes de la máquina.....	88
6.3.1	Procedimientos para la limpieza de cedazos.....	88

6.3.2	Procedimientos para la limpieza de los tubos rociadores o flautas.....	90
7.	PROGRAMACIÓN DE LA MAQUINARIA DESPUÉS DE LA LIMPIEZA INTERIOR.....	99
7.1.	Desinfección de la máquina.....	99
7.2.	Programación de la máquina.....	100
7.3.	Conservación de la máquina.....	100
8.	PLAN DE LUBRICACIÓN.....	103
8.1.	Aplicaciones de la lubricación.....	105
8.1.1.	Lubricación a pérdida.....	105
8.1.2.	Lubricación a períodos intermedios.....	105
8.1.3.	Revisión de niveles.....	106
8.2.	Mecanismos sujetos a desgaste.....	106
8.3.	Tipos de lubricantes a utilizar.....	107
	CONCLUSIONES.....	109
	RECOMENDACIONES.....	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	113
	APÉNDICE	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de Pareto de una línea de producción.....	22
2.	Mesa de acumulación.....	25
3.	Canales de carga.....	26
4.	Dedos auxiliares de empuje.....	26
5.	Cadena de portacanastas o cangilones.....	27
6.	Canastas o cangilones.....	27
7.	Sección de pre-enjuague	28
8.	Sección de enjuague final.....	30
9.	Drenajes.....	31
10.	Traductores de fuerza en sección superior.....	31
11.	Traductores de fuerza en sección inferior.....	32
12.	Área de descarga de botellas.....	32
13.	Fotoceldas.....	33
14.	Ubicación de los cedazos.....	89
15.	Suciedad en los cedazos.....	90
16.	Toberas rociadoras.....	91
17.	Base de sujeción de los tubos rociadores o flautas.....	91
18.	Abrazaderas de los tubos rociadores.....	92
19.	Tubo rociador o flauta.....	92
20.	Recipiente para colocar accesorios.....	93
21.	Tanque semicircular para depósito de flautas.....	94
22.	Purga con agua de los tubos rociadores.....	94
23.	Colocación de los empaques.....	95

24. Base de sujeción de los tubos rociadores.....	96
25. Compuerta.....	97

TABLAS

I. Toma de tiempos perdidos durante un período de una semana en la línea de producción.....	22
II. Desarrollo de un sistema de mantenimiento autónomo.....	40
III. Causas y soluciones debido a la perturbación en la presión de agua fresca.....	57
IV. Causas y soluciones por perturbación en el aire comprimido.....	58
V. Causas y soluciones por perturbación del accionamiento síncrono se adelanta/se atrasa.....	59
VI. Causas y soluciones por sobrecarga del engranaje en el accionamiento síncrono.....	60
VII. Causas y soluciones en el controlador de temperatura de accionamiento.....	61
VIII. Causas y soluciones por perturbación el freno del accionamiento.....	62
IX. Causas y soluciones por falta/acumulación de botellas re arranque "autom", perturbación en la zona de introducción y de descarga.....	63
X. Causas y soluciones por acumulación de botellas sin re arranque autom,	64
XI. Causas y soluciones en barrera de luz.....	64
XII. Causas y soluciones por perturbación en el conjunto de introducción.....	65

XIII. Causas y soluciones por perturbación del conjunto de transferencia.....	66
XIV. Causas y soluciones por perturbación en el conjunto de descarga.....	67
XV. Causas y efectos por perturbación en bombas.....	68
XVI. Causas y soluciones por el manómetro que indica una presión de bomba demasiado baja.....	69
XVII. Causas y soluciones por falta de agua o perturbación en el nivel de llenado.....	69
XVIII. Causas y soluciones de sobrepresión de la tubería de presión de las bombas.....	70
XIX. Causas y soluciones en el nivel de llenado de las cajas de agua/falta agua.....	70
XX. Causas y soluciones por sobrepasado el tiempo de control del llenado automático.....	71
XXI. Causas y soluciones debido a que las temperaturas nominales no se alcanzan o solo lentamente.....	72
XXII. Causas y soluciones en la temperatura del baño de calentamiento.....	73
XXIII. Causas y soluciones debido a un sensor de temperatura defectuoso.....	74
XXIV. Causas y efectos por perturbación de dosificación.....	74
XXV. Causas y efectos en medidor de la conductividad de la sosa defectuoso.....	75
XXVI. Causas y soluciones debido a que las botellas no están limpias.....	76
XXVII. Causas y soluciones debido a que el agua sale por los lados de las toberas de rociado.....	77
XXVIII. Causas y soluciones debido a que la maquina no arranca.....	77

XXIX. Causa y solución debido a parada de emergencias activada.....	78
XXX. Causas y efectos debido a interrupción de conservación.....	71

GLOSARIO

Cangilones	Recipientes metálicos que tienen como función principal conducir las botellas dentro de la lavadora debido a su forma y construcción.
Cedazo	Son filtros metálicos que evitan el paso de partículas extrañas en el interior del equipo, tales como bolsas plásticas, pajillas, objetos metálicos, insectos, etc. Se encuentran ubicados en los tanques para filtros.
Engrasador manual	Instrumento mediante el cual se introduce la grasa por las graseras. Existen dos tipos: manual y neumático.
Motorreductor	Mecanismo que utiliza la relación de engranajes para disminuir o aumentar velocidad y/o aumentar o disminuir fuerza.
Mantenimiento	Conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos con el fin de prevenir o corregir fallas, buscando que éstas continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.
TPM	Abreviatura de Mantenimiento Productivo Total.

Válvula

Elemento mecánico cuya función es retener o habilitar el paso de un fluido, sin importar el tipo que sea.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación establece un sistema de mantenimiento productivo total utilizado para eficientar el proceso de lavado de envases de vidrio de una máquina lavadora Lavatec.

Explica en que consiste un mantenimiento productivo total y como podemos desarrollar este sistema en una empresa.

Describe las partes más importantes de la máquina, para que podamos entender el funcionamiento de éstas, y se detalla el proceso de lavado desde el inicio hasta el final de la máquina.

Enuncian las posibles fallas que puede presentar el equipo, así como las soluciones que se puedan aplicar, ya que toda máquina falla en algún momento determinado.

La limpieza es parte fundamental para que se suministre un producto con calidad al consumidor, libre de cualquier contaminante. Por lo tanto se cuenta con un programa de limpieza para la parte interna de la máquina, en la sección de los tubos rociadores o flautas, y así mismo también, de los cedazos.

Dentro del plan de mantenimiento de toda máquina, es de suma importancia mencionar la lubricación, ya que de ello depende un buen funcionamiento del equipo. También se cuenta con un programa semanal de lubricación a este equipo, se han creado los parámetros que debe seguir ya sea el operario o el personal de mantenimiento para realizar la lubricación.

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de mantenimiento productivo total para eficientar el proceso de lavado de envases de vidrio de una máquina lavadora Lavatec.

Específicos

1. Identificar las principales causas de tiempos ociosos de la máquina para reducirlos.
2. Proponer una secuencia operacional para que se adopte un mantenimiento productivo total.
3. Desarrollar diversos formatos y documentos que establezcan la realización de actividades por parte de los operadores, tal es el caso de la lubricación, limpieza de máquina, revisión, inspección.
4. Establecer técnicas para lograr que todos los miembros de la empresa se involucren en la mejora continua respecto al mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Debido al aumento en la demanda de las bebidas carbonatadas, en este caso en envase de vidrio, se necesita de una máquina que pueda lavar gran cantidad de botellas para su reutilización y de esta manera suplir las exigencias del mercado. Por tal motivo en la línea de refrescos, de la prestigiosa empresa “Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas S.A.”, localizada en ciudad Guatemala, adquirió recientemente una máquina lavadora de envases, cuya función principal es entregar constantemente una botella de vidrio limpia, sin sólidos ni contaminantes presentes, para luego seguir posteriormente al proceso de llenado de producto.

Es de suma importancia que la máquina mencionada posea ciertos formatos por establecer, para hacer más eficiente el proceso de lavado, ya que de esta manera se podrá mantener un servicio continuo, evitando paros innecesarios (no programados), cumpliendo así con las exigencias del mantenimiento. Dichos formatos incluyen los procedimientos y seguimientos, de limpieza y lubricación, conocimiento de los diferentes tipos de fallas más comunes que se presentan y sus respectivas soluciones y recomendaciones para que el personal encargado tenga un apoyo en las tareas que le corresponde desempeñar.

Por tales motivos, para cumplir con los requerimientos del área de producción y cumplir con el rendimiento óptimo continuo, es importante implementar un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) a la máquina lavadora de botellas de vidrio, con el objetivo de obtener el mínimo de averías en su funcionamiento. De esta manera, el TPM busca maximizar la acción

eficiente de la lavadora de envases como del personal involucrado (supervisores, personal técnico y operadores), permitiendo así lograr reducir los costos generados por el tiempo improductivo.

1. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

La historia del mantenimiento, como parte estructural de las empresas, data desde el momento mismo de la aparición de las máquinas.

Podemos darnos cuenta que las máquinas son importantes tanto para acelerar los procesos de producción, para la creación de productos, para ahorrar esfuerzos humanos, para brindar un bien que beneficie a la sociedad.

Por lo tanto, la principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo. Vemos que las máquinas se componen tanto de la parte mecánica, electrónica, eléctrica, programación, etc. Cada parte es importante y si una de estas áreas falla, la producción se detiene, y por consiguiente, hay pérdidas para la empresa, y no sólo para la empresa sino para los clientes que son la demanda del producto que se brinda.

Se verá a continuación un breve repaso histórico de la evolución del mantenimiento:

1.1. Historia de hechos relevantes que inciden en el mantenimiento Vigente

- La revolución industrial

Se puede revisar que en la historia de la revolución industrial suceden varias cosas, para aumentar la producción, se requería de más máquinas, y esto significaba que era necesario extraer más hierro. Para obtenerlo se precisaba de más carbón, pero las minas que lo proveían se inundaban constantemente. Era necesario, entonces evitar este problema. De tal modo nacieron las bombas movidas por vapor, además se construyeron hornos mas modernos para la fundición del hierro.

Precisamente el vapor fue el verdadero monarca del progreso técnico durante la revolución industrial y todo el Siglo XIX. Gracias a los descubrimientos de James Watt.

El avance de los mejoramientos de la producción en las últimas décadas del Siglo XVIII, significaron que por primera vez en la historia de la humanidad, las personas promedio podían vivir a una distancia considerable de las fuentes de alimentos básicos.

Es en este período donde las máquinas tienden a servirle a la humanidad para su bienestar, y por lo tanto, para mejorar la calidad de vida en una sociedad.

También surge una gran desarrollo en el área textil.

Motores y máquinas de vapor

La máquina de vapor permite el rápido crecimiento de los sistemas mundiales de transporte y la expansión de los mercados globales. Por consecuencia de esa época, la fuerza tanto humana, como la de los animales, se sustituye a gran escala, debido a la creación de la máquina de vapor, los automóviles, los motores de combustión interna.

- Motores de combustión interna

En 1876, se consolida el invento del motor de combustión interna, gracias a los esfuerzos y al ingenio de August Otto (de origen alemán), generando cambios tanto en los sistemas empresariales y los de transporte de masivo de personas.

Por otro lado, *Rudolph Diesel* (de origen alemán) inventa el motor diesel, que es la base de la industria del transporte marítimo, fluvial, terrestre, etc.

- Aviación

En 1903, los hermanos Wright de Estados Unidos, logran vuelos significativos, que fueron la base para el posterior desarrollo vertiginoso de la aviación con sus modelos Flyer, Flyer II y Flyer III.

- Época actual

Se observa que gracias al ingenio, a la dedicación de grandes personajes de la historia, estamos rodeados en la sociedad de máquinas para el beneficio de los seres humanos, por lo tanto es responsabilidad de los mantenedores,

brindarles servicios regularmente, estar al tanto de los conocimientos para mantener la funcionalidad confiable de los mecanismos y máquinas de producción, en este caso la industria.

1.2. Tipos de mantenimiento industrial

Es necesario que conozcamos las diferentes acciones, tanto de reparaciones como de mantenimiento, ya que de esta manera, será más fácil tener claro, la diferencia entre los diferentes tipos de acciones a tomar.

Como reparaciones se definen las tareas no planeadas de mantenimiento que se realizan después de que sucede la falla. Las hay de dos tipos: correctivas y modificativas; mientras que como mantenimiento se denominan las tareas planeadas que se dan antes de que suceda el daño. Entre estas aparecen las preventivas y las predictivas, a éstas últimas también se les conoce como tareas proactivas.

- **Acciones correctivas**

El mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de la falla y se le considera de corto plazo. Las personas encargadas de reportar la ocurrencia de las averías son los propios operarios de mas máquinas o equipos y las reparaciones corresponden al personal de mantenimiento.

El principal inconveniente que presenta este tipo de acción de mantenimiento consiste en que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio, en el preciso momento en que pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización. Entre algunos de los síntomas que

determinan la presencia de fallas, pueden estar altos niveles de ruidos y/o anomalías que pueden generar otras averías mayores.

Las tareas de mantenimiento correctivo son las que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren. Una tarea de mantenimiento correctivo típica consta de las siguientes actividades:

- Detección de la falla
 - Localización de la falla
 - Desmontaje
 - Recuperación o sustitución
 - Montaje
 - Pruebas
 - Verificación
-
- Acciones modificativas

La tarea no planeada, denominada acción modificativa, es una versión superior y desarrollada de las acciones correctivas. Y sucede cuando en forma continua se aplican reparaciones que no surten efecto en la recuperación de la funcionalidad del equipo.

Una vez se encuentre la causa raíz del problema, se procede a aplicar políticas de control mediante la realización de modificaciones en el equipo o el sistema, a través de la utilización de conceptos y acciones propias de la ingeniería de diseño.

Las acciones modificativas de mantenimiento intentan eliminar las causas de las fallas. Dichas acciones consisten en mejorar el diseño de los equipos, ya sea por el envejecimiento o por obsolescencia tecnológica, en hacerles modificaciones que permitan una mayor vida útil y/o una mejor productividad de los bienes que fábrica.

- Acciones preventivas

Las acciones preventivas estriba en que nunca se debe alcanzar el estado de falla, pues en este caso se presenta el inconveniente de que cuando el elemento es sustituido o ajustado funcionalmente se pierde cierta cantidad de vida útil, ya que no alcanza su estado de falla o desarrollo completo de la vida útil.

La función principal de mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos, mediante los registros de control llevados en cada uno de ellos y en coordinación con el departamento de programación, para realizar la tarea preventiva en el momento más oportuno. Consiste en una serie de actuaciones sistemáticas en las que desmontan las máquinas y se observan para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

El mantenimiento preventivo se puede clasificar en dos versiones, una de ellas basada en el tiempo, es decir, en la frecuencia de inspección, y la segunda basada en la condición de desgaste (o denominada condición de estado) encontrada en la última revisión. Ambas metodologías permiten fijar con antelación la próxima inspección a que tuviere lugar en el elemento o máquina.

El primero de los métodos conduce al mantenimiento preventivo sistemático, y el segundo implica el mantenimiento preventivo condicional. Con

el último se logra maximizar la vida útil del elemento y se consigue reducir los costos de mantenimiento. Ambas metodologías se basan en la permanente inspección y análisis crítico de las condiciones.

Sus principales ventajas frente a otros tipos de tareas de mantenimiento son: evita averías mayores como consecuencia de pequeñas fallas. Prepara las herramientas y repuestos. Aprovecha realizar las reparaciones en el momento más oportuno tanto para producción como para mantenimiento. Distribuye el trabajo de mantenimiento optimizando la cuadrilla de reparación. Y disminuye la frecuencia de los paros, pero los aprovecha para realizar varias reparaciones diferentes al mismo tiempo.

- Acciones predictivas

La revisión del estudio permanentes de las variables (presión, temperatura, corrosión, desgaste, etc.), internas o externas, asociadas (directa o indirectamente) al proceso de operación de una máquina, permite diagnosticar el comportamiento futuro en tiempo real de la posible aparición de fallas o situaciones fuera de las condiciones estándar, con el fin de evitarlas a toda costa y alargar los períodos de funcionalidad del equipo y, por ende, de la vida útil total.

El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas.

La predicción del comportamiento de los parámetros se hace por medio de las ciencias matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, univariadas o multivariadas.

El mantenimiento predictivo basa sus principios en el conocimiento permanente del estado y la operatividad de los equipos, mediante la medición de diferentes variables. El control que se tiene de estas variables determina la utilización del predictivo.

Algunas de las ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Reduce el tiempo de parada al conocerse exactamente el órgano que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Maneja y analiza un registro de información histórica vital a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.
- Posibilita la toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquina en momentos críticos.
- Provee el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizado por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Aplica el análisis estadístico del sistema.

2. SISTEMA KANTIANO DE MANTENIMIENTO

Vemos que un sistema, es un conjunto de elementos interdependientes, que ordenadamente contribuyen a un fin determinado.

Por lo tanto el enfoque sistémico kantiano, define que un sistema está compuesto básicamente por tres elementos: personas, artefactos y entorno.

Principalmente en todo sistema es fundamental la participación de las personas, ya que ellas son las que hacen que el sistema exista, y son las que le dan el carácter real, en forma contextual, de forma mental.

Indudablemente, el mantenimiento es un sistema mental que se construye de forma intelectual por el ser humano.

El modelo de la teoría de sistemas define a los departamentos de las empresas, como módulos administrativos independientes (mantenimiento, producción, etc.), a los cuales se les denomina unidades, y éstos a su vez conforman un sistema con metas propias individuales y recíprocamente relacionadas. Las unidades a su vez se pueden considerar como elementos de un sistema cuando se encuentran relacionadas entre sí por alguna forma de interacción o interdependencia.

2.1. Unidad de producción

Al utilizar el enfoque kantiano en un sistema básico de producción se pueden reconocer tres elementos: productores (personas), fábricas (entorno) y

máquinas (artefactos), los cuales interactúan y permiten la elaboración industrial de bienes y/o servicios.

La función propia de un sistema de producción es lograr la agregación de valor, a partir de tres acciones básicas: transformación, transporte o almacenamiento.

2.2. Unidad de mantenimiento

El enfoque sistémico puro, cuando se utiliza en mantenimiento, parece admitir el reconocimiento de tres elementos fundamentales: mantenedores (personas), máquinas o equipos industriales o de operación (artefactos) y sitios físicos donde se prestan los servicios de mantenimiento (entorno).

2.3. Sistema integral de mantenimiento

El sistema kantiano, permite establecer que la relación entre producción y mantenimiento esta gobernada por la confiabilidad, la correspondencia entre el mantenimiento y las máquinas se estipula por la mantenibilidad, y que la relación mantenimiento-máquina-producción se define por la disponibilidad.

2.4. Niveles de mantenimiento

Se plantean cuatro niveles o categorías al jerarquizar los diferentes tópicos que maneja el mantenimiento.

Nivel 1 – instrumental (funciones y acciones)

A este grupo pertenecen todos los registros, documentos, historia, información, codificación; en general todo lo que identifica a los equipos, a los recursos; a la administración de la información y su tratamiento estadístico. También incluye instrumentos mas avanzados como el mejoramiento continuo, herramientas avanzadas específicas y de orden técnico, como análisis de fallas, manejo de inventarios, pronósticos, etc.

El nivel instrumental comprende todos los elementos necesarios para que exista un sistema de gestión y operación de mantenimiento, e incluye: información, máquinas, herramientas, repuestos, utensilios, materias primas e insumos propios de mantenimiento, las técnicas, los registros históricos de fallas y reparaciones, inversiones, inventarios, modificaciones, trabajadores, entrenamiento y capacitación de funcionarios, entre otros.

Nivel 2 – operacional (acciones mentales)

Comprende todas las posibles acciones por realizar en el mantenimiento de equipos, a partir de las necesidades y deseos de los demandantes. Las acciones correctivas, preventivas, predictivas y modificativas.

Nivel 3 – táctico (conjunto de acciones reales)

El nivel táctico comprende el conjunto de acciones de mantenimiento que se aplican a un caso específico; es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan para alcanzar un fin al seguir las normas y reglas establecidas para ello. En este nivel aparecen el TPM, el RCM, PMO, reactiva, proactiva, clase mundial, entre otros.

Nivel 4 - estratégico

El campo estratégico está compuesto por las metodologías que se desarrollan para evaluar el grado de éxito alcanzado con las tácticas desarrolladas; esto implica establecer índices, indicadores que permiten medir el caso particular con otros de diferentes industrias locales, nacionales o internacionales.

2.5. Relaciones

Los elementos mantenimiento, producción y máquinas se relacionan entre sí a partir de premisas y normas de aceptación universal, así; la relación entre productores (producción) y máquinas la establecen los principios de la confiabilidad; la relación entre mantenedores (mantenimiento) y máquinas se define por las reglas de la mantenibilidad; la relación entre mantenedores y productores se da por una relación indirecta a través de los equipos y está gobernada por la disponibilidad.

Esta última relación muestra que cuando las conversaciones entre producción y mantenimiento son sobre las máquinas puede ser mucho más fluida que cuando se da en forma directa entre los dos departamentos.

2.5.1. Disponibilidad

La disponibilidad se mide (o se obtiene por cálculo y deducción matemática) a partir de la confiabilidad y de la mantenibilidad.

2.5.2. Confiabilidad

La confiabilidad se mide a partir del número y la duración de las fallas (tiempos útiles, reparaciones, tareas proactivas, etc.).

2.5.3. Mantenibilidad

La mantenibilidad se cuantifica a partir de la cantidad y de la duración de las reparaciones (o mantenimientos planeados).

3. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

3.1. Calidad

Calidad es cuando un producto sea adecuado para su uso. Así la calidad consiste de ausencia de deficiencias y de aquellas características que satisfacen al cliente.

En términos menos formales podemos decir que la calidad la define el cliente, es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio y resulta por lo general en la aprobación o rechazo del producto. Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar. Así, la calidad es ante todo satisfacción del cliente.

3.2. Producción

Entendemos por producción a la actividad que transforma determinados bienes en otros que poseen una utilidad mayor. En este caso, en producción en serie, se caracteriza por la supresión de las labores manuales de ajuste y rectificación, y por el rendimiento óptimo de la maquinaria. En los talleres para la producción en serie, las máquinas fabrican, en gran número, una misma pieza o actividad, y trabajan en condiciones de precisión, si alguna pieza es defectuosa, simplemente es desechada.

3.4. Productividad

De manera sencilla, productividad se refiere a realizar más trabajo de manera más rápida, teniendo en cuenta que se debe de reducir el porcentaje de productos defectuosos y deficientes mediante cambios en el sistema: mejorar la capacitación, estandarizar las operaciones, modificar máquinas y procesos, etc.

3.5. Mantenimiento productivo total

La táctica es la forma como las diferentes compañías organizan la ejecución y la administración del mantenimiento de una forma coherente, lógica y sistemática. La implementación de una táctica implica la existencia de normas, leyes, reglas que gobiernan la forma de actuar.

Las industrias japonesas, después de la Segunda Guerra Mundial, determinan que para competir eficazmente en el mercado internacional deben mejorar la calidad de sus productos. De esta forma se importan del continente americano técnicas de manufactura y de administración.

Entre los conceptos importantes se encuentra el mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo, prevención del mantenimiento, ingeniería de confiabilidad, etc. Con lo cual modifican en forma radical el ambiente industrial japonés para conformar lo que se conoce como TPM (mantenimiento productivo total), algunas veces definido como mantenimiento productivo implementado por todos los empleados, basado en que la mejora del equipo debe involucrar a todos los funcionarios de la organización, desde los operadores hasta los empleados de la alta dirección.

La introducción del TPM en la fábrica debe contar con el apoyo de la alta dirección para incorporarlo en las políticas básicas de la compañía, y concretar metas, tales como incrementar el período de uso del equipo a más del 80%, reducir las fallas en al menos un 50%.

Una vez que se establecen las metas, cada empleado debe entender, identificar y desarrollar las actividades de pequeños grupos en el lugar de trabajo, que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la empresa. En TPM los grupos pequeños establecen sus propios alcances basados en las metas globales. La calida es un aspecto fundamental y muy ligado al TPM.

La implementación de un programa de TPM se puede lograr en intervalos de tiempo que van desde uno hasta tres años. Para eso se requiere un plan marco que sirve como plan de trabajo en el desarrollo de las actividades que se pueda dividir en etapas, de tal manera que los pequeños grupos adecuen sus funciones en cada nivel.

3.6. Requerimientos mínimos para desarrollar el programa TPM

Los pasos específicos para desarrollar el programa de TPM deben ser desarrollados por cada compañía, es decir, ajustados a sus propios requerimientos. Hay cinco metas interdependientes que representan los mínimos requerimientos para desarrollar el programa TPM:

- Mejora en la eficiencia del equipo.
- Mantenimiento autónomo por los operadores.
- Un plan de mantenimiento administrado por el departamento de mantenimiento.

- Entrenamiento para mejorar las destrezas y operaciones de mantenimiento.
- Un programa de administración del equipo para prevenir problemas que ocurran durante nuevas instalaciones o arranque de máquinas.

La mejora continua que involucra el TPM desarrolla en las organizaciones: la innovación, la mejora continua propiamente dicha y el mantenimiento de estándares y su superación. Rey sacristán define TPM como el conjunto de disposiciones técnicas, medidas y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización que conforman un proceso básico o línea de producción, puedan desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua.

3.7. Objetivos del TPM

El principal objetivo del TPM es cuidar, y utilizar los sistemas productivos, manteniéndolos en su estado base (de origen), y aplicando sobre ellos mejora continua.

El TPM procura cuatro principios fundamentales: satisfacción al cliente, dominio de los procesos y sistemas de producción, implicar a personas a través del mantenimiento autónomo y el aprendizaje y la mejora continua.

El efecto del TPM sobre una organización consiste en que pretende eliminar las averías y los problemas periódicos repetitivos, para lograr una buena disponibilidad y operatividad mediante la metodología de análisis de pérdidas en seis fases: averías, reglajes, falta de piezas o corta vida de

elementos, tiempo de vida útil de elementos más cortos que lo esperado, defectos de proceso y rendimiento reducido entre la operación y su estabilidad.

3.8. Pilares del TPM

Los pilares básicos del TPM son el mantenimiento planeado, la ingeniería de mantenimiento, los grupos que procuran elevar los indicadores CMD (confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad) y la mejora técnica continua. Los pasos básicos para la implementación de un TPM se logra con una metodología con mucho orden y disciplina, los cuales son:

- **Mejoras enfocadas:** son el conjunto de diferentes tareas por realizar en grupos de personas, que permiten optimizar la efectividad de los equipos, plantas y procesos. Su esfuerzo radica en evitar cualquiera de las pérdidas existentes en las empresas.
- **Mantenimiento autónomo:** se basa en la activa participación de los operarios y del personal de producción en mantenimiento, y consiste en que éstos realizan algunas actividades menores de mantenimiento (de baja o mediana tecnología), a la vez que conservan el sitio de trabajo en estado impecable.
- **Mantenimiento planificado:** el personal realiza acciones predictivas, preventivas y de mejoramiento continuo, que permiten evitar fallas en los equipos o sistemas de producción.
- **Mantenimiento de la calidad:** se trata de mantener las condiciones óptimas de funcionalidad de los equipos, con el fin de no desmejorar la calidad de los productos en esos momentos en que se inicia y se mantiene la no funcionalidad adecuada de las máquinas o equipos.

- Mantenimiento temprano, prevención del mantenimiento: son todas las tareas de la fase de diseño, construcción, montaje y operación de los equipos, que permiten garantizar la calidad de la operación y de los productos o bienes que generan las máquinas. Pretende elevar al máximo posible la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos.
- Mantenimiento de las áreas administrativas: se trata de que las áreas de apoyo logístico a operación, producción y mantenimiento sean las más adecuadas para evitar pérdidas.
- Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento: se trata de establecer políticas que permitan que todos los empleados de producción y de otras áreas de la compañía, que inciden en la ingeniería de fábricas, se mantengan educados, entrenados, motivados, etc., con las mejores prácticas internacionales y que permanentemente estén creciendo en lo personal e institucional.
- De esta forma se pueden evitar o solucionar problemas de una manera eficaz, pues se busca que todos los empleados conozcan el funcionamiento de cada máquina, que detecten la incidencia de la funcionalidad de las máquinas en la calidad de los productos y que posean en todo momento las mejores habilidades y competencias para su trabajo.
- Seguridad, higiene y medio ambiente: por medio de la aplicación de los instrumentos de mejoramiento continuo, se garantiza la inexistencia o la minimización de accidentes laborales o industriales. Se procura que todo el personal sea capaz de prevenir y evitar riesgos, de mantener unas condiciones adecuadas de higiene y seguridad en el puesto de trabajo y en las áreas productivas, y pretende proteger y conservar el medio ambiente.

3.9. Diagrama de Pareto como base para el mantenimiento

3.9.1. Descripción del diagrama de Pareto

En una línea de producción existen muchos problemas que esperan ser resueltos o atenuados. Cada problema puede deberse a varias causas diferentes. Es imposible e impracticable pretender resolver todos los problemas o atacar todas las causas al mismo tiempo.

Es fundamental seleccionar al problema más importante, y al mismo tiempo, centrarse sólo en atacar su causa más relevante. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo. La herramienta que permite localizar el problema principal y ayuda a localizar la causa más importante de éste, se llama diagrama o análisis de Pareto.

El principio de Pareto conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que unos pocos elementos (el 20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto de los elementos generan muy poco del efecto total. Podemos decir entonces que de la totalidad de los problemas que se generan en una línea solo unos pocos son realmente importantes.

3.9.2. Diagramas de Pareto y tareas de mantenimiento

A continuación veremos un ejemplo práctico de la realización del diagrama de Pareto, en este ejemplo se ha medido los tiempos perdidos por diferentes máquinas en una línea de producción.

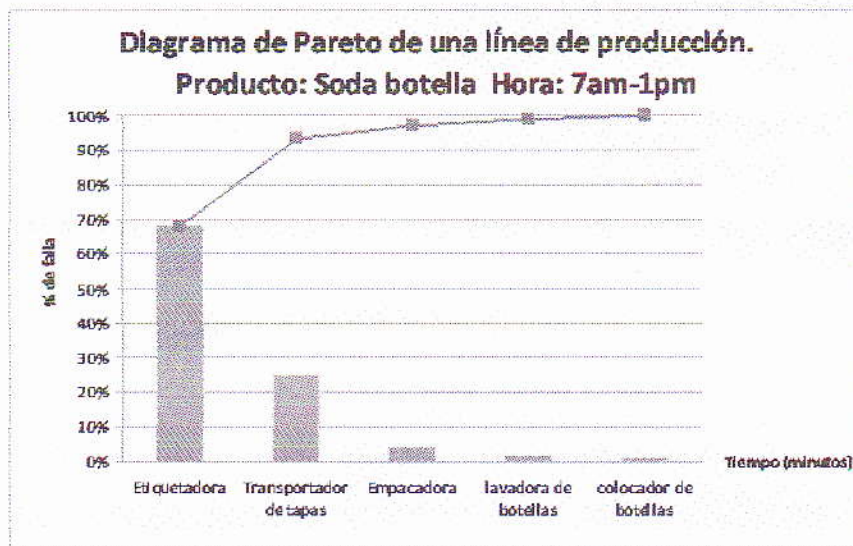
Tabla I. Toma de tiempos perdidos durante el período de una semana en la línea de producción

Equipo	Tiempo (minutos)	% de Falla	% acumulado
Etiquetadora	10,19	68%	68%
Transportador de tapas	7,00	25%	93%
Empacadora	1,00	4%	97%
Lavadora de botellas	0,63	2%	99%
Colocador de botellas	0,5	1%	100%

Fuente: elaboración propia.

Ya que tenemos nuestra tabla procedemos a realizar la gráfica, que es la siguiente:

Figura 1. Diagrama de Pareto de una línea de producción



Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la gráfica, en dicha línea la máquina que mas presenta problemas es la etiquetadora, por lo tanto esta máquina es la que mas necesita de mantenimiento inmediato, por lo tanto se procederá de parte del departamento de mantenimiento a proceder con las ordenes de trabajo a realizar a dicha maquinaria. Por consiguiente se procederá a analizar cual fue el problema mas común en dicha máquina y de esta forma atacaremos el problema principal de dicha línea.

No olvidemos que el diagrama de Pareto se puede aplicar al análisis de todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, fallas, etcétera.

Por lo tanto un diagrama de Pareto puede ser el primer paso para un proyecto de mejora.

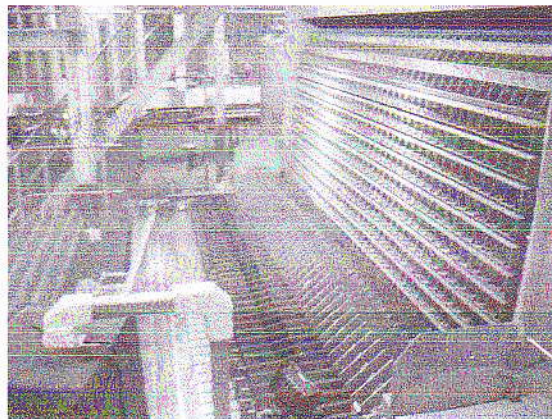
4. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

4.1. Componentes de la máquina

4.1.1. Mesa de acumulación

Esta compuesta por 41 cadenas de tablita de acero inoxidable, las cuales transportan las botellas sucias hacia las cadenas (cangilones) metálicos de la lavadora. El objetivo de la mesa de carga es de alimentar una cantidad amplia de botellas hacia las guías de carga.

Figura 2. Mesa de acumulación

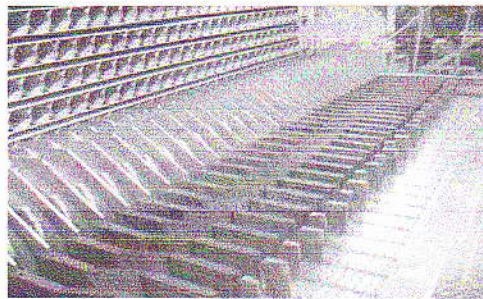


Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.1.1. Canales de carga

Los canales de carga están diseñados para canalizar y colocar debidamente las botellas.

Figura 3. Canales de carga

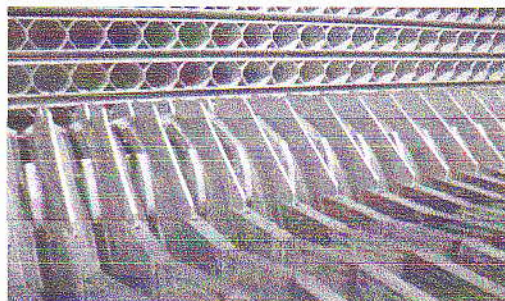


Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.1.2. Dedos auxiliares de empuje

Dedos oscilantes colocados delante de las guías de carga, proveen constante flujo de botellas e impedirán que se traben.

Figura 4. Dedos auxiliares de empuje

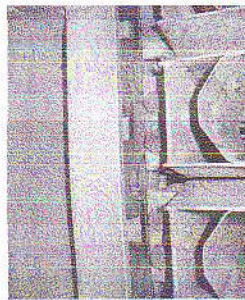


Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.2. Cadena de porta canastas o cangilones

Esta diseñada para tener una larga vida, evitando el estiramiento. Los pernos y los bujes de la cadena son de acero endurecido con una superficie máxima de apoyo, los rodillos son de cara ancha para máximo contacto con la superficie.

Figura 5. Cadena de portacanastas o cangilones

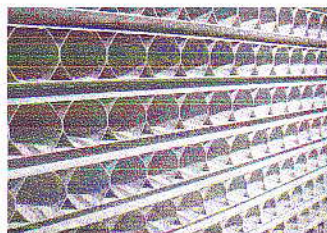


Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.2.1. Canastas o Cangilones

Recipientes metálicos que tienen como función principal conducir las botellas dentro de la lavadora debido a su forma y construcción.

Figura 6. Canastas o cangilones

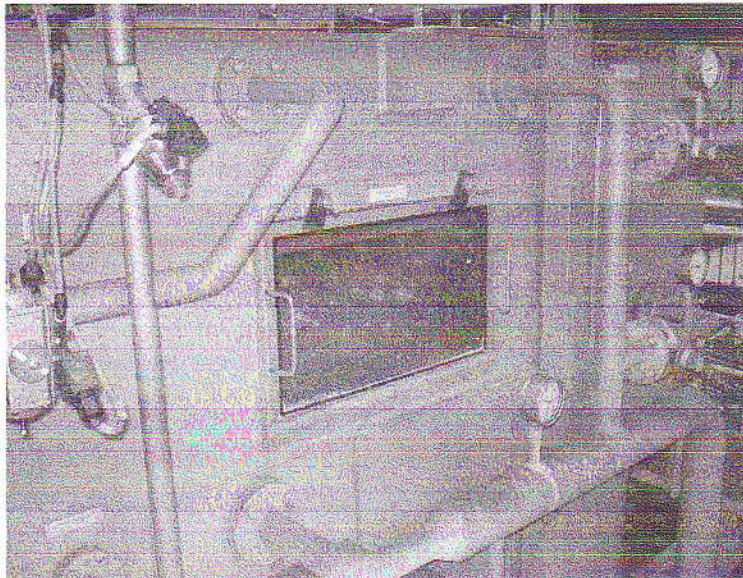


Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.3. Sección de Pre-enjuague

Después que las botellas han sido introducidas a las canastas, éstas viajan en dirección ascendente. Antes de que las botellas entren en el primer tanque de remojo, está el pre-enjuague, que es un rociado inicial con agua. Tres hileras de flautas con boquillas a presión tienen el objetivo de aflojar cualquier material extraño que tengan las botellas, esta acción impide la contaminación innecesaria de la soda cáustica del primer tanque de remojo.

Figura 7. Sección de pre-enjuague



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.4. Tanques de remojo en sosa cáustica

La lavadora contiene varios tanques de remojo, los cuales están a distintas temperaturas y concentraciones de soda cáustica. Los tanques de remojo tienen como objetivo la limpieza de las botellas de vidrio. El número de tanques

de las lavadoras depende del grado de contaminación de las botellas. El objetivo de cada tanque es preparar la botella para el siguiente tanque, por ejemplo:

El primero de los tanques tiene como objetivo:

- El temple de las botellas, a través de estar a una temperatura más baja que el segundo tanque.
- La eliminación de objetos extraños de las botellas.

4.1.5. Secciones de enjuague con sosa cáustica

Después de que los tanques de remojo han eliminado cualquier material extraño de las botellas, estas son transportadas hacia las flautas de enjuague con soda cáustica. Aquí las botellas son sometidas a un rociado a presión de soda, internamente y externamente.

4.1.5.1. Limpieza exterior

Las botellas son levantadas arriba de las canastas y el exterior es pulido con hileras, especialmente diseñadas, de flautas con boquillas en forma de abanico que cortan y remueven material extraño de la superficie exterior de las botellas.

4.1.5.2. Limpieza interior

Las botellas son transportadas a seis hileras de flautas alternadamente espaciadas. Estas flautas o chorros son colocados debajo de las bocas de las botellas y la fuerza de presión de las flautas dispara la solución cáustica

rebajada adentro de las botellas, puliéndolas completamente. El accionamiento alterno de las flautas permite el drenaje adecuado de la botella antes que la siguiente flauta entre al fondo de la botella.

4.1.6. Sección de enjuague final

Las botellas lavadas son trasladadas a la sección de enjuague final a alta presión, con el objetivo de remover cualquier rastro de soda cáustica que pudiera tener, quedando la botella limpia y comercialmente esterilizada.

Figura 8. Sección de enjuague final

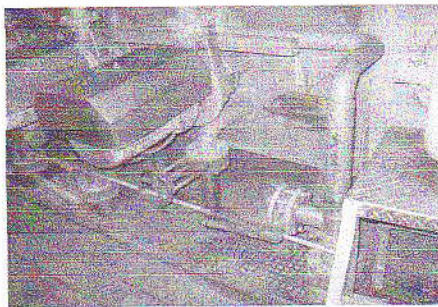


Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.7. Drenajes

En la última estación, o área de purga, el agua en exceso escurre fuera de las máquina, cerca de la sección de descarga.

Figura 9. Drenajes

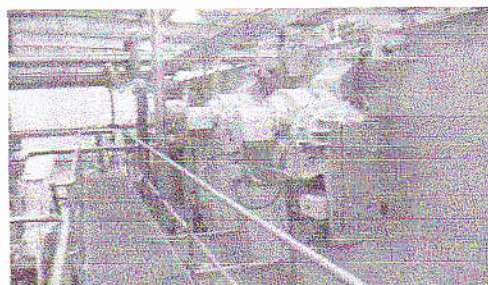


Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.8. Accionamientos por parte de motorreductores

Se encuentran 7 motorreductores que accionan el movimiento de las cadenas portacanas o cangilones. A estos motorreductores les llamamos traductores de fuerza.

Figura 10. Traductores de fuerza en sección superior



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

Se encuentran 2 motorreductores que se encargan de accionar los dispositivos de carga y descarga, de los cuales uno es un sincronizador de la entrada, y el otro el sincronizador de la salida.

Figura 11. **Traductores de fuerza en sección inferior**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.9. **Área de descarga de botellas**

Las botellas se descargan por gravedad a las levas rotativas, las cuales las descargan al envase en forma suave.

Figura 12. **Área de descarga de botellas**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

4.1.10. Controles y dispositivos de seguridad

Instalados en puntos estratégicos de la lavadora con el objeto de detener el funcionamiento de la máquina y evita cualquier daño, por ejemplo: si se aflojan los tornillos de alguna canasta y esta se traba, botellas quebradas, desplazadas, o cualquier otra condición que pudiera causar perjuicio a alguna parte del mecanismo. Los dispositivos de seguridad son de dos tipos: eléctricos y mecánicos.

- Eléctricos: consiste en sensibles microswitch los cuales al detectar cualquier sobrecarga o anomalía abre o cierran el circuito eléctrico para parar la máquina.
- Foceldas: estas reconocen cualquier objeto que por accidente se introduzca al área de trabajo de la máquina, y como dispositivo de seguridad tanto para el personal como para el equipo, la máquina para automáticamente hasta volver a ser accionada.

Figura 13. **Foceldas**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

- Mecánicos o de Acoplamiento Deslizante: consiste en un embrague calibrado a cierta presión, cuando esta es sobrepasada impide la transmisión de fuerza por esté.

4.1.11. Controladores de temperatura

Los controladores automáticos de temperatura son válvulas con la función de controlar la temperatura de la solución (agua + soda cáustica) de los tanques de enjuague. Estos controladores permiten el paso del vapor hacia los serpentines calentadores, según sea la necesidad y mantener con esto la temperatura de la solución.

4.1.12. Válvulas reguladoras de caudal.

Estas válvulas son las encargadas de regular la cantidad de agua suavizada que entra al sistema, ya que en el proceso de lavado se elimina del sistema el agua sucia al final del proceso, por lo tanto esta pérdida de agua debe compensarse.

4.2. Proceso del ciclo de lavado con que se desinfectan las botellas con soda cáustica

El proceso de lavado de botellas es sumamente interesante y complejo ya que pasa por varias subdivisiones, y se da de la siguiente manera:

- Al principio las botellas ingresan a la mesa de acumulación, los dedos de empuje guían a las botellas para ser introducidas a los cangilones, estos son los recipientes que van a sostener a la botellas para ser transportadas por todo el proceso.

- Podemos dividir la lavadora en 2 secciones: sección superior y la sección inferior. Por lo tanto, las botellas ingresan por la sección inferior, luego suben hacia la sección superior donde ingresan al área de "Prerrocido", en esta sección se rocían las botellas con agua fría y con agua caliente tanto interna como externamente con el fin de templar las botellas y darles una primera limpieza antes de que entren a los tanques de sosa cáustica que están a elevadas temperaturas. Para esto se utiliza los dispositivos llamados tubos rociadores o flautas.
- Las botellas son transportadas y empiezan a descender hasta sumergirse en el Tanque I de soda cáustica. Luego sale del tanque y pasa a la sección de "Rocío de sosa cáustica" donde con flautas se rocía internamente a presión las botellas con sosa.
- Las botellas se transportan hacia el tanque II de sosa cáustica, que está subdividido en 2 secciones. Las botellas son sumergidas por la primera sección, luego salen del tanque para ser sumergidas en la segunda sección.
- Al salir las botellas del tanque II, ingresa a otra sección de "Rocío de sosa cáustica" donde las flautas hacen la limpieza interior a presión.
- Luego las botellas son transportadas hacia el tanque III de sosa cáustica, donde serán sumergidas.
- Luego de salir las botellas del tanque III de sosa cáustica, las botellas son transportadas hacia la sección de "Rociado de sosa de fosfato" y a la sección de "Rocío de agua caliente" esto es en la sección superior de la

lavadora, luego las botellas bajan hacia un tanque donde son sumergidas en agua suavizada.

- Finalmente las botellas pasan a la sección inferior de la máquina, donde antes de finalizar el proceso las botellas son rociadas a presión por medio de las flautas, con agua fría y agua fresca, con el objetivo de que la botella salga limpia y sin residuos de contaminante y este lista para pasar al proceso de lavado.

Nota: para comprender mejor el proceso de lavado podemos ver los siguientes datos de suma importancia que son las temperaturas de cada tanque de sosa cáustica y el porcentaje de sosa que contienen.

Temperaturas:

T1=75,5°C

T2=80,4°C

T3=77,5°C

Porcentajes de sosa cáustica:

T1=1,7%

T2=2,4%

T3=2,0%

5. IMPLEMENTACIÓN PROGRAMADA DE UN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

5.1. Desarrollo de los pilares del programa de mantenimiento productivo total aplicados para la máquina lavadora

Cada uno de los pilares del mantenimiento productivo total tiene su propio enfoque pero todos buscan el mismo objetivo. El objetivo principal es disminuir el deterioro acelerado del equipo, eliminar fallas, defectos y poder operar rentablemente.

La filosofía principal de todo mantenimiento es que el servicio se mantiene y el recurso se conserva, aquí nace la idea del mantenimiento. Con el paso del tiempo la filosofía del mantenimiento fue evolucionando dando lugar a diferentes tendencias comenzando con el pensamiento del cuidado físico de la máquina:

- Enfoque máquina:
 - Correctivo: sólo se intervenía en caso de paro o falla importante.
 - Preventivo: con establecimiento de algunas labores preventivos.

- Enfoque al servicio que presenta las máquinas:
 - Productivo: importancia de la fiabilidad para la entrega del servicio al cliente, se busca la eficiencia económica en el diseño de la planta.

- Productivo total: lograr eficiencia del productivo a través de un sistema compresivo y participativo total de los empleados de producción y mantenimiento.

Con el paso del tiempo se ha considerado que el trabajo humano intervenía en la elaboración de un producto o servicio en un 90% y el 10% restante era trabajo de la máquina. En la actualidad, se tiene la tendencia a invertir esta relación, ya que en algunos casos las máquinas interviene en más o menos 90% y el resto lo realiza la mano de obra.

Esto obliga a las empresas modernas a basar sus utilidades en la eficacia de la conservación de sus recursos, por lo que es muy común ver que, entre empresas que elaboran productos similares con máquinas y procedimiento similares, la que obtiene mejores resultados en calidad y precio de sus productos es aquella que ha logrado establecer un eficaz sistema de conservación.

El mantenimiento debe enfocarse hacia el servicio que proporciona la máquina y no a la máquina misma.

El mantenimiento productivo total constituye una serie de actividades ordenadas que son implementas para mejorar la competitividad de la industria, esta permitirá su competencia organizacional gracias a:

- La reducción de los costos
- Mejora de los tiempos de respuesta
- Fiabilidad de suministros
- El conocimiento que poseen las personas
- La calidad de los productos y servicios finales

La principal herramienta para poder llevar a un correcto funcionamiento e implementación del sistema de mantenimiento; mantenimiento productivo total, es necesario crear una cultura de calidad total en todos los departamentos y la necesidad de la mejora continua en los mismos. En especial el departamento de mantenimiento quien deberá orientar sus resultados a cero accidentes, cero defectos y cero averías.

Este diseño del plan de mantenimiento productivo no representa cambiar de forma completa el sistema de mantenimiento que se tiene actualmente, sino que se refiere a organizar, planificar, dirigir y controlar de una manera mas eficiente los recursos que intervienen en el mantenimiento. Adicionalmente modificar e implementar nuevas o mejores maneras de realizar algunos métodos o rutinas de mantenimiento.

5.2. Mejoras enfocadas

Esta fase del mantenimiento productivo total tiene como principal objetivo maximizar la efectividad global de los equipos, basándose en la mejora continua; centrandose su atención en la eliminación de cualquier pérdida existente dentro de la planta de producción y conforme al orden de prioridades evaluadas de los distintos problemas. Las mejoras enfocadas se basan en la secuencia de:

- Planificar
- Hacer
- Verificar
- Actuar

¿Qué es el mantenimiento autónomo?

Esta parte del mantenimiento productivo total, deberá ser conformado por el personal operativo que opera la maquinaria, previamente capacitado en forma de dar ajustes menores a la maquinaria, el uso adecuado de las herramientas; los aceites y grasas que se utilizan y las partes de la maquinaria.

Crear una rutina de inspección previa al arranque de la maquinaria, con el establecimiento de estándares en la lubricación, vibración, presión, temperatura y sin olvidar los estándares de calidad del producto.

El mantenimiento autónomo se puede realizar de la siguiente manera:

Tabla II. **Desarrollo de un sistema de mantenimiento autónomo**

Etapa	Nombre	Actividad
1	Limpieza e inspección	Eliminar toda la suciedad y polvo que se encuentra sobre la máquina.
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro.	Verificar que la limpieza anterior fue la mejor.
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Establecimiento de los estándares para determinar si la limpieza y la inspección cumplen con las medidas.
4	Inspección general	Capacitación y entrenamiento de los operarios para inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo.

Continuación de tabla II:

5	Inspección autónoma	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo. Es decir en esta parte se hace conciencia a los trabajadores acerca de la gran importancia de la productividad y la importancia que tienen el aporte de cada trabajador.
6	Estandarización	Aplicación de los estándares ya establecidos anteriormente en el caso de los elementos para ser controlados y elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto y patrones de calidad.
7	Control autónomo pleno	Implementación de medidas para que los resultados de este mantenimiento pueda ser chequeado por todos los trabajadores y cómo cada vez se cumplen los estándares esperados.

Fuente: PHILIPS, George. Como hacer un TPM, p. 175.

5.3. Mantenimiento planificado

Esta fase del mantenimiento productivo total, es una de las más importantes, en algunas empresas utilizan el nombre de mantenimiento preventivo o mantenimiento programado. Esta fase consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una

planta industrial. Es decir en esta fase es donde progresivamente de forma gerencial se planifica cuales serán los enfoques del mantenimiento, aquí se determina parte por parte que piezas tendrán reemplazo o tendrán su respectiva reparación.

En la implementación del mantenimiento planificado se utilizarán tres estrategias, las que cuales se describen a continuación:

- La realización de rutinas diarias, periódicas y predicativas de inspecciones para prevenir y corregir los problemas de producción y de calidad. Mediante las inspecciones diarias en las cuales se puedan verificar los estándares necesarios para determinar el arranque, es decir que previo al arranque de la maquinaria se deberá cumplir con ciertos estándares como limpieza, lubricación y calibración.
- Utilizando una secuencia de mejora continua, se eliminará el mantenimiento correctivo, ya que por medio de las rutinas periódicas y diarias no existirán averías, ni fallas.
- Las actividades de mejora continua también deberán ser aplicadas en las áreas administrativas, en especial en el departamento de mantenimiento. Este departamento es el encargado de verificar y controlar que la planificación sea la correcta y que se realicen todas las rutinas de mantenimiento como fueron planificadas.

Algunas de las técnicas que se usarán para que el mantenimiento planificado sea un éxito son:

- Por medio de la documentación, se realiza un control estadístico de las fallas más frecuentes, para identificarlas y reducirlas.
- Documentar los procedimientos de las reparaciones de las fallas, incluyendo los detalles de herramientas, insumos, personal y los tiempos empleados.
- Implementar las rutinas de mantenimiento preventivo, para aumentar la vida útil de la maquinaria.

5.4. Mantenimiento de calidad

Esta fase del mantenimiento productivo total tiene como propósito: mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, utilizando las herramientas del control de los componentes y condiciones del equipo que tienen contacto directo con las características de calidad del producto. A nivel industrial confundimos que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se presentan averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de la calidad del producto final.

El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante. La estrategia principal de este mantenimiento de calidad busca la verificación y medición de las condiciones del punto donde el producto sea "cero defectos".

El mantenimiento de calidad, realiza acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad; el mantenimiento de calidad no es aplicar técnicas de calidad en el proceso de

mantenimiento. El control de calidad se concentra en procesos, mientras que el mantenimiento de calidad se concentra en las condiciones de la máquina.

Los pasos para la implementación del mantenimiento de calidad son los siguientes:

- Identificar la situación actual del equipo.
- Investigar la generación de los defectos más frecuentes que se han encontrado de forma estadística en el reporte de fallos.
- Identificar y analizar las condiciones de los materiales, la maquinaria y la mano de obra. Es importante ponderar que tanto afectan cada uno de estos insumos en la calidad del producto.
- Identificar las acciones correctivas que se aplican a los diferentes defectos.
- Analizar las condiciones del equipo para productos sin defectos y comparar los resultados.
- Realizar actividades que conduzcan a las mejoras continuas en los materiales, maquinaria y mano de obra.
- Establecer los estándares apropiados que permitan brindar calidad en el producto final en los materiales, maquinaria y mano de obra.
- Implementar mejoras eficientes en los métodos de inspección. En especial en las rutinas de inspecciones que tendrán lugar diariamente de forma superficial antes del arranque del día y semanalmente previo al paro del fin de semana.
- Verificar y evaluar periódicamente si los estándares utilizados cumplen con los requisitos de calidad del producto final.

5.5. Prevención del mantenimiento

Las actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo son las siguientes:

- La importancia de las programaciones de las inspecciones permitirá identificar la falla de la maquinaria o las instalaciones para poder corregirlas en un lapso de tiempo que permita con anticipación programar las reparaciones; y así evitar los paros durante la operación. Las inspecciones como anteriormente han sido mencionadas serán antes de la operación diaria. Al finalizar la semana de producción se realiza una inspección más detallada de las piezas y del funcionamiento de la máquina.
- Es muy importante que no se obvian las actividades aunque parezcan repetitivas, las más importantes son las inspecciones, lubricación, calibración, ajustes y limpieza; todas estas actividades deben realizarse a diario, de ser posible de dos a tres veces durante el día para verificar que no existen problemas con la máquina. Es importante que estas rutinas sean implementadas y no pasadas por alto ya que nos permitirá darle mayor vida útil a nuestro equipo.
- La programación de estas actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales y anuales. La frecuencia con la que se realicen estas programaciones dependerá de las necesidades que se tienen en cada uno de los componentes o de las rutinas.
- Es necesario calendarizar cada una de las inspecciones y actividades de mantenimiento para que se tenga un record de los acontecimientos del mantenimiento. Esta calendarización deberá ser coordinada por el

departamento de mantenimiento y autorizadas en conjunto con el jefe de producción y con el jefe de mantenimiento.

- El procedimiento de llenar cada uno de los formatos, es de gran importancia, adicionalmente llevar record de las actividades realizadas permitirá al departamento de mantenimiento saber cómo actuar ante diferentes problemas o averías. Toda esta información deberá ser guardada en los archivos. En estas informaciones se deberá registrar toda operación que pueda afectar las operaciones de la maquinaria.

5.6. Programa de seguridad para la máquina

- Dispositivos de protección y de seguridad.

Dispositivos de protección y de seguridad sirven par su seguridad.

Por ello:

- No poner nunca los dispositivos de protección y de seguridad fuera de servicio durante el desarrollo normal de la producción.
- Según la disposición de la instalación, los dispositivos de protección y de seguridad pueden actuar sobre varias máquinas (por ejemplo, revestimientos protectores para la máquina y para los transportadores).
- Para eliminar perturbaciones en las zonas del conjunto de introducción y de descarga, desconectar la máquina.
- Trabajos en o dentro de la máquina deben realizarse solamente por especialistas autorizados y con el interruptor principal desconectado y asegurado, con el botón de EMERGENCIA pulsado. Además, posiblemente deben desmontarse portadores de botellas, para que el lugar de montaje sea accesible.
- Se debe ventilar la máquina y los recipientes tienen que quedar limpios de residuos de sustancias químicas.

- No conectar nunca el interruptor principal, si todavía se está trabajando la máquina.
- Subir a la máquina únicamente por motivos de reparación y de mantenimiento.
- Utilizar el interruptor para funcionamiento paso a paso, al realizar trabajos de reparación y mantenimiento, para los que la máquina tiene que estar en marcha.
- Utilizar el interruptor para funcionamiento paso a paso al trabajar dentro de la máquina.
- Mantener contacto constante con una persona fuera de la máquina.
- Se prohíbe efectuar la pasada de la máquina.
- Comprobar con regularidad los dispositivos de protección y los interruptores de seguridad.
- Avisar inmediatamente, si hay perturbaciones en el funcionamiento.
- Botones de mando, válvulas, así como todos los dispositivos de seguridad no deben modificarse sin autorización.
- Llevar guantes protectores – peligro de herirse por vidrio roto.
- Utilizar ropa protectora, gafas, guantes y zapatos de trabajo protectores, al tratar con soda cáustica u otros productos químicos.
- Dispositivos de protección, como puertas del revestimiento protector, revestimientos, cajas y ventanillas de observación, deben quedar cerrados durante el funcionamiento.
- Puertas del revestimiento protector y ventanillas deben abrirse solamente por el personal técnico, y únicamente si la máquina está parada (excepción: marcha en ensayo) y si las bombas están desconectadas.
- Drenaje de los depósitos de agua y soda cáustica solamente a través de las válvulas de cierre previstas para ello.
- Las portillas de acceso y de limpieza sólo deben abrirse después del vaciado de los recipientes.

- Antes de llenar un baño debe comprobarse si están cerradas todas las aberturas de limpieza (portillas de acceso y de limpieza) y válvulas de cierre.
- En caso de sedimentación de sosa cáustica:
- Si la sosa cáustica sale incontroladamente, puede ponerse en peligro el personal de servicio, el medio ambiente y la máquina.

El operador debe estar presente mientras se ejecutan las funciones de selección, a fin de poder interrumpir la marcha en caso de perturbaciones.

5.6.1. Botón de emergencia

En el tablero de mando. En el área de trabajo del operador (posición y número de los botones de EMERGENCIA dependen del tipo de ejecución de la máquina).

Pulsando el botón se puede parar la máquina en el acto en casos de emergencia.

El botón se atranca automáticamente al pulsarlo. La máquina solamente puede ponerse en marcha de nuevo, después de desatranca el botón.

5.6.2. Interruptor “listo para el mantenimiento”

El interruptor “listo para el mantenimiento” está montado en la caja de mando. Sirve para parar la máquina y para desconectar la corriente de todos los accionamientos.

Para la máquina y asegurarla contra reconexión. Por ejemplo antes de: trabajos de mantenimiento, reparaciones, trabajos de lubricación, trabajos de cambio, perturbaciones.

5.6.3. Toma de muestras

Peligro de quemadura, peligro de lesiones por corrosión. La toma de muestras sólo debe realizarse a través de las llaves previstas para ello. Debe usarse ropa protectora adecuada.

5.6.4. Dosificación/productos químicos

- Es imprescindible que los operarios sean adiestrados en el manejo y la utilización de sustancias químicas.
Deben ponerse ropa protectora adecuada.
- Se prohíbe terminantemente llenar los recipientes dosificadores previstos para esterilizantes que contienen cloro con desincrustantes ácidos. Lo mismo también ocurre en el caso contrario, se debe evitar absolutamente llenar los recipientes dosificadores para desincrustantes ácidos con esterilizantes que contienen cloro, porque en ambos casos se forma gas cloro tóxico.

Por eso se debe de evitar que los recipientes sean confundidos (por ejemplo, asegurar que los recipientes no sean accesibles para personas sin autorización, marcarlos con rótulos y distribuir la instrucción para la prevención de accidentes).

5.6.5. Dispositivos de protección del motor

En el armario de distribución, por ejemplo, guardamotores, termistor. En caso de sobrecarga se desconecta el accionamiento correspondiente.

5.6.6. Protección de engranajes

En el árbol del motor se encuentra un embrague magnético exento de desgaste, el cual reacciona al sobrepasarse el momento de giro máximo, y desconecta el accionamiento.

5.6.7. Control de los engranajes

Los engranajes principales están asegurados individualmente contra sobrecarga. En caso de sobrecarga se desconecta el accionamiento principal. La anomalía es indicada convenientemente.

5.6.8. Informaciones importantes

Jamás:

- Conectar en puente interruptores límite.
- Desmontar cajas de protección.
- Retirar ventanillas durante el funcionamiento.
- Abrir la válvula de vapor o de agua caliente, si los depósitos están vacíos.
- Realizar trabajos dentro de la máquina, sin estar en contacto con una persona fuera de la máquina.
- Utilizar anillos de empaquetadura de mala calidad.

Siempre:

- Utilizar los detergentes recomendados.
- Llevar ropa protectora, gafas, guantes y zapatos protectores al preparar soda cáustica.
- Utilizar los aceites para engranajes recomendados.
- Almacenar debidamente los anillos "O" y las empaquetaduras de repuesto, protegerlos contra desecación.
- Prestar atención a que haya suficiente deslizante para los transportadores y el conjunto de introducción de acumulación.

5.7. Mantenimiento en áreas administrativas

Esta fase del mantenimiento productivo total, trata de involucrar a todo el personal, en especial el personal de las áreas administrativas los cuales juegan un papel muy importante en el desarrollo de la productividad de la maquinaria. El personal de las áreas administrativas proporciona un eficiente control en los costos de producción y en el control de la calidad.

En las áreas administrativas es muy importante que las relaciones humanas puedan mejorar constantemente ya que esto les permitirá que la organización de los diferentes departamentos sean mas efectivas. El personal que labora en el departamento de mantenimiento debe tener una basta capacitación o entrenamiento en la resolución de los problemas más importantes o que tienen gran frecuencia.

El rol de la coordinación del departamento de recursos humanos para poderle dar seguimiento al personal que efectúa el mantenimiento es

fundamental ya que estas personas deberán tener un amplio conocimiento en las diferentes áreas o recursos que tengan asignados en la reparación.

5.8. Organización de los grupos de trabajo

En todas las organizaciones existen grupos de trabajo, por lo tanto, se debe ir creando conciencia y productividad en todos y cada uno de los miembros de una organización, a través del trabajo en equipo y el intercambio de experiencias y conocimientos, así como el apoyo recíproco.

Generalmente estos grupos de trabajo están integrados entre 5 a 8 personas. Las funciones principales que tendrán a su cargo estos grupos de trabajo son las siguientes:

- Identificación de problemas
- Selección del problema a resolver
- Análisis del problema seleccionado
- Propuesta de solución del problema
- Presentación de la propuesta a dirección
- Aplicar el dictamen de la dirección acerca de la propuesta

Aparte de los operadores en los grupos de trabajo también tenemos que tener en cuenta a los mecánicos y a los electromecánicos.

Todo el personal que integre estos grupos debe estar capacitado y conocer perfectamente la forma de operar la máquina y el funcionamiento que tiene.

Como objetivo especial es importante que todas las personas cuenten con capacitación constante en lo que se refiere a las herramientas y formas de uso;

seguridad industrial, razones y justificación; componentes y elementos que integran la máquina; equipo a utilizar, uso, manejo y recomendaciones.

Las personas involucradas en el área de mantenimiento, deberán entender las justificaciones y la importancia del mantenimiento dentro de la empresa. Es importante que se determine un líder para que pueda guiar correctamente al resto del personal y poder distribuir las distintas actividades.

5.9. Programa de seguridad para los grupos de trabajo

Las actividades que deben realizar el personal administrativo con respecto a la seguridad en mantenimiento son:

- Aplicar las medidas de seguridad
- Instruir a los operarios de los riesgos específicos
- Ordenar y exigir que todos los trabajadores observen las normas
- Instruir a los trabajadores autónomos o contratados

Las actividades que tienen que seguir las personas que realizarán el mantenimiento son las siguientes:

- Observar las normas de seguridad y medios de protección
- Utilizar a conciencia los dispositivos de seguridad
- Indicar al mando posibles deficiencias
- No quitar ni modificar los dispositivos de seguridad o protección
- No llevar a cabo, por iniciativa propia operaciones o maniobras que no sean de su competencia si pueden comprometer la seguridad propia o de otros

La seguridad es responsabilidad de todos pero no se debe olvidar que se forma parte de un equipo de trabajo, por lo que es necesario cuidarse unos a

otros para que se cumplan con los lineamientos de seguridad establecidos para todo el personal. Estos lineamientos son:

- Uso de equipo de protección personal:
- Lentes = protección de la vista
- Tapones para oídos = protección auditiva
- Zapatos de punta de acero = protección para los pies
- Guantes = protección para todas las superficies calientes
- Redecilla = protección para el producto y para el cabello
- Uniforme = estandarización de la ropa; ayuda a que no existan ropas
- Orden y limpieza
- Capacitación
- Uso del equipo de protección personal
- Manejo de la maquinaria
- Uso del equipo y herramientas para el mantenimiento
- Herramientas y formas para implementar un mejor mantenimiento en las diferentes áreas

Se deben de evitar las bromas y empujones con sus compañeros de trabajo, cerca de una máquina o en horas de trabajo, respetar la rotulación de seguridad, usar el equipo de seguridad dependiendo las tareas que le sean asignadas, no correr en parejas de trabajo y/o pasillos, no se deben realizar actos que comprometan su integridad física, la de compañeros o del equipo y seguir las medidas en planes de emergencia. Algunos de los planes de emergencia son los siguientes:

- Incendios
- Terremotos
- Contaminación

5.10. Rendimiento de las piezas

Hay piezas que debido a la fricción, temperatura, etc., necesitan cambios periódicos, ya que estas se van desgastando respecto al tiempo por el servicio que prestan.

Por ejemplo, en el interior de la máquina encontramos los tubos rociadores, estos en su interior poseen unos mecanismos llamados casquillos, estos se desgastan debido al movimiento rotatorio de las flautas y por el calor que hay en el interior de máquina, a parte del líquido severo con soda cáustica.

Así mismo la cadena porta canastas o cangilones ha de ser revisada periódicamente para ver si la cadena no tiene estiramiento, de ser así se utiliza el tensor de cadena, hasta tal punto que deba de ser sometida a mantenimiento y quitar algunas canastas.

Por lo tanto, se necesita de inspección visual, revisiones, por parte de los operadores, mecánicos, para preveer fallas futuras, en cualquier dispositivo sometido a desgaste.

5.11. Desarrollo del plan de operaciones

El plan de operación comprende a las actividades que se realizarán para la operación de la maquinaria, es decir las limpiezas, las inspecciones y demás procedimientos que conllevarán a aumentar la vida útil de la máquina. En esta parte se pueden introducir fechas exactas para mantenimientos específicos que tendrán enfoque que por lo regular no se logran realizar.

5.12. Análisis de los factores que afectan el proceso adecuado de lavado

La máquina lavadora de envases de vidrio brinda botellas limpias de cualquier contaminante, tanto exterior como interior. Hay pocos casos en que una botella pueda salir sucia, en caso de ser así, el sistema cuenta con inspector electrónico, a la salida de esta, que revisara botella por botella, y cualquier defecto (boquilla quebrada, botella sucia) la desechara de la línea.

Se puede evitar que una botella de vidrio ingrese a la máquina demasiado sucia mediante la inspección visual, por lo tanto el operador tiene la tarea de desechar manualmente toda botella demasiado sucia (esto es llena de arena o que contenga elementos difíciles de remover) y depositarlas en cajas para un lavado a aparte.

Así mismo, una botella puede salir sucia después del lavado, debido a falta de mantenimiento en los tubos rociadores o flautas (estas se encargan de introducir agua a presión tanto interior como exteriormente en las botellas quitando la suciedad) debido a que los orificios por donde sale el agua (ya sea limpia o con soda) se taponan con sarro evitando así la correcta limpieza de la botella.

Es importante tomar los factores anteriores para un adecuado proceso de lavado, y para que la máquina brinde un buen servicio necesita de mantenimiento.

5.13. Fallas frecuentes y sus soluciones.

En esta parte de servicio se dan recomendaciones para la eliminación de posibles fallos o perturbaciones por el personal del cliente (por ejemplo: operarios, electricistas, ajustadores).

5.13.1. Perturbación en la presión de agua fresca

Tabla III. **Causas y soluciones debido a la perturbación en la presión de agua fresca**

Posible causa	Posible solución
Presión en la tubería no es suficiente.	Asegurar la presión de alimentación.
Filtro/colector de suciedad atascado.	Limpiar filtro/colector de suciedad.
Presostato mal ajustado.	Ajustar correctamente el presostato min. 0,5 bar.
Interruptor de control de la presión defectuoso.	Comprobar presóstato, dado el caso cambiarlo.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-2

5.13.2. Perturbación en el aire comprimido

Tabla IV. Causas y soluciones por perturbación en el aire comprimido

Posible causa	Posible solución
Presión del aire demasiado baja.	Comprobar la generación de aire. Comprobar la hermeticidad de las conexiones del suministro de aire comprimido.
Ha variado la presión inicial.	Ajustar correctamente la presión en el reductor de presión.
Filtro de aire/colector de suciedad sucio u obstruido.	Limpiar el filtro de aire/colector de suciedad.
Presostato mal ajustado.	Ajustar correctamente el presostato.
Interruptor de control de la presión defectuoso.	Comprobar el presostato, cambiarlo si es necesario.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-2

5.13.3. Perturbación del accionamiento sincrónico, se adelanta/se atrasa

Tabla V. Causas y soluciones por perturbación del accionamiento sincrónico se adelanta/se atrasa

Posible causa	Posible solución
Dureza.	En general no causa la desconexión de la máquina, ya que se resincroniza automáticamente. Determinar y eliminar a tiempo la causa de la dureza.
Se ha saltado la correa dentada.	Controlar el tensado de la correa, el motor debe tocar los tornillos de tope. Si a pesar de estar correcto el tensado de la correa, esta se salta, debe de cambiarla.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-5

5.13.4. Sobrecarga del engranaje en el accionamiento sincrónico

Tabla VI. Causas y soluciones por sobrecarga del engranaje en el accionamiento síncrono

Posible causa	Posible solución
Sobrecarga baja. Se emite un mensaje de perturbación.	Determinar a tiempo la causa de la dureza, eliminándola. Pulsar el botón, "confirmar perturbación". Pulsar el botón, "accionamiento con".
Sobrecarga que puede provocar un daño del engranaje. Se emite un mensaje de perturbación.	Debe eliminarse sin demora la causa de la dureza. Hacer controlar la tensión de la cadena de portadores de botellas por personal técnico. Sólo tras subsanación de la anomalía o la descarga del transductor de fuerzas de tracción se puede restablecer a cero el mensaje de anomalía (tecla "confirmar perturbación").

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-7

5.13.5. Controlador de temperatura de accionamiento

Tabla VII. Causas y soluciones en el controlador de temperatura de accionamiento

Posible causa	Posible solución
Sobrecalentamiento del devanado del motor por: Dureza. Falta fase. Sobrecalentamiento.	Eliminar las causas de la dureza. Comprobar la alimentación de tensión. Limpiar las aletas de enfriamiento del motor, comprobar la rueda del ventilador del motor.
La máquina ha sido hecha funcionar por largo tiempo a rendimiento mínimo (menor a 20 Hz).	Hacer funcionar la máquina a rendimiento mayor.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-7

5.13.6. Perturbación del freno del accionamiento

Figura VIII. Causas y soluciones por perturbación el freno del accionamiento

Posible causa	Posible solución
Bobina de freno defectuosa.	Comprobar las resistencias de las bobinas de freno, dado el caso debe renovarse una bobina de freno.
Perturbación fusible freno accionamiento.	Verifique el funcionamiento del contacto auxiliar del fusible activando éste y observando la entrada correspondiente del LPC.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-8

5.13.7. Falta/acumulación de botellas Rearranque “autom”, perturbación en la zona de introducción y de descarga

La lámpara de columna montada en el cabezal de la máquina advierte sobre el rearranque automático después de que la máquina haya sido desconectada por acumulación o falta de botellas.

Tabla IX. **Causas y soluciones por falta/acumulación de botellas Rearranque “autom”, perturbación en la zona de introducción y de descarga**

Posible causa	Posible solución
Falta de botellas.	Subsanar la falta de botellas mediante el: Control de transportador de alimentación.
Falta de botellas/perturbación al final del trabajo.	Al finalizar el trabajo o en caso de una perturbación, la máquina puede vaciarse accionando la función “VACIADO EN FALTA DE BOTELLAS”.
Acumulación de botellas.	Eliminar la causa de la acumulación de botellas.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Kronos. p. 7-9

5.13.8. Acumulación de botellas sin Rearranque autom

La máquina se para y no es arrancada de nuevo automáticamente.

Figura X. **Causas y soluciones por acumulación de botellas sin Rearranque autom**

Posible causa	Posible solución
Acumulación de botellas no eliminadas en el tiempo preajustado. Fragmentos de vidrio atascados.	Eliminada la perturbación y accionada la tecla "CONFIRMACIÓN PERTURBACIÓN" la máquina puede conectarse de nuevo.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-9

5.13.9. Barrera de luz (conjunto de introducción y de descarga)

Figura XI. **Causas y soluciones en barrera de luz**

Posible causa	Posible solución
Ha sido interrumpida una de las barreras de luz y la máquina se detuvo.	Eliminar la causa de la interrupción de la barrera de luz. Arrancar de nuevo la máquina.
En la mesa de acumulación una botella ha sido presionada hacia arriba debido a una presión demasiado alta.	Adaptar las velocidades transportador de entrada/mesa de acumulación.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-10

5.13.10. Perturbación en el conjunto de introducción

Parada de máquina por perturbación en el conjunto de introducción.
Peligro de lesiones por vidrios rotos. Llevar guantes protectores.

Tabla XII. Causas y soluciones por perturbación en el conjunto de introducción

Posible causa	Posible solución
Sobrecarga en el conjunto de introducción por botellas atascadas. Vidrios rotos atascados entre el conjunto de transferencia y los portadores de botellas.	Retroceder el conjunto de introducción con el botón, "DESEMBRAGAR INTRODUCCIÓN" Avanzar de nuevo el conjunto de introducción con el botón "EMBRAGAR INTRODUCCIÓN". Accionar el botón, CONFIRMAR PERTURBACIÓN.
Portador de botellas defectuoso.	Subsistir las inserciones de cavidades de botellas dañadas o faltantes. Reemplazar las regletas de tope faltantes en el tope de botellas. Enderezar los portadores.
Falta caperuza de sube botellas.	Reponer caperuza de sube botellas.
Embrague de sobrecarga se desembraga demasiado fácilmente.	Ajustar el embrague.
Generador de impulsos mal ajustado.	Ajustar el generador de impulsos.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-10

5.13.11. Perturbación en el conjunto de transferencia

Parada de máquina por perturbación en el conjunto de transferencia.
Peligro de heridas por vidrios rotos. Llevar guantes protectores.

Tabla XIII. **Causas y soluciones por perturbación del conjunto de transferencia**

Posible causa	Posible solución
Vidrios rotos atascados entre el conjunto de transferencia y el portador de botellas.	-Eliminada la perturbación: Embragar de nuevo el conjunto de transferencia. Accionar el botón, "CONFIRMAR PERTURBACIÓN" y arrancar de nuevo la máquina.
Portador de botellas defectuoso.	Reponer las inserciones de cavidad de botellas dañadas o faltantes. Enderezar los portadores de botellas doblados.
Falta caperuza de subebotellas.	Reponer caperuza de subebotellas.
Tensión de los muelles de compensación insuficiente.	Tensar o cambiar los muelles.
Componentes de transferencia desgastados.	Cambiar las piezas.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-11

5.13.12. Perturbación en el conjunto de descarga

Parada de máquina por perturbación en el conjunto de descarga. Peligro de heridas por vidrios rotos. Llevar guantes protectores.

Tabla XIV. **Causas y soluciones por perturbación en el conjunto de descarga**

Posible causa	Posible solución
Sobrecarga en el conjunto de descarga por botellas atascadas.	Retroceder el conjunto de descarga con el botón "DESEMBRAGAR CONJUNTO DE DESCARGA".
Guía de botellas obstruida, por ejemplo, por vidrios rotos atascados.	Retirar las botellas y vidrios rotos atascados. Examinar el travesaño del conjunto de descarga, dado el caso repasar o cambiar las tiras de deslizamiento. Embragar de nuevo el conjunto de descarga con el botón "EMBRAGAR CONJUNTO DE DESCARGA". Accionar el botón "EMBRAGAR CONJUNTO DE DESCARGA". Accionar el botón "CONFIRMAR PERTURBACIÓN" y arrancar de nuevo la máquina.

Continuación de tabla XIV:

Presión de retención del cilindro de apoyo demasiado baja.	Aumentar la presión de suerte que las botellas apenas sean retenidas.
Bobina de válvula defectuosa, cilindro de apoyo sin presión.	Cambiar la válvula.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-12

5.13.13. Perturbación en bombas

Tabla XV. Causas y efectos por perturbación en bombas

Posible causa	Posible solución
Por manejo inadecuado de la bomba u obstruida por calcificación.	Abrir y limpiar la bomba, dado el caso comprobar la compatibilidad de los aditivos.
Se ha disparado el guardamotor del accionamiento.	Reactivar el guardamotor en el armario de distribución.
Sobrecalentamiento.	Limpiar las aletas de enfriamiento del motor.
En bombas más grandes: El cambio automático de la conexión en estrella (arranque) a la conexión en triángulo de la bomba está defectuoso.	Rearrancar la bomba de circulación. Si la perturbación se repite, avisar al Servicio, se requerirá personal técnico.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-13

5.13.14. El manómetro indica una presión de bomba demasiado baja

Tabla XVI. **Causas y soluciones por el manómetro que indica una presión de bomba demasiado baja**

Posible causa	Posible solución
Por manejo inadecuado de la bomba u obstrucción por calcificación.	Abrir y limpiar la bomba.
Manómetro defectuoso.	Cambiar el manómetro.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-13

5.13.15. Falta de agua, Perturbación en el nivel de llenado

Al haber falta de agua en un baño se desconecta la bomba correspondiente. Se impide así que alguna bomba marche en seco.

Tabla XVII. **Causas y soluciones por falta de agua o perturbación en el nivel de llenado**

Posible causa	Posible solución
Sensor de nivel de llenado defectuoso.	Revisar el sensor del nivel de llenado.
Válvulas de recarga averiadas.	Comprobar el funcionamiento de las válvulas de recarga.
No hay agua fresca.	Revisar la acometida de agua fresca.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-13

5.13.16. Sobrepresión en la tubería de presión de las bombas

Tabla XVIII. Causas y soluciones de sobrepresión de la tubería de presión de las Bombas

Posible causa	Posible solución
Uno o varios tubos de rociado obstruidos.	Desmontar y limpiar los tubos de rociado obstruidos.
Petrificación o infección.	Aplicar agentes antipetrificantes y desinfectantes apropiados.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Kronos. p. 7-14

5.13.17. Nivel de llenado de las cajas de agua/falta agua

Tabla XIX. Causas y soluciones en el nivel de llenado de las cajas de agua/falta agua

Posible causa	Posible solución
Presión del agua demasiado baja, no se suministra suficiente agua fresca.	Comprobar la alimentación de agua fresca.
El rociado de agua fresca se ha graduado demasiado débil.	Ajustar el reductor de presión de agua fresca y conectar la máquina.
Válvulas de prerociado/el remojo no está en orden.	Comprobar el sensor del nivel de llenado.
Sensor del nivel de llenado no está en orden.	Comprobar el sensor del nivel de llenado.

Continuación de tabla XIX:

Válvulas de recarga averiadas.	Comprobar el funcionamiento de las válvulas de recarga.
Rebosaderos atascados.	Limpiar los rebosaderos.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-15

5.13.18. Sobrepasado el tiempo de control del llenado automático

Se interrumpe la ejecución de la función de selección. "Automat. Listo para servicio"

Tabla XX. Causas y soluciones por sobrepasado el tiempo de control del llenado automático

Posible causa	Posible solución
Portillas de limpieza de acceso o los grifos de descarga no están bien cerrados, los líquidos salen de la máquina sin control.	Cerrar correctamente todas las portillas de limpieza y de acceso.
Presión del agua fresca demasiado baja.	Comprobar la presión del agua fresca.
Las válvulas del llenado autom. No están abiertas o no lo están por completo.	Comprobar el funcionamiento de las válvulas del llenado automático.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-15

5.13.19. Las temperaturas nominales no se alcanzan o sólo lentamente

Tabla XXI. Causas y soluciones debido a que las temperaturas nominales no se alcanzan o solo lentamente

Posible causa	Posible solución
Medio de calentamiento demasiado frío. Presión del medio de calentamiento demasiado baja.	Comprobar la fuente de calor.
El sistema de regulación de temperaturas no funciona correctamente.	Revisar los ajustes de temperatura, dado el caso reajustarlos. Limpiar la sonda de temperatura. Controlar y en caso dado reajustar el abastecimiento de aire comprimido.
Intercambiador de calor calcificado u obstruido.	Limpiar el intercambiador de calor, cambiarlo si es necesario.
Intercambiador de calor sucio por etiquetas.	Limpiar el intercambiador de calor. Examinar la cinta.
Colector de suciedad obstruido	Abrir el colector de suciedad, sacar el filtro y limpiarlo.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-16

5.13.20. Temperatura del baño de calentamiento

Tabla XXII. Causas y soluciones en la temperatura del baño de calentamiento

Posible causa	Posible solución
Temperatura sobrepasada. No se cierra la válvula de regulación del calentamiento. Sensor de temperatura defectuoso.	Comprobar el funcionamiento de la válvula de calefacción. Comprobar el sensor de temperatura, dado el caso cambiarlo.
Temperatura por debajo del valor: No se abre la válvula de regulación del calentamiento. Válvula manual no abierta del todo. Calefacción demasiado alta en la válvula neumática. Sensor de temperatura defectuoso.	Comprobar el funcionamiento de la válvula de calefacción; comprobar las conexiones neumáticas. Abrir del todo la válvula manual. Limpiar la calefacción. Controlar y reajustar la presión. Probar el sensor de temperatura, dado el caso cambiarlo.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-17

5.13. 21. Sensor de temperatura defectuoso

Tabla XXIII. Causas y soluciones debido a un sensor de temperatura defectuoso

Posible causa	Posible solución
Cortocircuito o interrupción de la línea de conexión del sensor de temperatura.	Eliminar el cortocircuito o la interrupción.
Cortocircuito o interrupción en el sensor de temperatura.	Cambiar el sensor de temperatura.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-17

5.13.22. Perturbación de dosificación. Perturbación control del tiempo de dosificación de la sosa

El cambio de la conductividad en la dosificación posterior no tuvo lugar en el tiempo dado.

Tabla XXIV. Causas y efectos por perturbación de dosificación

Posible causa	Posible solución
La bomba de dosificación no funciona perfectamente.	Comprobar las acometidas de la bomba. Comprobar el ajuste de la bomba.
Perturbación en el accionamiento de la bomba de dosificación.	Ver perturbación en el accionamiento.
Válvula de dosificación no funciona.	Chequear la válvula.

Continuación de tabla XXIV:

Etiqueta en la sonda.	Cerrar o sedimentar la soda cáustica. Enjuagar con agua el conducto bypass.
No hay suficiente concentrado de soda cáustica.	Examinar el concentrado de soda cáustica, recargar si es necesario.
Aire en el conducto de dosificación.	Purgar el aire del sistema.
Depósito de productos químicos vacío.	Llenar el depósito.
Tubería de alimentación dañada u obstruida.	Comprobar la tubería de alimentación.
Válvula de retención defectuosa.	Cambiar la válvula de retención.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-18

5.13.23. Medidor de la conductividad de la sosa defectuoso

Tabla XXV. Causas y efectos en medidor de la conductividad de la sosa defectuoso

Posible causa	Posible solución
Cortocircuito o interrupción de la línea de conexión del medidor.	Eliminar el cortocircuito o la interrupción.
Cortocircuito o interrupción en el medidor.	Cambiar el medidor.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-19

5.13.24. Las botellas no están limpias

Tabla XXVI. Causas y soluciones debido a que las botellas no están limpias

Posible causa	Posible solución
Agua caliente/agua fría sucia.	Descargar el agua. Limpiar el depósito y llenarlo de nuevo.
La concentración de soda cáustica es demasiado baja.	Aumentar la concentración de soda cáustica.
El detergente no tiene la concentración correcta.	Comprobar o hacer que el servicio técnico compruebe la concentración de detergente.
Grado de suciedad de la soda cáustica demasiado alto.	Preparar de nuevo la soda cáustica.
La temperatura es demasiado baja.	Aumentar la temperatura.
Toberas de rociado obstruidas.	Limpiar o cambiar las toberas de rociado.
Botellas demasiado sucias o no pueden limpiarse.	Seleccionar las botellas a mano.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-20

5.13.25. El agua sale por los lados de las toberas de rociado

Tabla XXVII. Causas y soluciones debido a que el agua sale por los lados de las toberas de rociado

Posible causa	Posible solución
Fugas en la junta tórica.	Desmontar la tobera de rociado. Cambiar la junta tórica. Reinstalar la tobera de rociado.
Junta defectuosa.	Desmontar la tobera de rociado. Cambiar la junta. Reinstalar la tobera de rociado.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-20

5.13.26. La máquina no arranca

Tabla XXVIII. Causas y soluciones debido a que la maquina no arranca

Posible causa	Posible solución
Perturbación en la máquina.	Eliminar la perturbación señalada.
Se ha puesto el modo de servicio equivocado.	Controlar el modo de servicio puesto: para el servicio de producción debe ponerse el modo "AUTO".
No se ha conectado el interruptor principal.	Conectar el interruptor principal.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Krones. p. 7-20

5.13.27. Parada de emergencia activada

Tabla XXIX. Causa y solución debido a parada de emergencias activada

Posible causa	Posible solución
Se ha accionado, conforme a la indicación, el botón de emergencia.	Eliminar el motivo por el cual se ha accionado el botón de emergencia desbloquear el botón de emergencia.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Kronos. p. 7-22

5.13.28. Interrupción de conservación

Tabla XXX. Causas y efectos debido a interrupción de conservación

Posible causa	Posible solución
Accionamiento principal desconectado.	Conectar accionamiento principal.
Disparó un dispositivo de seguridad.	Eliminar la causa del disparo.

Fuente: instructivo de servicio lavadora de botellas lavatec, Kronos. p. 7-23

5.14. Pérdidas en calidad

Las empresas en las cuales no existe un programa formal de capacitación y los trabajadores aprenden su oficio por medio de otros trabajadores o por medio de instrucciones indescifrables, es necesario tomar en cuenta que un trabajador experimentado no necesariamente es un buen maestro, porque puede omitir detalles que a él le parecen obvios.

En este caso podemos decir que para evitar pérdidas en calidad el proceso de lavado de las botellas, es aconsejable que tengamos de apoyo ciertos formatos o documentos, tales como el de limpieza de las flautas que detalle paso a paso el procedimiento adecuado para una correcta limpieza de estos componentes; asimismo el formato de lubricación, que indique el período de aplicación, el tipo de lubricante, y la correcta aplicación.

Tenemos cierta pérdida en calidad si las botellas salen sucias del sistema, para evitar esto es necesario que el personal revise el sistema de rociado de flautas para detectar cuales están taponadas con sarro y proceder a la limpieza de las mismas. También el operador debe de revisar los niveles de sosa cáustica aceptables en cada uno de los 3 tanques.

En las empresas existe mucho conocimiento en general, pero que esta disperso en la experiencia de algunos supervisores, técnicos y obreros. Por consiguiente, para tener una buena calidad, es necesario que todo el personal tenga acceso al conocimiento de una correcta aplicación a detalle de los diferentes procedimientos, tanto de lubricación, como de limpieza, en general.

5.15. Prearranque de la máquina

Para el prearranque de la máquina, siendo esta la primera vez que funciona la máquina, o después de un largo período de reposo, debemos tomar en cuenta los siguientes incisos, ya que de esta manera obtendremos un óptimo funcionamiento del aparato:

- Después de paradas largas, comprobar todos los puntos de lubricación de la máquina y lubricarlos si es necesario.
- Montar todos los revestimientos protectores.
- Comprobar el funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad.
- Comprobar las funciones eléctricas.
- Comprobar la estanqueidad de todos los conductos de alimentación y eliminación.
- Comprobar que estén limpios los colectores de suciedad de las conducciones de alimentación para el agua fresca y el medio de calentamiento.
- Existencia del medio de suministro (vapor o agua caliente, agua corriente y aire comprimido).
- Comprobar la limpieza del depósito.
- La existencia y cierre de las ventanas de las portillas de acceso, etc.
- Control del funcionamiento de los componentes de accionamiento y control (motores, conmutadores, lámparas de control, reguladores, botones de emergencia, etc.).
- Montaje correcto de los transportadores de entrada y descarga.
- Control del funcionamiento de las válvulas.
- Si todos los controles pasan sin ningún problema, la máquina puede ponerse en marcha.

5.16. Arranque de la máquina

5.16.1. Puesta en marcha con función “Listo para el servicio automático”

Para el arranque de la máquina, o puesta en marcha, por medio de la función “Listo para el servicio automático” la máquina se calienta hasta la temperatura de servicio en el momento ajustado (comienzo de la producción). Con ello se evitan tiempos de espera.

Hay que observar lo siguiente:

- Conectar el interruptor principal.
- Abrir las acometidas de alimentación (por ej., calentamiento, agua fresca).
- Opciones:
 - Controlar la presión de servicio en el reductor de presión del vapor.
 - Las válvulas de cierre del agua de condensación deben estar cerradas.
 - La válvula principal de cierre del agua de condensación debe estar abierta para el funcionamiento de la bomba de elevación del agua de condensación.
- Controlar si las aberturas y la grifería deben estar llenados.
- En caso de poca suciedad: dejar la soda cáustica en el depósito.
- En caso contrario es posible (según la situación individual), evacuar los baños de soda cáustica y llenarlos de nuevo con soda cáustica sedimentada (opción).
- O llenar los baños con solución nueva de soda cáustica (función: “Preparación soda cáustica”).
- Comprobar el tipo de botellas elegido o introducir el tipo de botella para la siguiente producción en el menú “Tipo de botella”.

- Seleccionar el modo de servicio “Automático”.
- Abrir el menú de pantalla “Modo automático listo”.
- Verificar la fecha/hora del sistema, dado el caso ponerla con el menú “Hora/Fecha”.
- Activar la función “Modo automático listo” mediante el botón de conmutación “I”.
- Se ajusta el siguiente momento de arranque.

En el momento de calentamiento ajustado se llenan la soda de fosfato y los baños de agua (ej. Agua caliente 1 y 2, agua fría). Estos baños se deben limpiar al final de la producción y por ello se deben llenar de nuevo al comenzar el servicio.

Después del llenado se activan, entre otros, los accionamientos del extractor de etiquetas y las bombas de circulación de los baños de soda cáustica.

En el momento de comenzar a funcionar las bombas se libera el mando respectivo de las válvulas de regulación del calentamiento. Las temperaturas teóricas se pueden modificar con el menú táctil parámetros de la temperatura para las necesidades específicas. Cada valor de temperatura se registra en una palabra de datos en 1/10 grados.

Para el arranque de la máquina, pulsar los botones “con. bombas” y “con. accionamiento principal”. En la fase de arranque se calientan las zonas de tratamiento posterior (ej. Agua caliente 1 y 2, agua fría) por los portadores de botellas que pasan vacíos.

Al activarse el accionamiento principal se abre el grifo neumático del rociado de agua fresca. El control de la presión de rociado se efectúa mediante transductor piezométrico. Dado el caso ajústese la presión del agua fresca en el reductor de presión.

Además se abre la válvula para la lubricación de los transportadores (opción).

Si todos los baños han alcanzado la temperatura de servicio:

- Desconectar el accionamiento principal.
- Conectar los transportadores de alimentación y el conjunto de introducción por acumulación. Las botellas se transportan a la máquina. Después el conjunto de introducción por acumulación se alimenta con botellas.
- Conectando el accionamiento principal, las botellas se empujan desde la mesa de acumulación en la máquina, y el transportador de salida arranca.

5.16.2. Puesta en marcha en el servicio manual

- Controlar, si todas las aberturas y válvulas están cerradas.
- Comprobar el tipo de botellas elegido.
- Selector en menú.
- Llenar la máquina.
- Después del llenado de los baños conectar las bombas de circulación soda cáustica. Se conectan los extractores de etiquetas y se libera la regulación del calentamiento. Comienza el calentamiento de los baños de soda cáustica.
- Un poco antes de alcanzarse las temperaturas prescritas de los

baños de soda cáustica:

- Colocar el selector en la posición automática.
- Pulsar los botones “con. bombas” y “con. accionamiento principal”.

Las zonas de tratamiento ulterior (ej. Agua caliente 2, agua fría) son calentadas por arrastre de calor (por los portadores de botellas). El conjunto de precalentamiento recibe agua caliente de la zona de agua caliente 1.

- Si los baños han alcanzado la temperatura de servicio:
 - Desconectar el accionamiento principal.
 - Conectar los transportadores de alimentación y el conjunto de introducción por acumulación. Las botellas se transportan a la lavadora. El conjunto de introducción por acumulación se alimenta con botellas.
 - Conectar el accionamiento principal. Las botellas entran en la máquina y se limpian. El transportador de descarga se conecta junto con el accionamiento principal.

5.17. Revisión de funcionamiento

También debemos tener en cuenta los siguientes controles durante el funcionamiento:

- Efectuar el control de temperaturas y corregir eventualmente los parámetros de regulación.
- Controlar el funcionamiento de los grupos de accionamiento.
- Para comprobar el paro inmediato del accionamiento principal debería accionarse el botón de emergencia una vez durante el primer funcionamiento.

- Existencia del medio de suministro (vapor o agua caliente, agua corriente y aire comprimido).
- Controlar los niveles de llenado.
- Deben controlarse los sistemas de inyección/los rebosaderos.
- Controlar si las botellas presentan residuos de soda cáustica.
- Controlar los conjuntos de introducción y de descarga.

5.18. Paro de la máquina

Ya que la máquina lavadora halla prestado el servicio que se requería, procedemos a parar la maquinaria, para esto debemos de tener en cuenta los siguientes incisos:

- Desconectar el transportador de alimentación.
- Vaciar y desconectar el conjunto de distribución por acumulación.
- Vaciar la máquina (botón "Vaciar máquina por falta de botellas").
- Desconectar todas las bombas y todos los motores. Las válvulas de regulación de caldeo se cierran automáticamente.
- Efectuar controles visuales dentro y fuera de la máquina (pérdidas, puntos de rozamiento, otros daños, etc.)
- Comprobar los colectores de suciedad de las conducciones de suministro y su grado de suciedad; en caso necesario eliminar las causas de los ensuciamientos.
- Proceder a la limpieza de la máquina.

6. LIMPIEZA DE LA MÁQUINA

6.1. Importancia de limpieza

Debemos tener en cuenta que para un óptimo servicio de la máquina, esta debe de ser sometida a limpieza regularmente, seguido de la lubricación.

Los componentes de la máquina se ensucian de diferentes agentes, tales como bolsas plásticas, pajillas, insectos, metales, arena, piedras, que van introducidas en las botellas. La suciedad se hace notar en la mesa de acumulación, los cedazos, las flautas, etc.

Una mala limpieza o descuido de esta, puede provocar grandes repercusiones en el equipo, tal caso podemos verlos en los cedazos que deben ser limpiados regularmente, y de esta manera evitamos que bajen los niveles de agua de los tanques.

Las flautas deben de ser sometidas a limpieza regularmente, ya que los orificios de estos son obturados con sarro, y es en este mecanismo que el agua sale a presión para limpiar internamente la botella.

6.2. Equipo adecuado para realizar la limpieza

Para realizar de una forma adecuada y fácil la limpieza, el operador tiene a su alcance el siguiente equipo:

Equipo Personal:

- Guantes y lentes
- Respirador

Equipo a utilizar:

- Trapo seco, botas
- Agua y manguera
- Servilletas extrafuertes
- Escoba y cepillo

6.3. Mantenimiento asociado a la limpieza de partes de la máquina

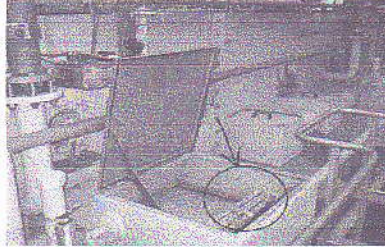
6.3.1. Procedimientos para la limpieza de cedazos

Los cedazos o filtros, son los encargados de evitar el paso de partículas grandes o de basura (bolsas, pajillas, insectos, etc.) evitando que estas lleguen hacia la bomba centrífuga que es la encargada de recircular el agua (fresca o con soda cáustica) a través del sistema.

Ubicación de los cedazos:

Los cedazos están ubicados en las cajas para filtro, estos tanques que se encuentran tanto en la parte superior como inferior de la máquina. En la parte superior se cuenta con tres tanques, cada uno contiene tres cedazos. En la parte inferior se cuenta con cuatro tanques, cada uno contiene dos cedazos o filtros.

Figura 14. **Ubicación de los cedazos**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

¿Por qué limpiar los cedazos?

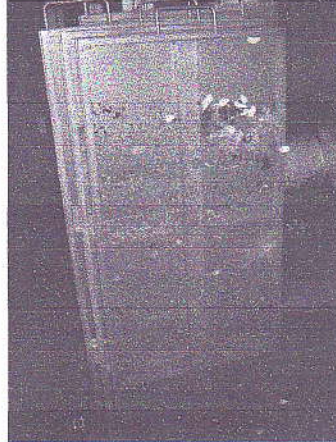
Debido a la alcalinidad del agua y a los minerales presentes en el agua, existe una tendencia hacia la acumulación de sarro en los pequeños orificios de estos filtros, evitando de esta manera la fácil circulación del agua a través de estos, por lo tanto ha de ser almacenado en un recipiente especial que se llena con líquido ácido para quitar el sarro.

Además, la basura que obstruye los orificios de estos filtros causa un diferencial en el nivel del agua antes y después de los cedazos, esto puede ocasionar que se sobrecaliente el equipo debido a la falta de circulación de la cantidad adecuada del agua.

¿De qué se ensucian estos filtros?

A corto plazo, por lo general podemos ver presente bolsas de plástico, pajillas, papel, arena, insectos, trazas de sosa, etc. A largo plazo la superficie de estos filtros metálicos se acumulan de sarro.

Figura 15. **Suciedad en los cedazos**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

¿Qué tipo de recipiente utilizamos para limpiar los cedazos del sarro?

Se utiliza un tanque en forma rectangular, en donde se deberá sumergir los cedazos en el agente de limpieza (ácido) para la remoción del sarro.

6.3.2. Procedimientos para la limpieza de los tubos rociadores o flautas.

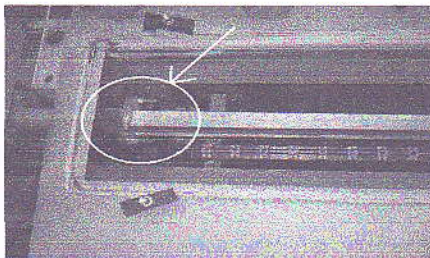
Tanto los tubos rociadores, como las flautas tienden a obturarse con objetos tales como bolsas de plástico, sarro, arena, etc. Si los agujeros de las flautas están bloqueados, entonces la limpieza de los envases (parte interior) no será eficaz. Por lo tanto a continuación se dará a detalle los pasos para realizar una adecuada limpieza de dichos componentes:

PASOS:

NOTA: para empezar a trabajar de una manera correcta desmonte de la parte frontal de la máquina lavadora, en el área de carga de botellas, aproximadamente 6 canastas de la máquina, de esta manera será mas fácil proceder a desmontar las flautas del equipo.

I. Desmontar las toberas rociadoras (También podemos llamarles flautas)

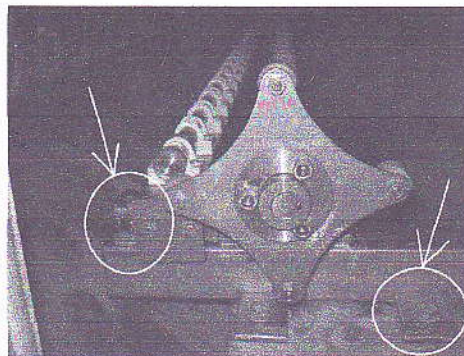
Figura 16. **Toberas rociadoras**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

II. Proceder a desmontar la base de sujeción de los tubos rociadores o flautas.

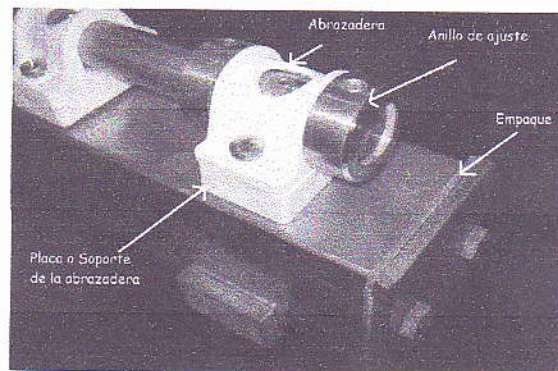
Figura 17. **Base de sujeción de los tubos rociadores o flautas**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

- III. Retirar la base de sujeción y las flautas de la máquina con cuidado
- IV. Coloque las flautas sobre 2 soportes para ser sometidas a la limpieza.
- V. Proceder a desarmar las abrazaderas, para esto quite todos los tornillos y deposítelos en un recipiente adecuado, también retire los dos anillos de ajuste metálicos

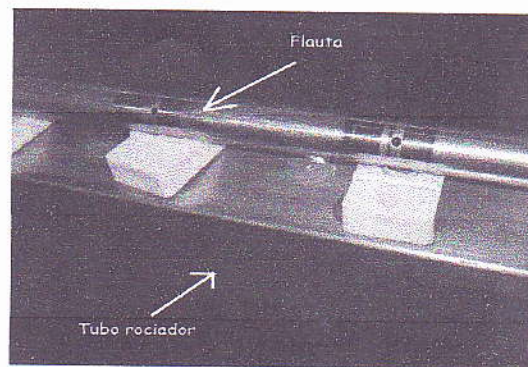
Figura 18. **Abrazaderas de los tubos rociadores**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

- VI. Desmunte la flauta con cuidado.

Figura 19. **Tubo rociador o flauta**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

- VII.** Proceda a retirar cualquier basura visible, que se encuentre en los orificios de los casquillos.
- VIII.** Proceda a retirar de los tubos rociadores los casquillos, las arandelas, las bases de las abrazaderas y los respectivos empaques, y colóquelas en un recipiente adecuado.

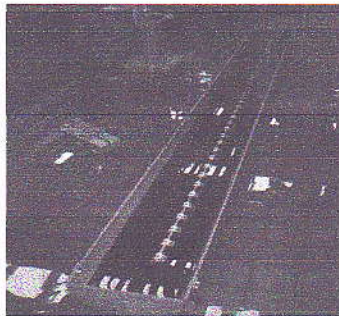
Figura 20. **Recipiente para colocar accesorios**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

- IX.** Obtenga líquido limpiador, en este caso utilizaremos Enviro Terra (producto sustituto del ácido).
- X.** Quitar los anillos de ajuste metálicos en el otro extremo de la estrella.
- XI.** De ser necesario sumergir los tubos rociadores en un tanque semicircular, sumergirlos con agua y Exelerate 101 (detergente ácido, para limpiar acero inoxidable) de esta manera se eliminara el sarro que posea en el interior. También deben de sumergirse en este líquido las bases de sujeción de los tubos rociadores, y de ser necesario las flautas (si estuvieran incrustadas de sarro).

Figura 21. **Tanque semicircular para depósito de flautas**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

- XII.** Retire los tubos rociadores del líquido ácido (utilice guantes de protección) luego rocíelos con agua, y proceda a colocarlos sobre las dos bases y proceda a purgarlos.

Figura 22. **Purga con agua de los tubos rociadores**

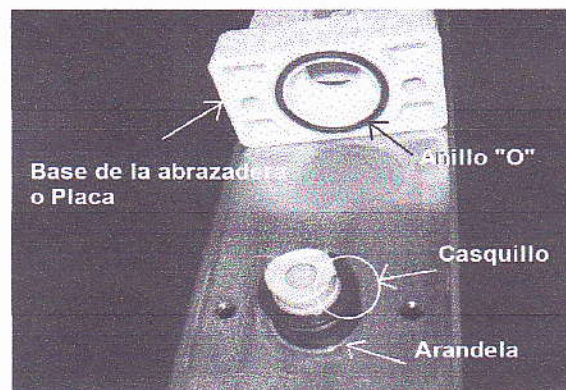


Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

- XIII.** Vaciar el depósito semicircular, y saque cualquier pieza que halla dentro de esta tales como tornillos y tuercas, etc.
- XIV.** Rociar con agua al depósito semicircular.
- XV.** Proceda a limpiar con una esponja las abrazaderas y las bases de esta con el detergente Enviro Terra. (Utilice guantes de protección).
- XVI.** Ya limpio el equipo procederemos a montaje de este. Primero coloque las arandelas en los tubos rociadores.

- XVII.** Coloque encima de la arandela el casquillo en su respectiva empaquetadura, colóquelo de la forma adecuada.
- XVIII.** Coloque la base de la abrazadera con su respectivo empaque (también llamado anillo "O").

Figura 23. Colocación de los empaques



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

- XIX.** Introduzca la flauta con cuidado.
- XX.** Introduzca en el eje con orificios (flauta) los dos casquillos de sujeción metálicos en la parte opuesta a la estrella, y coloque una abrazadera entre estos, para hacer las siguientes pruebas.
- XXI.** Asegúrese que queden centrados los agujeros de las flautas con los agujeros de los tubos rociadores (pruebe con una lámpara), y gire las estrellas y compruebe.
- XXII.** Coloque todas las abrazaderas y sus respectivos tornillos. Realice una prueba introduciendo agua con la manguera en un extremo de los orificios inferiores de los tubos rociadores y tape el otro agujero del extremo inferior, podrá ver como el agua sale por los orificios de las flautas, gire la estrella y compruebe que el sistema funciona correctamente.

XXIII. Montaje de flautas al equipo. Primero coloque las bases de sujeción de los tubos rociadores a la máquina lavadora.

Figura 24. **Base de sujeción de los tubos rociadores**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

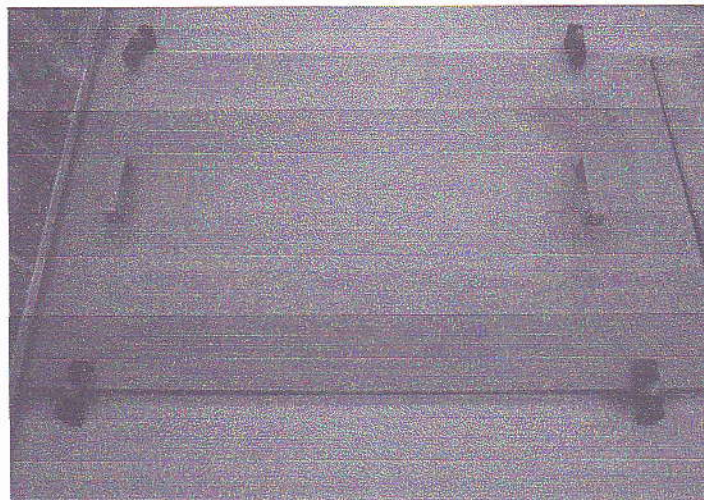
XIV. Coloque con cuidado los tubos rociadores en la base de sujeción y proceda a sujetarlas adecuadamente.

Nota: como sugerencia, de derecha a izquierda la primera flauta será estrella (aplica al lado izquierdo de la máquina, viéndola de frente en el área de carga de botellas).

XV. Montar las toberas rociadoras.

XVI. Colocar las compuertas (en este caso en la parte superior de la máquina) y ventanas protectoras.

Figura 25. **Compuerta**



Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

XII. Proceda a montar en la máquina las canastas o cangilones.

EXTRAS: finalizado este procedimiento a detalle, realice lo siguiente en el panel de la máquina lavadora:

- Desinfección.
- Programación.
- Conservación.

NOTA: se ha propuesto un documento o formato de limpieza de los cedazos y de las flautas, donde se detalla la ubicación, el agente de limpieza, la frecuencia. Ver Apéndice.

7. PROGRAMACIÓN DE LA MAQUINARIA DESPUÉS DE LA LIMPIEZA INTERIOR

7.1. Desinfección de la máquina

Trata del sistema de desinfección de la parte superior por dos tuberías de vapor mezclados con un líquido limpiador llamado Vortexx, ya que la parte del área de rociado de sosa de fosfato (que es la parte última de la máquina) queda al aire libre, ya que esta área fue drenada para facilitar la limpieza, por lo tanto, los cangilones restantes en esta área están expuestos a contaminantes en el aire. El proceso dura aproximadamente 80 segundos.

Seleccionar el menú de pantalla, "Sistema de desinfección de la parte superior por vapor". Esta función se utiliza para la desinfección del espacio de cabezal de la máquina. La función se activa por medio de la tecla "I" del tablero de mando.

En la casilla indicadora inferior para el modo de servicio debe estar indicado "Funcionamiento automático". En el caso de un modo de servicio ajustado erróneamente, la función no se puede poner en marcha con la tecla "I".

En modo de servicio debe cambiarse mediante el giro del conmutador que se llama "Manu, Auto, Marcha paso a paso".

La válvula de cierre del conjunto de desinfección por vapor (manual) debe estar abierta.

Seleccionando y ejecutando la función "Desinfección cabezal"

se desarrolla el programa siguiente:

- La válvula “Desinfección por vapor” (autom.). Se abre.
- A través de una tobera de inyector (1) el desinfectante es aspirado automáticamente del depósito (3).
- Una vez transcurrido un tiempo ajustable, se vuelve a cerrarse la valvulería.

7.2. Programación de la máquina

Una vez realizada la limpieza interior como se vio anteriormente se procede a la programación de la máquina en el panel. Este paso es necesario e importante, ya que la sección de los tanques de remojo de la última sección de la máquina se vaciaron para la limpieza. Por lo tanto se programa la fecha, con hora exacta, para que el sistema automático llene de nuevo los tanques que quedaron vacíos y este lista para iniciar de nuevo el servicio que presta.

7.3. Conservación de la máquina

Todo el sistema de la lavadora consta de 610 cangilones, cuando realizamos la limpieza en la máquina, se drena la sección de salida de la máquina, por lo tanto, quedan 320 canastas sin remojo (esto es al aire libre) el resto se queda sumergido en los tanques de sosa. Por lo tanto en el panel se debe de indicar a la máquina el movimiento relavo de 320 canastas, para que estas queden sumergidas en sosa. Este es el proceso final de la limpieza y por lo tanto la máquina estará preparada para empezar otro día de servicio de lavado de botella de vidrio.

Por lo general este paso, se debe de programar en el panel por la madrugada aproximadamente a las 3 a.m. donde empezara automáticamente la

máquina con este paso. De tal manera que al empezar el día, se pueda utilizar de nuevo el equipo con confianza y seguridad.

8. PLAN DE LUBRICACIÓN

Se conoce como lubricación a la interposición de sustancias oleosas o grasas (lubricantes) entre la superficie en contacto de piezas en movimiento relativo, modificando la fricción, y a la reducción del daño y el desgaste en la superficie de los sólidos, al moverse uno en relación con el otro. El lubricante desempeña, con frecuencia funciones múltiples: puede ser un medio de transferencia de calor, protector contra la herrumbre y la corrosión, sellador o para arrastrar contaminantes.

Ventajas de la lubricación

Vemos que una correcta aplicación de la lubricación en los distintos mecanismos produce efectos benéficos que pueden agruparse en el siguiente orden:

- Reducción del desgaste (menor costo de mantenimiento).
- Reducción de pérdidas de fuerza (mayor aprovechamiento de fuerza motriz).

¿Qué significa planear la lubricación?

Cuando se dice planear la lubricación nos referimos a lograr un sistema adecuado que permita lubricar la máquina de una manera correcta, con su determinada frecuencia de aplicación, que sea fácil de controlar y actualizar.

La plantación de la lubricación para la maquinaria es una de las tareas que corresponden al departamento de mantenimiento. Vemos que cualquier empresa dedicada a la fabricación de un producto, hace uso de maquinaria, la cual, por simple que sea, requiere de lubricación. Por lo tanto, un organismo de planeación tienen que tener en cuenta las actividades de lubricación para lograr los objetivos de la empresa.

El objetivo es lograr el menor número de paros de la maquinaria, por motivos de lubricación y al mismo tiempo alargar su vida útil. Y si hay paros, que tengan el menor tiempo de duración a la vez de invertir la menor cantidad *de recursos*.

Una falta de la planificación de la lubricación trae malas consecuencias, ya que crea un margen de daño para la máquina. Se sabe, que una máquina descompuestas cuesta mucho dinero, no solo se deprecia sino porque no produce ni un solo centavo; la clientela se pierde por falta de satisfacción en sus requerimientos y además se genera mano de obra más ociosa. También se incumplen plazos de producción, que generan penalizaciones económicas para la empresa.

Por otro lado, la falta de planeación de la lubricación no permite un control de inventarios de repuestos y lubricantes.

Vemos entonces, que la importancia de la planeación de la lubricación se halla ante la necesidad de mantener la maquinaria en su nivel optimo de funcionamiento, para que brinde adecuadamente el servicio que nos proporciona.

El control de la lubricación consiste en precisar el momento de la lubricación de cada uno de los puntos de un mecanismo.

El objetivo del control de la lubricación es efectuar las actividades de lubricación en el tiempo preciso, en la mejor forma y usando el lubricante y equipo adecuado, también empleando los mejores métodos y de menor costo.

Un adecuado procedimiento de control de la lubricación supone menos trabajo en el proceso, una disminución y una rotación más rápida de los inventarios que, a su vez, resulta en que se tenga menos capital congelado en materiales que no se emplean.

8.1. Aplicaciones de la lubricación

Es importante tener en cuenta que este equipo consta de tres aplicaciones de lubricación, las cuales se deben mantener para el óptimo funcionamiento del equipo.

8.1.1. Lubricación a pérdida

Este tipo de lubricación se va aplicando en períodos cortos que se deben mantener sin excusa, ya que esta lubricación es para las partes de mayor movimiento, como lo son cojinetes, engranajes.

8.1.2. Lubricación en períodos intermedios

Esta lubricación lleva un tiempo mayor, y al igual que la primera no debe de perderse el intervalo de tiempo.

8.1.3. Revisión de niveles

La revisión de niveles sirve más que todo para evaluar el consumo del lubricante, sus períodos son más largos y sus intervalos pueden ir variando después de cada revisión sin ningún problema. Su aplicación se puede dar en las cajas de tracción.

8.2. Mecanismos sujetos a desgaste

Los componentes que requieren lubricación se podrían dividir en cinco grandes grupos:

Rodamientos:	Son los encargados de soportar cargas y permitir movimiento.
Engranajes:	Piezas dentadas que conjugan con otras similares para transmitir fuerza, cambios de sentido de movimiento o variar velocidades, etc.
Guías:	Encargada de guiar y soportar cargas recíprocas lineales.
Pistones:	Estos están moviéndose en un cilindro, transmiten poder y fuerza.
Cadenas:	Transmiten la fuerza y pueden trasladar objetos a diferentes puntos.

8.3. Tipos de lubricantes a utilizar

Para poder comprender los tipos de lubricación, que existen, debemos entender la diferencia que existe entre los aceites y las grasas. La principal diferencia entre estos dos productos es que los aceites tienden a fluir y las grasas a permanecer en el área de aplicación.

Los aceites y las grasas deben cumplir con las exigencias de su aplicación específica. Debe contener los aditivos necesarios, tales como aditivos de extrema presión, los cuales le dan características antidesgaste de reducción de la fricción, disminuyendo así la elevación de temperatura en los engranes. Adicionalmente aditivos contra la formación de herrumbre y la corrosión, así como agentes especiales para aumentar la estabilidad a la oxidación y resistencia a la formación de espuma.

NOTA: se ha propuesto una hoja de trabajo o formato de lubricación para la máquina lavadora, donde se detallan los puntos a lubricar, el tipo de lubricante a utilizar, la frecuencia de aplicación, y la cantidad y tipo de aplicación. Ver apéndice.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un plan de mantenimiento productivo total, TPM, y los pasos a seguir para poder tomarlo como un modelo de mantenimiento a seguir en dicha empresa, ya que este sistema no solo mejorará el área de mantenimiento sino que aumentará la productividad, mejorando la producción, involucrando a todo el personal en la mejora continua ya que se basa en la integración de los trabajadores, de esta manera se logrará eficientar el proceso de lavado de envases de vidrio en la máquina Lavadora Lavatec.
2. La herramienta que nos permite seleccionar el problema más importante entre muchos otros en una línea de producción en serie es el Diagrama de Pareto, ya que este reconoce que unos pocos elementos (el 20%) generan la mayor parte del efecto (80%).
3. Para optar por un mantenimiento productivo total debemos tener en cuenta que mediante el orden y la disciplina se logra una metodología, y los pasos a seguir son los siguientes: a) mejoras enfocadas. b) mantenimiento autónomo. c) mantenimiento planificado. d) mantenimiento de calidad. e) mantenimiento temprano. f) mantenimiento de áreas administrativas. g) entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento. h) seguridad, higiene y medio ambiente.
4. Se vio la importancia de la limpieza, la lubricación y, para ello se realizaron documentos que indican a detalle, la ubicación, el tipo de lubricante a utilizar, o el agente limpiador, la frecuencia de aplicación y

limpieza, y la cantidad de lubricante a utilizar, estos documentos los podemos ver en el apéndice. También se realizó una tabla donde tenemos presente los posibles problemas que pueden ocurrir en la máquina y sus posibles soluciones.

5. La mejor manera de que todos los miembros de la empresa se involucren en la mejora continua es dialogando, explicarle al personal de la importancia del TPM y de lo importante que es la colaboración de cada uno de ellos, para ello se debe capacitar al personal, por ejemplo explicar la importancia de la lubricación, la limpieza, la seguridad, la productividad, etc. De esta manera el sistema se puede implementar de una mejor manera.

RECOMENDACIONES

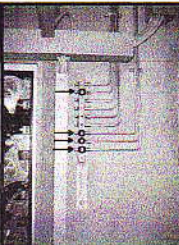
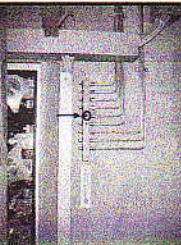




1. Cualquier cambio o mejora en el formato de lubricación deberá de ser informado a los operadores de la máquina lavadora, incluso el documento de limpieza de cedazos y flautas, deberá de ser informado al personal, para estar conscientes de un correcto y fácil procedimiento para realizar estas tareas.
2. Incentivar a todo el personal en la mejora de cada uno de ellos tanto como trabajadores como personas, dar lo mejor de si mismo, para ello el personal requiere de reconocimiento, tanto por su experiencia como de su aporte a la mejora continua.
3. Se debe de realizar regularmente la limpieza en la máquina tanto interna como externamente para que el producto tenga las normas de calidad establecidas, para brindarle al consumidor un producto higiénico y confiable.
4. El operario o personal de mantenimiento debe lubricar las partes establecidas por el documento de lubricación, ya que de ello depende un buen funcionamiento del equipo, y un tiempo de vida más largo de las piezas mecánicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AVALLONE, Eugene A. BAUMEISTER, Theodore III. *Manual del Ingeniero mecánico*. 9ª ed. México: McGraw-Hill, 2007, p. cap.6 233 p.
2. GARCÍA GARCÍA, Julio Cesar. "Instrucciones de operación para una Máquina llenadora de bebidas en lata". Trabajo de graduación de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004, 73 p.
3. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. México: McGraw Hill, 1997, 403 p.
4. JURADO GODOY, Oscar Ernesto. "Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo total para una máquina empacadora de cereales". Trabajo de graduación de Ingeniería Mecánica Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007, 206 p.
5. MORA GUTIÉRREZ, Alberto. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y Control*. México: Alfa omega, 504 p.

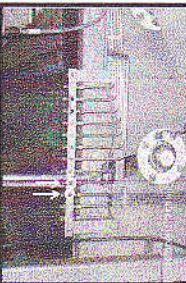
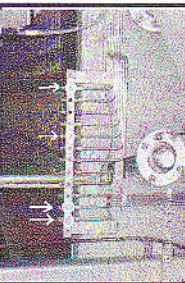
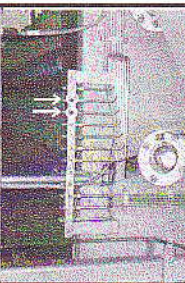


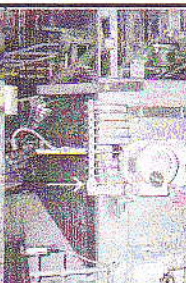
APÉNDICE






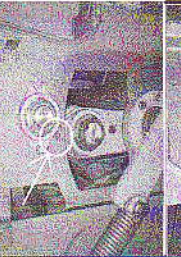


Puntos a Lubricar	Tipo de Lubricante	Frecuencia	Cantidad y Tipo de Aplicación	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Graseras Azules de Regleta Centralizada del Área de Descarga Derecha (4 graseras)	Olista	C / 15 días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Grasera en Negro de Regleta Centralizada del Área de Descarga Derecha(1 grasera)	Heavy 936	C / 8 días	3 Bombazos con engrasadora manual (chequear constantemente lubricación en engranes abiertos)				
Chumacera del Empujador de Envase, del Área de Descarga (lado derecho)	Olista	C / 8 días	5 Bombazos con engrasadora manual				
engranajes de traccion, seccion de descarga lado derecho	Heavy 936	c/2 Dias	Aplicación con brocha				
Engranajes de traccion, seccion de descarga lado izquierdo	Heavy 936	c/2 Dias	Aplicación con brocha				
Chumacera del Empujador de Envase, del Área de Descarga (lado izquierdo, 2 puntos)	Olista	C / 8 días	5 Bombazos con engrasadora manual				

Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.
 Programa de Lubricación
 Lavadora de Botellas Línea 1 de Refrescos
 Área de Carga de Botellas
 Responsable: Operador de Lavadora de Botellas



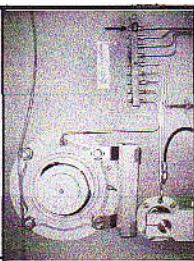
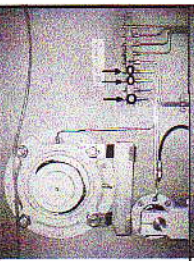
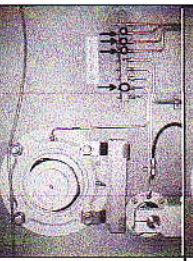
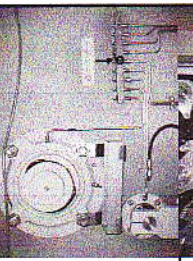
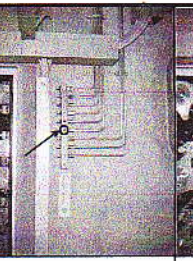
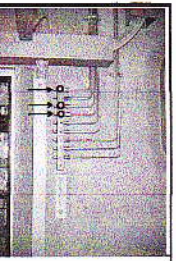
Puntos a Lubricar	Tipo de Lubrificante	Frecuencia	Cantidad y Tipo de Aplicación	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Graseras Rojas de Regleta Centralizada del Área de Carga Derecha (2 graseras)	Olista	C / 24 Horas	3 Bombazos con engrasadora manual				
Graseras Amarillas de Regleta Centralizada del Área de Carga Derecha (4 graseras)	Olista	C / 8 días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Graseras Negras de Regleta Centralizada del Área de Carga Derecha (2 graseras)	Heavy 936	C / 8 días	3 Bombazos con engrasadora manual (chequear constantemente lubricación en engranes abiertos)				
Graseras Azules de Regleta Centralizada del Área de Carga Derecha (4 graseras)	Olista	C / 15 días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Graseras Rojas de Regleta Centralizada del Área de Carga Izquierda (6 graseras)	Olista	C / 24 horas	3 Bombazos con engrasadora manual				
Grasera Amarilla de Regleta Centralizada del Área de Carga Izquierda (1 grasera)	Olista	C / 8 días	3 Bombazos con engrasadora manual				



Puntos a Lubricar	Tipo de Lubricante	Frecuencia	Cantidad y Tipo de Aplicación	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Graseras Azules de Regleta Centralizada del Área de Carga Izquierda (4 graseras)	Olista	C / 15 días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Cadena de Rodillos de Mesa de Carga	Viscogen KL 23 Spray	C / 8 días	3 Sopletaos				
Grasera cadena de rodillo de mesa de carga	Olista	c/8 Días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Chumacera del eje del deslizador de entrada de envase, lado izquierdo	Olista	c/8 Días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Chumacera del eje del deslizador de entrada de envases, lado derecho	Olista	c/8 Días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Engranajes de tracción, lado derecho	Heavy 936	c/2 Días	Aplicación con broca				

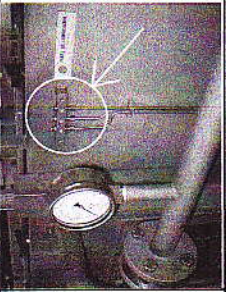

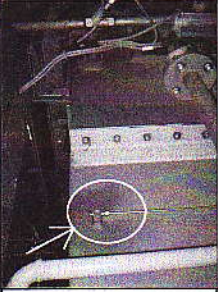
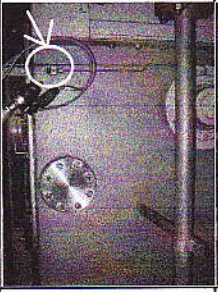

Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.
 Programa de Lubricación
 Lavadora de Botellas Línea 1 de Refrescos
 Área de Descarga de Botellas
 Responsable: Operador de Lavadora de Botellas



Puntos a Lubricar	Tipo de Lubrificante	Frecuencia	Cantidad y Tipo de Aplicación	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Grasera Roja de Regleta Centralizada del Área de Descarga Izquierda (1 grasera)	Olista	C / 24 horas	3 Bombazos con engrasadora manual				
Graseras Amarillas de Regleta Centralizada del Área de Descarga Izquierda (3 graseras)	Olista	C / 8 días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Graseras Azules de Regleta Centralizada del Área de Descarga Izquierda (4 graseras)	Olista	C / 15 días	3 Bombazos con engrasadora manual				
Grasera en Negro de Regleta Centralizada del Área de Descarga Izquierda	Heavy 936	C / 8 días	3 Bombazos con engrasadora manual (chequear constantemente lubricación en engranes abiertos)				
Grasera Roja de Regleta Centralizada del Área de Descarga Derecha (1 grasera)	Olista	C / 24 horas	3 Bombazos con engrasadora manual				
Graseras Amarillas de Regleta Centralizada del Área de Descarga Derecha (3 graseras)	Olista	C / 8 días	3 Bombazos con engrasadora manual				




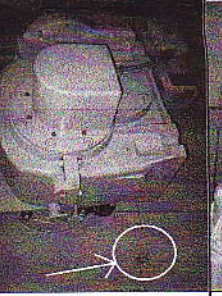
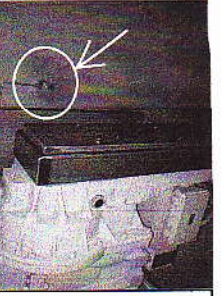
Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.
 Programa de Lubricación
 Lavadora de Botellas Línea 1 de Refrescos
 Área de sección superior
 Responsable: Operador de Lavadora de Botellas








Puntos a Lubricar	Tipo de Lubrificante	Frecuencia	Cantidad y Tipo de Aplicación	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Regleta de chumacera traccion de canastas y chumaceras de expulsor de desechos. (3 puntos amarillos, Lado izquierdo)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				
Regleta chumaceras traccion de candena de canastas (2puntos amarillos, lado izquierdo)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				
Grasera para chumacera traccion de cadena de canastas (1 punto amarillo, lado izquierdo)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				
Grasera chumacera traccion de cadena de canastas (1 punto amarillo, lado izquierdo)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				
Grasera chumacera traccion cadenas de canastas (1 punto amarillo, lado izquierdo)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				

Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.
 Programa de Lubricación
 Lavadora de Botellas Línea 1 de Refrescos
 Área de sección superior
 Responsable: Operador de Lavadora de Botellas



Puntos a Lubricar	Tipo de Lubricante	Frecuencia	Cantidad y Tipo de Aplicación	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Grasera para chumacera de eje motorreductor #2 (lado derecho)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				
Grasera para chumacera de eje del motorreductor #3 (lado derecho)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				
Grasera para chumacera de eje del motorreductor #4 y #5 (lado derecho)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				
Grasera para chumacera de eje del motorreductor #6 (lado derecho)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				
Grasera para chumacera de eje del motorreductor #7 (lado derecho)	Olista	c/8 Días	Aplicación con bomba				



Ubicación	Numero de flautas rociadoras	Agente de limpieza	Frecuencia	Fecha	Operator	Observaciones	Fotografía
Area de Prerrociado (seccion superior)	8	Enviro Terra agente acido	C/4 semanas				
Area de Rocio Sosa caustica (I) (seccion superior)	3	Enviro terra agente acido	C/4 semanas				
Area de Rocio Sosa caustica (II) (seccion superior)	3	Enviro Terra agente acido	C/4 semanas				
Area de Sistema de rociado Sosa de fosfato (seccion superior)	4	Enviro Terra agente acido	C/4 semanas				
Area Rocio de agua caliente I (seccion superior)	4	Enviro Terra agente acido	C/4 semanas				



Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.
 Programa de limpieza de flautas de rociado
 Lavadora de botellas Línea 1 de Refrescos
 Responsable: Operador

Ubicación	Agente de limpieza	Frecuencia	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Tanque sección superior. Tanque I	Agua	C/4 Hr.				
Tanque sección superior. Tanque II	Agua	C/4 Hr.				
Tanque sección superior. Tanque III	Agua	C/4 Hr.				
Tanques sección inferior (4 tanques)	Agua	C/4 Hr.				

Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.
 Programa de limpieza de flautas de rociado
 Lavadora de botellas Línea 1 de Refrescos
 Responsable: Operador



Ubicación	Agente de limpieza	Frecuencia	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Tanque sección superior. Tanque I	Agua	C/4 Hr.				
Tanque sección superior. Tanque II	Agua	C/4 Hr.				
Tanque sección superior. Tanque III	Agua	C/4 Hr.				
Tanques sección inferior (4 tanques)	Agua	C/4 Hr.				

Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.
 Programa de limpieza de flautas de rociado
 Lavadora de botellas Línea 1 de Refrescos
 Responsable: Operador



Ubicación	Numero de flautas rociadoras	Agente de limpieza	Frecuencia	Fecha	Operador	Observaciones	Fotografía
Area Rocio con agua fresca y agua fria (seccion inferior)	8	Enviro Terra agente acido	C/4 semanas				